

KUSTAVIN JA INIÖN MERIALUEEN KALANKASVATUSLAITOSTEN VELVOITETARKKAILUTUTKIMUS

Vuosiraportti 2023



Hanna Turkki



Lounais-Suomen
vesi- ja ympäristötutkimus Oy

Kustavin ja Iniön merialueen kalankasvatuslaitosten velvoitetarkkailututkimus, vuosiraportti 2023

Raportti nro 152-24-2295

Tekijä: Hanna Turkki, biologi

Puhelin: 040 527 6208

Sähköposti: etunimi.sukunimi@lsvsy.fi

Turussa 9.4.2024

Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy (Y 1564941-9)

Telekatu 16, 20360 TURKU
sähköposti: etunimi.sukunimi@lsvsy.fi
www.lsvsy.fi

Sisällys

1. YLEISTÄ	5
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	6
2.1. Suppea veden laadun tutkimus	6
2.2. Kasviplanktontutkimus.....	9
2.3. Läpivirtauskartoitus.....	9
3. SÄÄOLOJEN TUTKIMUSVUONNA.....	9
4. TUTKIMUSALUEEN KUORMITUS	11
4.1. Kalankasvatus.....	11
4.1.1. Kirjolohen tuotannon ja siitä aiheutuvan vesistökuormituksen kehitys	12
4.2. Jätevesikuormitus	16
4.3. Kokonaiskuormitus	16
5. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	17
5.1. Veden laadun tutkimus	17
5.1.1. Heinäkuu.....	17
5.1.2. Elokuu.....	17
5.1.3. Kesäkauden keskiarvo	21
5.1.4. Vertailu aikaisempiin tuloksiin.....	21
5.2. Kasviplanktontutkimus.....	24
5.3. Läpivirtauskartoitus.....	26
6. TIIVISTELMÄ	27
KIRJALLISUUS	29

Liitteet

Liite 1. Kalankasvatuslaitosten lupatietoja

Liite 2. Vesinäytteiden tutkimustulokset

Liite 3. VARELYn vertailuhavaintopaikkojen vesinäytteiden tuloksia

Liite 4. Läpivirtauskartoitus (Luode Consulting Oy)

Jakelu

Sähköpostina

Jannen Lohi Oy

Jannen Lohi Oy/Matias Juslin

Kustavin kunta

Lännenpuolen Lohi Oy/Skyten Irja

Nordic Trout Ab/Jorma Leed

Nordic Trout Ab/Pasi Korvonen

Oy Lyckans Fisk Ab/Patrik Mattsson

Paraisten kaupunki/Rakennus- ja ympäristölautakunta

Uudenkaupungin kaupunki/Kirjaamo

Uudenkaupungin kaupunki/Ympäristönsuojelu

Varsinais-Suomen ELY-keskus/Asko Sydänoja

Varsinais-Suomen ELY-keskus/Kirjaamo

Kirjepostina

Lyyrtin Kalasumput Ky

1. YLEISTÄ

Kustavi-Iniön kalankasvatuslaitosten vuoden 2023 velvoitetarkkailu tehtiin 30.1.2019 päivätyn ohjelman (Turkki 2019) mukaan, minkä Varsinais-Suomen ELY-keskus hyväksyi päätöksellään (VARELY/946/07.00/2010) 10.9.2018. Vuonna 2023 tehtiin ohjelman mukaisesti läpivirtauskartoitus, suppea veden laadun tutkimus sekä kasviplanktonitutkimus (*taulukko 1*).

Vuonna 2023 Kustavin merialueella yhteistarkkailussa toimi 13 ja Iniön merialueella kolme kalankasvatuslaitosta, kuten vuotta aiemminkin. Oy Lyckans Fisk Ab:n Patlotin (449) ja Stensjärin (450) laitoksilla on yhteinen rehujen ravinneraja. Em. lisäksi Kustavin länsipuolella Loukkeenkarin ja Tiuskrunnin eteläpuolella toimii Lännenpuolen Lohi Ky, Loukkeenkarin laitos (460), mitä tarkkaillaan omalla tarkkailuohjelmallaan.

Ympäristöhallinnon uusimman, vuonna 2019 valmistuneen (aineisto kerätty vuosilta 2012–17) pintavesien ekologisen tilaluokituksen arvion mukaan Kustavi-Iniön merialue on tyydyttävässä tilassa, kuten myös aiemmassa, vuonna 2013 laaditussa luokituksessa. Rehevyysluokituksessa vesi on lievästi rehevää tai rehevää. Suppean veden laadun havaintopaikoista Ströömin alue (157, X11) ja osa Kustavin länsipuolen havaintopaikoista (168 ja 220) kuuluvat Lounainen välisaaristo –pintavesityyppiin. Ströömin pohjoispuoli (167) ja Hurusein lounaispuoli (225) sekä ELY-keskuksen vertailupaikka Iniönaukon länsiosassa (Kus 44) kuuluvat Lounaiseen ulkosaaristoon. Iniön tutkimusalue (Iniö 277) kuuluu Lounaiseen välisaaristo -pintavesityyppiin ELY-keskuksen vertailupaikkaa Iniö 33 lukuun ottamatta, mikä kuuluu Lounaiseen ulkosaaristoon.

TAULUKKO 1. Kustavi-Iniön kalankasvatuslaitosten tarkkailun rytmitys vuosina 2016–2025.

Vuosi	Tutkimus
2016	Laaja pohjaeläintutkimus + suppea vesi
2017	Läpivirtauskartoitus + suppea vesi+ kasviplankton
2018	Suppea vesi + pitkäaikaisraportti 2013-18
2019	Pohjan laadun tutkimus, suppea vesi ja suppeat pohjaeläimet
2020	Päällyslevätutkimus, suppea vesi ja kasviplankton
2021	Laaja vesitutkimus
2022	Laaja pohjaeläintutkimus + suppea vesi
2023	Läpivirtauskartoitus + suppea vesi+ kasviplankton
2024	Suppea vesi + pitkäaikaisraportti 2019-24
2025	Pohjan laadun tutkimus, suppea vesi ja suppeat pohjaeläimet

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1. Suppea veden laadun tutkimus

Suppea veden laadun tarkkailu tehtiin Kustavissa 24.7. ja 28.8. yhteensä kuudella havaintopaikalla ja Iniössä 25.7. ja 29.8. yhdellä havaintopaikalla (*kuvat 1 ja 2*). Kustavin havaintopaikoista kaksi (157 ja 225) on intensiivipaikkoja, joista veden laatua seurataan myös vertikaalisesti veden eri kerroksista.

Veden laadun havaintopaikkojen etäisyyksiä lähimmistä kalankasvatuslaitoksista on esitetty taulukossa 2.

Tulosten tarkastelussa hyödynnettiin Varsinais-Suomen ELY-keskuksen havaintopaikkojen KUS 28, KUS 44, INIÖ 31 ja INIÖ 33 sekä Uudenkaupungin merialueen eteläisimpien havaintopaikkojen UKI 105 ja UKI 110 veden laadun tietoja.

Vesinäytteenotossa käytettiin viranomaisten hyväksymiä menetelmiä (mm. Kettunen 2008, Mäkelä ym. 1992). Havaintopaikkojen paikannuksessa käytettiin apuna merikarttaa ja GPS-paikanninta. Tuotantokerroksen kokoomanäytteen syvyys määrättiin näkösyvyyden perusteella, ja näkösyvyys mitattiin Limnos-noutimen valkoisen kannen avulla. Kokoomanäytteet otettiin kahden metrin mittaisella putkinoutimella saaviin vähintään kaksi nosta syvyyttä kohti. Muut vesinäytteet otettiin Limnos-noutimella, ja veden lämpötila mitattiin noutimessa olevalla lämpömittarilla. Pohjan läheiset näytteet otettiin metri pohjan yläpuolelta.

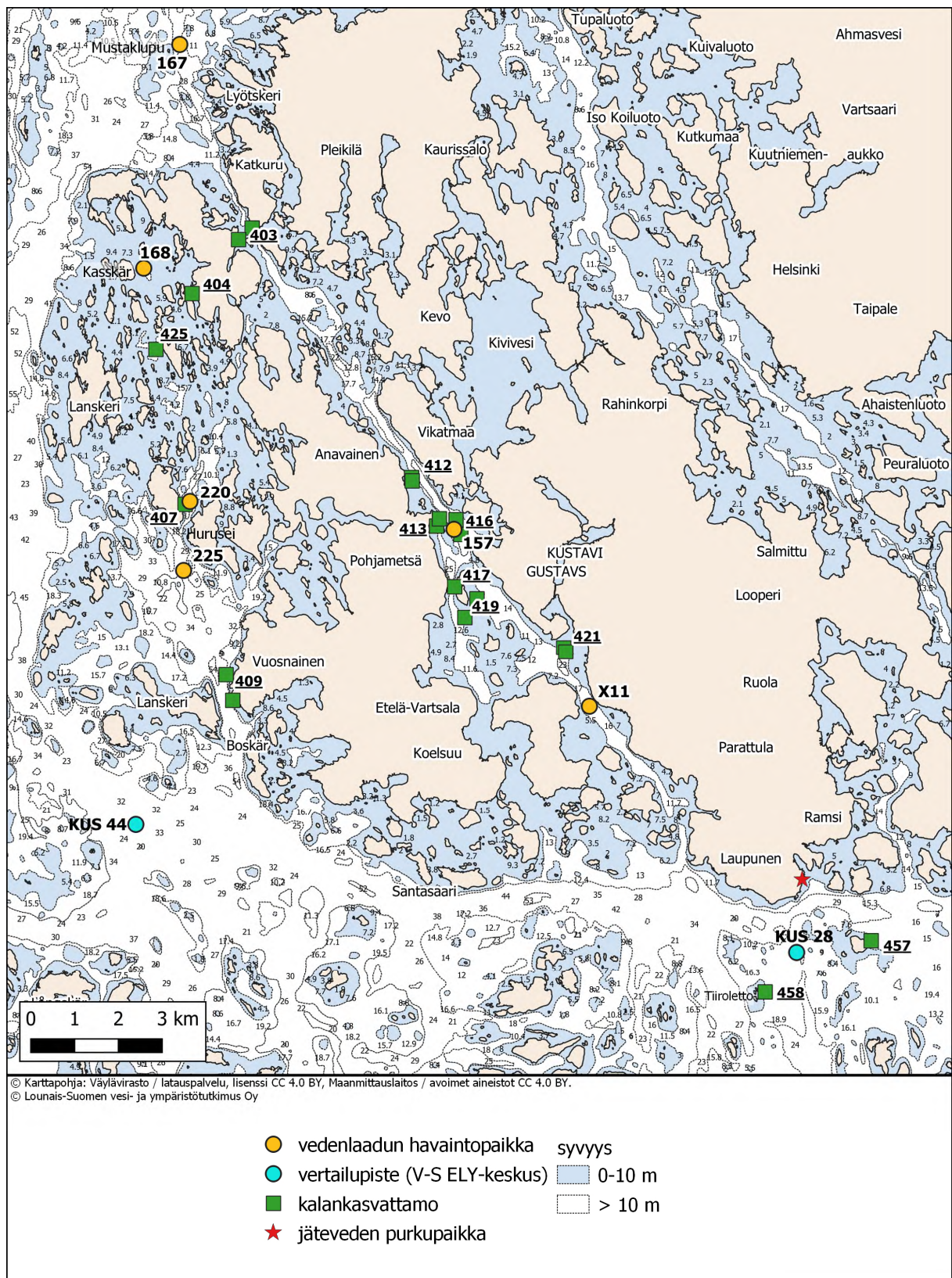
Intensiivihavaintopaikoilla (157 ja 225) seurattiin vertikaalinäytteillä veden lämpötilaa, sähkönjohtavuutta sekä ravinteiden määrää. Pohjan läheltä otettiin lisäksi happinäytteet. Tuotantokerroksen kokoomanäytteistä analysoitiin a-klorofyllin pitoisuus.

Tarkkailussa käytetään vesi- ja ympäristöhallinnon hyväksymiä näytteenotto- ja analyysimenetelmiä (SFS-standardit). Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T101, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025:2017.

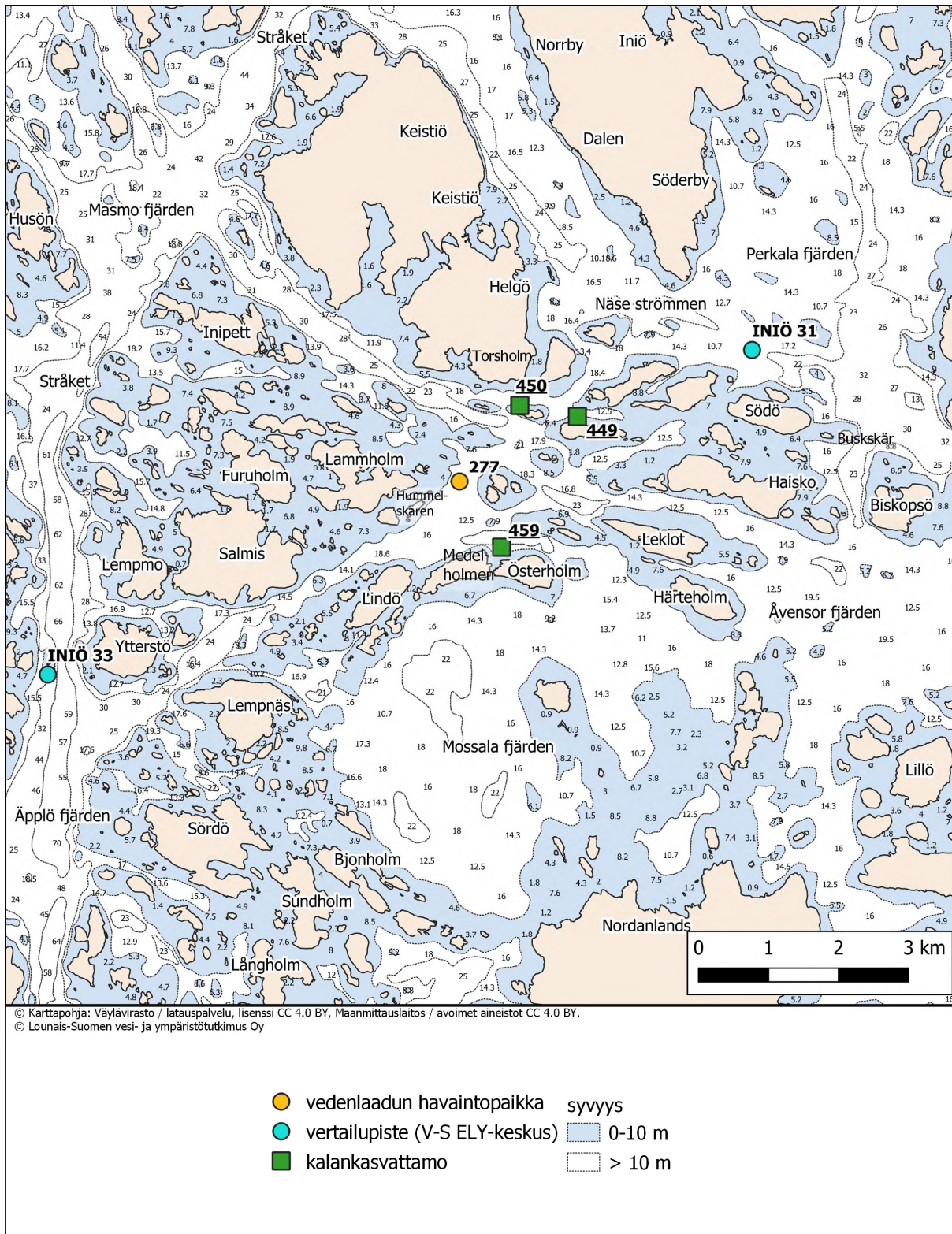
Näytteenotosta vastasivat sertifioidut ympäristönäytteenottajat.

TAULUKKO 2. Veden laadun havaintopaikkojen etäisyydet lähimmistä kalankasvatuslaitoksista Kustavin-Iniön merialueella.

Havaintopaikka nro	Laitos nro	Etäisyys m
Kustavi:		
157	416, 413	230-450
167	403A ja B	4 500
168	404	1 200
220	407	130
225	407	1500
x11	421	1500
Iniö:		
277	459	1100



KUVA 1. Kustavin merialueen suppean vedenlaadututkimuksen havaintopaikat.



KUVA 2. Iniön merialueen suppean vedenlaatututkimuksen havaintopaikat.

2.2. Kasviplanktontutkimus

Kasviplanktonnäytteet otettiin veden laadun tutkimusten yhteydessä heinä- ja elokuussa intensiiviasemilta 157 (Matinkari it) ja 225 (Hurusei loun), yhteensä neljä näytettä. Näytteet otettiin tuotantokerroksen koonnasta ja säilöntäaine (hapan lugolin liuos) lisättiin kentällä näytepulloihin. Näytteistä määritettiin lajitasolla kasviplanktonin biomassat ja yksilömäärät vesien- ja merenhoidon menetelmäohjeen (Vuorio & al, 2022) mukaisesti ja tulokset tallennettiin ympäristöhallinnon kasviplanktonrekisteriin. Kasviplanktonin lajiston ja biomassan määritti biologi Hanna Turkki käänteismikroskooppilla.

2.3. Läpivirtauskartoitus

Automaattisten mittauslaitteiden avulla suoritettavan veden laadun kartoituksen kalankasvatuslaitosten ympäristössä teki alihankintana Luode Consulting Oy. Kartoitusta tehtiin kertaluontoisesti syyskuun alussa (6.-7.9.). Pintaveden ominaisuuksia (sameus, klorofylli ja nitraattityppi) kartoitettiin liikkuvasta veneestä tehtävillä läpivirtauskartoituksilla, jolloin voitiin kerätä mittaustietoa laajalta alueelta saman päivän aikana ja tulokset tallennettiin yhdessä GPS-paikkatiedon kanssa.

Tarkemmin läpivirtauskartoituksen toteuttamistapa on kuvattu liitteessä 4.

3. SÄÄOLOJEN TUTKIMUSVUONNA

Talvella 2022–2023 ilmatieteen laitoksen Turun sääaseman havaintojen mukaan sää muuttui talviseksi jo marraskuun puolivälissä v. 2022. **Tammikuun 2023** alkupuolella sää oli talvinen, mutta kuun puolivälissä lauha jakso sulatti lumen, mikä nosti yhdessä sateiden kanssa poikkeuksellisen talvitulvan. Kuun keskilämpötila jäi pakkaselle mutta oli keskiarvoa korkeampi (*taulukko 3*), ja sademäärä oli keskiarvon tuntumassa. **Helmi- ja maaliskuussa** sää jatkui pääasiassa lauhana mutta vaihtelevana. Keskilämpötila oli keskimääräistä korkeampi ja sadetta tuli keskimääräistä vähemmän.

Maaliskuussa jatkui vaihteleva sää. Ilma kylmeni kuun lopulla, ja paljaaseen maahan satoi uusi lumipeite. Kuu oli keskilämpötilaltaan tavanomainen mutta selvästi keskimääräistä sateisempi. **Huhtikuun** alku oli kolea, mutta loppupuolella oli lämmin jakso, ja viimeisinä päivinä sää taas viileni. Kuu oli hieman keskimääräistä lämpimämpi mutta sademäärä vähäinen. **Toukokuussa** keskivaiheilla oli jopa poikkeuksellisen lämmin jakso, mutta keskilämpötila oli lähellä ajankohdan keskiarvoa. Kuu oli vähäsateinen. **Kevätkuukausien** aikana sää oli kaikkiaan lämpötiloiltaan vaihteleva, ja sademäärä vaihteli maaliskuun runsaista sateista huhti- ja toukokuun vähäsateisuuteen.

Kesäkuussa Lounais-Suomessa vallitsi aurinkoinen ja poutainen sää. Kuun puolivälissä päivälämpötila nousi useana päivänä 30 °C tuntumaan. Sademäärä jäi lounaassa alle kolmasosaan vertailukaudesta. Kuun keskivaiheilla oli lähes kahden viikon poutajakso, ja muutoin yksittäisten päivien sademäärä oli pieni. **Heinäkuun** alussa sää muuttui epävakaiseksi, ja kuun puolivälin tietämillä oli lämpimintä ja poutaisinta. Lounais-Suomessa oli monin paikoin vähäsateista, mutta kuurosateiden vuoksi määrissä oli suuria paikallisia eroja. Heinäkuu oli keskilämpötilaltaan ajankohdan keskiarvon mukainen mutta vähäsateinen. **Elokuu** oli laajalti keskimääräistä lämpimämpi mutta lounaissaaristossa kuitenkin varsin keskimääräinen. Laajalti oli hyvin sateista, mutta

rankkojen sadekuurojen vuoksi paikalliset erot saattoivat jälleen olla suuria. Turussa mitattiin uusi elokuun lämpöennätys. Sateet painoutuivat loppukuuhun.

