

**NORDIC TROUT AB:N
KASKISTEN KALANKASVATUSLAITOKSEN
TARKKAILUOHJELMA VUOSILLE
2025–2029**

21.2.2025



Nordic Trout Ab
Fiskhamnsvägen 10, AX-22 710 Föglö, Åland – Finland
info@nordictROUT.com

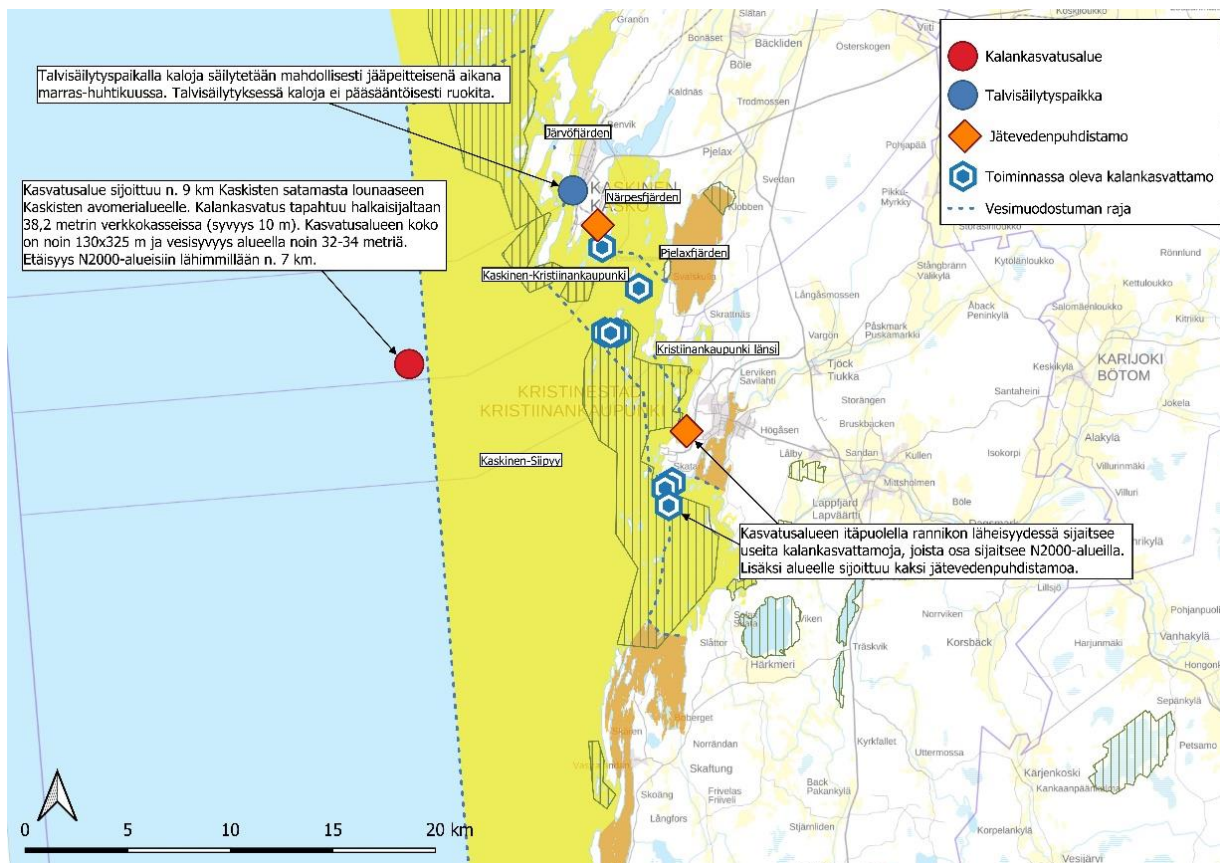
Sisällys

Tausta ja toiminnan sijoittuminen	2
Käyttötarkkailu	3
Päästötarkkailu	3
Vesistövaikutusten tarkkailu jatkokasvatus- ja talvisäilytysalueella	5
Alueen lähtötilanne ja tehdyt nollatilanteen tutkimukset	6
Vedenlaadun tarkkailu ja kasviplanktonselvitykset	9
Pohjaeläimistö ja pohjan tila	11
Sedimentaatiotarkkailu	12
Drop-videotutkimukset	13
Vaikutustarkkailu läheisillä Natura-alueilla	14
Luontodirektiivin vedenalaisten luontotyyppien seuranta	14
Luontodirektiivin rantaluontotyyppien seuranta	16
Kalastukseen liittyvä tarkkailu	17
Tarkkailujen raportointi ja laadunvarmistus	17
Lähteet	18

Tausta ja toiminnan sijoittuminen

Nordic Trout Ab on käynnistämässä kalankasvatuslaitoksen toimintaa Kaskisten avomerialueella. Toiminta sijoittuu Metsähallituksen hallinnoimalle kiinteistölle (231-894-1-1) noin 9 km Kaskisten kaupungista lounaaseen. (Kuva 1) Alue sijaitsee ulkomerialueella noin 900 metriä Kaskinen-Siipy rannikkovesimuodostumasta länteen. Kalojen talvisäilytyspaikka (marras-huhtikuu) sijaitsee Kaskistensalmessa yleiskaavassa kalasatamatoimintoihin varatulla alueella. Kiinteistön omistaa Kaskisten kaupunki. Toiminnanharjoittajalla on Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintoviraston myöntämä ympäristö- sekä toiminnan aloittamislupa (LSSAVI/13816/2022). Lupa on myönnetty määräaikaisena 6 vuodeksi ja on voimassa 31.12.2029 saakka. Kalankasvatuslaitos sijaitsee kalankasvatuksen sijainninhjaussuunnitelman mukaan erinomaisesti soveltuvalla yli 20 metriä syvällä merialueella. Vesisyvyys kasvatusalueella on noin 32–34 m ja lähialueen syvyydet vaihtelevat 15-30 metrin välillä.

Tarkkailuohjelman tavoitteena on seurata kalankasvatustoiminnan vesistövaikutuksia ja varmistaa, että kalankasvatustoiminta ei uhkaa Suomen merenhoidon suunnittelun ja toimenpideohjelman tavoitteita, eikä heikennä merialueen ja lähimmän vesienhoidon mukaisen vesimuodostuman, Kaskinen-Siipy rannikkovesimuodostuman ekologista tilaa tai toimi esteenä sen hyvän tilan saavuttamiselle. Lisäksi osana tarkkailuohjelmaa toteutetaan seuranta läheisten Natura 2000 -alueiden luontodirektiivin suojelemilla luontotyypeillä.



Kuva 1. Kasvatusalue sijaitsee avomerelle noin 9 km Kaskisten kaupungista lounaaseen. Lähin vesienhoidon mukainen rannikkovesimuodostuma on alueesta n. 1 km itään sijoittuva Kaskinen-Siipy rannikkovesimuodostuma. Itään jäävällä rannikkoalueella lähimmillään n. 7 km etäisyydellä sijaitsee kaksi N2000-aluetta. Rannikkoalueelle sijoittuu myös muuta kalankasvatustoimintaa sekä kaksi kunnallista jätevedenpuhdistamoa.

Käyttötarkkailu

Käyttötarkkailu suoritetaan hoitopäiväkirjaa pitämällä. Laitoksen elektroniseen hoitopäiväkirjaan kirjataan

- verkkoaltaiden siirtoajankohdat (tuonti jatkokasvatuspaikalle, Kaskisten kalasatamaan ja varastointialueille sekä pois vienti),
- käytössä olevien altaiden tilavuus ja pinta-ala,
- tiedot laitokseen tuodun ja pois viedyn kalan määrästä ja painosta,
- tiedot talvisäilytykseen siirretyn kalan määrästä ja painosta,
- jatkokasvatuksessa käytetyn rehun tuotenimi, fosfori- ja typpipitoisuus ja määrä,
- talvikaudella käytetyn rehun tuotenimi, fosfori- ja typpipitoisuus ja määrä,
- käytetyt lääkeaineet, rokotteet ja muut kemikaalit,
- havainnot mahdollisista kalataudeista ja -kuolemista, haittaeläimistä ja niiden aiheuttamista vahingoista, sekä
- erikseen lupamääräyksissä asetetut velvoitteet, ympäristönsuojelun kannalta merkitykselliset tapahtumat sekä toimintaa koskevat huomautukset,
- tieto kuolleiden kalojen, veren ja muun jätteen määrästä, laadusta, käsittelystä ja edelleen toimittamisesta.

Hoitopäiväkirjaa säilytetään tukikohdassa ja se esitetään pyydettäessä valvoville viranomaisille.

Vuosittain helmikuun loppuun mennessä toimitetaan edellistä vuotta koskeva yhteenveto Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen Ympäristö ja luonnonvarat - vastuualueelle sekä Kaskisten, Närpiön ja Kristiinankaupungin kaupunkien ympäristönsuojeluviranomaisille.

Luvan haltija antaa ELY-keskuksen niin pyytäessä hoitopäiväkirjassa esitettävien tietojen luotettavuuden tarkistamiseksi tarpeelliset tiedot ja selvitykset. Hoitopäiväkirja säilytetään viiden vuoden ajan.