Syyskuu oli Suomessa erittäin lämmin. Erityisen lämmintä oli ennen kuun puoliväliä ja kuun lopulla, jolloin rannikon läheisyydessä päivälämpötila oli yli 20 °C ja erityisesti yöt olivat poikkeuksellisen lämpimiä. Sademäärä oli Lounais-Suomessa pitkäaikaikeskiarvoa alempi, ja ulkosaaristossa satoi alle puolet keskiarvosta. **Lokakuun** alku oli lauha, mutta loppupuolella lämpötila painui hieman pakkaselle. Sade tuli rankkoinakin kuuroina, ja tuulet olivat kovia. Lokakuu oli keskiarvoon verrattuna hieman viileä mutta selvästi sateinen. **Marraskuu** alkoi lauhana mutta muuttui kuun puolivälissä talviseksi, ja kuu oli keskimääräistä viileämpi. Sademäärä oli keskimääräinen, ja loppukuun sateet tulivat lumena. **Joulukuun** alussa jatkui talvinen sää, mutta lumi- peite kasvoi vain hieman. Kuun puolivälissä sää lauhtui ja lumi sulii. Joulun aikoihin tuli pikkupakkasia ja hieman lunta, ja vuoden päättyessä ilma kylmeni edelleen. Kuu oli keskiarvoa kylmempi mutta vähäsateinen.

Vuoden 2023 keskilämpötila oli Turussa noin asteen korkeampi kuin pitkäaikaikeskiarvot (vuodet 1991–2020 ja 1981–2010). Sademäärä jäi jonkin verran alle vuosien 1991–2020 keskiarvon, ja ero vuosien 1981–2010 keskiarvoon oli suurempi.

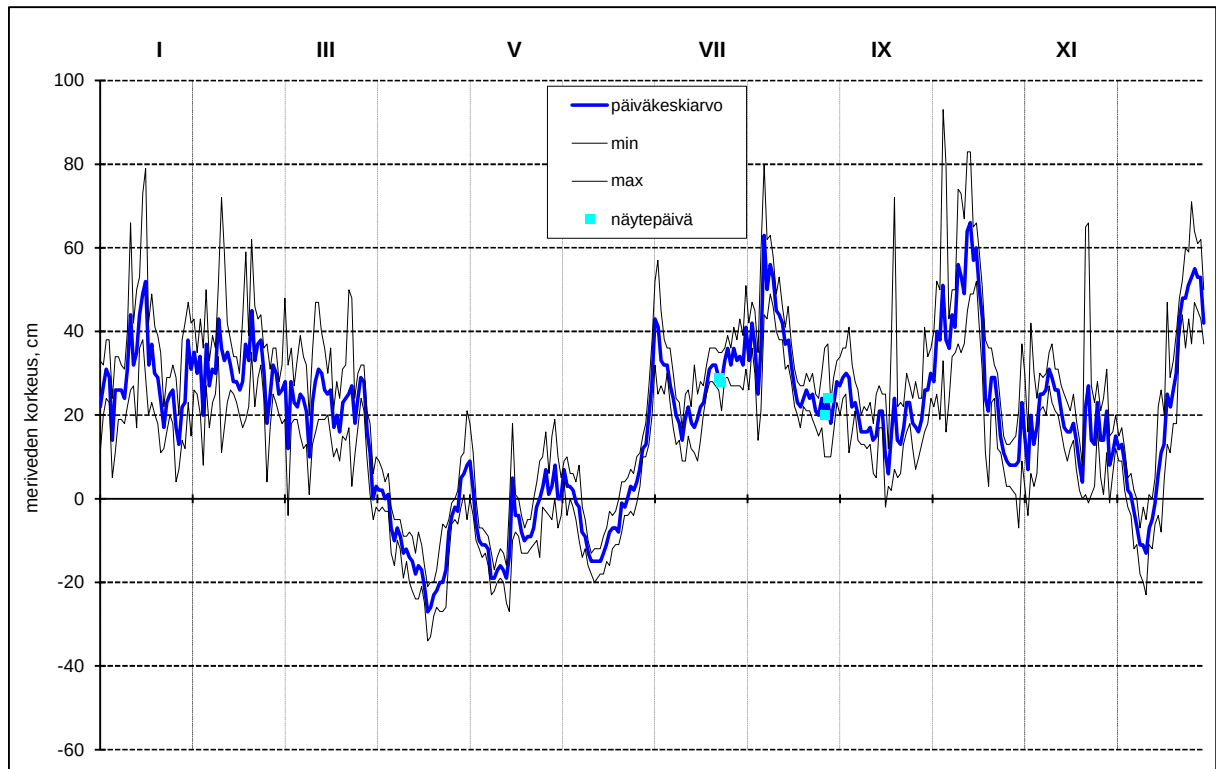
Uudenkaupungin välisaaristoon Kirstan tasalle muodostui Ilmatieteen laitoksen jäätietojen mukaan pysyvä jääpeite 9.3.2023, mikä poistui 21.3.2023. Sisäsaaristossa pysyvä jääpeite muodostui 11.12.2022 ja poistui 18.4. Todellisten jääpäivien luku oli Kirstan tasalla 26 (vuotta aiemmin 98 ja kahta vuotta aiemmin 54) ja sisäsaaristossa 132 (vuotta aiemmin 145 ja kahta vuotta aiemmin 81), joten jäätalvi oli Kirstan tasalla selvästi pitkäaikaikeskiarvoa lyhyempi (pitkäaikainen keskiarvo 110–120 päivää).

Ilmatieteen laitoksen Turun mareografin korkeustietojen mukaan vuonna 2023 merivesi oli hetkellisesti matalimmillaan huhtikuun puolivälissä -33 cm ja korkeimmillaan lokakuun alussa +93 cm (korkeusjärjestelmä: N2000). Vesi oli suurimman osan vuotta 0-tason yläpuolella ja pisimmän aikaa 0-tason alle tai tuntumassa huhti–kesäkuussa (kuva 3). Myös joulukuun alkupuolella vesi painui joksikin aikaa 0-tason alle. Näytteenottojen aikana heinäkuussa merivesi oli keskimäärin noin 30 cm ja elokuussa noin 20 cm keskiveden yläpuolella (kuva 3).

TAULUKKO 3. Turun säätietoja vuodelta 2023 sekä normaalijaksoilta 1981–2010 ja 1991–2020. Lähde: Ilmatieteen laitos. Lämpötilat lokakuun 2010 alusta lähtien Artukaisten automaattiasemalta (aiemmin Turun lentoasemalta) ja sademäärät heinäkuun 2006 alusta lähtien Artukaisista.

Kuukausi		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	yht.
Lämpötila	2023	-0,6	-1,2	-1,5	5,6	10,5	17,1	17,5	17,4	15,3	4,8	0,0	-4,2	6,7*
(°C)	1991–2020	-3,8	-4,5	-1,3	4,1	10,0	14,4	17,5	16,2	11,3	5,7	1,5	-1,5	5,8*
	1981–2010	-4,4	-5,2	-1,6	4,0	10,2	14,5	17,5	16,0	10,9	5,9	0,8	-2,6	5,5*
Sademäärä	2023	62	33	73	10	21	11	41	146	47	101	77	26	648#
(mm)	1991–2020	58	42	39	32	35	55	74	73	59	73	71	73	684#
	1981–2010	61	42	43	32	39	59	79	80	64	78	76	70	723#

* lämpötilojen keskiarvo, # sademäärien summa



KUVA 3. Meriveden korkeudet Turun satamassa vuonna 2023 (Ilmatieteen laitos). N2000-korkeusjärjestelmä.

4. TUTKIMUSALUEEN KUORMITUS

4.1. Kalankasvatus

Tutkimusalueella kalaa kasvatetaan verkkoaltaissa, joiden veden vaihtuvuus määräytyy vallitsevien virtausten perusteella. Kalojen ruokintaan käytetään kuivarehua. Kasvatus alkaa yleensä huhti-toukokuussa ja jatkuu marraskuulle saakka.

Kustavin alueella kasvatettiin kalaa yhteensä noin 806 tonnia (*taulukko 4*). Kasvatuksesta aiheutui 3 268 kilon fosfori- ja 31 999 kilon typpikuormitus merialueelle. Kasvatuksesta aiheutunut kuormitus oli fosforin osalta 4 % ja typen osalta 7 % pienempi kuin vuotta aiemmin. Varsinais-Suomen ELY-keskuksen mukaan kaikki laitokset toimivat lupaehtojen puitteissa. Eniten laitoksia (7 laitosta) oli Ströömässä, missä oli 34 % kokonaistuotannosta (*taulukko 5*). Eniten, 38 %, tuotettiin Kustavin länsipuolen neljässä laitoksessa. Iniön aukon kahden laitoksen osuus kokonaistuotannosta oli 27 %. Selvästi suurin tuotanto ja kuormitus oli Iniön aukolla Jannen Lohi Oy:n keskitetyllä Tiiraleton laitoksella 458. Toiseksi suurin kuormitus ja tuotanto oli Kustavin länsipuolella sijaitsevalla Nordic Trout Ab:n Vuosnaisten laitoksella (laitos 409).

Iniön merialueella kolmessa laitoksessa tuotettu kalamäärä oli yhteensä noin 310 tonnia, minkä aiheuttama kuormitus oli 1 100 kiloa fosforia ja 11 745 kiloa typpeä (*taulukko 6*). Kuormitus oli noin 3–5 % suurempi kuin vuotta aiemmin. Kuormitus ja tuotanto olivat suurimmat laitoksella 450. Varsinais-Suomen ELY-keskuksen mukaan kaikki laitokset toimivat lupaehtojen puitteissa.

4.1.1. Kirjolohen tuotannon ja siitä aiheutuvan vesistökuormituksen kehitys

Kustavin Ströömässä kirjolohen tuotanto vuosina 2012–2023 oli 276–414 tonnia vuodessa (*taulukko 7*). Alimmillaan tässä jaksossa tuotanto oli vuonna 2023. Eniten kirjoloha kasvatettiin vuosina 1984–1985 (730–810 tonnia, Jumppanen 2000). Viimeisen 12 vuoden aikana kuormitus ja tuotanto on ollut suurimmillaan vuosina 2015 ja 2013. Kuormitus laski selvästi 90-luvun puolivälistä vuoteen 2005, jonka jälkeen kuormitus on pysynyt melko tasaisena mutta hitaasti laskevana (*kuva 5*). Viimeisen viiden vuoden (2019–2023) keskimääräinen kuormitus oli sekä fosforin että typen osalta 19 % pienempi kuin keskimääräinen kuormitus vuosina 2012–2018.

Kustavin länsipuolella kirjolohen tuotanto vuosina 2012–2023 oli 168–338 tonnia. Viimeisen 12 vuoden aikana tuotanto oli suurimmillaan vuonna 2019 ja kuormitus vuosina 2015 ja 2016. 2000-luvun alussa kuormitus pieneni tuotantomäärän vähetessä mutta nousi vuonna 2013, minkä jälkeen on pysynyt melko tasaisena (*kuva 5*). Viimeisen viiden vuoden (2019–2023) keskimääräinen kuormitus oli fosforin osalta 3 % pienempi ja typen osalta samaa luokkaa vuosien 2012–2018 keskimääräiseen verrattuna.

Iniönaukolla laitosten tuotanto vuosina 2012–2023 oli 105–221 tonnia. Ravinnekuormitus pieneni hitaasti 90-luvun lopulta mutta on hieman kasvanut viime vuosina (*kuva 5*). Viimeisen 12 vuoden aikana kuormitus on ollut suurimmillaan vuosina 2019 ja 2018. Viimeisen viiden vuoden (2019–2023) keskimääräinen kuormitus oli fosforin osalta 25 % ja typen osalta 43 % suurempi kuin keskimääräinen kuormitus vuosina 2012–2018.

Iniössä ravinnekuormitus oli ilmeisesti suurimmillaan vuonna 1992 (ks. Jumppanen 2000), jolloin myös Iniön pohjoisosassa oli vielä kalankasvatusta. 2000-luvulla kuormitus on tasaisesti laskenut ja on ollut hyvin tasaista varsinkin viimeisten viiden vuoden aikana (*kuva 4*). Tuotanto oli vuosina 2012–2023 289–380 tonnia (*taulukko 8*). Ytterstön laitoksen 442 toiminta loppui vuoden 2014 lopussa. Viimeisen viiden vuoden (2019–2023) keskimääräinen kuormitus oli fosforin osalta 25 % ja typen osalta 17 % pienempi kuin keskimääräinen kuormitus vuosina 2012–2018.

TAULUKKO 4. Kalankasvatuslaitosten tuotanto (lisäkasvu, kg/a) ja ravinnekuormitus (kg/a) Kustavin merialueella vuonna 2023 (Tiedot: Varsinais-Suomen ELY-keskus).

Nro	Laitos	Sijainti	Lisäkasvu kg/a	Kuormitus, kg/a fosfori	typpi
KUSTAVI, STRÖÖMI					
403	Lypyrin Kalasumput Ky	Lypyrin	56 106	165	1 433
412	Heimon Kala Oy, Hupaniitty	Hupaniitty	33 519	156	1 450
413	Nordic Trout Ab, Kraaveniemi	Kraaveniemi	66 472	338	3 162
416	Nordic Trout Ab, Matinkari	Matinkari	30 454	130	1 229
417	Nordic Trout Ab, Lossisalmi	Lossisalmi	29 474	162	1 480
419	Nordic Trout Ab, Iso Pirisholma	Iso Pirisholma	29 400	116	1 103
421	Nordic Trout Ab, Lootholma	Lootholma	30 783	138	1 288
Yhteensä			276 208	1 205	11 145
KUSTAVI, LÄNSIPUOLI					
404	Lännenpuolen Lohi Oy, Kruukio	Kruukio	59 850	216	1 924
407	Heimon Kala Oy, Pukkeenluoto	Pukkeenluoto	58 116	211	2 188
409	Nordic Trout Ab, Vuosnainen	Vuosnainen	115 391	464	4 708
425	Lännenpuolen Lohi Oy, Verskeri	Verskeri	75 607	348	3 012
Yhteensä			308 964	1 239	11 832
KUSTAVI, INIÖNAUKKO					
457	Jannen Lohi Oy Pukkiholma	Pukkiholma	49 000	232	2 122
458	Jannen Lohi Oy, Tiiraletto	Tiiraletto	172 000	593	6 900
Yhteensä			221 000	825	9 022
YHTEENSÄ			806 172	3 268	31 999

TAULUKKO 5. Kustavin kalankasvatuksen lisäkasvu (t/a) sekä siitä aiheutunut fosfori- (kg/a) ja typpikuormitus (kg/a) vuonna 2023. Fosfori- ja typpikuormitukselle on ilmoitettu myös vuorokausikuormitus (kg/d), joka on laskettu 183 vuorokauden kasvatuskauden mukaan.

Osa-alue	Laitokset	Lisäkasvu t/a	%	Fosforikuormitus kg/a	kg/d	Typpikuormitus kg/a	kg/d
Ströömi	403, 412, 413, 416, 417, 419, 421	276,2	34	1 205	6,6	11 145	60,9
Kustavin länsipuoli	404, 407, 409, 425	309,0	38	1 239	6,8	11 832	64,7
Iniönaukko	457, 458	221,0	27	825	4,5	9 022	49,3
Yhteensä		806,2	100	3 268	17,9	31 999	174,9

TAULUKKO 6. Kalankasvatuslaitosten tuotanto (lisäkasvu, kg/a) ja ravinnekuormitus (kg/a) Iniön merialueella vuonna 2023 (Tiedot: Varsinais-Suomen ELY-keskus).

Nro	Laitos	Sijainti	Tuotanto, kg/a	Kuormitus, kg/a fosfori	typpi
449	Oy Lyckans Fisk Ab, Patlot	Patlot	74 638	309	3 220
450	Oy Lyckans Fisk Ab, Stenskär	Stenskär	119 317	419	4 426
459	Oy Lyckans Fisk Ab, Österholm	Österholm	116 004	371	4 099
Yhteensä			309 959	1 100	11 745

TAULUKKO 7. Kalantuotantomäärien (t/a) ja kuormituksen (kg/a) kehitys Kustavin merialueella vuosina 2012–2023. Vuorokausikuormitus (kg/d) on laskettu 183 vuorokauden kasvatuskauden mukaan.

Ströömi

Vuosi	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Tuotanto, t/a	333	414	367	414	404	408	352	345	344	314	356	276
Kok.P, kg/d	8,5	11	10	10	9	9	8	8	8	7	8	7
Kok.N, kg/d	75	97	89	94	92	93	80	78	77	67	76	61

Kustavin länsipuoli

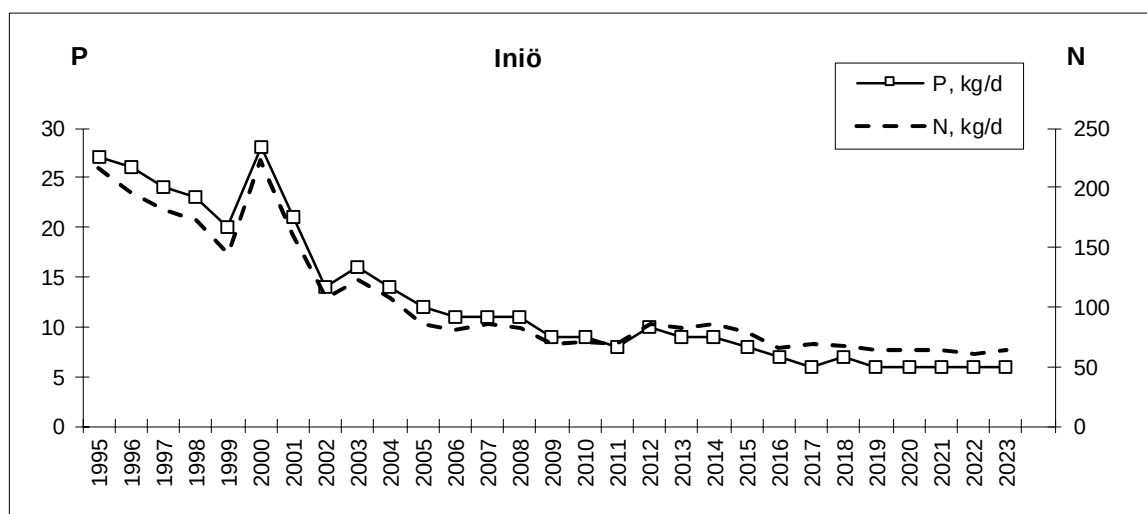
Vuosi	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Tuotanto, t/a	168	262	249	324	318	320	334	338	317	273	288	309
Kok.P, kg/d	5	7	7	8	8	7	7	6	7	7	7	7
Kok.N, kg/d	40	61	59	69	70	66	67	56	67	58	60	65

Iniönaukko

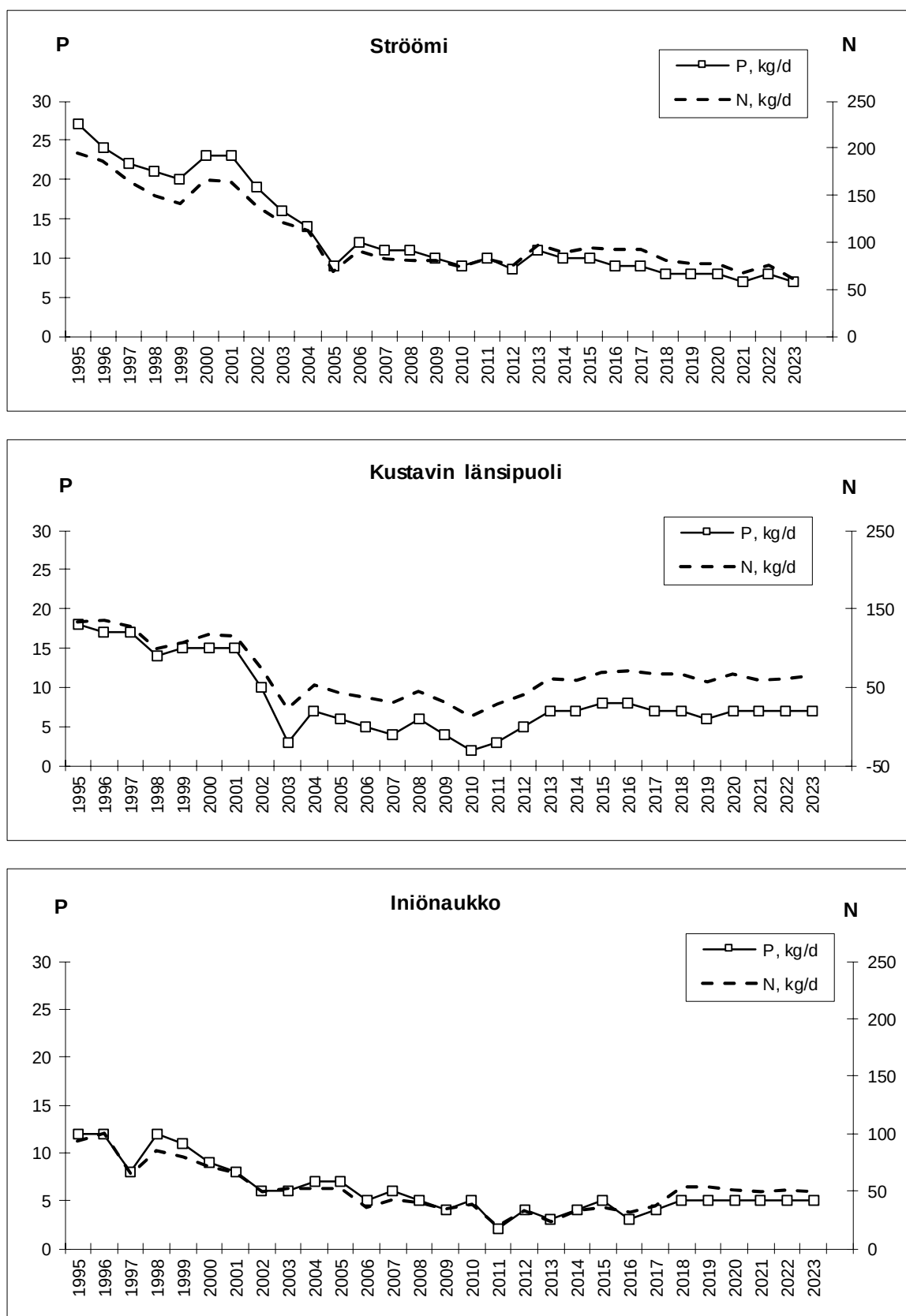
Vuosi	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Tuotanto, t/a	134	105	110	126	133	154	210	221	219	221	220	221
Kok.P, kg/d	4	3	4	5	3	4	5	5	5	5	5	5
Kok.N, kg/d	33	24	33	36	32	37	53	53	51	50	51	49

TAULUKKO 8. Kalantuotantomäärien (t/a) ja kuormituksen (kg/a) kehitys Iniön merialueella vuosina 2012–2023. Vuorokausikuormitus (kg/d) on laskettu 183 vuorokauden kasvatuskauden mukaan.