Päästötarkkailu

Verkkoallaskasvatuksessa ravinnepäästöjä ei voida suoraan mitata ja seurata vaan ne määritetään laskennallisesti. Fosfori- ja typpikuormitus lasketaan käytetyn rehun määrän ja sillä tuotetun kalan sisältämien ravinnemäärien erotuksena oheisen laskukaavan mukaan:

$$P_{\text{päästö}} = m_{\text{rehu}} \cdot A - m_{\text{lisäkasvu}} \cdot B$$

$$N_{\text{päästö}} = m_{\text{rehu}} \cdot C - m_{\text{lisäkasvu}} \cdot D$$

jossa:

$$P_{\text{päästö}} = \text{Fosforin päästö vesistöön (kg)}$$

$$N_{\text{päästö}} = \text{Typen päästö vesistöön (kg)}$$

$$m_{\text{rehu}} = \text{käytetyn rehun massa (kg)}$$

$$m_{\text{lisäkasvu}} = \text{kalan lisäkasvu (kg)}$$

A = Rehun fosforipitoisuus (% , tieto rehun valmistajalta)

B = kalaan sitoutuva fosfori (%), kirjallisuudessa yleisesti käytetty 0,4 % (lähde:

Kalankasvatuksen ympäristönsuojeluohje ja lupapäätös)

C = Rehun typpipitoisuus (% , tieto rehun valmistajalta)

D = kalaan sitoutuva typpi (%) kirjallisuudessa yleisesti käytetty 2,75 %

(Ympäristöministeriö 2020; lupapäätös)

Kalan lisäkasvu määritellään punnituksin. Kaikki kalat punnitaan keväällä ennen niiden siirtämistä kasvatustilalle ja kokonaisina ennen perkausta. Kalat punnitaan joko manuaalisesti konehaavilla, jossa on vaaka, tai kalapumpulla pumppaamalla kalat laskurin läpi, joka laskee kappaleet. Molemmissa tapauksissa kalojen keskipaino määritellään manuaalisesti edustavalla otoksella ennen punnitusta.

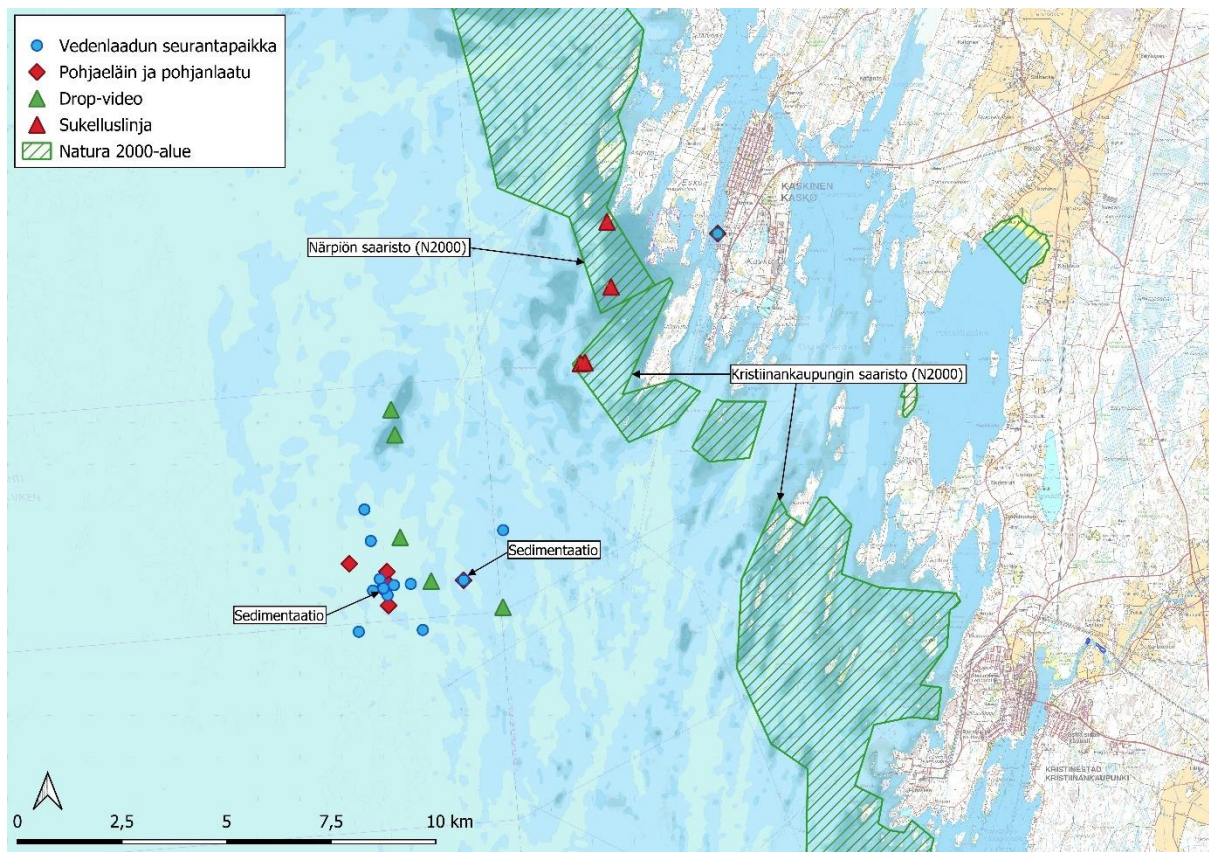
Punnituksesta tehdään kirjallinen dokumentti, jossa kuvataan punnitustapa sekä punnituspainosta vähennettävä vesivara, ja josta ilmenee kalojen määrä ja paino. Dokumentti esitetään pyydettäessä Etelä-Pohjanmaan ELY-keskukselle sekä toimitetaan vuosiraportin yhteydessä. Jos kalojen perkaaminen ja siten punnitus ei tapahtuisi vuoden loppuun mennessä, ilmoitetaan asiasta Etelä-Pohjanmaan ELY-keskukselle ja pyydetään mahdollisuutta toimittaa vuosiraportti huhtikuun loppuun mennessä.

Vesistövaikutusten tarkkailu jatkokasvatus- ja talvisäilytysalueella

Hankkeen vaikutuksia tarkkaillaan veden- ja pohjanlaadun, pohjaeläimistön sekä läheisten Natura-alueiden luontodirektiivin vesi- ja rantaluontotyyppien osalta. Lisäksi drop-video tutkimuksien avulla saadaan tietoa Natura-alueiden ulkopuolella sessiileistä lajeista sekä vaikutuksista arvokkaiden luontotyyppien esiintymisestä sekä toiminnan mahdollisista vaikutuksista niihin.

Jatkokasvatuslaitoksella ja sen ympäristössä toteutetaan vuosittain vedenlaadun tarkkailua 12 näytteenottoasemalla sekä kerran kahdessa vuodessa pohjanlaatu- ja pohjaeläimistötutkimuksia 6 näyteasemalta. Lisäksi toteutetaan pohjanlaadun ja muun lajiston seurantaa drop-videomenetelmällä neljällä havaintopaikalla, jotka sijaitsevat kasvatusalueesta katsoen pohjoiseen ja itään. Pohjaeläin- ja pohjanlaadun näytteenotto ja videoinnit voidaan tehdä eri vuosina. Talvisäilytyksen osalta näytteitä otetaan yhdeltä vedenlaadun seurantapisteeltä ja yhdeltä pohjanäytteenottopisteeltä, jotka sijoittuvat suunnitellulle talvisäilytysalueelle.

Tarkkailun toteutus, laajuus ja käytettävät menetelmät kuvataan selvitystyypeittäin tarkemmin alla.



Kuva 2. Kasvatuslaitoksen vaikutuksia vedenlaatuun ja vesieliöstöön tarkkaillaan laitoksen lähialueella, talvisäilytysalueella sekä läheisillä N2000-alueilla. Vedenlaatua tarkkaillaan 12 näytteenottoasemalla, jotka sijaitsevat 0–3,1 km etäisyydellä kasvatusalueista. Lisäksi otetaan pohjaeläin- ja pohjanlaatu-näytteitä viideltä paikalta 0–1,9 km etäisyydellä laitoksesta. Kertaluonteinen sedimentaatiotarkkailu toteutetaan kahdesta pisteestä laitosalueella (0–25 m) sekä

referenssipisteestä, joka sijaitsee 1,9 km itään laitosalueesta. Vaikutustarkkailua Natura 2000 -alueiden luontotyyppeihin toteutetaan neljällä linjalla sekä vesi- että rantaluontotyypeillä.