Vuosi	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Tuotanto, t/a	359	376	380	365	300	332	289	308	313	312	330	310
Kok.P, kg/d	10	9	9	8	7	6	7	6	6	6	6	6
Kok.N, kg/d	86	82	86	79	66	68	67	63	64	63	61	64



KUVA 4. Kalankasvatuksesta mereen aiheutuvan ravinnekuormituksen kehitys (kg/d, 183 d) Iniön merialueella v. 1995–2023.



KUVA 5. Kalankasvatuksesta mereen aiheutuvan ravinnekuormituksen kehitys (kg/d, 183 d) Kustavin merialueella v. 1995–2023.

4.2. Jätevesikuormitus

Kustavin kunnan Kärtyn jätevedenpuhdistamon toiminta päättyi 29.3.2012, jonka jälkeen jätevedet on johdettu siirtoviemärillä Uudenkaupungin Hápönniemen jätevedenpuhdistamolle. Puhdistetut jätevedet johdettiin aiemmin Ströömiin Tönviikinlahteen. Myös Kustavin Lootholman matkailukeskuksen (ent. Kustavin Lomakeskus) toiminnasta tulevat jätevedet johdetaan kunnan viemäriverkostoon.

Kuormitusta tulee myös Oy Saariston Jäädüttämöstä ja perkaamoista, jotka johtavat jätevesiä saostuskaivojen kautta mereen tai ojaan. Kuormitus on kausittaista. Näiden laitosten aiheuttamaa kuormitusta ei tunneta. Etenkin Kustavissa mutta myös Iniössä on runsaasti haja- ja loma-asutusta, joiden aiheuttamaa kuormitusta on vaikea arvioida.

4.3. Kokonaiskuormitus

Kustavi-Taivassalon alueella suurimmat veden laatua heikentävät paikalliset kuormitustekijät ovat maatalous ja kalankasvatus. Maataloudesta päätyy osa-alueen vesiin fosforia vuosittain arviolta kaksinkertainen määrä kalankasvatukseen verrattuna. Suurin osa maatalouskuormituksesta tulee mantereenpuoleiselta valuma-alueelta ja kohdistuu Tuulveden-Kaitaisten salmeen. Mynälahteen tulevan hajakuormituksen vaikutus näkyy ainakin ajoittain myös Kustavin-Taivassalon alueella. Puhdistettujen asutus- ja teollisuusjätevesien osuus merialueen kokonaiskuormituksesta on vähäinen. Alueella on runsaasti haja- ja erityisesti loma-asutusta, joista myös tulee kuormitusta. Ilmalaskeumana koko Kustavin-Taivassalon merialueelle tulee fosforia vähemmän kuin kalankasvatuksesta mutta tyyppiä moninkertaisesti. (Varsinais-Suomen ELY-keskus 2011).

Iniön merialueen veden laatuun ei käytännössä vaikuta rannikkoalueelle kohdistuvan välittömän kuormituksen vaikutukset (Suomen ympäristökeskus 1996). Kalankasvatuksen lisäksi alueella ei ole merkittäviä pistekuormittajia, mutta kuormitusta tulee myös haja- ja loma-asutuksesta sekä hajakuormituksena. Suomelan (2001) mukaan ravinteiden kulkeutuminen pohjasta pintaan eli sisäinen kuormitus saattaa matalilla vesialueilla olla suurempi kuin syvillä alueilla. Ilmalaskeuman osuus kokonaiskuormituksesta on keskisellä Saaristomerellä suhteellisen suuri johtuen laajasta vesipinta-alasta. Fosforia tulee ilman kautta saman verran kuin kalankasvatuksesta mutta tyyppiä noin kymmenkertainen määrä (Varsinais-Suomen ELY-keskus 2011).

5. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

5.1. Veden laadun tutkimus

5.1.1. Heinäkuu

Heinäkuun loppupuolella veden pintalämpötila (1 metri) oli Kustavissa noin 19–20 °C ja Iniössä 18,6 °C. Kustavin intensiivihavaintopaikkojen perusteella vesi oli selvästi lämpötilakerrostunut varsinkin Hurusein lounaispuolen (225) syvemmällä paikalla. Pohjan läheinen happitilanne oli heikentynyt molemmilla intensiivipaikoilla (157 ja 225) välttäväksi, mikä näkyi ammoniumtyppi- ja fosforiravinteiden lievänä kasvuna pohjan läheisissä vesikerroksissa.

Kustavin alueella pintaveden (1 metri) fosforipitoisuudet olivat 17–21 µg/l, typpipitoisuudet 380–430 µg/l ja tuotantokerroksen klorofyllipitoisuudet 6,3–10,0 µg/l (*kuva 6, liite 2*). Vesi oli kaikilla paikoilla pintaveden fosforipitoisuuden perusteella lievästi rehevää ja klorofyllipitoisuuksien perusteella rehevää. Vesi oli rehevintä Ströömin keskiosassa ja vähiten rehevää pohjoisimpana Mustaklupun alueella (167) ja Kassärin itäpuolella (168), missä myös näkösyvytydet olivat suurimmat. Näkösyvytydet olivat välillä 1,9–3,0 metriä. Kahta pohjoisinta paikkaa lukuun ottamatta näkösyvytyserot olivat pieniä.

Iniön alueella pintaveden fosforipitoisuus oli 15 µg/l, typpipitoisuus 350 µg/l ja klorofyllipitoisuus 3,8 µg/l (*liite 2*). Vesi oli kaikkien suureiden mutta varsinkin klorofyllipitoisuuden perusteella vähemmän rehevää kuin Kustavin merialueella. Iniön alueella pintaveden sekä fosfori- että klorofyllipitoisuus oli lievästi rehevällä tasolla. Näkösyvytyys oli hieman Kustavin pohjoisosia parempi, 3,5 metriä.

Varsinais-Suomen ELY-keskus seuraa veden laatua Kustavin merialueella Vuosnaisten lounaispuolisella havaintopaikalla KUS44 ja Laupusten eteläpuolella KUS28 sekä Iniön merialueella havaintopaikoilla INIÖ31 ja INIÖ33. Kustavin merialueella Varsinais-Suomen ELY-keskuksen näytteenotto oli vajaata kahta viikkoa aiemmin (12.7.), jolloin sekä typpi- että klorofyllipitoisuudet olivat selvästi pienempiä kuin tutkimusalueella. Fosforipitoisuudet erosivat toisistaan selvästi ELY-keskuksen Vuosnaisten ja Laupusten välillä siten, että Vuosnaisten edustalla pitoisuus oli selvästi tutkimusalueen pitoisuuksia suurempi, kun taas Laupusten eteläpuolella vastaavalla tasolla kuin esim. Ströömin pohjoispuolella Mustaklupun alueella. Iniön merialueella Perkalafjärdenillä (Iniö 31) ja Ytterstön lounaispuolella (Iniö 33) näytteenotto oli kahta viikkoa aiemmin (11.7.). Sekä typpi- että klorofyllipitoisuudet olivat selvästi pienempiä mutta fosforipitoisuudet samaa luokkaa kuin tutkimusalueella Hummelskärenillä (INIO 277).

5.1.2. Elokuu

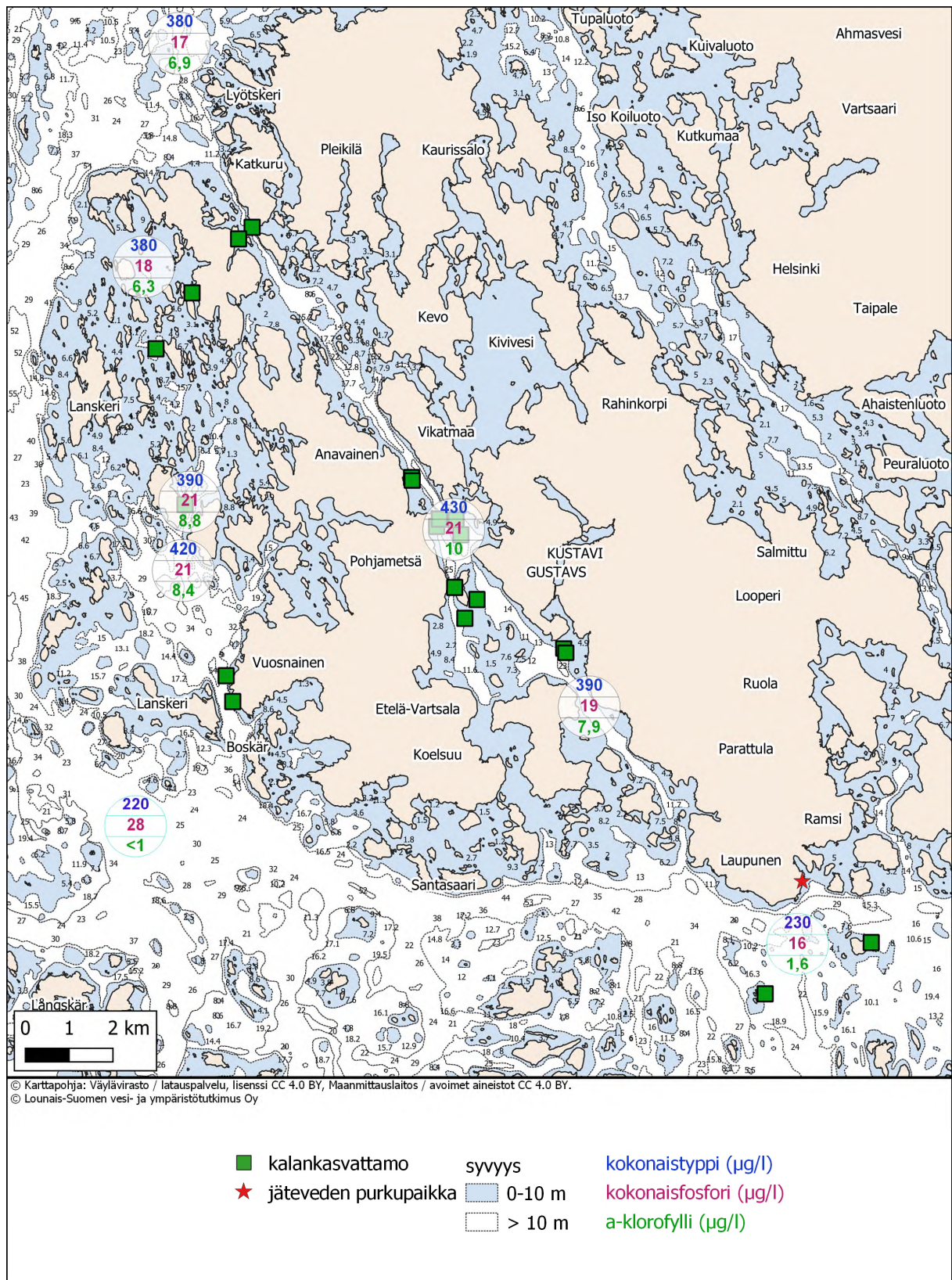
Elokuun lopussa veden lämpötila oli pinnassa Kustavin alueella noin 18–19 °C ja Iniössä 18 astetta. Vesi oli kummallakin alueella korkeintaan lievästi lämpötilakerrostunut, jyrkimmin syvimmällä Hurusein lounaispuolen havaintopaikalla, missä pintaveden ja pohjan läheisen veden lämpötilaero oli noin 3 astetta. Ströömin eteläosassa (x11) pohjan läheinen happitilanne oli happikyllästyksen perusteella hyvä ja kaikilla muilla ainakin lievästi heikentynyt. Pukkeenluodon itäpuolella (220), Hurusein lounaispuolella (225) ja Iniössä Hummelskärenissä (277) pohjan läheinen happitilanne oli

happikyllästyksen perusteella välttävä ja Kustavin tutkimusalueen pohjoisosissa (167 ja 168) ja Ströömin keskiosassa Matinkarin itäpuolella (157) tyydyttävä. Heikoin happipitiolanne oli Iniössä. Heikentyneen happipitiolanteen seurauksena pohjan läheiset ravinnepitoisuudet olivat ainakin hieman kohonneita. Suurimmat pohjan läheiset pitoisuudet olivat Pukkeenluodon itäpuolella, missä pohjan läheinen ammoniumtyypen pitoisuus oli 110 µg/l ja fosfaattifosforin pitoisuus 43 µg/l.

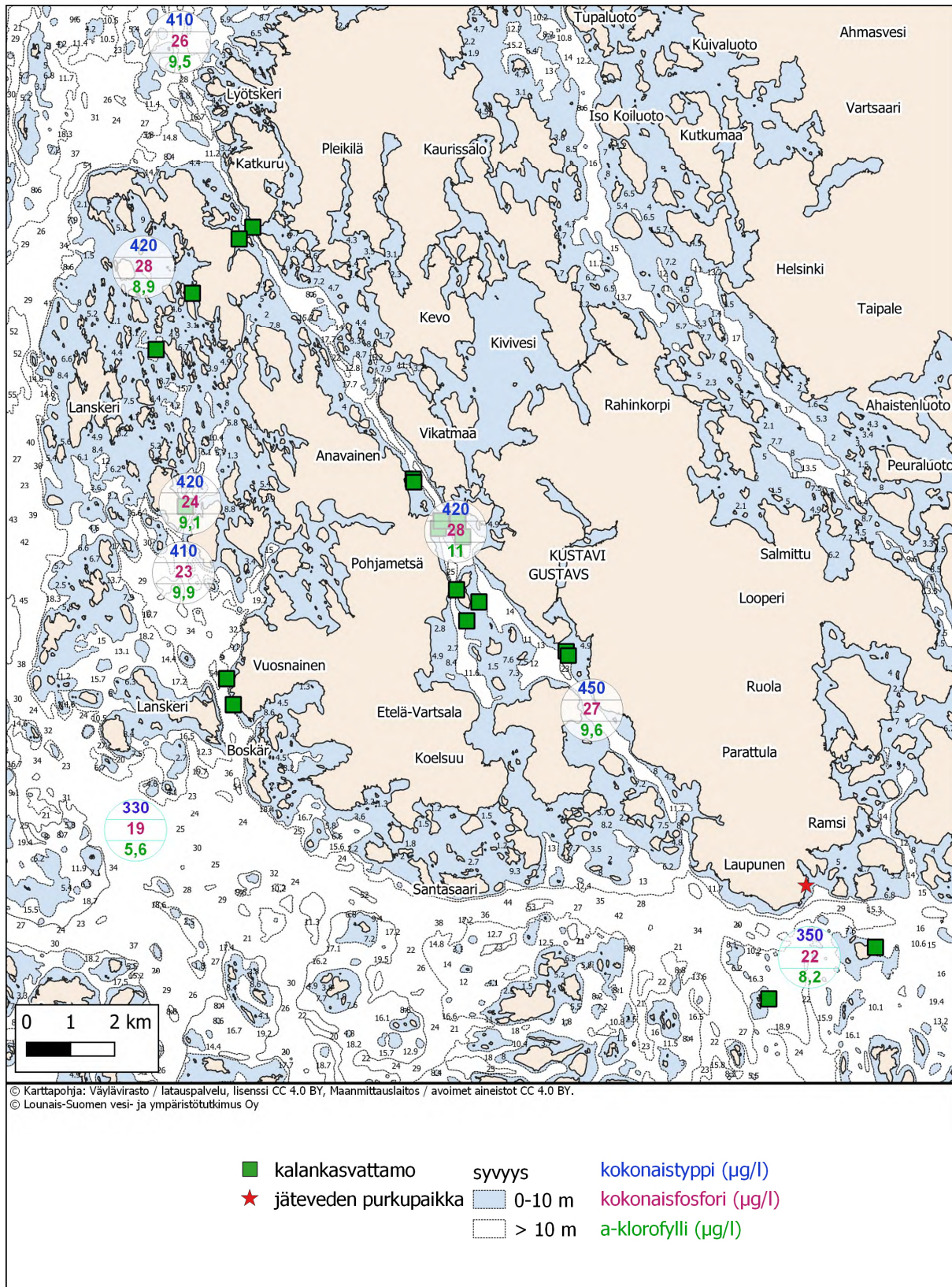
Kustavin alueella pintaveden fosforipitoisuudet olivat 23–28 µg/l, typpipitoisuudet 410–450 µg/l ja klorofyllipitoisuudet 8,9–11 µg/l (kuva 7). Pintaveden fosforipitoisuuksien perusteella vesi oli Hurusein lounaispuolella lievästi rehevää ja muualla rehevää. Klorofyllipitoisuudet olivat kaikilla paikoilla rehevällä tasolla. Vesi oli rehevintä Ströömin keski- ja eteläosissa, tosin Kasskärin itäpuolella pintaveden fosforipitoisuus oli sama kuin Ströömin keskiosassa. Vesi oli vähiten rehevää Hurusein lounaispuolella ja Pukkeenluodon itäpuolella. Pintaveden typpipitoisuus oli suurin Ströömin eteläosassa ja muiden paikkojen väliset pitoisuuserot olivat hyvin pieniä. Näkösyvyudet olivat 1,7–2,0 metriä, joten erot olivat pieniä. Suurin näkösyvyys oli Pukkeenluodon itäpuolella. Pintaveden ravinne- ja klorofyllipitoisuudet olivat pääosin heinäkuuta suurempia. Fosforipitoisuudet olivat elokuussa keskimäärin yli 30 %, tutkimusalueen pohjoisosissa yli 50 % heinäkuuta suurempia.

Iniön alueella pintaveden fosforipitoisuus oli 19 µg/l, typpipitoisuus 330 µg/l ja klorofyllipitoisuus 4,7 µg/l. Vesi oli sekä fosfori- että klorofyllipitoisuuden perusteella lievästi rehevää ja selvästi vähemmän rehevää kuin Kustavin tutkimusalueella. Vesi oli hieman rehevämpää kuin heinäkuussa typpipitoisuutta lukuun ottamatta, mikä oli hieman heinäkuuta alempi. Näkösyvyys oli 3,0 metriä, yli metrin parempi kuin Kustavin alueella.

Varsinais-Suomen ELY-keskuksen Kustavin vertailuhavaintopaikoilla (Kus 28 ja Kus 44) näytteenotto oli vajaata kahta viikkoa aiemmin (16.8.). Typpi- ja klorofyllipitoisuudet olivat tutkimusaluetta pienempiä. Fosforin osalta pitoisuudet olivat lähellä Kustavin länsipuolen Pukkeenluodon (STRM 220) ja Hurusein (STRM 225) alueiden pitoisuuksia. Iniön osalta ELY-keskuksen näytteenotto oli noin kolme viikkoa tutkimusaluetta aiemmin, joten tulokset eivät ole keskenään vertailukelpoisia.



KUVA 6. Kustavin merialueen suppean vedenlaatu tutkimuksen kokonaistyyppi- ja -kokonaisfosforipitoisuudet 1 metrin syvyydestä sekä tuotantokerroksen klorofyllipitoisuudet 24.7.2023. V-S-ELY-keskuksen näytteet otettu 12.7.2023.



KUVA 7. Kustavin merialueen suppean vedenlaatututkimuksen kokonaistyyppi- ja -kokonaisfosforipitoisuudet 1 metrin syvyydestä sekä tuotantokerroksen klorofyllipitoisuudet 28.8.2023. V-S-ELY-keskuksen näytteet otettu 16.8.2023.