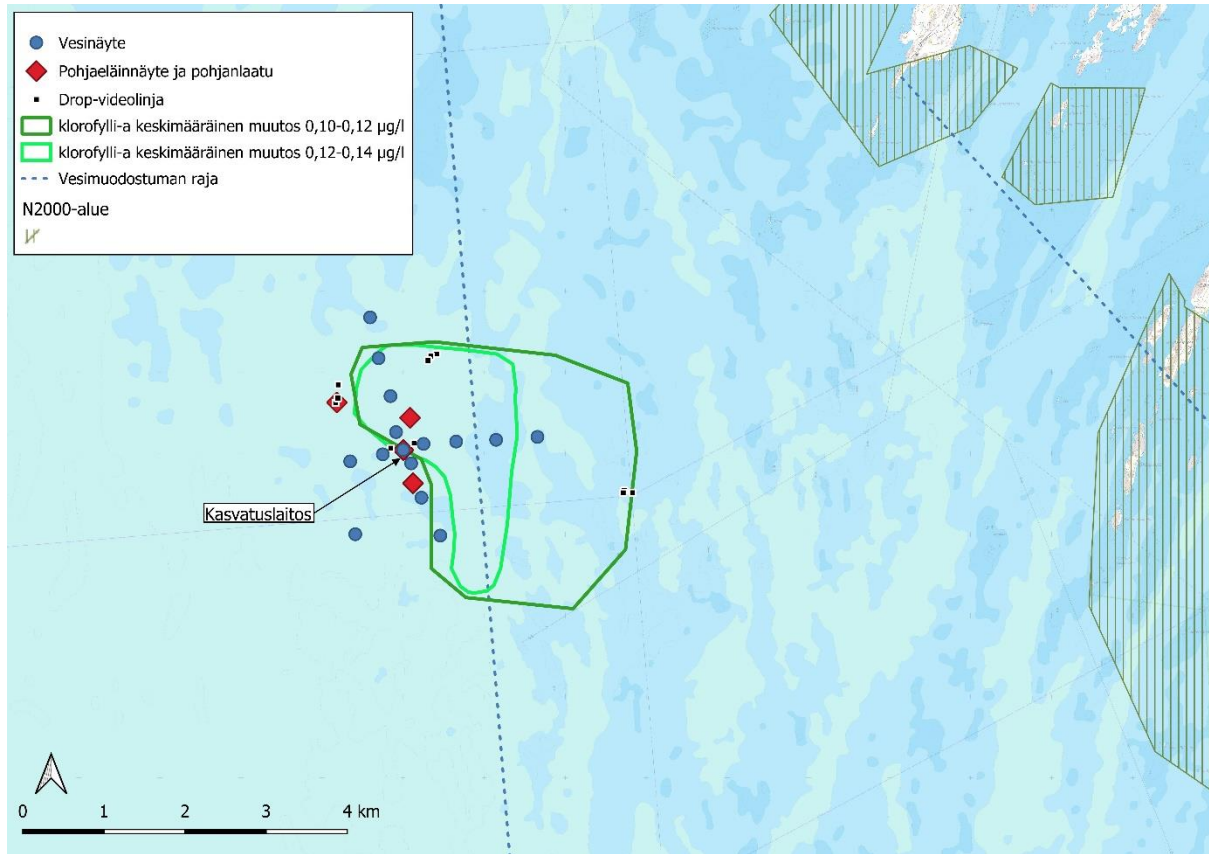
Alueen lähtötilanne ja tehdyt nollatilanteen tutkimukset

Toiminnan vaikutusten arvioimiseksi ja alueen lähtötilanteen selvittämiseksi vedenlaatua, pohjaeläimistön ja pohjan tilaa selvitettiin vuosina 2022-2023. Selvitysten tarkoituksena oli kartoittaa alueen lähtötilanne tarkkailuohjelmassa seurattujen ja vesien ekologisen tilan luokittelussa käytettyjen ympäristömuuttujien osalta. Vuonna 2022 kasvatusalueella otettiin vesinäytteitä yhteensä 15 näytepisteeltä, jotka sijaitsivat kasvatusalueen lisäksi siitä katsoen eri ilmansuuntiin noin 150–1500 metrin etäisyydellä (Kuva 2). Näytteistä analysoitiin yleisimmät vedenlaadun seurannoissa seurattuja ja lisäksi pintavedestä otetuista kokoomanäytteistä (0 – 2 × näkösyvyys) määritettiin kasviplanktonlajisto, lajien tiheydet ja biomassat. Vesinäytteet otettiin 1.9.2022. Vedenlaadun tarkkailua jatkettiin vuonna 2023, jolloin näytteitä otettiin 7 näyteasemalta jatkokasvatusalueelta ja yhdeltä näyteasemalta talvisäilytyspaikalta. Myös vuoden 2023 vedenlaadun näytteistä analysoitiin kasviplanktonlajisto, tiheydet ja biomassa. Hankkeen mahdollista vaikutusta pintaveden a-klorofyllipitoisuuteen mallinnettiin rannikon kokonaiskuormitusmallin (FICOS) avulla (Kuva 2). FICOS-malli huomioi eri lähteistä peräisin olevan kuormituksen ja yhdistää eri kulkeutumis- ja kuormitusmalleja. Mallin avulla voidaan tarkastella toiminnan aiheuttaman kuormitusmuutoksien vaikutuksia rannikkovesissä, jota voidaan hyödyntää tukena kuormituksen vaikutuksia arvioitaessa ja tarkkailujen kohdentamista suunniteltaessa.

Lähtötilanteen selvityksien yhteydessä otettiin vedenlaadunäytteiden lisäksi pohjaeläinnäytteet neljältä kasvatusalueelle tai sen läheisyyteen sijoittuvalta näyteasemalta (Kuva 2). Näytteistä selvitettiin sedimentin laatua ja tilaa sekä määritettiin pohjaeläinlajisto, taksoniluku ja yksilötiheydet. Tuloksista laskettiin myös rannikkovesien ekologisessa luokittelussa käytetty BBI-indeksi. Pohjaeläinnäytteet otettiin 21.10.2022.

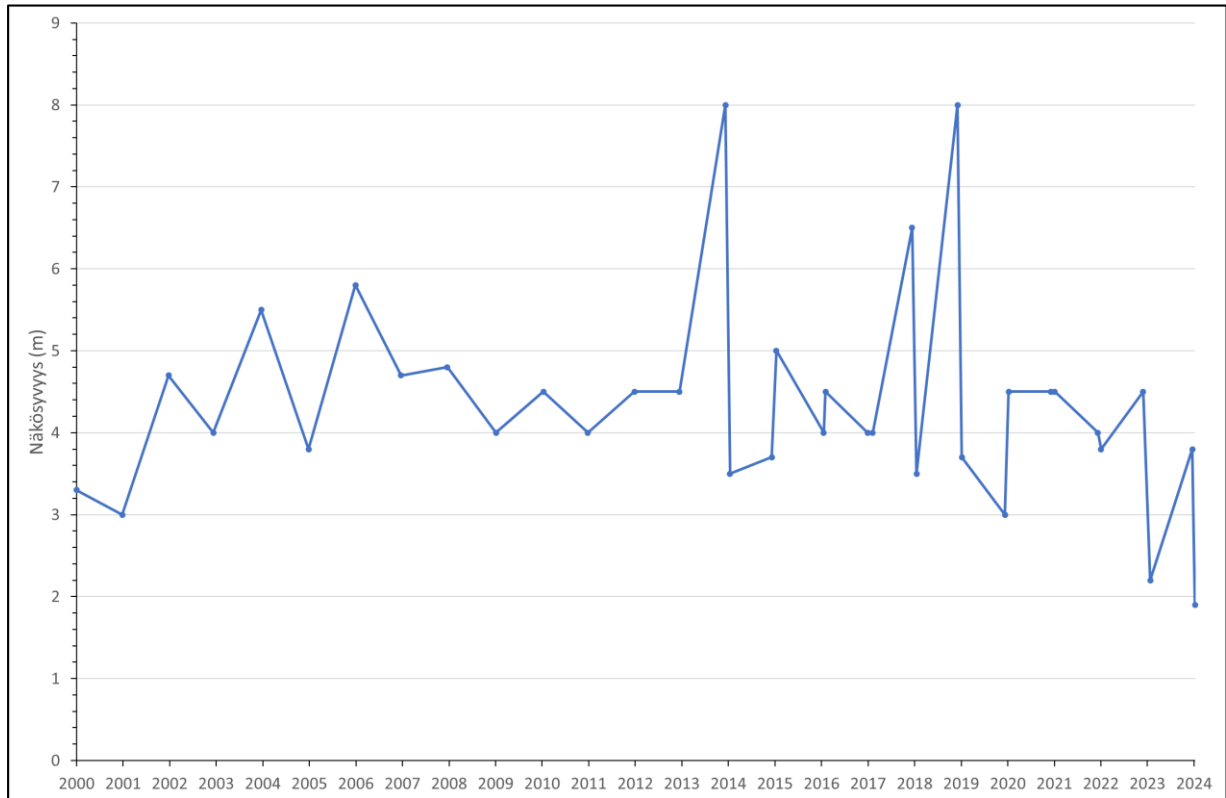
Pohjien tilaa ja lajistoa selvitettiin vuonna 2023 myös drop-videokuvauksien avulla. Videointeja tehtiin neljällä alueella, jotka sijoittuivat 0–2,9 kilometrin etäisyydelle laitosalueesta 16,3–33 metrin syvyisille alueille. Videoista havainnoitiin ja kirjattiin ylös pohjanlaatu sekä videomateriaalista tunnistettavista olevat eliölajit, kuten suuremmat pohjaeläimet, pohjaan kiinnittyneet levät ja kalalajit. Lisäksi kiinnitettiin huomiota arvokkaiden luontotyyppien, kuten valkokatka- ja sinisimpukkapohjien esiintymiseen. Edellä mainittuja luontotyyppjeä ei esiintynyt videolinjojen kattamalla alueella.

Lähtötilanneselvityksen yhteydessä tehtyjen pohjanlaatu ja drop-videoselvitysten perusteella hankealueella ja sen läheisyydessä merenpohja on kovaa eroosiopohjaa, joka koostuu erikokoisista kivistä, sorasta ja hiekasta. Pohjanlaadun vuoksi edustavien pohjaeläinnäytteiden saaminen osoittautui hankalaksi.