5.1.3. Kesäkauden keskiarvo

Kesän (heinä- ja elokuu) keskiarvona pintaveden fosforipitoisuus oli Ströömin keskiosassa rehevällä ja muualla Kustavin merialueella ja Iniössä lievästi rehevällä tasolla. Kesän keskimääräiset klorofyllipitoisuudet olivat Kustavin merialueella rehevällä ja Iniössä lievästi rehevällä tasolla. Kesän keskimääräinen typpipitoisuus oli suurin (425 µg/l) Ströömin keskiosassa ja selvästi pienin (340 µg/l) Iniössä. Kustavin alueella keskimääräiset typpipitoisuuserot olivat melko pieniä.

Valtakunnallisen sinileväkatsauksen yhteenvedon mukaan merialueiden sinileväkinnat alkoivat voimistua lämpimien säiden myötä juhannuksen jälkeen ja määrät olivat rannikolla suurimmillaan heinäkuun puolivälissä. Selkämerellä oli laaja sinileväesiintymä heinäkuun alkupuolelta elokuun alkupuolelle. Elokuun alkupuolella tuulinen ja epävakainen sää piti sinilevän sekoittuneena vesipatsaaseen ja voimakkaiden sateiden seurauksena valuma-alueelta huuhtoutui ravinteita sinilevien käyttöön.

Ekologisen luokittelun kemiallisen tilan luokkarajoihin (Lounainen väli- tai ulkosaaristo) verrattuna tutkimusalueen fosforipitoisuudet olivat Kustavin havaintopaikoilla tyydyttävällä ja Iniössä hyvällä tasolla. Typpipitoisuudet olivat Ströömin alueella ja sen pohjoispuolella sekä Hurusein lounaispuolella välttävällä ja muualla tyydyttävällä tasolla. Tutkimusalueen klorofyllipitoisuudet ja näkösyvyys olivat Kustavin puolella välttävällä ja Iniössä tyydyttävällä tasolla. Iniössä kaikki suureet olivat vähintään tyydyttävällä tasolla ja Ströömin alueella, sen pohjoispuolella sekä Hurusein lounaispuolella suurin osa suureista oli välttävällä tasolla (*taulukko 9*). Intensiivihavaintopaikkojen 157 ja 225 keskimääräiset kasviplanktonbiomassat olivat huonolla tasolla. Varsinais-Suomen ELY-keskuksen vertailuhavaintopaikoilla suureet olivat näkösyvyyttä lukuun ottamatta pääosin paremmalla tasolla kuin tutkimusalueella.

Vuoteen 2022 verrattuna luokitus heikkeni typpi- ja varsinkin klorofyllipitoisuuksien osalta pääosalla Kustavin alueen paikoista. Iniön alueella fosforipitoisuudet olivat vuotta 2022 pienempiä ja luokitus parempi.

5.1.4. Vertailu aikaisempiin tuloksiin

Pintaveden typpipitoisuudet olivat Kustavin merialueella keskimäärin 28 % kesäkauden 2013–22 keskiarvoja suurempia (*taulukko 12*). Fosforipitoisuudet vastasivat kesäkauden tavanomaista tasoa (*taulukko 10*). Sen sijaan kesäkauden klorofyllipitoisuudet olivat kaikilla paikoilla yli kaksinkertaisia ajankohdan pitkäaikaikeskiarvoon verrattuna (*taulukko 11*). Kesäkuun helteet antoivat alkusysäyksen kasviplanktonuotannon käynnistymiseen, sillä merivesi lämpeni nopeasti ja oli heinäkuussa 1–2 astetta ajankohdan pitkäaikaikeskiarvoa lämpimämpää. Heinäkuun sateiden aikaansaamien valumien seurauksena kasviplanktonuotanto sai ravinteita käyttöönsä. Ströömin eteläosan havaintopaikalta x11 on vuosittaisia tuloksia vasta vuodesta 2019 lähtien, joten sen osalta pitkäaikaisvertailua ei voi tehdä. Iniön alueella kesäkauden typpipitoisuus oli 8 % ja klorofyllipitoisuus 38 % suurempi pitkäaikaikeskiarvoon verrattuna. Sen sijaan fosforipitoisuus oli 19 % kesäkauden tavanomaista pienempi.

Uudenkaupungin merialueen heinäkuun tarkkailussa pintaveden fosforipitoisuudet olivat keskimäärin 4 % pienempiä ja typpipitoisuudet 12 % suurempia ajankohdan pitkäaikaikeskiarvoihin verrattuna. Tausta-alueella Putsaaren aukolla ravinnepitoisuudet

olivat kuitenkin yli 20 % tavallista suurempia. Klorofyllipitoisuudet olivat keskimäärin 50 % suurempia ja tausta-alueella lähes kolminkertainen tavalliseen verrattuna. Elokuussa typpipitoisuudet olivat 13 %, fosforipitoisuudet 11 % ja klorofyllipitoisuudet yli 40 % tavallista suurempia. Tausta-alueella klorofyllipitoisuus oli elokuussa noin kaksinkertainen pitkäaikaiskeskiarvoon verrattuna.

TAULUKKO 9. Kustavi-Iniön merialueen pintaveden (1 metri) fosfori(P µg/l)- ja typpi(N µg/l)- ja tuotantokerroksen klorofyllipitoisuudet (µg/l), näkösyvyys (m) sekä havaintopaikkojen 157 ja 225 osalta myös kasviplanktonbiomassa kesän (heinä- ja elokuu 2023 keskiarvona) sekä sijoittuminen ekologisen luokittelun kemiallisen tilan luokkarajoihin. Havaintopaikat kuuluvat sijaintinsa perusteella eri pintavesityyppeihin ja luokkarajat vaihtelevat pintavesityyppien välillä. Taulukossa mukana myös ELY:n vertailuasemien havaintopaikat (heinä-elokuu).

	P (µg/l) 1 m	N (µg/l) 1 m	Klor (µg/l) koonta	näkösyvyys (m)	kasviplankton- biomassa (mg/l)
Lounainen välisaaristo					
157	25	430	11	1,8	2,3
168	23	400	7,6	2,2	
220	23	410	9,0	2,0	
X11	23	420	8,8	1,9	
VARELY Kus 28	19	290	4,9	1,7	
Iniö 277	17	340	4,3	3,3	
VARELY Iniö 31	15	280	2,0	2,6	
Lounainen ulkosaaristo					
167	22	400	8,2	2,5	
225	22	420	9,2	2,0	2,4
VARELY Kus 44	24	280	3,1	3,0	
VARELY Iniö 33	14	280	1,4	3,1	

Luokka:

Erinomainen

Hyvä

Tyydyttävä

Välttävä

Huono

Tulos on kahden luokan rajalla



XX

TAULUKKO 10. Tuotantokerroksen **fosforipitoisuudet** ($\mu\text{g/l}$) heinä-elokuun (-syyskuun alkupuoli) keskiarvona Kustavi-Iniön merialueella sekä vertailualueilla vuosina 2013–2023. Vuodesta 2018 lähtien ravinnepitoisuudet 1 metristä.

Havaintopaikka	2013	2014	2015	2016	2017	2018*	2019	2020	2021	2022	2023
Kustavi:											
157	20	28	27	27	21	27	27	26	27	26	25
167	16	26	20	23	19	20	22	21	25	25	22
168	22	32	22	22	21	22	28	25	24	26	23
220	21	25	23	24	23	24	26	23	26	20	23
225	16	28	22	21	21	24	24	21	24	20	22
X11							28	23	30	25	23
VARELY KUS 28*	18	21	20	-	-	-	-	-	21	17	19
VARELY KUS 44*	15	21	20	17	13	17	21	16	17	14	24
UKI 105	18	23	24	18**	18*	20	30	22	23	23	23
UKI 110	20	24	26	19	18*	23	26	24	26	23	25
Iniö:											
277	15	24	20	20	20	24	21	22	22	21	17
VARELY INIÖ 31*	17	21	21	18	18	17	19	17	17	17	15
VARELY INIÖ 33*	18	23	20	16	16	17	19	13	16	16	14

* 1 metrin tulos ** heinäkuun tulos

TAULUKKO 11. Tuotantokerroksen **klorofyllipitoisuudet** ($\mu\text{g/l}$) heinä-elokuun (-syyskuun alkupuoli) keskiarvona Kustavi-Iniön merialueella sekä vertailualueilla vuosina 2013–2023.

Havaintopaikka	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Kustavi:											
157	3,6	6,2	4,6	6,5	4,4	7,8	4,2	5,9	5,3	5,8	11
167	2,7	4,7	2,8	4,4	2,5	2,9	2,0	3,9	4,2	4,1	8,2
168	2,7	6,2	2,0	3,4	3,1	2,5	2,7	3,9	3,0	3,8	7,6
220	2,8	5,2	3,6	4,4	3,2	4,2	2,3	3,8	5,1	3,5	9,0
225	2,4	5,3	3,3	3,8	3,2	3,5	2,7	3,9	4,8	4,1	9,2
X11							3,7	4,7	7,9	5,7	8,8
VARELY KUS 28	4,5	4,0	4,8	-	-	-	-	-	7,2	2,2	4,9
VARELY KUS 44	2,0	4,3	3,4	2,7	2,0	2,9	2,9	3,0	3,6	2,5	3,1
UKI 105	2,5	5,7	4,1	2,7*	3,2	2,9	2,8	3,2	3,5	4,3	6,1
UKI 110	2,9	6,9	5,3	3,5	3,0	3,1	3,4	3,6	4,4	4,1	6,0
Iniö:											
277	1,9	2,9	3,1	3,4	2,5	3,1	2,7	3,7	4,7	3,3	4,3
VARELY INIÖ 31	2,7	2,9	3,5	3,0	2,7	2,8	1,8	5,6	5,3	3,2	2,0
VARELY INIÖ 33	2,3	3,7	3,3	3,0	2,2	1,8	1,7	2,8	3,0	1,5	1,4

* heinäkuun tulos

TAULUKKO 12. Tuotantokerroksen **typpipitoisuudet** ($\mu\text{g/l}$) heinä-elokuun (-syyskuun alkupuoli) keskiarvona Kustavi-Iniön merialueella sekä vertailualueilla vuosina 2013–2023. Vuodesta 2018 lähtien ravinnepitoisuudet 1 metristä.

Havaintopaikka	2013	2014	2015	2016	2017	2018***	2019	2020	2021	2022	2023
Kustavi:											
157	430	420	370	340	260	250	350	350	350	370	430
167	310	410	300	290	240	200	310	320	350	330	400
168	310	430	310	290	230	210	330	330	330	340	400
220	300	420	330	330	240	210	350	340	350	330	410
225	340	450	360	300	240	220	320	320	340	340	420
X11							360	340	390	370	420
VARELY KUS 28*	320	360	350	-	-	-	-	-	350	310	290
VARELY KUS 44*	270	350	300	270	220	270	280	270	260	290	280
UKI 105	300	350	340	300**	220***	230	340	310	350	340	350
UKI 110	310	360	360	320	240***	230	350	330	370	350	370
Iniö:											
277	330	410	310	330	250	210	330	310	360	340	340
VARELY INIÖ 31*	280	390	330	270	210	250	280	330	360	280	280
VARELY INIÖ 33*	310	370	310	260	210	260	260	270	270	280	280

* koonnan tai 1 metrin tulos

** heinäkuun tulos

*** 1 m tulos

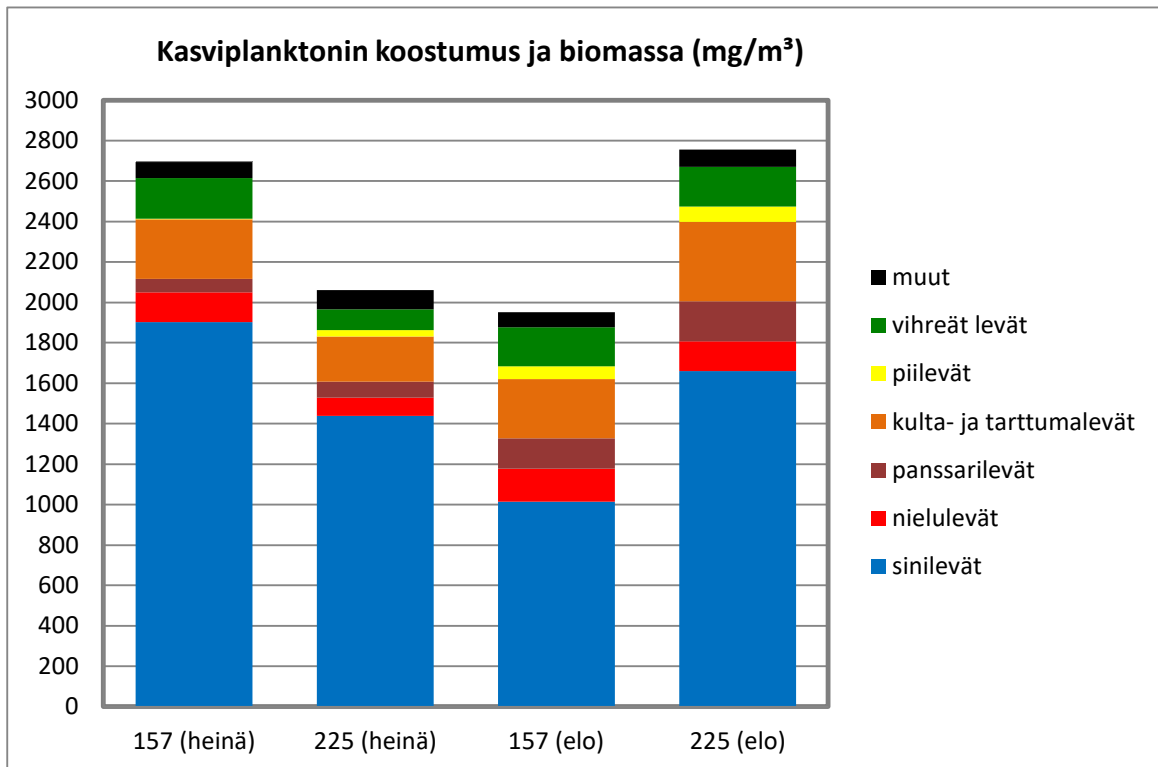
5.2. Kasviplanktontutkimus

Kasviplanktonin kokonaisbiomassa oli heinäkuun puolivälissä Ströömin keskiosassa (157) $2\,693\text{ mg/m}^3$, mikä oli noin 30 % suurempi kuin Kustavin länsipuolella (225), $2\,060\text{ mg/m}^3$ (kuva 8). Elokuun puolivälissä puolestaan Kustavin länsipuolen biomassa, $2\,755\text{ mg/m}^3$, oli noin 40 % suurempi kuin Ströömässä, $1\,950\text{ mg/m}^3$.

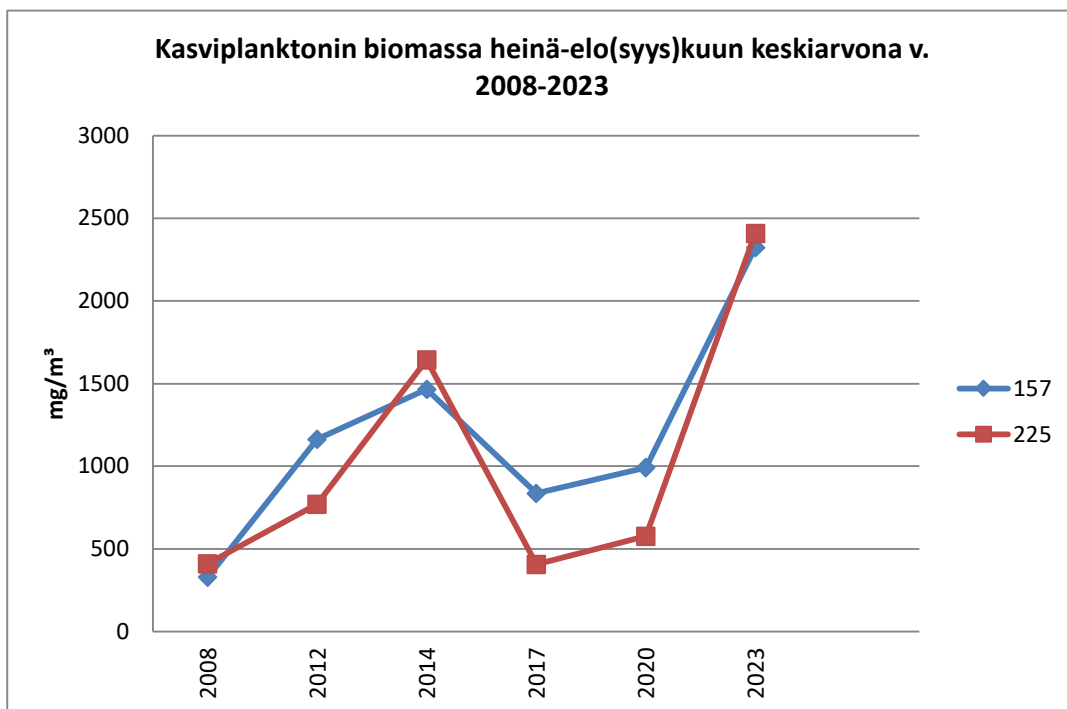
Heinäkuussa vallitsivat selkeästi sinilevät (Cyanophyceae), mitkä muodostivat molemmilla paikoilla noin 70 % kasviplanktonin kokonaisbiomassasta. Seuraavaksi suurin ryhmä oli kulta- ja tarttumalevät, mitkä muodostivat 11 % kokonaisbiomassoista molemmilla paikoilla. Sinilevissä selkeänä valtalajina molemmilla paikoilla oli *Aphanizomenon flosaquae*, mikä on tikkumainen ja yleinen kukintojen muodostaja merialueilla. *Aphanizomenon flosaquae* muodosti yksinään yli 40 % kokonaisbiomassoista sekä Ströömässä että Kustavin länsipuolella. Toista sinileväkkukintojen muodostajaa, *Dolichospermum* -sukuun (ent. *Anabaena*) kuuluvia lajeja esiintyi molemmilla alueilla ja niiden osuus oli noin 20 % kokonaisbiomassoista. Isokokoista ja runsaana esiintyessään lähes aina myrkyllistä *Nodularis spumigena* -sinilevälajia esiintyi molemmilla paikoilla mutta määrät olivat melko pieniä. Tarttumalevissä esiintyi eri kokoisia *Chrysochromulina* -lajeja, mitkä ovat yleisiä rannikkovesien kasviplanktonissa.

Elokuun puolivälissä sinilevät olivat edelleen valtaryhmänä. Ströömässä sinilevät muodostivat 52 % ja Kustavin länsipuolella 60 % kokonaisbiomassoista. Sinilevissä valtalajina (Ströömässä 29 %, Kustavin länsipuolella 39 %) oli edelleen *Aphanizomenon flosaquae*. *Dolichospermum* -sinilevien osuudet olivat selvästi laskeneet heinäkuuhun verrattuna. *Nodularia spumigena* esiintyi Ströömässä vain vähän, vastaava määrä ja osuus kuin heinäkuussa. Sen sijaan Kustavin länsipuolella *Nodularia* -määrä (352 mg/m^3) ja osuus (13 %) oli selvästi kasvanut heinäkuusta. Tarttumaleviin (*Prymnesiophyceae*) kuuluvia *Chrysochromulina* -lajeja esiintyi edelleen melko runsaana kasviplanktonissa ja yleisenä esiintyivät myös nielulevät (Cryptophyceae) ja viherleviin luettavat siimalliset *Pyramimonas* -lajit, mitkä myös ovat erittäin yleisiä rannikkovesien kasviplanktonissa ja kuuluvat varsinaisesti Prasinophyceae -luokkaan.

Kasviplanktonin kokonaisbiomassat heinä-elo(syys)kuun keskiarvona olivat selvästi suurempia kuin aiempina tutkimusvuosina (kuva 9). Vuoden 2023 keskimääräinen biomassa oli Ströömässä yli kaksinkertainen ja Kustavin länsipuolella yli kolminkertainen vuosien 2008, 2012, 2014, 2017 ja 2020 keskimääräiseen biomassaan verrattuna. Vuonna 2023 sinilevien osuus oli heinäkuussa noin 70 % ja elokuussa noin 50-60 %. Vuonna 2020 sinilevien osuus oli heinäkuussa noin 40 % molemmilla havaintopaikoilla ja elo-syyskuun vaihteessa Ströömässä 26 % ja Kustavin länsipuolella 13 %. Vuonna 2017 sinilevien osuus oli heinäkuussa molemmilla paikoilla 24 % ja elokuussa Ströömässä 61 % ja Kustavin länsipuolella 32 %. Vuonna 2014 sinilevät muodostivat heinäkuussa noin 30–40 % ja elokuussa yli 60 % molemmilla havaintopaikoilla. Pienimmillään sinilevien osuus kasviplanktonin kokonaisbiomassasta oli vuoden 2008 tutkimuksissa (keskimäärin noin 10 %). Kasviplanktonbiomassat ovat olleet samansuuntaiset molemmilla alueilla eri vuosina.



KUVA 8. Kasviplanktonin biomassa ja koostumus kesän näytteenottokerroilla v. 2023 havaintopaikoissa 157 ja 225.



KUVA 9. Kasviplanktonin biomassa (mg/m³) heinä-elo(syys)kuun keskiarvona vuosina 2008, 2012, 2014, 2017, 2020 ja 2023 Kustavin merialueella.

5.3. Läpivirtauskartoitus

Läpivirtauskartoituksen perusteella Ströömin salmialue ja saariston suojaiset osat erosivat selvästi kartoitetun Kustavin alueen länsiosasta, mikä vastasi avoimen Selkämeren vettä. Selvimät erot olivat sameudessa ja klorofylliarvoissa, mitkä olivat suurimpia alueilla, missä oli paljon kalankasvatusta. Lootholman alue erottui muusta alueesta sinne laskevien pintavesien seurauksena. Klorofyllipitoisuudet olivat suurimmat Palskerin ja Uuvinniemen välillä ja Lootholman ja Laupusen ympäristössä. Nitraattityypen pitoisuudet olivat alle määritysrajan koko alueella.

Iniön alueella sameusarvot olivat pieniä koko alueella. Klorofyllipitoisuudet sen sijaan vaihtelivat melko paljon ja suurimmat pitoisuudet olivat Stensjärin ja Södon välisellä alueella. Nitraattityypen pitoisuudet olivat alle määritysrajan myös Iniön alueella.

Läpivirtauskartoituksen raportti on kokonaisuudessaan liitteenä 4.

6. TIIVISTELMÄ

Kustavin ja Iniön kalankasvatuslaitosten vuoden 2023 velvoitetarkkailuun kuului voimassa olevan ohjelman (30.1.2019) mukaisesti läpivirtauskartoitus, kasviplanktonitutkimus sekä suppea veden laadun tutkimus. Vastaava tarkkailu on tehty viimeksi vuonna 2017. Läpivirtauskartoitus tehtiin kertaluontoisesti syyskuun alussa. Suppea veden laadun tarkkailu tehtiin kahdesti kesäkauden aikana Kustavissa kuudella ja Iniössä yhdellä havaintopaikalla. Kustavin havaintopaikoista kaksi (157 ja 225) on intensiivipaikkoja, joista veden laatua seurataan myös vertikaalisesti veden eri kerroksista. Kasviplanktonitutkimus tehtiin intensiivihavaintopaikoilta.

Vuosi 2023 oli hieman keskimääräistä lämpimämpi; avovesikautena kesä-, elo- ja syyskuussa oli useita asteita tavanomaista lämpimämpää. Selvästi eniten satoi elokuussa ja vähiten huhtikuun välisenä aikana. Suurimman osan vuotta merivesi oli keskiveden yläpuolella.

Kuormitus

Vuonna 2023 Kustavin merialueen yhteistarkkailussa toimi 13 ja Iniön merialueella kolme kalankasvatuslaitosta, kuten kolmena aiempanakin vuonna. Kustavin alueella kasvatettiin kalaa yhteensä noin 806 tonnia, mistä aiheutui mereen 3 268 kilon fosfori- ja 31 999 kilon typpi-kuormitus. Kuormitus oli fosforin osalta 4 % ja typen osalta 7 % pienempi kuin vuotta aiemmin. Eniten laitoksia (7 laitosta) oli Ströömässä. Eniten, 38 %, tuotettiin Kustavin länsipuolen neljässä laitoksessa. Selvästi suurin tuotanto ja kuormitus oli Iniön aukolla Jannen Lohi Oy:n keskitetyllä Tiiraleton laitoksella 458. Toiseksi suurin kuormitus ja tuotanto oli Kustavin länsipuolella sijaitsevalla Nordic Trout Ab:n Vuosnaisten laitoksella (laitos 409). Iniön merialueella kolmessa laitoksessa tuotettu kalamäärä oli yhteensä noin 310 tonnia, mikä aiheuttama kuormitus oli 1 100 kiloa fosforia ja 11 745 kiloa typpeä. Kuormitus oli noin 3-5 % suurempi kuin vuotta aiemmin. Kuormitus ja tuotanto olivat suurimmat laitoksella 450. Varsinais-Suomen ELY-keskuksen mukaan kaikki Kustavi-Iniön laitokset toimivat lupaehtojen puitteissa.

Kustavi-Iniön alueella on runsaasti haja- ja loma-asutusta, joiden aiheuttamaa kuormitusta on vaikea arvioida. Varsinais-Suomen ELY-keskuksen arvioiden mukaan maatalouden aiheuttama fosforikuormitus on Kustavin alueella noin kaksinkertainen ja ilmalaskeuman aiheuttama typpi-kuormitus moninkertainen kalankasvatukseen verrattuna. Iniössä ilmalaskeuman osuus kokonaiskuormituksesta on laajasta vesipinta-alasta johtuen suuri.

Veden laatu

Heinäkuun loppupuolella vesi oli selvästi lämpötilakerrostunut ja pohjan läheinen happitilanne heikentynyt välttäväksi intensiivihavaintopaikkojen perusteella. Elokuun lopussa kerrostuneisuus oli lieventynyt mutta pohjan läheisen veden happitilanne oli edelleen useimmilla paikoilla heikentynyt. Heikoin happitilanne oli Iniössä. Heikentyneen happitilanteen seurauksena pohjan läheiset ravinnepitoisuudet olivat ainakin hieman kohonneita. Suurimmat pohjan läheiset pitoisuudet olivat Pukkeenluodon itäpuolella.

Vesi oli sekä heinä- että elokuussa rehevämpää Kustavin alueella kuin Iniössä. Kesän (heinä- ja elokuu) keskiarvona pintaveden fosforipitoisuus oli Ströömin keskiosassa rehevällä ja muualla Kustavin merialueella ja Iniössä lievästi rehevällä tasolla. Kesän keskimääräiset klorofyllipitoisuudet olivat Kustavin merialueella rehevällä ja Iniössä lievästi rehevällä tasolla. Kesän keskimääräinen typpipitoisuus oli suurin (425 µg/l) Ströömin keskiosassa ja selvästi pienin (340 µg/l) Iniössä. Kustavin alueella keskimääräiset typpipitoisuuserot olivat melko pieniä.

Ekologisen luokittelun kemiallisen tilan luokkarajoihin verrattuna tutkimusalueen fosforipitoisuudet olivat Kustavin alueella tyydyttävällä ja Iniössä hyvällä tasolla. Typpipitoisuudet olivat joko välttävällä tai tyydyttävällä tasolla. Klorofyllipitoisuudet ja näkösyvyys olivat Kustavin puolella välttävällä ja Iniössä tyydyttävällä tasolla. Iniössä kaikki suureet olivat vähintään tyydyttävällä tasolla ja Ströömin alueella, sen pohjoispuolella sekä Hurusein lounaispuolella suurin osa suureista oli välttävällä tasolla. Kasviplanktonbiomassat olivat tutkituilla paikoilla huonolla tasolla. Vuoteen 2022 verrattuna luokitus heikkeni typpi- ja varsinkin klorofyllipitoisuuksien osalta pääosalla Kustavin alueen paikoista. Iniön alueella fosforipitoisuudet olivat vuotta 2022 pienempiä ja luokitus parempi.

Pintaveden typpipitoisuudet olivat Kustavin alueella keskimäärin 28 % pitkäaikaiskeskiarvoja suurempia ja fosforipitoisuudet tavanomaisella tasolla. Sen sijaan klorofyllipitoisuudet olivat kaikilla paikoilla yli kaksinkertaisia pitkäaikaiskeskiarvoon verrattuna. Kesäkuun helteet antoivat alkusysäyksen kasviplankton tuotannon käynnistymiseen, sillä merivesi oli tavallista lämpimämpää ja sateiden seurauksena ravinteita oli hyvin saatavilla. Iniön alueella kesäkauden typpipitoisuus oli 8 % ja klorofyllipitoisuus 38 % suurempi pitkäaikaiskeskiarvoon verrattuna. Sen sijaan fosforipitoisuus oli 19 % kesäkauden tavanomaista pienempi. Myös Uudenkaupungin merialueella heinä-elokuussa typpipitoisuudet olivat hieman ja klorofyllipitoisuudet selvästi pitkäaikaiskeskiarvoja suurempia varsinkin tausta-alueilla.

Kasviplanktonitutkimus

Kasviplanktonitutkimus tehtiin Ströömin keskiosasta ja Kustavin länsipuolelta. Heinäkuun puolivälissä kasviplanktonbiomassa oli Ströömässä Kustavin länsipuolta suurempi mutta elokuussa päinvastoin eli Kustavin länsipuolella biomassa oli suurempi.

Heinäkuussa vallitsivat selkeästi sinilevät (Cyanophyceae), mitkä muodostivat molemmilla paikoilla noin 70 % kasviplanktonin kokonaisbiomassasta. Selkeänä valtalajina molemmilla paikoilla oli *Aphanizomenon flosaquae*, mikä on tikkumainen ja yleinen kukintojen muodostaja merialueilla. Isokokoista ja runsaana esiintyessään lähes aina myrkyllistä *Nodularis spumigena* -sinilevälajia esiintyi molemmilla paikoilla mutta määrät olivat melko pieniä. Edelleen elokuun puolivälissä sinilevät olivat valtarehmänä ja valtalajina oli *Aphanizomenon flosaquae*. Ströömässä sinilevät muodostivat 52 % ja Kustavin länsipuolella 60 % kokonaisbiomassoista. *Nodularia spumigena* esiintyi Ströömässä vain vähän, vastaava määrä ja osuus kuin heinäkuussa. Sen sijaan Kustavin länsipuolella Nodularian määrä ja osuus oli selvästi kasvanut heinäkuusta.

Kasviplanktonin kokonaisbiomassat kesän keskiarvona olivat selvästi suurempia kuin aiempina tutkimusvuosina. Vuoden 2023 keskimääräinen biomassa oli Ströömässä yli kaksinkertainen ja Kustavin länsipuolella yli kolminkertainen aiempien tutkimusvuosien keskimääräiseen biomassaansa verrattuna. Valtakunnallisen sinileväkatsauksen mukaan Selkämerellä oli laaja sinileväesiintymä heinäkuun alkupuolelta elokuun alkupuolelle.

Läpivirtauskartoitus

Läpivirtauskartoituksen perusteella Ströömin salmialue ja saariston suojaiset osat erosivat selvästi kartoitetun Kustavin alueen länsiosasta, mikä vastasi avoimen Selkämeren vettä. Selvimät erot olivat sameudessa ja klorofylliarvoissa, mitkä olivat suurimpia alueilla, missä oli paljon kalankasvatusta. Klorofyllipitoisuudet olivat suurimmat Palskerin ja Uuvinniemen välillä ja Lootholman ja Laupusen ympäristössä. Nitraattitypen pitoisuudet olivat alle määrittysrajan koko alueella. Iniön alueella sameusarvot olivat pieniä koko alueella. Klorofyllipitoisuudet sen sijaan vaihtelivat melko paljon ja suurimmat pitoisuudet olivat Stenskarin ja Södön välisellä alueella. Nitraattitypen pitoisuudet olivat alle määrittysrajan myös Iniön alueella.

KIRJALLISUUS

Ilmatieteen laitos 2023.

Jumppanen, K. 2000. Kustavi-Taivassalon ja Iniön merialueiden veden laadun kehityksestä 1990-luvulla. Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys. Tutkimusselosteita 163. 56 s.

Kalankasvatuksen ympäristönsuojeluohje. Ympäristöministeriön julkaisuja 2020:22. Helsinki 2020.

Kettunen, I., Mäkelä, A. & Heinonen, P. 2008. Vesistötietoa näytteenottajille. Suomen ympäristökeskus. Ympäristöopas. Helsinki 2008. Edita.

Mäkelä, A., Antikainen, S., Mäkinen, J., Kivinen, J. & Leppänen, L. 1992. Vesitutkimusten näytteenottomenetelmät. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja B 10: 1–87.

Suomela, J. 2001. Saaristomeren tila vuosituhannen vaihteessa. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 20/2001.

Suomen ympäristökeskus, 2019. Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 37/2019.

Suomen ympäristökeskus 2012. Ohje pintavesien ekologisen tilan luokitteluun vuosille 2012-2013 – päivitetty arviointiperusteet ja niiden soveltaminen. Ympäristöhallinnon ohjeita 7.

Suomen ympäristökeskus 1996. Kalankasvatuksen ympäristönsuojeluohjelma 1996–2005. Saaristomeri, Selkämeren rannikko ja Ahvenanmaa. Suomen ympäristökeskuksen moniste 14.

Turkki, H. 2019. Kustavi-Iniön merialueen kalankasvatuslaitosten tarkkailuohjelma. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy. Moniste nro 152-16-6422.

Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2011. Kirkkaasta sameaan. Meren kuormitus ja tila Saaristomerellä ja Ahvenanmaalla. Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja 6/2011.

Vuorio, K., Lehtinen, S., Järvinen, M. & Hällfors H. 2022. Kasviplanktonseurannan menetelmäohje vesien- ja merenhoitoon. Suomen ympäristökeskus 2022.

LIITE 1

Kustavin ja Iniön yhteistarkkailun kalankasvatuslaitosten lupatietoja vuonna 2023.

Lähde: Varsinais-Suomen ELY-keskus 12.3.2024.

Nro	Laitos	Kunta	Päätös			Rehu		Voimassa- oloaika	Uusi hakemus
			LSY/ESAVI	VYO/VHO	KHO	P-sisältö kg/v	N-sisältö kg/v		
Kalankasvatuslaitokset:									
403	Lypyrin Kalasumput Ky (Alaskartano)	Kustavi	19.12.2014			390	3 000	31.12.2024	31.10.2023
	Lypyrin Kalasumput Ky (Katkuru)					390	3 000		
404	Lännenpuolen Lohi Ky, Kruukio	Kustavi	22.10.2015			480	3 600	31.12.2030	31.10.2029
407*	Heimon Kala Oy, Pukkeenluoto	Kustavi	22.10.2015	11.12.2017		530	4 000	31.12.2025	31.10.2024
409	Nordic Trout Ab; Vuosnainen (kasvatuspaikka I)	Kustavi	11.6.2012	18.11.2013		1 200	8 400	31.12.2022	30.11.2021
	Nordic Trout Ab; Vuosnainen (kasvatuspaikka II)								
412**	Heimon Kala Oy, Hupaniitty	Kustavi	19.12.2014	1.7.2016	26.4.2018	360	2 700	31.12.2024	31.10.2023
413	Nordic Trout Ab, Kraaveniemi (kasvatuspaikka I)	Kustavi	19.12.2014	17.12.2015		440	3 300	31.12.2024	31.10.2023
	Nordic Trout Ab, Kraaveniemi (kasvatuspaikka II)					220	1 700		
416	Nordic Trout Ab, Matinkari	Kustavi	19.12.2014	17.12.2015		350	2 600	31.12.2024	31.10.2023
417	Nordic Trout Ab, Lossisalmi	Kustavi	19.12.2014	1.7.2016	26.4.2018	360	2 700	31.12.2024	31.10.2023
419	Nordic Trout Ab, Iso-Pirisholma	Kustavi	19.12.2014	21.9.2016	26.4.2018	360	2 700	31.12.2024	31.10.2023
421	Nordic Trout Ab; Lootholma	Kustavi	19.12.2014	21.9.2016	26.4.2018	360	2 700	31.12.2024	31.10.2023
425	Lännenpuolen Lohi Ky, Verskeri	Kustavi	22.10.2015			680	5 100	31.12.2030	31.10.2029
449	Oy Lyckans Fisk Ab, Patlot	Parainen							
450	Oy Lyckans Fisk Ab, Stenskär	Parainen	8.4.2014			1700*	13 000*	31.12.2024	31.10.2023
457	Jannen Lohi Oy, Pukkiholma	Kustavi	14.10.2015	12.12.2017		440	3 300	31.12.2024	31.10.2024
458	Jannen Lohi Oy, Tiiraletto	Kustavi	14.10.2015	12.12.2017		1 670	12 500	31.12.2024	31.10.2024
459	Oy Lyckans Fisk Ab, Österholm	Parainen	8.4.2014			970	7 300	31.12.2024	31.10.2023

*Selvitys vaihtoehtoisista sijoituspaikoista. Laitos on myyty Nordic Trout Ab:lle.

**Laitos on myyty Nordic Trout Ab:lle.

*** Yhteinen rehujen ravinneraja 449+450.

INIÖ (INIO)

Kustavi-Taivassalon merialue (STRM)

Pvm.	Hav.paikka Näytepaikka	Lämpöt °C	Happi mg/l	Happik. Kyll %	Sähkjoht mS/m	Suol. o/oo	Kok. N µg/l	NO3-N µg/l	NH4-N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	a-klorof. µg/l	Levä kvantE
24.7.2023	STRM / 157 Matink it 157	Kok.syv 25,0 m; Näkösyv. 1,9 m; Klo 14:49; Näytt.ottaja JS, TKa; Ilmlämpö 20 °C; Pilv 1 /8; Tuulnop 5 m/s; Tuulsuun W;											
	1	20,2			1010	5,8	430	<5	<3	21	<3		
	10	18,0			1030	5,9	290	<5	5	18	3		
	20	16,0			1020	5,9	310	<5	31	28	13		
	24	15,4	6,3	66	1020	5,9	330	6	50	29	14		
	0-4											10,0	Ks Kp-rek
24.7.2023	STRM / 167 Mustaklupu 167	Kok.syv 24,0 m; Näkösyv. 3,0 m; Klo 14:26; Näytt.ottaja JS, TKa; Ilmlämpö 20 °C; Pilv 1 /8; Tuulnop 6 m/s; Tuulsuun W;											
	1	19,0					380			17			
	0-6											6,9	
24.7.2023	STRM / 168 Kasskär it 168	Kok.syv 12,0 m; Näkösyv. 2,7 m; Klo 11:34; Näytt.ottaja JS, TKa; Ilmlämpö 20 °C; Pilv 1 /8; Tuulnop 5 m/s; Tuulsuun W;											
	1	19,0					380			18			
	0-6											6,3	
24.7.2023	STRM / 220 Pukkeeni it 220	Kok.syv 33,0 m; Näkösyv. 2,0 m; Klo 11:19; Näytt.ottaja JS, TKa; Ilmlämpö 20 °C; Pilv 1 /8; Tuulnop 5 m/s; Tuulsuun W;											
	1	19,7					390			21			
	0-4											8,8	
24.7.2023	STRM / 225 Hurusei loun 225	Kok.syv 32,5 m; Näkösyv. 2,1 m; Klo 11:00; Näytt.ottaja JS, TKa; Ilmlämpö 20 °C; Pilv 1 /8; Tuulnop 6 m/s; Tuulsuun W;											
	1	19,5			1020	5,9	420	<5	4	21	<3		
	10	17,5			1030	5,9	310	<5	7	20	6		
	20	12,6			1040	6,0	320	<5	13	25	14		
	31,5	11,0	6,0	57	1050	6,1	360	11	64	35	21		
	0-6											8,4	Ks Kp-rek
24.7.2023	STRM / x11 Ströömin eteläosa	Kok.syv 19,0 m; Näkösyv. 2,0 m; Klo 15:20; Näytt.ottaja JS, TKa; Ilmlämpö 22 °C; Pilv 1 /8; Tuulnop 6 m/s; Tuulsuun W;											
	1	20,1					390			19			
	0-4											7,9	
25.7.2023	INIO / 277 Hummelskären	Kok.syv 18,0 m; Näkösyv. 3,5 m; Klo 9:50; Näytt.ottaja KaLa, RM; Ilmlämpö 19 °C; Pilv 8 /8; Tuulnop 4 m/s; Tuulsuun E;											
	1	18,6					350			15			
	0-8											3,8	
28.8.2023	STRM / 157 Matink it 157	Kok.syv 25,0 m; Näkösyv. 1,7 m; Klo 12:52; Näytt.ottaja JS, JaLa; Ilmlämpö 15 °C; Pilv 8 /8; Tuulnop 3 m/s; Tuulsuun NW;											
	1	18,8			1040	6,0	420	<5	<3	28	<3		
	10	18,8			1040	6,0	400	<5	6	26	3		
	20	18,4			1060	6,1	420	11	47	33	9		
	24	18,2	7,1	78	1050	6,1	450	14	59	36	13		
	0-4											11	Ks Kp-rek
28.8.2023	STRM / 167 Mustaklupu 167	Kok.syv 25,0 m; Näkösyv. 1,9 m; Klo 12:23; Näytt.ottaja JS, JaLa; Ilmlämpö 15 °C; Pilv 8 /8; Tuulnop 4 m/s; Tuulsuun NW;											
	1	18,4					410			26			
	23	16,3	7,4	79	1070	6,2		18	62		19		
	0-4											9,5	
28.8.2023	STRM / 168 Kasskär it 168	Kok.syv 12,0 m; Näkösyv. 1,7 m; Klo 12:00; Näytt.ottaja JS, JaLa; Ilmlämpö 15 °C; Pilv 8 /8; Tuulnop 4 m/s; Tuulsuun SE;											
	1	18,7					420			28			
	11	17,8	6,8	75	1040	6,0		17	40		15		
	0-4											8,9	

INIÖ (INIO)

Kustavi-Taivassalon merialue (STRM)