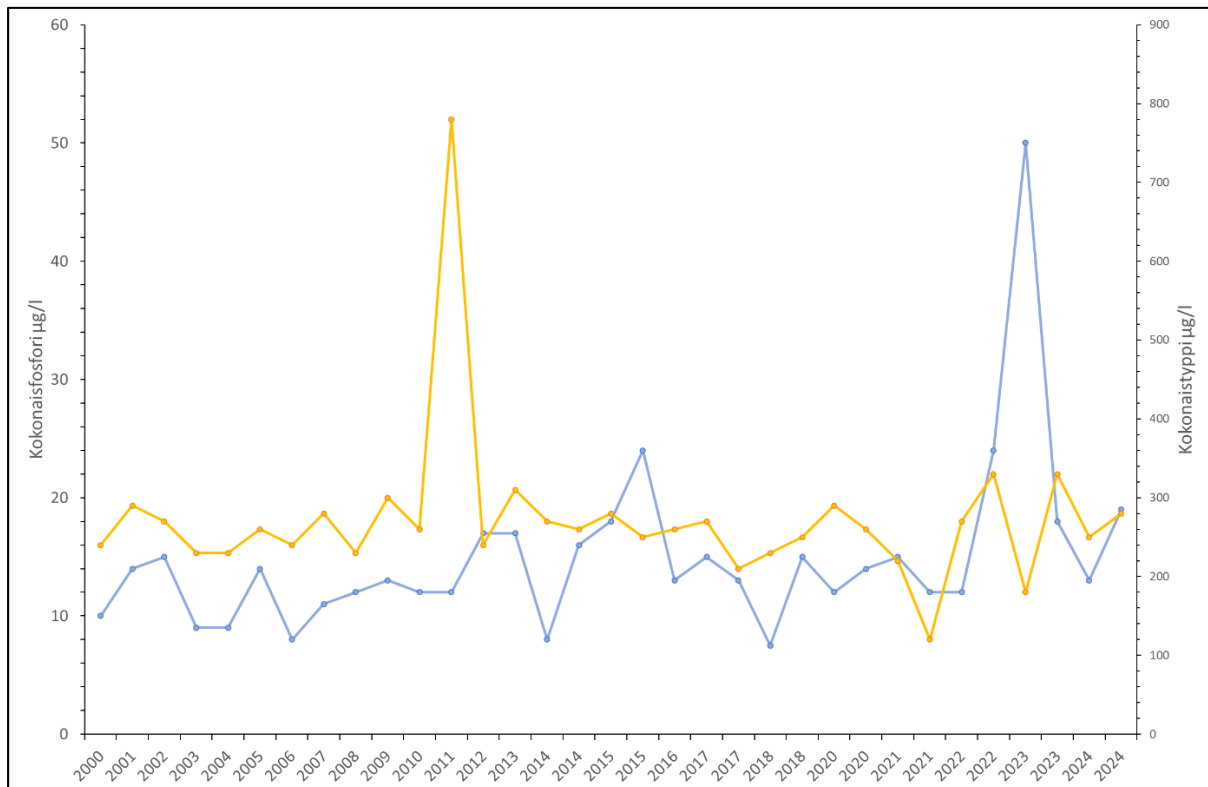


Kuva 3. Kasvatusalueen vedenlaadun, pohjaeläimistön ja pohjen tilaa selvitettiin vuosina 2022-2023 alueen lähtötilanteen selvittämiseksi.

Kasvatuslaitoksen lähialueella Kaskinen-Siipy rannikkovesimuodostuman puolella sijaitsee kaksi ympäristöhallinnon pidempiaikaista vedenlaadun näytteenottoasemaa (ID 5347, 5348), joilta vedenlaadun näytteenottoa on toteutettu jo 1970-luvulta lähtien. Näistä lähempi näytteenottoasema Vav-17 VII-5 sijaitsee noin 3,2 km laitosalueesta itäluoteeseen, koordinaateissa 6921429 N 195863 E (ETRS-TM35FIN) (Kuva 6). Näytteenottoasemalta on viime vuosina toteutettu 2–3 näytteenottoa, joista kaksi tyypillisesti ajoittuu kesäkerrostuneisuuteen kesä-syyskuussa. Näyteaseman pitkäaikaiset vedenlaadun seurantatiedot kuvaavat hyvin alueen lähtötilannetta ja vedenlaadun pitkäaikaisempaa kehitystä. Näytteenottoasema Vav-17 VII-5 vedenlaatu-tietoja tullaan hyödyntämään yhtenä kasvatuslaitoksen tarkkailun referenssipisteenä vedenlaadun osalta. Vedenlaadun vaihtelua ja kehitystä näytteenottoasemalla 2000-luvulla on esitetty rannikkovesien ekologisen tilan luokittelussa käytettyjen vedenlaadun muuttujien osalta kuvissa 1 ja 2.



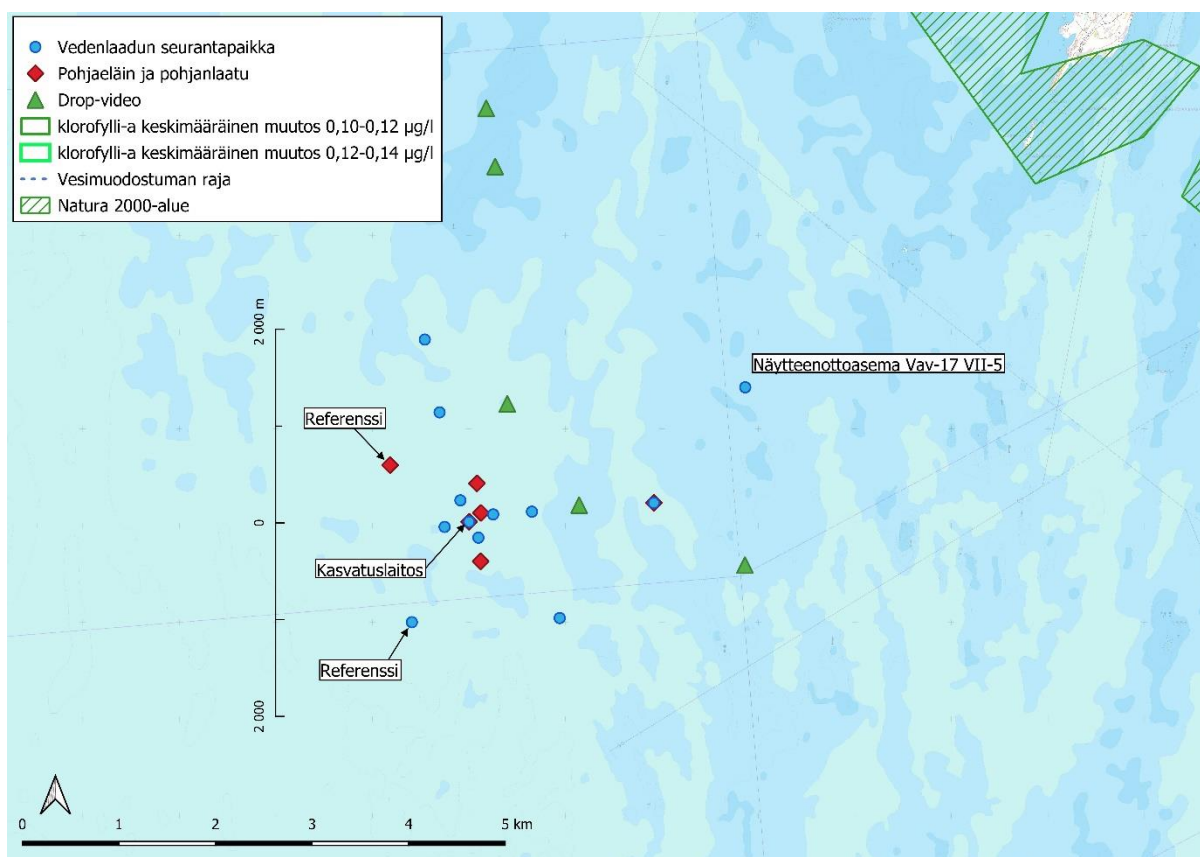
Kuva 4. Näkösyyvyys ympäristöhallinnon näytteenottoasemalla Vav-17 VII-5 kesäkaudella heinä-syyskuussa vuosina 2000-2024 (n=36, keskiarvo = 4,3 m). (Avoin tieto 2024)



Kuva 5. Kokonaisfosfori ja -tyypipitoisuudet näyteasemalta Vav-17 VII-5 metrin syvyydestä heinä-syyskuussa otetuissa vesinäytteissä vuosina 2000-2024 (n = 33). (Avoin tieto 2024)

Vedenlaadun tarkkailu ja kasviplanktonselvitykset

Kasvatustoiminnan vaikutusta vedenlaatuun tarkkaillaan vuosittain yhteensä 13 näytteenottoasemalta otettavin vesinäyttein (Kuva 2, Kuva 6). Yksi näyteasema sijoittuu kasvatusalueelle ja laitoksen lähialueelle sijoittuu näyteasemat noin 200–250 metrin etäisyydelle kaikkiin ilmansuuntiin. Tämän lisäksi laitoksesta pohjoiseen (etäisyys n. 1,1 km, 2 km) ja itään (n. 0,65 km, 2 km) sijoittuu kaksi näytepistettä. Tämän lisäksi yksi näyteasema on sijoitettu laitoksesta eteläkaakkoon (etäisyys n. 1,2 km). Näyteasemien sijoittelussa on pyritty huomioimaan mallinnettu vaikutusalue sekä paikkojen ominaispiirteet. Avomerren puolella, oletettuna referenssipisteenä, toimii noin 1,2 km etäisyydellä lounaassa sijaitseva näyteasema. Lisäksi tarkkailussa hyödynnetään ympäristöhallinnon näytteenottoaseman Vav-17 VII-5 saatavia vedenlaatutietoja, kuten edellä on kuvattu. Näyteasemat ovat pääosin samoja, joilta näytteenottoja on toteutettu alueella tehdyissä esiselvityksissä ympäristölupavaiheessa, mutta osaa pisteistä on siirretty tarkkailuohjelman laadinnan yhteydessä, jotta niiden tulokset olisivat paremmin hyödynnettävissä toiminnan vaikutusten arvioimiseksi. Näyteasemien tunnukset sekä koordinaatit on esitetty taulukossa 1.



Kuva 6. Tarkkailun sijoittuminen kasvatusalueen läheisyydessä. Vedenlaadun referenssipisteinä käytetään ympäristöhallinnon näytteenottoasemaa (Vav-17 VII-5) sekä laitoksesta 1,2 km lounaaseen sijoittuvaa näyteasemaa. Pohjan tilan ja pohjaeläimistön referenssipiste sijaitsee noin 1 km etäisyydellä laitoksesta luoteeseen, samalta paikalta on otettu näytteitä esiselvitysvaiheessa. Drop-videotutkimuksia tehdään viidellä paikalla, jotka sijoittuvat laitoksen pohjois- ja itäpuolen matalikoille ja riuttaympäristöihin.

Vesinäytteet otetaan kalankasvatuksen ympäristösuojeluohjeen (Ympäristöministeriö 2022) mukaisesti päällysvedestä 1 metrin syvyydeltä ja alusvedestä metri pohjan yläpuolelta. Happipitoisuus ja hapen kyllästysaste määritetään ainoastaan pohjanläheisistä vesinäytteistä. Näytteet otetaan kultakin näytteenottoasemalta kolme kertaa kasvukauden

aikana ajoittuen aikavälille 1.7.–7.9. Talvisäilytyspaikalta vesinäytteet otetaan kaksi kertaa vuodessa ajoittuen maaliskuuhun (talvikerrostuneisuus) ja aikaväliin 1.7.–7.9. Näytteenottojen yhteydessä kirjataan veden lämpötila, näkösyvyys, vallitsevat sääolosuhteet, näytteenottoaikan kokonaissyvyys sekä mahdolliset muut näytteenottoon liittyvät huomiot.

Vesinäytteistä määritetään:

- sähkönjohtavuus (saliniteetti)
- sameus
- kiintoaine
- väri
- pH
- happi (mg/l + %)
- kokonaisfosfori ja -typpi
- epäorgaaniset ravinteet (fosfaattifosfori, nitraatti- ja nitriittityppi, ammoniumtyppi)

Lisäksi kultakin näyteasemalta otetaan kokoomanäyte, jonka kokonaissyvyys ja osasyvyydet määräytyvät näkösyvyyden mukaan. Kokoomanäytteen maksimisyvyys on kaksi kertaa näkösyvyys siten, että näytteenoton alaraja on kuitenkin maksimissaan 10 metriä. Kokoomanäyte koostuu vähintään 4–5 osanäytteestä. Näkösyvyyden ollessa esimerkiksi 2,1–3 metriä, kokoomanäyte muodostuu näytteet 0, 2, 4 ja 6 metrin syvyydeltä otettavista osanäytteistä. Kokoomanäytteistä määritetään a-klorofyllipitoisuus sekä kasviplanktonin biomassa. Kasviplankton näytteet säilötään happamalla Lugolin-liuoksella ja säilytetään jääkaappilämpötilassa ennen määrittystä. Näytteistä määritetään a-klorofyllipitoisuuden lisäksi kasviplanktonilajisto, lajien tiheydet sekä biomassa. Tiedot tallennetaan ympäristöhallinnon ylläpitämään kasviplanktonrekisteriin näytekohtaisesti.

Näytteenoton suorittavat sertifioidut näytteenottajat ja näytteenotossa sekä näytteiden esikäsittelyssä noudatetaan vesistöveden näytteenoton standardeja (FS-ISO 56674:2019 ja esikäsittely SFSEN ISO 5667-3:2018). Näytteiden analysoinnista vastaa FINAS-akkreditoitu laboratorio. Mahdollisuuksien mukaan näytteenoton yhteydessä otetaan CTD-sondin avulla vedenlaatuprofiili yhdeltä näyteasemalta. CTD-sondi mittaa veden sähköjohtavuutta (saliniteetti), lämpötilaa ja syvyyttä, jonka avulla voidaan määrittää mahdollisen harppauskerroksen syvyys, joka helpottaa tulosten tarkastelua ja analysointia.

Vedenlaadun tarkkailun tulosten tarkastelussa kiinnitetään huomiota kalankasvatustoiminnan vaikutuksiin läheisen merialueen vedenlaatuun sekä tutkimusvuoden aikana että pitkäaikaisempien kehityssuuntien osalta. Tuloksien tarkastelussa kiinnitetään erityistä huomiota rannikkovesien ekologisen tilan luokittelussa käytettäviin fysikaalis-kemiallisiin muuttujiin (kokonaisfosfori ja -typpi, näkösyvyys) sekä biologisiin (a-klorofylli) vedenlaadun laatutekijöihin. Saatuja tuloksia verrataan ekologisen tilaluokittelussa käytettyihin luokkarajoihin kyseisten muuttujien osalta (Aroviita ym. 2019).

Taulukko 1. Vedenlaadun seurannassa käytetyt näyteasemat. Osalta näyteasemista on otettu vesinäytteitä jo ympäristölupavaiheessa tehtyjen selvityksien yhteydessä.

Paikka	Koordinaatit
NT 7 Avomeri *	6920260 N 192913 E
NT 1 Avomeri *	6920115 N 193263 E
NT 8 Avomeri *	6919986 N 192750 E
NT 9 Avomeri *	6919875 N 193099 E
NT 2 Avomeri *	6920141 N 193654 E
NT 15 Avomeri	6919044 N 193942 E
NT 6 Avomeri *	6919004 N 192413 E
NT 13 Avomeri *	6921170 N 192697 E
NT 16 Avomeri	6921923 N 192544 E
Kaskisten Avomeri *	6920038 N 192997 E
Vav-17 VII-5 *	6921429 N 195863 E
NT 17 Avomeri	6920234 N 194917 E
NT Talvisäilytys *	6928518 N 200997 E

(* paikka perustettu Hertta-tietojärjestelmään)

Pohjaeläimistö ja pohjan tila

Pohjanlaatu- ja pohjaeläinnäytteet otetaan jatkokasvatuspaikalla kuudelta ja talvisäilytyspaikalta yhdeltä näyteasemalta. Näyteasemat sijoittuvat laitosalueen lisäksi noin 450 metriä kasvatusalueen pohjois- ja eteläpuolelle sekä lisäksi 160 metriä koilliseen laitoksesta (näyteasema NT P2). Pohjantilan ja pohjaeläimistön referenssipiste (NT P5) sijaitsee noin 1,1 km etäisyydellä luoteessa avomerien puolella. Nollatilannetarkkailun yhteydessä havaittiin laitosalueen läheisyydessä yhdellä videolinjalla pehmeämpiä pohjia, jonka vuoksi näyteasema haluttiin sijoittaa tälle paikalle. Näytteet otetaan tarkkailun alkuvaiheessa 2 vuoden välein alueen lähtötilanteen ja vaikutusten selvittämiseksi. Pohjaeläinnäytteenotto ja näytteiden käsittely toteutetaan ympäristöhallinnon ohjeistusten (Nygård 2018; Järvinen ym. 2022) ja näytteenottostandardien SFS 5076 (1989) ja SFS-EN 16665 (2005) mukaisesti. Pohjaeläin- ja pohjanlaatu-näytteet valokuvataan näytteenoton yhteydessä.

Taulukko 2. Pohjan tilaa ja pohjaeläimistöä tarkkaillaan yhteensä 7 näyteasemalla jatkokasvatus- ja talvisäilytysalueella.