Pvm.	Hav.paikka Näytepaikka	Lämpöt °C	Happi mg/l	Happik. Kyll %	Sähkjoht mS/m	Suol. o/oo	Kok. N µg/l	NO3-N µg/l	NH4-N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	a-klorof. µg/l	Levä kvantE
28.8.2023	STRM / 220 Pukkeenl it 220	Kok.syv 33,0 m; Näkösyv. 2,0 m; Klo 11:23; Näytt.ottaja JS, JaLa; Ilmlämpö 15 °C; Pilv 8 /8; Tuulnop 3 m/s; Tuulsuun SE;											
	1	18,4					420			24			
	32	16,5	6,1	65	1070	6,2		21	110		43		
	0-4											9,1	
28.8.2023	STRM / 225 Hurusei louun 225	Kok.syv 32,5 m; Näkösyv. 1,9 m; Klo 11:0; Näytt.ottaja JS, JaLa; Ilmlämpö 15 °C; Pilv 8 /8; Tuulnop 3 m/s; Tuulsuun SE;											
	1	18,5			1060	6,1	410	<5	<3	23	<3		
	10	18,5			1040	6,0	390	<5	<3	21	<3		
	20	16,4			1070	6,2	400	20	56	33	20		
	31,5	15,6	6,5	67	1080	6,2	430	27	81	53	28		
	0-4											9,9	Ks Kp-rek
28.8.2023	STRM / x11 Strööm in eteläosa	Kok.syv 19,0 m; Näkösyv. 1,8 m; Klo 13:15; Näytt.ottaja JS, JaLa; Ilmlämpö 15 °C; Pilv 8 /8; Tuulnop 3 m/s; Tuulsuun NW;											
	1	18,8					450			27			
	18	18,3	7,5	83	1050	6,1		12	16		5		
	0-4											9,6	
29.8.2023	INIO / 277 Hummelskären	Kok.syv 18,0 m; Näkösyv. 3,0 m; Klo 11:57; Näytt.ottaja KaLa, JaLa; Ilmlämpö 20 °C; Pilv 4 /8; Tuulnop 8 m/s; Tuulsuun SW;											
	1	18,0					330			19			
	17.5	16,2	6,0	63	1050	6,1		18	30		18		
	0-6											4,7	

Mittausepävarmuudet

Määrittelyn lyhenne ja nimi	Mittausepävarmuus
Happi = Happi	±0,2, jos tulos on välillä 0-2 mg/l. ±10%, jos tulos on suur. tai yhtäs. kuin 2 mg/l.
Sähk.joht = Sähkönjohtavuus	±0,2, jos tulos on välillä 0-6,66 mS/m. ±3%, jos tulos on suur. tai yhtäs. kuin 6,66 mS/m.
Kok. N = Kokonaistyyppi, luonnonvedet	±10, jos tulos on välillä 0-67 µg/l. ±15%, jos tulos on suur. tai yhtäs. kuin 67 µg/l.
NO23-N = Nitraatti- ja nitriittitypen summa	±5, jos tulos on välillä 0-50 µg/l. ±10%, jos tulos on suur. tai yhtäs. kuin 50 µg/l.
NH4-N = Ammoniumtyyppi	±3, jos tulos on välillä 0-30 µg/l. ±10%, jos tulos on suur. tai yhtäs. kuin 30 µg/l.
Kok.P = Kokonaisfosfori	±3, jos tulos on välillä 0-20 µg/l. ±15%, jos tulos on suur. tai yhtäs. kuin 20 µg/l.
PO4-P = Fosfaattifosfori	±2, jos tulos on välillä 0-10 µg/l. ±10%, jos tulos on suur. tai yhtäs. kuin 10 µg/l.
a-klorof. = a-klorofylli	±0,4, jos tulos on välillä 0-2 µg/l. ±20%, jos tulos on suur. tai yhtäs. kuin 2 µg/l.

MERKINTÖJEN SELITYKSIÄ**Näytteenoottajat**

JaLa = Jaakko Laurikainen (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy)

JS = Janne Sinervo (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy)

KaLa = Kari Lauronen (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy)

RM = Raimo Mattila (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy)

TKa = Tapio Kankaanpää (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy)

Määritykset

Kok.syv = Kokonaissyvyys

Näkösyv. = Näkösyvyys

Ilmlämp = Ilman lämpötila

Pilv = Pilvisyys (Arvio. 0–8/8)

8 = pilvistä

4 = melko selkeää

1 = selkeää

Tuulnop = Tuulen nopeus (Arvio. 0 tyyntä, 1-3 heikkoa, 4-7 kohtalaista, 8-13 navakkaa)

Tuulsuun = Tuulen suunta

NW = Luode

W = Länsi

SW = Lounas

SE = Kaakko

E = Itä

Lämpöt = Näytteen lämpötila (Lämpötilan mittaus kentällä)

Happi = Happi (Sis. men. perust. kumottu SFS 3040:1990 ja SFS-EN 25813:1993)

Happik. = Happikyllästys (Sis., perustuu kumottuun SFS 3040:1990)

Sähk.joht = Sähkönjohtavuus (SFS-EN 27888:1994)

Suol. = Suolaisuus (lask. sähkönj.) (Suolaisuus (lask. sähkönj.))

Kok. N = Kokonaistyyppi (Sis.men. SFS-EN ISO 11905-1:1998, SFS-ISO 29441:2018)

NO23-N = Nitraatti- ja nitriittitypen s (SFS-EN ISO 13395:1997, CFA-tekniikka)

NH4-N = Ammoniumtyppi (Sis.men fluorometrinen CFA-tekniikka)

Kok.P = Kokonaisfosfori (SFS-EN ISO 15681-2:2018, CFA-tekniikka)

PO4-P = Fosfaattifosfori (SFS-EN ISO 15681-2:2018, CFA-tekniikka)

a-klorof. = a-klorofylli (SFS 5772:1993)

Levä kvanE = Levät, laaja kvant, kp-rek (Laskeutus, mikroskopointi)

Ks Kp-rek. = Katso Kp-rekisteri

Muita merkintöjä

P = määrittäminen kesken, E = tulos hylätty, < = pienempi kuin, > = suurempi kuin, ~ = noin.

Saaristomeri (VARELY:n seurantatutkimuksia) (SAAR_LOS)

Pvm.	Hav.paikka Näytepaikka	Lämpötila °C	Happi mg/l	Happik. Kyll %	Sameus FNU	Sähk.joht mS/m	Kok.N µg/l	NO23-N µg/l	NH4-N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	Klorof. µg/l	Saliniteet o/oo
11.7.2023	SAAR_LOS / Iniö 31 Iniö kaakko												
	Klo 13:06; Näytt.ottaja Eurofins Env. Testing Finland ;												
	0,0-6,0											2,2	
	1,0	18,3					280	<5	<5	14	2,9		
11.7.2023	SAAR_LOS / Iniö 33 Äppelö												
	Klo 11:55; Näytt.ottaja Eurofins Env. Testing Finland ;												
	0,0-8,0											1,5	
	1,0	17,4	9,5	100	0,61	1000	270	<5	<5	13	3,1		5,8
	5,0	17											
	10,0	15,8					240	<5	<5	15	4,7		
	20,0	10,3											
	69,0	8,1	8,5	75	1,6	1100	310	10	22	25	19		6,3
12.7.2023	SAAR_LOS / Kus 28 Laupunen												
	Klo 12:11; Näytt.ottaja Eurofins Env. Testing Finland ;												
	0,0-4,0											1,6	
	1,0	18,8					230	<5	<5	16	4		
12.7.2023	SAAR_LOS / Kus 44 Vuosnainen loun												
	Klo 9:13; Näytt.ottaja Eurofins Env. Testing Finland ;												
	0,0-8,0											<1	
	1,0	17,4	9,3	100	0,79	1000	220	<5	<5	28	2,9		5,8
	5,0	15,9											
	10,0	14					200	<5	<5	17	7		
	20,0	11,9											
	36,2	10,7	7,8	73	1,3	1100	110	5	12	20	14		6
7.8.2023	SAAR_LOS / Iniö 31 Iniö kaakko												
	Klo 12:47; Näytt.ottaja Eurofins Env. Testing Finland ;												
	0,0-6,0											1,8	
	1,0	18,9					280	<5	<5	15	2,4		
7.8.2023	SAAR_LOS / Iniö 33 Äppelö												
	Klo 12:02; Näytt.ottaja Eurofins Env. Testing Finland ;												
	0,0-6,0											1,3	
	1,0	19,3	8,9	100	1,2	1000	280	<5	<5	15	<2		5,9
	5,0	19,1											
	10,0	19					280	<5	<5	14	2,4		
	20,0	13,5											
	69,0	7,3	7,9	68	3,4	1100	260	9	15	26	19		6,4
16.8.2023	SAAR_LOS / Kus 28 Laupunen												
	Klo 8:50; Näytt.ottaja Eurofins Env. Testing Finland ;												
	0,0-4,0											8,2	
	1,0	18,5					350	<5	<5	22	3,7		
16.8.2023	SAAR_LOS / Kus 44 Vuosnainen loun												
	Klo 9:17; Näytt.ottaja Eurofins Env. Testing Finland ;												
	0,0-4,0											5,6	
	1,0	17,9	8,2	90	2,6	1100	330	<5	8	19	4,6		6
	5,0	17,8											
	10,0	17,7					310	<5	9	17	5,3		
	20,0	17,1											
	36,5	16,1	8	84	1,4	1100	290	6	23	19	9,7		6,2

Kustavin ja Iniön ympäristön vedenlaatumittaukset syyskuussa 2023

Luode Oy

Antti Lindfors ja Olli Huttunen

Kustavin ja Iniön ympäristön vedenlaatumittaukset syyskuussa 2023

02	19.9.2023	Versio käyttöön	AL	OTH	APL
Versio	Pvm.	Kuvaus	Laatija	Tarkastaja	Hyväksyjä
			Dokumentti: Kustavin ja Iniön ympäristön vedenlaatumittaukset syyskuussa 2023		
Asiakas: Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy					
Luode Consulting Oy:n yhteyshenkilö: Antti Lindfors			Tiedoston nimi: Kustavi Iniö vedenlaatukartoitus 2023 Luode-01.pdf		
Työn suorittaja: Luode Consulting Oy					

Versio:

Kustavin ja Iniön ympäristön vedenlaatumittaukset
syyskuussa 2023

Ver.	Laatija	Pvm	Kuvaus	Tarkistaja	Hyväksyjä
01	Antti Lindfors	19.9.2023	Versio kommenteille	OTH	APL
02	Antti Lindfors	19.9.2023	Versio käyttöön	OTH	APL

Sisällysluettelo

1	Johdanto	3
2	Mittaukset ja menetelmät	3
3	Tulokset	3

1 Johdanto

Työssä selvitettiin Kustavin ja Iniön ympäristön merialueen vedenlaadun alueellista vaihtelua kalankasvatuslaitosten ympäristössä. Kartoitukset tehtiin Luode Consulting Oy:n kehittämällä järjestelmällä, joka mahdollistaa vedenlaatuhavaintojen keräämisen liikkuvasta veneestä. Mittaukset tehtiin 6–7. syyskuuta 2023.

2 Mittaukset ja menetelmät

Näytevesi johdetaan Luoteen tutkimusalueen mittauslaitteistoon 0,5 m syvyydeltä. Laitteisto koostuu patentoidusta läpivirtauslaitteistosta sekä EXO2-mittalaitteepaketista, johon oli kytketty optinen sameus- ja klorofyllianturi sekä suolapitoisuus ja lämpötila-anturit. Laitteisto mittaa vedenlaatuparametrejä kerran sekunnissa yhdessä GPS-pohjaisen paikkatiedon kanssa. Tämän lisäksi mitattiin nitraattityypen alueellista jakaumaa spektrometriaan perustuvalla Trios Opus -laitteistolla 30 sekunnin välein. Spektrometri oli kytketty samaan vesilinjaan EXO-2-laitteiston kanssa. Näin kerätyistä tuloksista interpoloitiin vedenlaatuksia, jotka perustuvat noin 21 000 mittausreitin varrella sijaitsevan pisteen tietoihin. Nitraattityypihavaintoja tehtiin noin 700. Mittausreitin varrelta otettiin 10 näytteen sarja vesinäytteitä, joista määritettiin laboratoriossa sameus-, DOC-, kiintoaine-, ravinne- ja klorofyllipitoisuudet. Läpivirtauslaitteiston keräämät aineistot kalibroitiin laboratoriotuloksien avulla. Laboratoriotulokset on esitetty raportin lopussa Taulukossa 1. Raportin lopussa on esitetty myös mittaushetkellä vallinnut tuuli (Kuva 12).

3 Tulokset

Kustavin alue

Vedenlaadultaan Ströömin salmi ja saariston suojaiset osat erosivat selvästi kartoitetun alueen länsiosasta, joka edustaa arvoiltaan avoimen Selkämeren vettä. Selvin ero havaittiin klorofylliarvoissa ja sameudessa, mutta myös lämpötilalukemat olivat hieman korkeammat sisäsaaristossa. Korkeimmat sameus- ja klorofylliarvot havaittiin alueilla missä oli paljon kalankasvatusta. Tulokuviin on merkitty myös kalankasvattamoiden sijainnit.

Sameus vaihteli alueella 1–7 FNU:n välillä niin että kirkkaimmat vedet mitattiin alueen länsiosassa. Ströömissä sameus vaihteli 3–5 FNU:n välillä, korkeimmat arvot mitattiin salmen keski- ja eteläosissa sekä Lootholman alueella (Kuva 1). Lootholman alueella laskee pintavesiä mikä erottui kaikissa mittausparametreissa. Lämpötilassa (Kuva 2)

näkyvää vastaavanlainen alueellinen jakauma kuin sameudessa niin että lämpimimmät vesimassat ovat myös sameampia. Kuitenkin lämpötilaerot olivat vain asteen luokkaa koko mittausalueella. Suolapitoisuudessa (Kuva 3) alueellista vaihtelua olivat myös vähäiset. Kustavin länsipuolen vesimassat olivat hieman suolaisempia kuin Ströömien alueen vedet. Korkeimmillaan arvot olivat noin 6,2 ‰ ja Ströömässä noin 6,0 ‰. Lootholman alue erottuu hyvin myös suolapitoisuudessa ympäristöään matalampina arvoina.

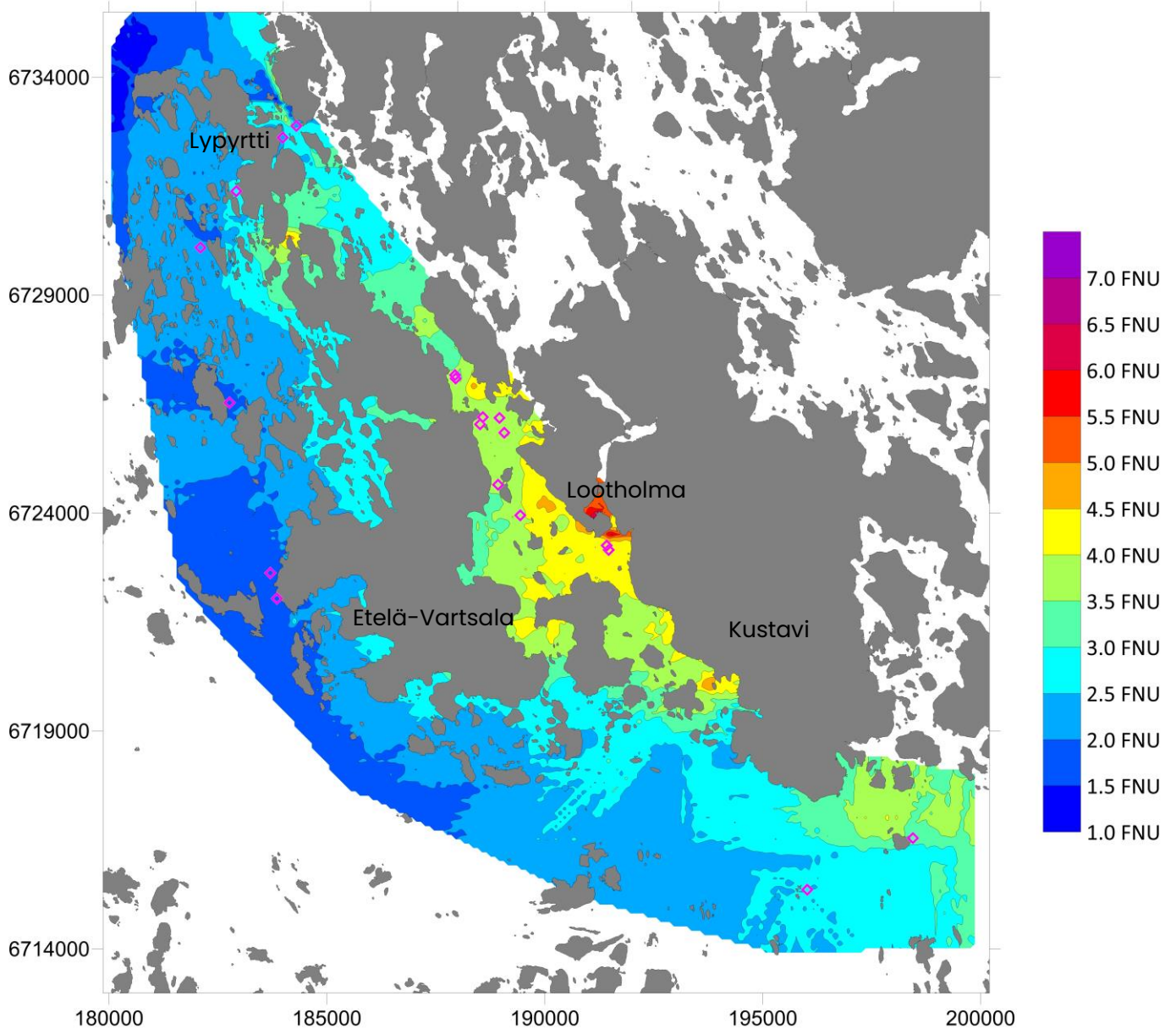
Rehevyyttä ilmentävät klorofyllipitoisuudet olivat muuta aluetta korkeampia Ströömässä ja sekä suojaisilla saaristoalueilla (Kuva 4). Laitteiston keräämät aineistot kalibroituivat hyvin laboratoriotuloksiin verrattuna (Kuvat 5a ja 5b). Katanpään ympäristön arvot olivat 1–3 µg/l luokkaa, kun korkeimmillaan mitattiin 10–15 µg/l pitoisuuksia. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin Palskerin ja Uuvinniemen välillä ja Lootholman ja Laupusen ympäristössä. Alueilla on paljon kalankasvatusta. Nitraattityppi oli koko kartoitetulla alueella laitteen määrittämissä 10 µg/l alapuolella (Kuva 6).

Iniön eteläosat

Sameusarvot Iniön mittauskohteessa olivat matalia vaihdellen 1–2 FNU:n välillä (Kuva 7). Yleisesti mittausalueen pohjoisosien sameusarvot olivat hieman korkeammat verrattuna alueen eteläosaan. Lämpötila-arvot (Kuva 8) olivat mittausalueella asteen sisällä, kuitenkin siten että lämpötilalukemat vaihtelivat alueellisesti hyvin nopeasti.