Paikka	Koordinaatit	Huomio
NT P1	193003 N 6920039 E	kasvatusalue
NT P2	193126 N 6920131 E	160 m NE
NT P3	193123 N 6919630 E	
NT P4	193085 N 6920436 E	
NT P5	192184 N 6920625	referenssi NW
NT P6	194917 N 6920234 E	vesinäyte ja sedimentaatiotarkkailu
NT P7	6928518 N 200997 E	talvisäilytyspaikka

Näytteenotto toteutetaan käyttäen van Veen-noudinta (näytteenottopinta-ala n. 0,1 m²) siten, että kultakin näyteasemalta otetaan kaksi nostoa. Näytteenoton yhteydessä kirjataan

näytteenottoapaikan sijainti, syvyys, sedimentin laatu sekä muut näytteenottoon liittyvät huomiot. Näytteet seulotaan joko välittömästi näytteenoton jälkeen aluksella tai viimeistään 6 tunnin sisällä näytteenotosta. Seulonta toteutetaan 1 mm ja 0,5 mm seuloja hyödyntäen. Seulotut näytteet säilötään etanoliin tiiviisiin purkkeihin, joihin merkitään näytteen tiedot. Näytteet määritetään laboratoriossa ja tulokset viedään ympäristöhallinnon ylläpitämään POHJE-rekisteriin. Pohjaeläimet määritetään muutamia lajiryhmiä (Oligochaeta, Chironomidae) lukuun ottamatta lajitasolle ja näytteistä määritetään yksilöitiheys, biomassa ja taksoniluku. Tuloksista lasketaan rannikkovesien ekologisen tilan luokittelussa käytettävä pohjaeläimistön tilaa kuvaava BBI-indeksi (Perus ym. 2007; Perus & Österberg 2012). BBI-indeksin tuloksia verrataan rannikkovesien ekologisen tilan luokittelussa käytettyihin luokkarajoihin (Aroviita ym. 2019) ja paikoilta aikaisemmin otettujen näytteiden sekä lähialueelta saatavissa olevien pohjaeläin- ja pohjanlaadun tutkimusten tuloksiin.

Pohjaeläintarkkailun yhteydessä seurataan myös pohjan tilaa. Näytteenottojen yhteydessä tarkastellaan sedimentin koostumusta ja laatua aistinvaraisesti ja kirjataan tähän liittyvät huomiot. Pohjaeläinnäytteenoton yhteydessä otetaan sedimentin pintakerroksesta näyte, josta määritetään orgaanisen aineksen määrä sekä kokonaisfosforipitoisuus. Näytteenoton edellytyksenä on, että näytteeksi saata pohja-aines osittain tai kokonaan pehmeää ainesta, kuten savea, silttiä tai mutaa. Pohjan laadusta tehdään asiantuntija-arvio ja tulokset esitetään erikseen vaikutustarkkailuraportissa.

Kahden vuoden näytteenottovälillä saadaan näkyviin toiminnan mahdollisesti aiheuttamat vaikutukset pohjaeläimistössä ja pohjan tilassa. Tarkkailuohjelman päivityksen ja/tai raportoinnin yhteydessä tullaan arvioimaan toiminnan vaikutuksia ja pohjatarkkailuja vähennetään, jos selkeitä vaikutuksia ei ole havaittavissa. Vaihtoehtoisesti selvitetään mahdollisuuksia toteuttaa seuranta osana alueelle sijoittuvia yhteistarkkailuja. Alueella ympäristölupavaiheessa tehtyjen esiselvitysten perusteella alueella esiintyy lähinnä kovia eroosiopohjia, jonka vuoksi pohjaeläinlajiston on niukkaa ja edustavien näytteiden saaminen haastavaa tai mahdotonta, joka tulee huomioida tulosten tarkastelussa ja tulkinnessa. Esimerkiksi BBI-indeksin tuloksia voidaan pitää ainoastaan suuntaa antavina, sillä indeksi on kehitetty rannikkoalueen pehmeille pohjille ja jatkokasvatusalue sijoittuu pintavesityyppiin, jolle ei ole määritetty ekologisen tilan luokittelussa käytettyjä luokkarajoja. Indeksien perusteella voidaan kuitenkin havaita näyteasemien pohjaeläimistössä mahdollisesti tapahtuvia muutoksia.

Pohjaeläinnäytteiden ja drop-videotutkimuksien avulla voidaan tarkkailla myös mahdollisia alueella esiintyviä arvokkaita luontotyyppisiä, kuten valkokatkapohjia, mikäli sellaisia alueella tarkkailun yhteydessä havaitaan.

Sedimentaatiotarkkailu

Edellä kuvatun pohjatarkkailujen lisäksi toteutetaan kertaluonteinen sedimentaatiotarkkailu, joka ajoittuu ajankohtaan, jolloin laitoksen tuotanto on kasvanut luvanmukaiseen maksimimääräänsä. Arviolta tämä tapahtuu kasvukaudella 2027. Sedimentaatiotutkimus tehdään kahtena ajanjaksona huhti-toukokuussa ja syys-lokakuussa. Seuranta sijoittuu ajankohtaan, jolloin käytettävä rehumäärä on suurimmillaan ja on kestoltaan 2 viikosta kuukauteen. Sedimenttikeräimien vienti ja haku tehdään muiden tarkkailuohjelman näytteenottojen yhteydessä.

Sedimentaatiotarkkailu valitun verkkokassin välittömässä läheisyydessä (0 m), 25 metrin etäisyydellä verkkokasseista sekä yli 500 metrin etäisyydellä sijaitsevassa

referenssipisteessä. Esitettyä 25 metrin etäisyyttä verkkokasseista on käytetty etäisyytenä aiemmissa kalankasvatustilaston sedimentaatiotutkimuksissa (mm. Kalantzi ym. 2021; ASC 2021) ja lisäksi ja se on ASC:n (Aquaculture Stewardship Council) standardeissa määrittelemä etäisyys, jolla verkkokassikasvatustilaston sedimentaatiovaikutukset saavat näkyä. Seurannan referenssipisteenä toimii kasvatustilasta itään sijaitseva vesi- ja pohjaeläinnäytteenoton havaintopaikka (Kuva 6), jolla syvyytensä ja sijaintinsa vuoksi voidaan olettaa tapahtuvan sedimentaatiota.

Sedimentaatiotutkimuksessa hyödynnetään pohjan läheisyyteen ankkuroitavia putkimaisia sedimenttikeräimiä, jotka keräävät pohjalle laskeutuvaa kiintoainesta. Keräinputken päähän asennettava suppilo ja verkko estävät näytteiden huuhtoutumisen ja keräimien tukkeutumisen. Keräimien yläpuolelle köyteen kiinnitetään väliveteen troomipallo sekä pintapöijä, joiden avulla keräin pysyy pystyasennossa vesipatsaassa (esim. Corner ym. 2006; Jusup ym. 2009). Sedimenttikeräimiin kertyneestä kiintoaineksesta tehdään aistinvaraisia havaintoja noston yhteydessä ja mahdollisuuksien mukaan kertynyt näyte kuvataan kentällä. Näytteenottimen sen mahdollistaessa kirjataan ylös kertyneen sedimentin tilavuus (ml). Näytteestä määritetään laboratoriossa kertyneen sedimentin määrä ja hehkusjäännös. Tuloksista lasketaan kullekin tutkimuspisteellä päiväkohtainen sedimentin kertymä neliometriä kohden.

Sedimentaatiotutkimuksessa käytettävä menetelmä tarkentuu palveluntarjoajan käytävissä olevan kaluston mukaan. Tarkkailuun soveltuva välineistö rakennetaan tarvittaessa tutkimusta varten perustuen olemassa olevaan tutkimustietoon. Sedimenttikeräimien käytön kannalta saattaa muodostua haasteeksi paikan sijainti avomerellä (virtaukset) sekä vesisyvyys, joka tuo haasteita keräimien toimintaan ja asennukseen. Mikäli suunniteltu menetelmä osoittautuu mahdottomaksi toteuttaa tai sillä ei luotettavasti pystytä selvittämään alueella tapahtuvaa sedimentaatiota keskustellaan valvovan viranomaisen kanssa vaihtoehtoisesta, esimerkiksi ROV tapahtuvasta valokuvaukseen perustuvasta tarkkailusta.

Drop-videotutkimukset

Makrofyyttien ja mahdollisten muiden sessiilien lajien tutkimiseksi toteutetaan drop-videolinjat kolmen vuoden välein viideltä havaintopisteeltä, jotka on sijoitettu jatkokasvatustilaston läheisille matalikko- ja riutta-alueille. Kahdella näistä linjoista tehtiin videolinjat jo esiselvitysvaiheessa. Kaksi linjoista toteutetaan noin 3,6 kilometrin etäisyydellä tilaston pohjoispuolella sijaitsevalla laajalla riutta-alueella (Kuva 2, Kuva 6). Laitosta lähinnä (1,1 km itään) sijaitsevaa tarkkailupaikkaan lukuun ottamatta on samoilta paikoilta toteutettu drop-video- tai sukellustutkimuksia osana VELMU-inventointiohjelmaa. Tämä mahdollistaa kalankasvatustoiminnan mahdollisten vaikutusten seuraamisen tulosten vertailun avulla.

Taulukko 3. Drop-videotutkimusten havaintopaikat. Havaintopaikat K4 ja K6 sijoittuvat tilaston pohjoispuoliselle riutta-alueella.

Havaintopaikka	Koordinaatit (ETRS-TM35FIN)	Huomio
K2	6921259 N 193399 E	Mukana 0-tilanteen selvityksissä
K3	6919591 N 195861 E	Mukana 0-tilanteen selvityksissä
K4	6923712 N 193273 E	Paikalta VELMU sukelluslinja
K5	6920212 N 194143 E	Laitoksen lähin havaintopaikka.
K6	6924314 N 193180 E	Paikalta VELMU sukelluslinja

Drop-videomenetelmässä videokamera lasketaan kaapelin varassa lähelle merenpohjaa noin minuutin ajaksi. Pohjan laatu ja isommat lajit tunnistetaan myöhemmin videomateriaalista. Tarkkailuohjelmassa esitettyjen havaintopisteiden alueella tehdään viisi drop-videointia kummallakin. Videoinnit suoritetaan VELMU-menetelmäohjeistuksien (SYKE 2024) mukaisesti. Videoilla pystytään havainnoimaan elinympäristöjä muodostavien lajien läsnäoloa ja lajiston tilaa alueella.