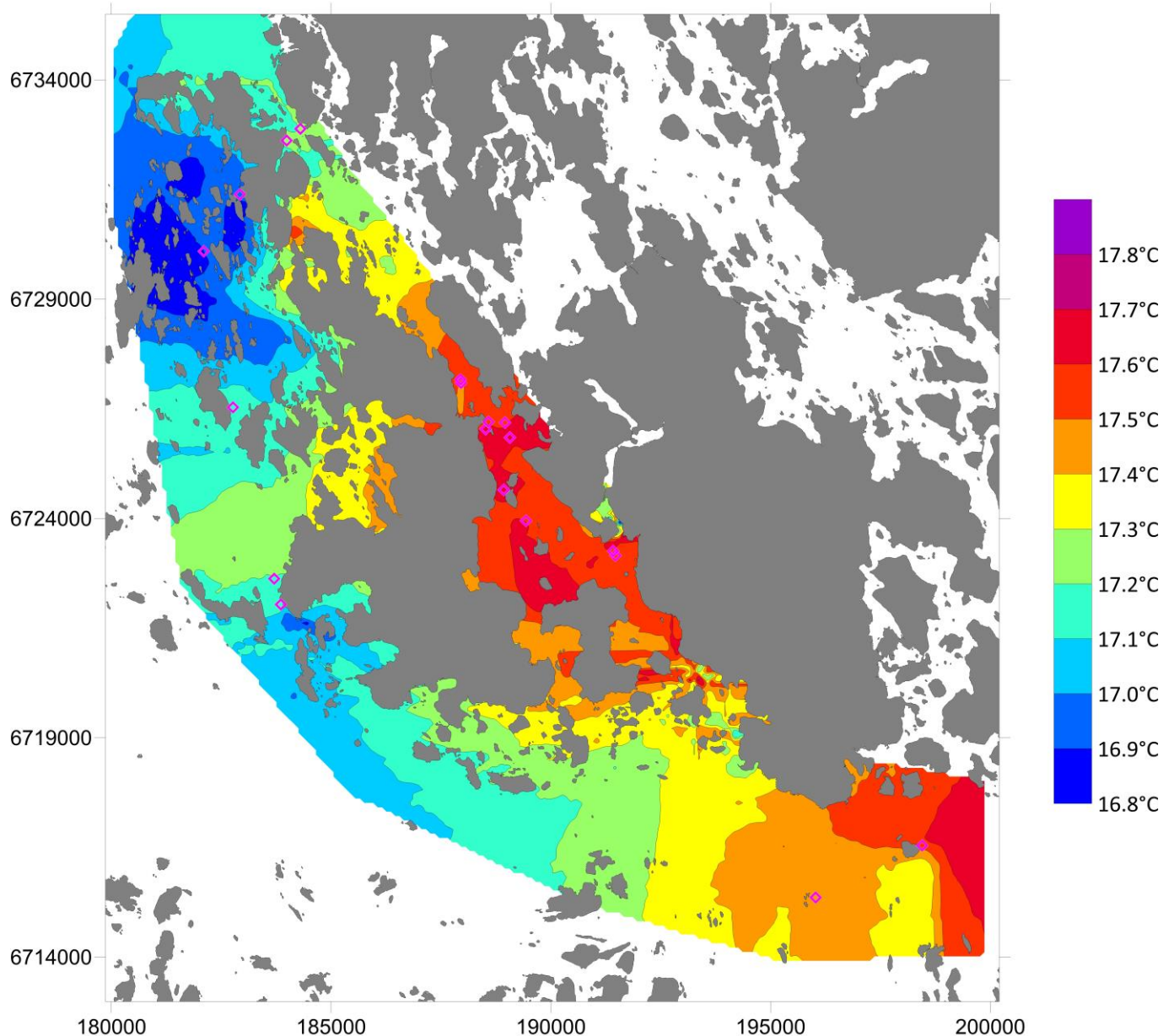
Suolapitoisuudessa havaittiin alueen lounisosien olevan 0,1 ‰ korkeammat kuin muun alueen suolapitoisuudet. Käytännössä arvot olivat kuitenkin hyvin tasalaatuiset (Kuva 9). Mitattu suolapitoisuus pysyi 6,1–6,2 ‰ koko mittausalueella. A-klorofyllin pitoisuudet vaihtelivat alueellisesti paljon 1–8 µg/l huomioiden alueen pienen koon (Kuva 10). Korkeimmat arvot mitattiin Stenskärin ja Södon välisellä alueella. Nitraattityppi oli koko kartoitetulla alueella laitteen määrittämissä 10 µg/l alapuolella (Kuva 11).

Sameus Kustavi 6.-7.9.2023



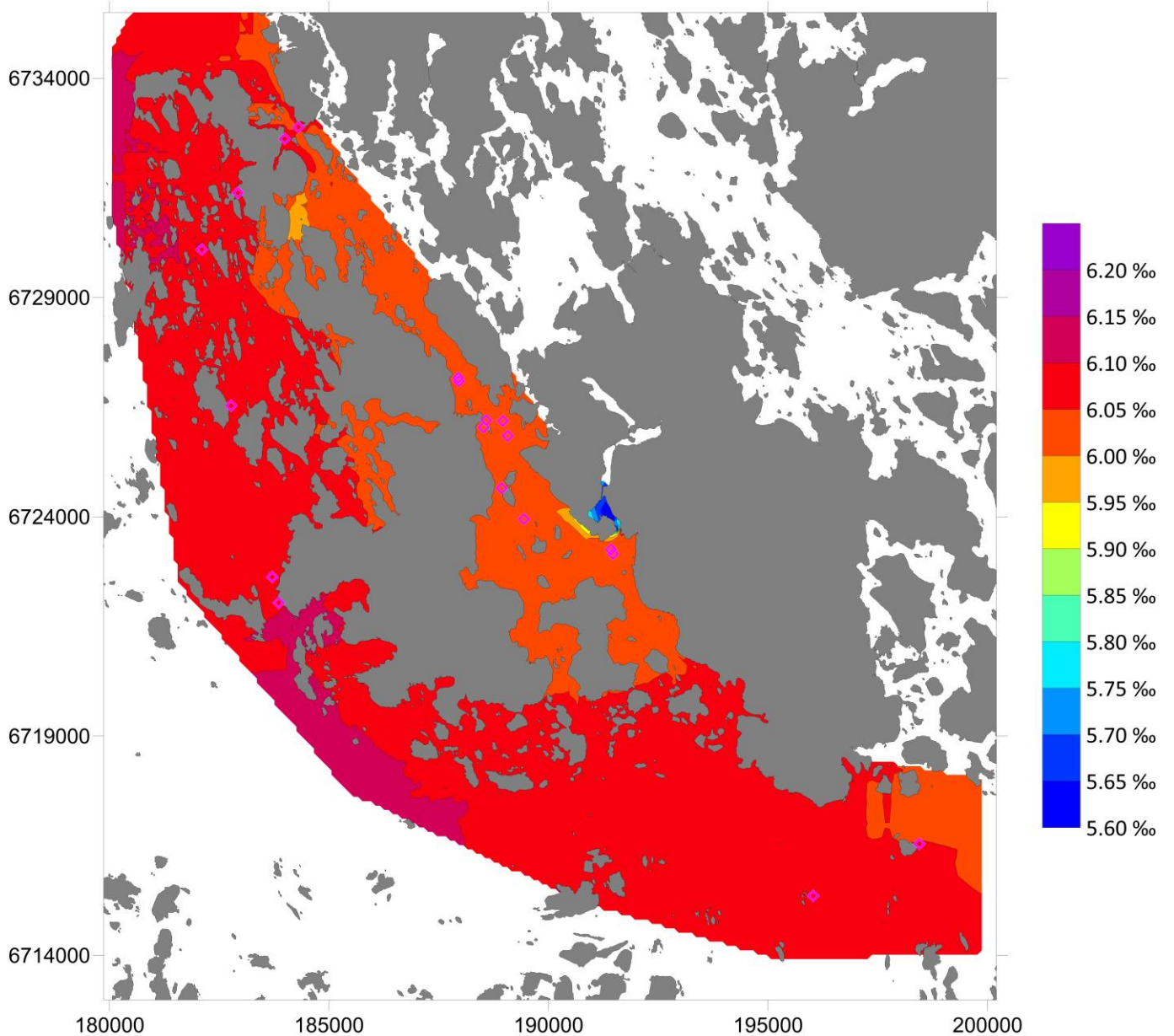
Kuva 1. Sameuskartta 6-7.9.2023 Kustavin alueelta Kuvaan on merkitty punaisilla vinoneliöillä kalankasvattamoiden paikat.

Lämpötila Kustavi 6.-7.9.2023

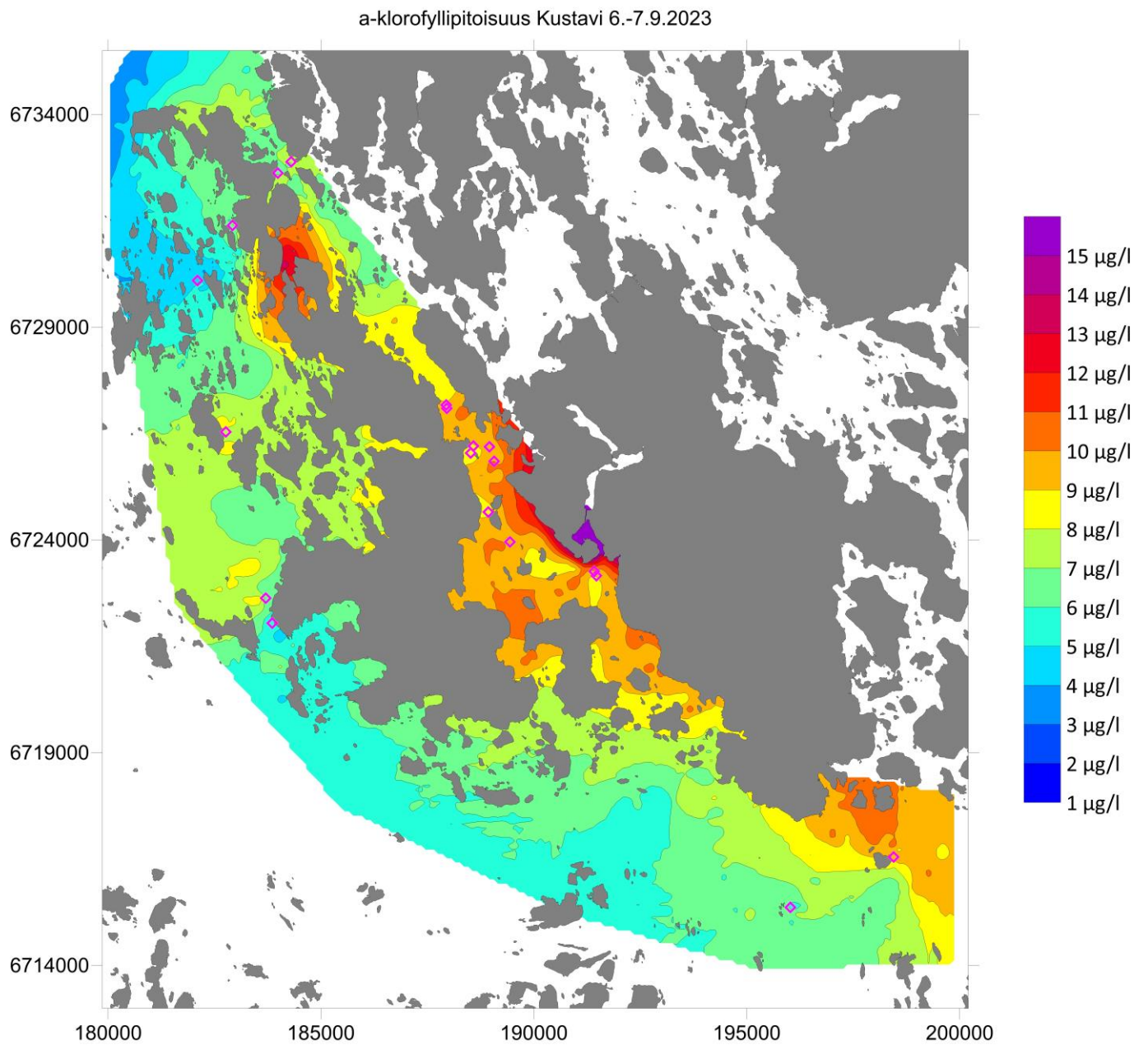


Kuva 2. Lämpötilakartta 6-7.9.2023 Kustavin alueelta. Kuvaan on merkitty punaisilla vinoneliöillä kalankasvattamoiden paikat.

Suolapitoisuus Kustavi-Iniö 6.-7.9.2023

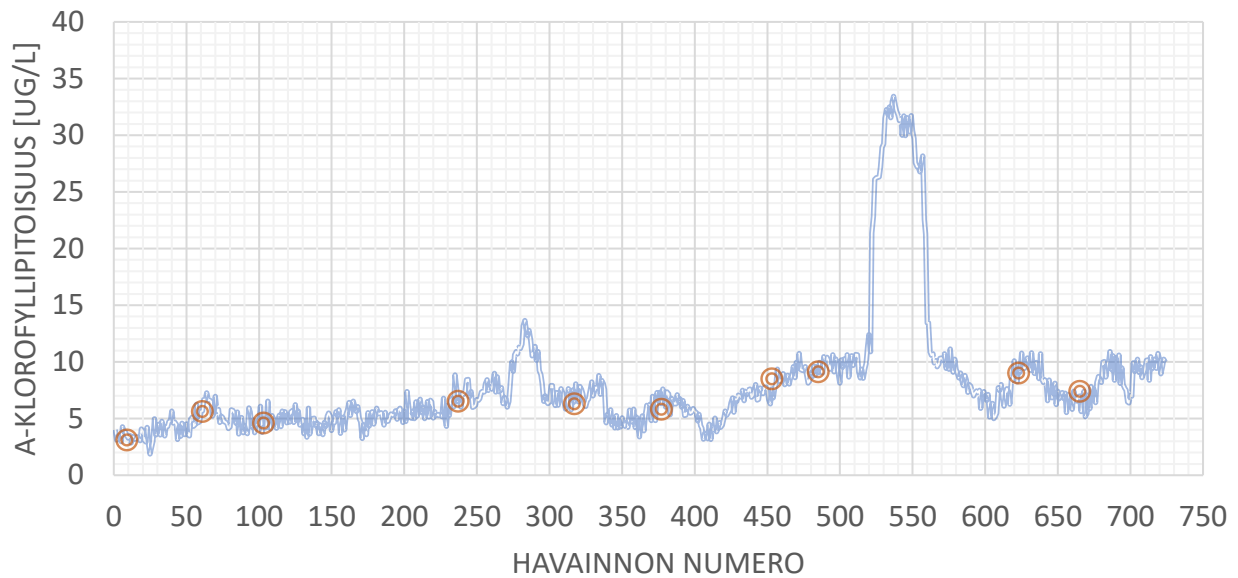


Kuva 3. Suolapitoisuuskartta 6-7.9.2023 Kustavin alueelta. Kuvaan on merkitty punaisilla vinoneliöillä kalankasvattamoiden paikat.



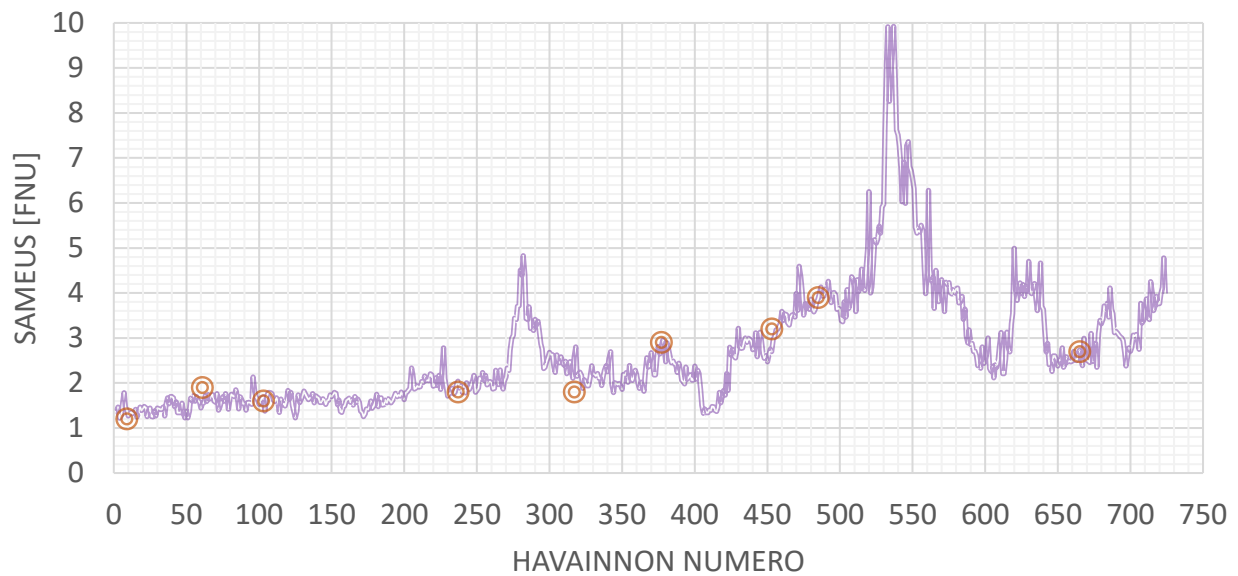
Kuva 4. A-klorofyllikartta 6-7.9.2023 Kustavin alueelta. Kuvaan on merkitty punaisilla vinoneliöillä kalankasvattamoiden paikat.

LÄPIVIRTAUS- JA LABORATORIOMITTAUSTEN VÄLINEN VERTAILU

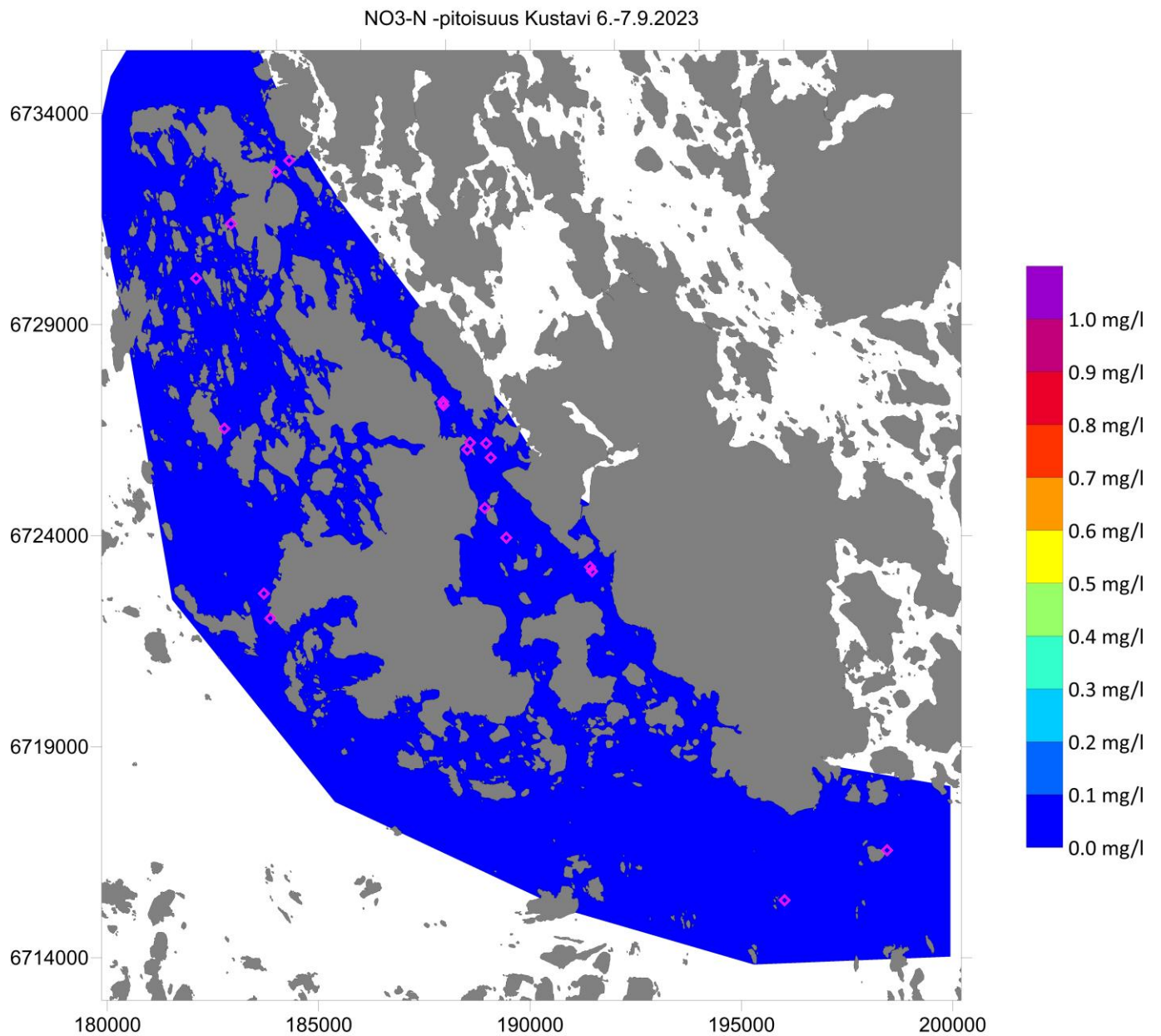


Kuva 5a. A-klorofyllivertailu In-situ vs. laboratoriotulosten välillä 6.-7.9.2023. Kuvassa on esitetty sekä Kustavin että Iniön alueen vertailunäytteiden tulokset.