Vaikutustarkkailu läheisillä Natura-alueilla

Hankkeen itä- ja koillispuoliselle rannikkoalueelle sijoittuu kaksi Natura 2000 -suojelualuetta, Kristiinankaupungin saaristo (FI0800134) ja Närpiön saaristo (FI0800135).

Kristiinankaupungin saaristo Natura-alue sijoittuu Kaskisten ja Merikarvian väliselle saaristoalueelle ja on pinta-alaltaan 8059 hehtaaria. Alue koostuu enimmäkseen pienistä puuttomista luodoista ja saarista sekä suuremmista mäntyvaltaista metsää kasvavista saarista. Monella saarella on lisäksi edustavia rantaniittyjä ja arvokasta pesimälinnustoa. Natura-alueen suojeluperusteena on yhteensä 16 luontodirektiivin luontotyyppiä, joista vedenalaisia luontotyypejä edustavat vedenalaiset hiekkasärkät (koodi: 1110, pinta-ala 0,1 ha), riutat (1170, 215 ha) ja rannikon laguunit (1150, 17 ha). Alueella esiintyvistä rantaluontotyypeistä yleisimpiä ovat atlantin ja Itämeren rannikoiden kasvipeitteiset rantakalliot (1230, 160 ha) ja itämeren boreaaliset luodot ja saaret (1620, 320 ha) ja Itämeren boreaaliset rantaniityt (1630, 6 ha). Lisäksi Natura-alueen suojeluperusteena on 68 lajia, joista 66 on alueella pesiviä tai levähtäviä lintudirektiivin I liitteen lajeja. Lisäksi alueella esiintyvät luontodirektiivin II liitteen lajeista halli ja itämerennorppa.

Närpiön saaristo Natura-alue sijoittuu hankealueesta koilliseen ja itään Selkämeren pohjoisosan saariston uloimmalle vyöhykkeelle. Alue on merkittävä linnuston pesimä-, muutto- ja levähdysalue, jolla koostuu pienemmistä puuttomista luodoista ja saaristo, metsäisemmistä suuremmista saarista sekä kivikko-, liete- ja niityrannoista. Alueella esiintyy 19 luontodirektiivin luontotyyppiä ja 50 lintudirektiivin liitteen I lajia. Itämeren ja rannikon luontotyypejä alueella esiintyy 10, joista pinta-alaltaan merkittävimpiä ovat riutat (1170, 340 ha), itämeren boreaaliset luodot ja saaret (1620, 500 ha), itämeren boreaaliset rantaniityt (1630, 48,9 ha) ja atlantin ja Itämeren rannikoiden kasvipeitteiset rantakalliot (1230, 8,48 ha). Vedenalaisista luontotyypeistä alueella esiintyy lisäksi rannikon laguunit (1150, 38 ha) ja jokisuistot (1130, 100 ha) luontotyypejä.

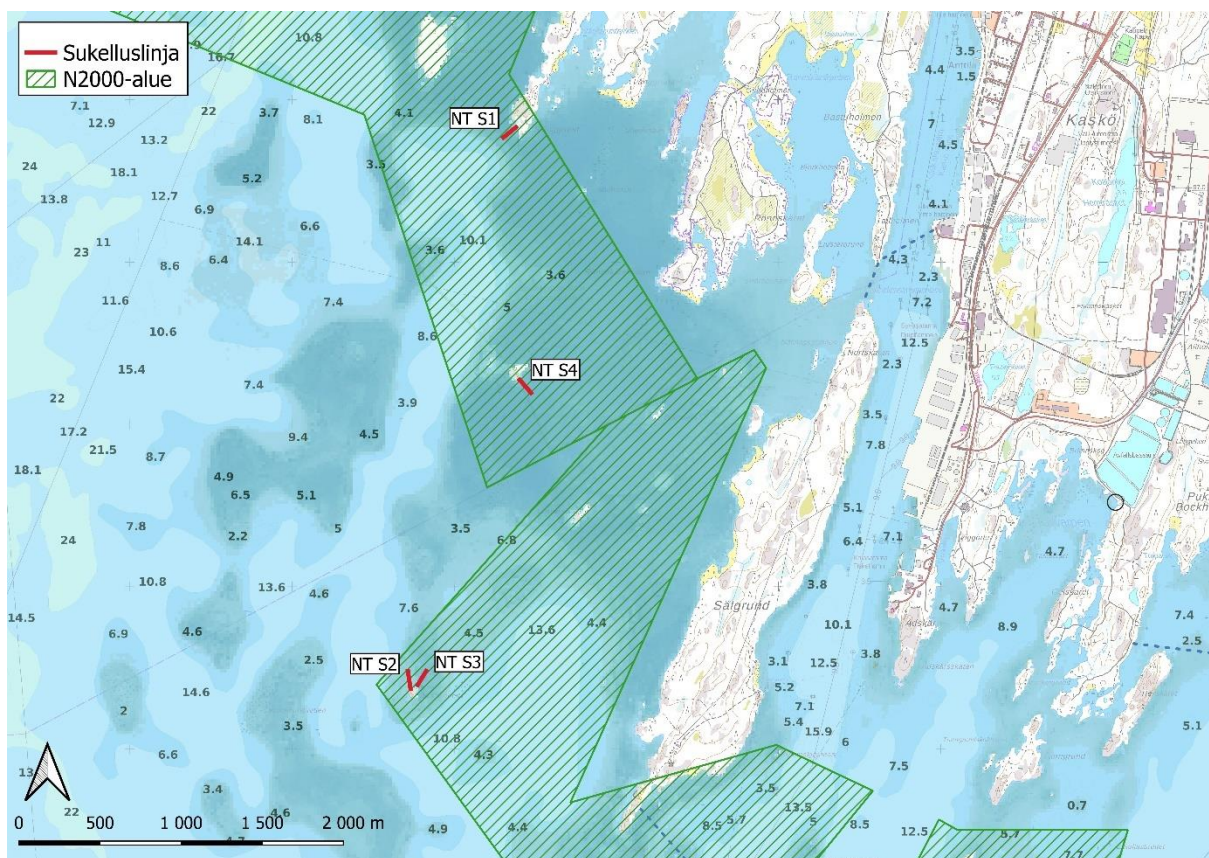
Luontotyyppien seurannassa tehdään yhteistyötä ko. luontotyyppien seurannasta vastaavien viranomaisten kanssa ja niiden toteutus suunnitellaan tarkemmin ennen tarkkailujen aloittamista. Seurantasuunnitelman hyväksytetään vastaavalla viranomaisella. Tarkkailuohjelmassa esitetään luontotyyppiseurantojen toteutusperiaatteet ja sijainnit vesiluontotyyppien osalta.

Luontodirektiivin vedenalaisten luontotyyppien seuranta

Hankkeen vaikutuksia läheisillä Natura-alueilla esiintyviin vedenalaisiin luontotyypeihin tarkkaillaan sukelluslinjojen avulla, jotka sijoitetaan hankealueen pohjoispuolelle sijoittuville Natura-alueiden osille. Tälle alueelle sijoittuu VELMU-inventointiohjelman luontotyyppien esiintymistodennäköisyysmallin mukaan laajoja rakkohaurupohjia (Kuva 8). Alueella on

toteutettu aiemmin sukelluslinjoja ja drop-videotutkimuksia osana VELMU-inventointiohjelmaa. Tarkkailuohjelmassa toteutettava sukellustarkkailu toteutetaan näillä samoilla paikoilla tulosten vertailun mahdollistamiseksi. Sukelluslinjoilla saatavat havainnot kuvaavat pitkän aikavälin muutosta vedenlaadussa ja ilmentävät elinympäristön tilaa sekä siinä tapahtuvia muutoksia. Sukellustarkkailu toteutetaan yhteensä neljällä sukelluslinjalla siten, että molemmille Natura-alueille sijoittuu kaksi linjaa (Kuva 2, Kuva 8, Taulukko 4).

Sukellustarkkailu esitetään toteutettavaksi kaksi kertaa tarkkailuohjelmakauden aikana siten, että ensimmäinen tarkkailu toteutetaan ennen kuin tuotantomäärä on kasvanut suunniteltuun maksimilaajuuteen ja toinen kerta tarkkailuohjelmakauden lopulla. Seurannan tuloksien perusteella sukellustutkimuksien tarvetta tarkastellaan tarkkailuohjelman päivityksen yhteydessä.



Kuva 7. Hankkeen vaikutusta läheisten N2000-alueiden vedenalaisiin luontotyypeihin tarkkaillaan sukelluslinjojen avulla. Linjat sijoittuvat hankealueen pohjois-koillispuolelle. Havaintopaikoilla on tehty aiempia selvityksiä osana VELMU-inventointiohjelmaa. Kartassa on vihreällä värillä esitetty VELMU-inventointeihin perustuva mallinnus rakko- ja itämerenhauruvaltaisten pohjien esiintymistodennäköisyydestä. Rantaluontotyyppien tarkkailupaikat sijoittuvat sukelluslinjojen läheisille alueille.