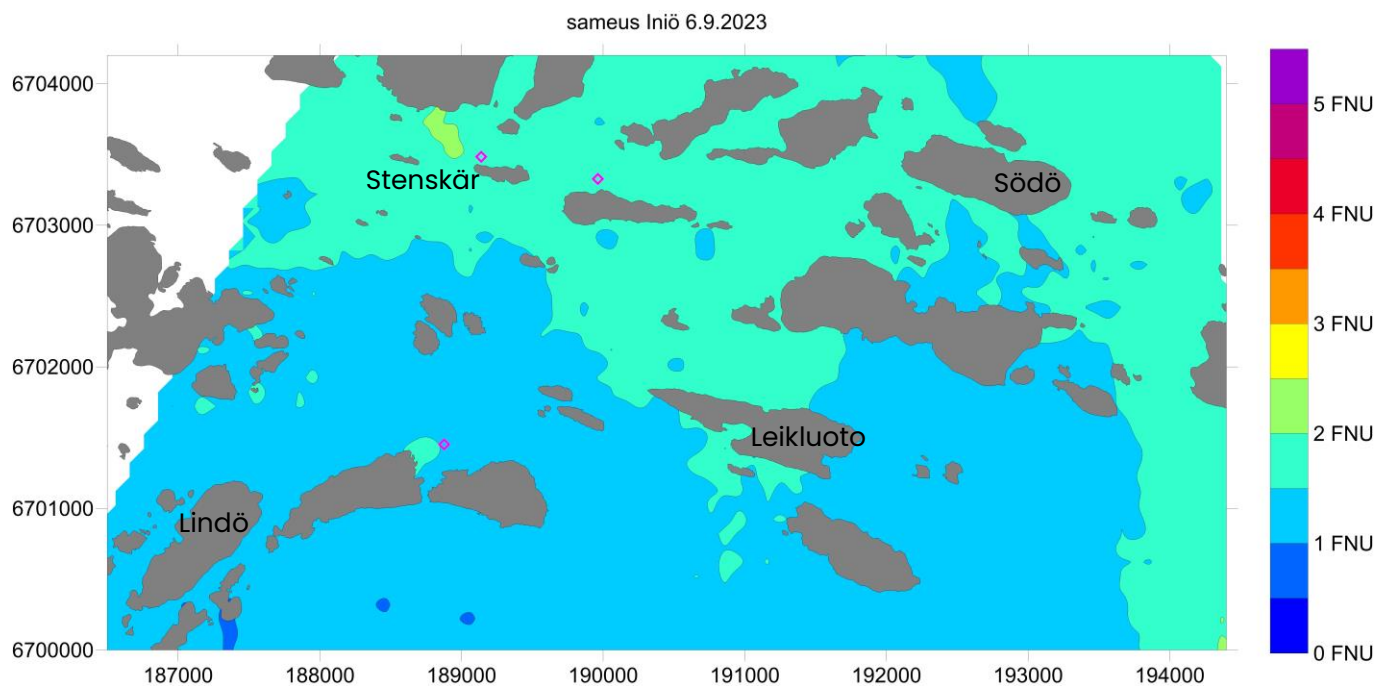
LÄPIVIRTAUS- JA LABORATORIOMITTAUSTEN VÄLINEN VERTAILU



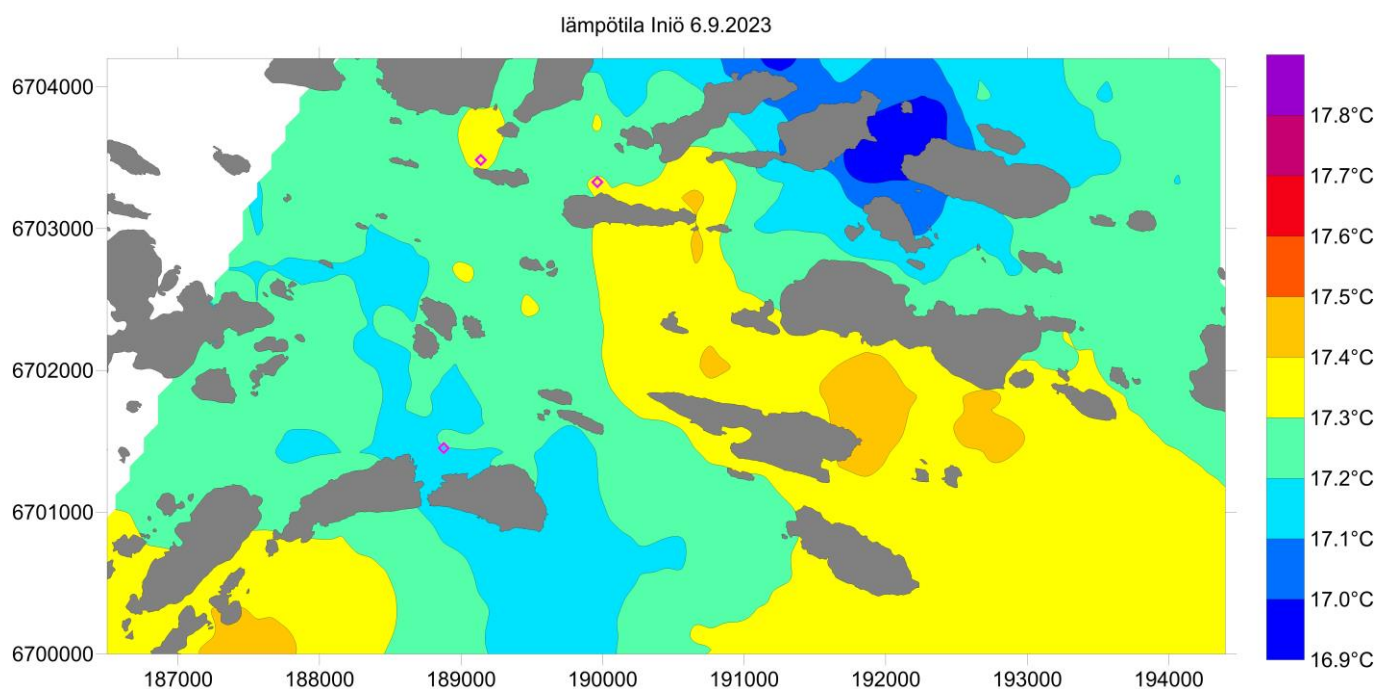
Kuva 5b. Sameusvertailu In-situ vs. laboratoriotulosten välillä 6.-7.9.2023. Kuvassa on esitetty sekä Kustavin että Iniön alueen vertailunäytteiden tulokset.



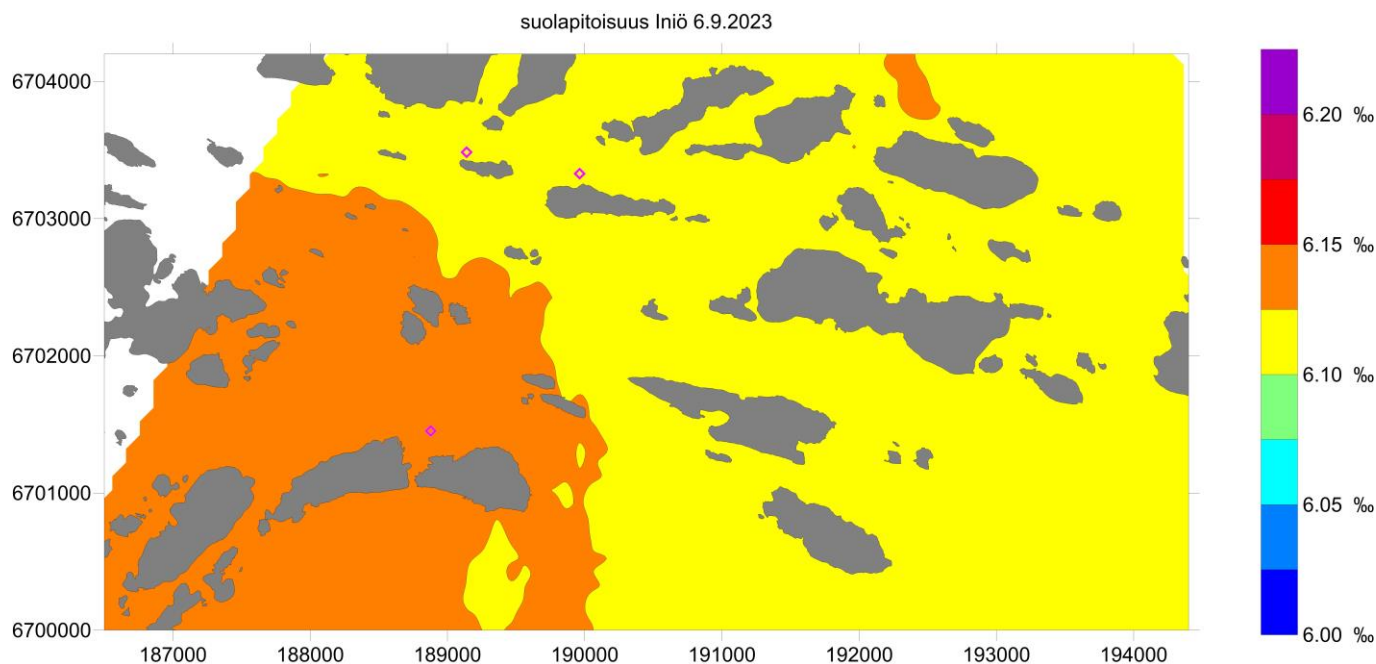
Kuva 6. Nitraattikartta 6-7.9.2023 Kustavin alueelta. Kuvaan on merkitty punaisilla vinoneliöillä kalankasvattamoiden paikat.



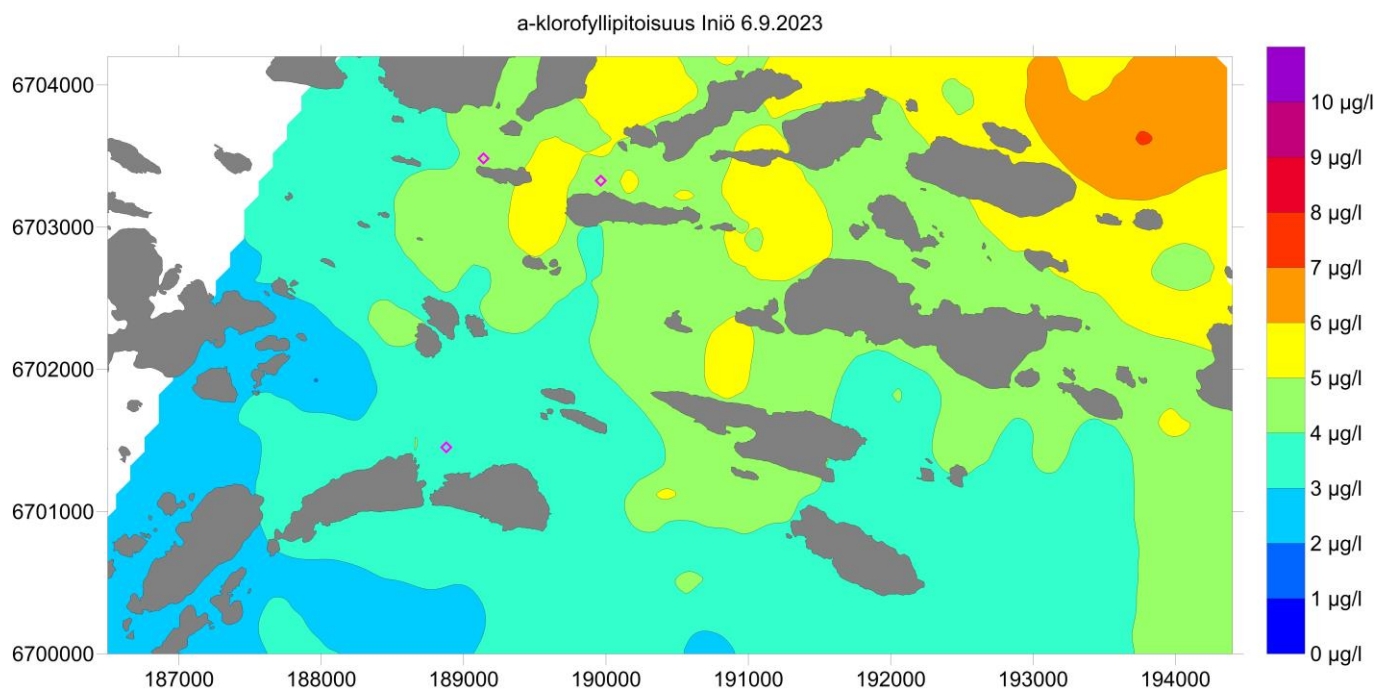
Kuva 7. Sameuskartta 6.9.2023 Iniön eteläosien merialueelta. Kuvaan on merkitty punaisilla vinoneliöillä kalankasvattamoiden paikat.



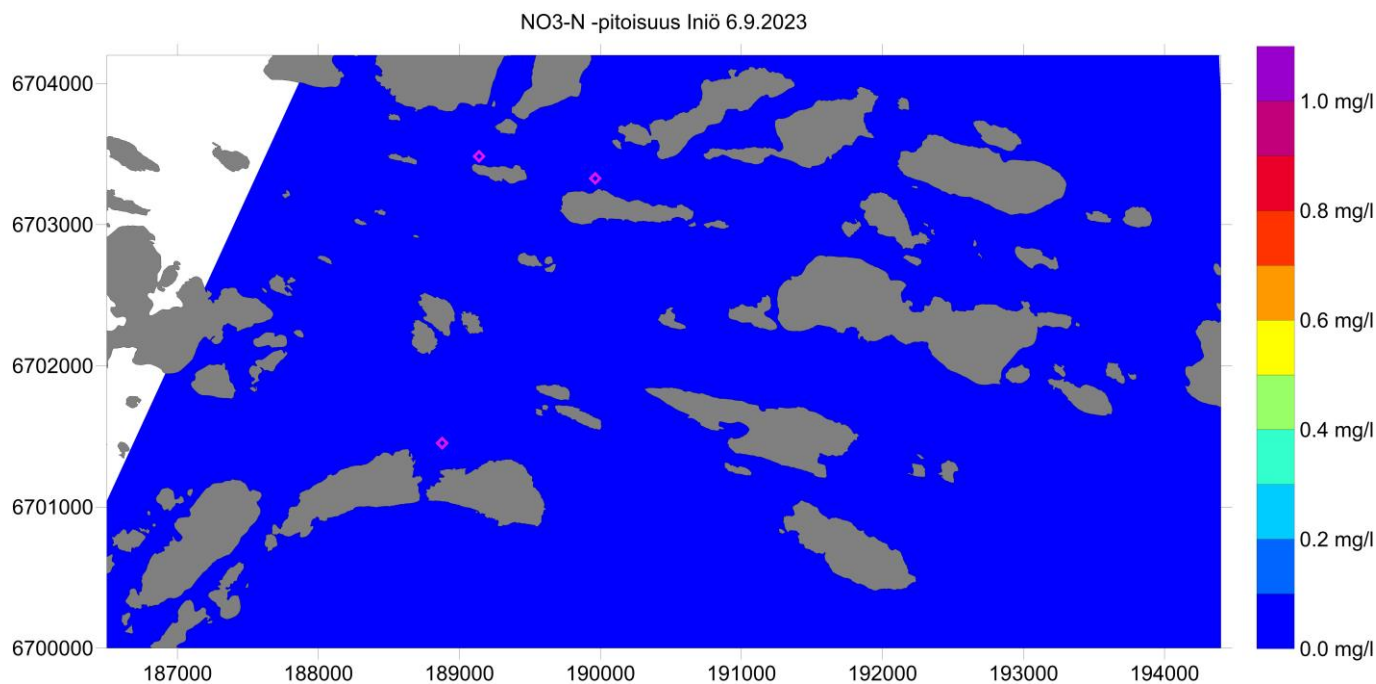
Kuva 8. Lämpötilakartta 6.9.2023 Iniön eteläosien merialueelta. Kuvaan on merkitty punaisilla vinoneliöillä kalankasvattamoiden paikat.



Kuva 9. Suolapitoisuuskartta 6.9.2023 Iniön eteläosien merialueelta. Kuvaan on merkitty punaisilla vinoneliöillä kalankasvattamoiden paikat.



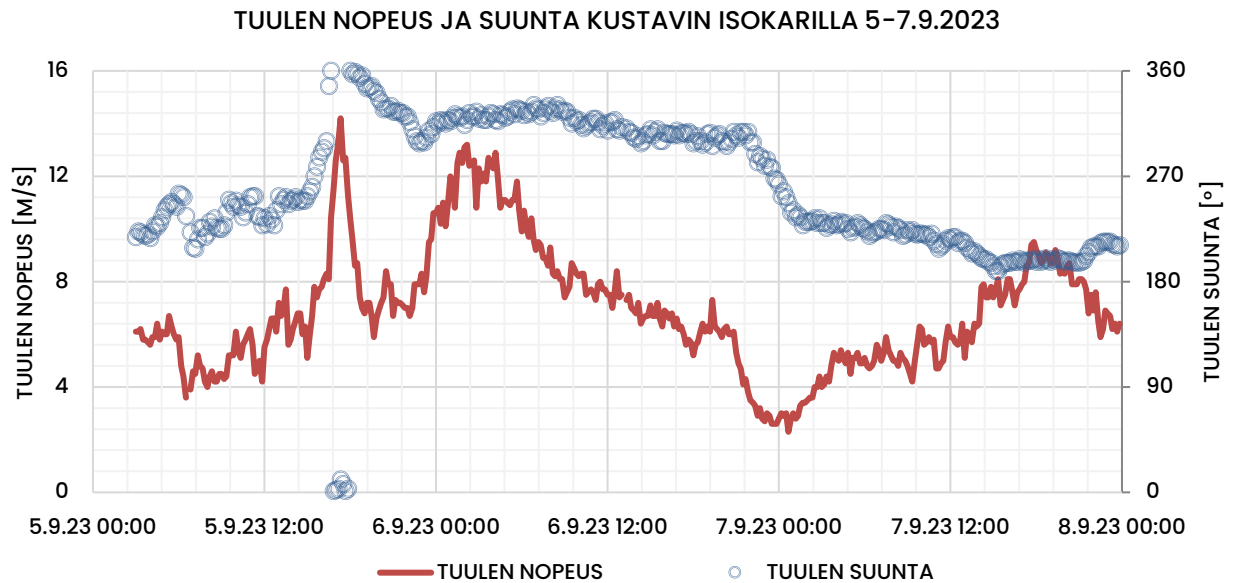
Kuva 10. A-klorofyllikartta 6.9.2023 Iniön eteläosien merialueelta. Kuvaan on merkitty punaisilla vinoneliöillä kalankasvattamoiden paikat.



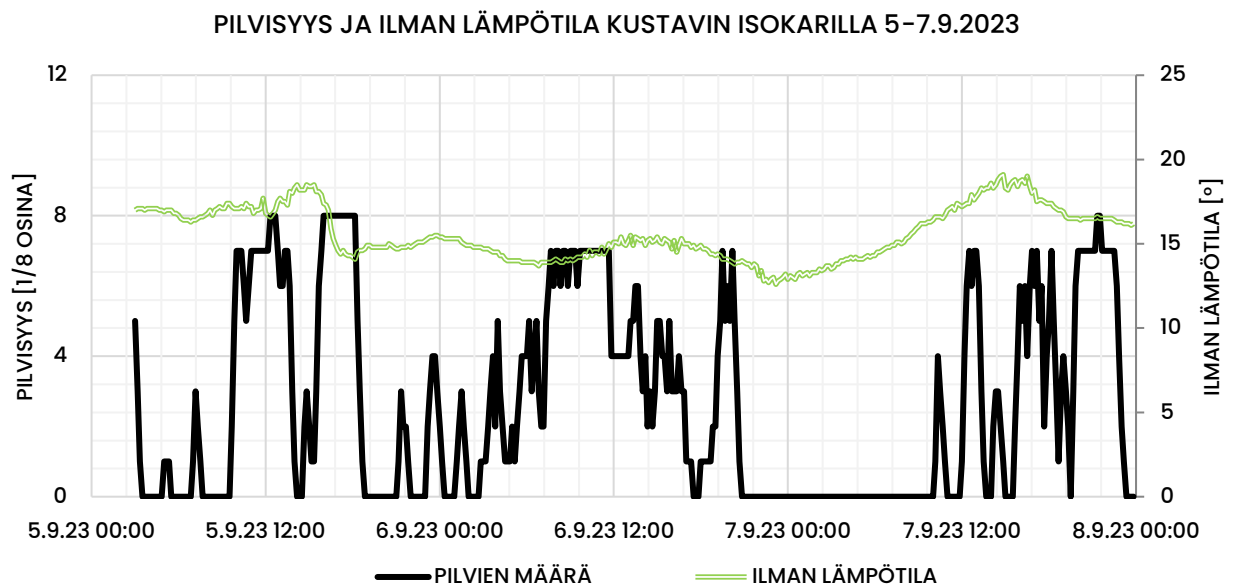
Kuva 11. Nitraattityppikartta 6.9.2023 Iniön eteläosien merialueelta. Kuvaan on merkitty punaisilla vinoneliöillä kalankasvattamoiden paikat.

Taulukko 1. Laboratoriotulokset 6–7.9.2023 Kustavin ja Iniön mittauksista.

NäytePvm	Lat	Lon	Sameus	Ka 0.4	DOC	NO3-N	NO2-N	α-klorof.
	m	m	FNU	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l
6.9.2023	188936	6701406	1.2	1.5	4.3	6	<2	3.1
6.9.2023	194109	6703255	1.9	1.2	4.4	5	<2	5.6
6.9.2023	189992	6703335	1.6	1.4	4.4	<5	<2	4.6
6.9.2023	183632	6722775	1.8	1.8	4.4	6	<2	6.5
6.9.2023	183357	6734395	1.8	2.4	4.3	<5	<2	6.3
7.9.2023	183016	6731084	2.9	2.6	4.4	<5	<2	5.8
7.9.2023	186196	6729919	3.2	3.2	4.4	<5	<2	8.5
7.9.2023	188756	6725268	3.9	3.5	4.4	<5	<2	9.1
7.9.2023	193278	6720518	(12)	2.5	4.4	<5	<2	9
7.9.2023	195870	6714874	2.7	2.6	4.4	6	<2	7.4



Kuva 12. Kustavin Isokarilla mitattu tuulen suunta ja nopeus 5-7.9.2023. Aineistot Ilmatieteenlaitos avoin data.



Kuva 13. Kustavin Isokarilla mitattu pilvien määrä ja ilman lämpötila 5-7.9.2023. Aineistot Ilmatieteenlaitos avoin data.