Linjasukelluksessa edetään VELMU-menetelmän mukaisesti noin 100 metrin linja rannasta merelle ja tutkimussukeltaja tunnistaa ja kirjaa linjalla esiintyvät lajit. Tarvittaessa lajeista voidaan ottaa näytteitä myöhempää tunnistusta varten. Sukelluslinjoilla määritetään mm. rantavyöhykkeiden makrolevien lajisto, lajien runsaus ja niiden muodostamat vyöhykkeisyydet ja näiden kasvusyvyydet. Lisäksi tutkitaan sublitoraalin rihmalevälaajiston runsaudet eri syvyyksissä. Lisäksi selvityksissä tutkitaan viherahdinparran pituuskasvua.

Toiminnan aikaisen tarkkailun tuloksia verrataan toimintaa edeltäneisiin samoilla paikoilla tehtyihin VELMU-kartoituksiin, joiden tuloksia on alueelta kattavasti saatavilla. Tarvittaessa seurannan referenssitietona hyödynnetään myös ympäristöhallinnon makrofyyttiseurannan tuloksia, jota toteutetaan Kristiinankaupungin eteläpuolisella alueella ja Närpiön edustalla neljällä kohteella noin joka toinen vuosi.

Taulukko 4. Natura-alueilla toteutettavan sukellustarkkailun havaintopaikat (Kuva 8) sukelluslinjojen aloituspisteen koordinaatit sekä samalla paikalla toteutettujen VELMU-inventointien ajankohta. Havaintopaikalla NT S4 toteutettu drop-videotutkimus sijoittuu keskelle suunniteltua sukelluslinjaa.

Paikan tunnus	SYKE ID	Koordinaatit (ETRS-TM35FIN)	VELMU kartoitus tehty	N2000-alue
NT S1	526087.0	6928830 N 198381 E	2.8.2018	Närpiön saaristo
NT S2	667870.0	6925372 N 197730 E	2.7.2015	Kristiinankaupungin saaristo
NT S3	525901.0	6925394 N 197774 E	7.8.2018	Kristiinankaupungin saaristo
NT S4	436377.0	6927273 N 198404 E	29.6.2012 (drop-video)	Närpiön saaristo

Luontodirektiivin rantaluontotyyppien seuranta

Osana toiminnan vaikutustarkkailua toteutetaan alueiden suojeluperusteena olevien luontodirektiivin rantaluontotyyppien seurantaa läheisillä Natura-alueilla. Tarkkailu toteutetaan esitettyjen vedenalaisten seurantalinjojen läheisyyteen sijoittuvilla kohteilla (Kuva 8). Seuranta toteutetaan rehevöitymiselle herkillä merenrantaniityillä, hiekkarannoilla ja/tai dyyniluontotyypeillä, jotka sijoittuvat hankealueen oletetulle vaikutusalueelle sen itä-koillispuolelle. Seurantapaikkojen sijainti määritetään tarkemmin ennen tarkkailun aloittamista ja kohdentaminen tehdään perustuen alueiden Natura-tietolomakkeiden ja NATA-arviointien tietoihin. Seuranta toteutetaan neljällä kohteella kaksi kertaa tarkkailuohjelman aikana, sijoittuen samoihin vuosiin kuin sukellustutkimukset. Tarkkailuohjelman uusimisen yhteydessä arvioidaan uudelleen rantaluontotyyppien tarkkailun tarve yhteistyössä luontotyypeistä vastaavan viranomaisen kanssa.

Rantaniittymäisillä kohteilla tarkkailu tehdään linjamaisesti rannan eri vyöhykkeille (hydro-, geo- ja epilitoraali) sijoitettujen tutkimusruutujen avulla, joilta määritetään kasvilajisto, lajien ja karikkeen peittävyys sekä rihmalevän määrä. Hiekkaranta- ja dyyniluontotyyppien seurannassa tarkkaillaan rannoille kerääntyvän levän ja vesikasvillisuuden määrää rannansuuntaisten linjojen avulla. Hiekkarannoille perustetaan 30 metrin mittainen tutkimuslinja, jolta tutkitaan kerääntyvän levän ja vesikasvillisuuden määrän seitsemältä 1 m² ruudulta. Samaa menetelmää on käytetty Itämeren hiekkarantojen (luontotyyppi 1640) tarkkailuissa vuodesta 2020 lähtien sekä osana muiden kalankasvattamojen Natura-alueiden vaikutustarkkailuja (Jutila & Mykrä 2020).

Kalastukseen liittyvä tarkkailu

Kalankasvatuksen vaikutuksia alueen kalakantoihin ja kalastukseen arvioidaan Varsinais-Suomen ELY-keskuksen kalatalouspalvelut-yksikön ohjeistamalla tavalla laatimalla vesistövaikutusten tarkkailun pohjalta asiantuntija-arvio toiminnan kalataloudellisista vaikutuksista. Asiantuntija-arvion pohjalta harkitaan tarve mahdollisen erillisen kalataloustarkkailun aloittamiselle. Mikäli tällainen tarve ilmenisi, toiminnanharjoittaja sopii kalataloustarkkailun toteuttamistavasta Varsinais-Suomen ELY-keskuksen kanssa.

Tarkkailujen raportointi ja laadunvarmistus

Kalankasvatustoiminnan vaikutustarkkailun tulosten tarkastelussa ja raportoinnissa kiinnitetään erityistä huomiota toiminnan vaikutuksiin rannikkovesimuodostumien ekologisen tilan määrittelyssä käytettävien vedenlaadun fysikaalis-kemiallisten laatutekijöiden (kokonaisfosfori ja -typpi, näkösyvyys) sekä biologisten laatutekijöiden (pohjaeläimistö, a-klorofylli) osalta.

Tarkkailut suoritetaan viranomaisten hyväksymällä tavalla ja voimassa olevien ohjeistuksien ja standardien mukaisesti.

Vaikutustarkkailun tulokset raportoidaan mahdollisimman pian niiden valmistuttua Etelä-Pohjanmaan ja Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksille, ml. jälkimmäisen kalatalouspalvelut-yksikölle, sekä Kaskisten kaupungin, Kristiinankaupungin ja Närpiön kaupungin ympäristönsuojeluviranomaisille. Tarkkailutiedot annetaan vaadittaessa myös asianosaisille nähtäviksi.

Vaikutustarkkailun toteuttamisesta sovitaan siihen erikoistuneen tai erikoistuneiden palveluntarjoajien kanssa. Samalla sovitaan tulosten tallentamisesta ympäristöhallinnon tietojärjestelmiin. Työskentelyssä ja analysoinnissa käytetään akkreditoituja, standardisoituja ja/tai muutoin luotettaviksi osoitettuja menetelmiä, jotka ovat vertailukelpoisia suhteessa meren tilan arviointiin käytettäviin parametreihin ja niiden näytteenottoaikaan.

Lähteet

Aroviita, J., Mitikka, S. & Vienonen, S. 2019. Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 37/2019.

ASC 2022. Whitepaper on Standards for Aquaculture Impacts on Benthic Habitat, Biodiversity and Ecosystem Function. Aquaculture Stewardship Council (ASC) - Benthic Technical Working Group.

Corner, R. A., Brooker, A. J., Telfer, T. C. & Ross, L. G. 2006. A fully integrated GIS-based model of particulate waste distribution from marine fish-cage sites. *Aquaculture* 258 (2006) 299–311.

Jutila, H. & Mykrä, M. 2020. Esitys Ekofish Ab:n kalankasvatuslaitoksen vesistö-, luontotyyppi- ja kalataloustarkkailuohjelmaksi vuosille 2021–2027. Pohjanmaan vesi ja ympäristö ry:n julkaisuja 19. ISBN verkkojulkaisu: 978-952-7363-45-4.

Jusup, M., Klanjšček, J., Petricoli, D. & Legovic, T. 2009. Predicting aquaculture-derived benthic organic enrichment: Model validation. *Ecological Modeling*. 220(19):2407-2414. DOI:10.1016/j.ecolmodel.2009.06.033

Järvinen, M., Aroviita, J., Hellsten, S., Karjalainen, S. M., Kuoppala, M., Mykrä, H. & Mitikka, S. 2022. Jokien ja järvien biologinen seuranta – näytteenotosta tiedon tallentamiseen. Moniste, versio 18.5.2022.

Kalantzi, I., Rico, A., Mylona, K., Pergantis, S. A. & Tsapakis, M. 2021. Fish farming, metals and antibiotics in the eastern Mediterranean Sea: Is there a threat to sediment wildlife? *Science of The Total Environment*. Volume 764. 2021, 142843. ISSN 0048-9697. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142843>.

Nygård, H. 2018. Pohjaeläinnäytteenotto rannikkovesialueilla. Suomen ympäristökeskus. <https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/Menetelm%C3%A4ohje%20rannikkovesien%20pohjael%C3%A4inseuranta%20010420.pdf>

Perus, J., Bonsdorff, E., Bäck, S., Lax, H.-G., Villnäs, A. & Westberg, V. 2007. Zoobenthos as indicators of ecological status in coastal brackish waters: a comparative study from the Baltic Sea. *Ambio* 36: 250–256.

Perus, J. & Österberg, M. 2012. BBI-excel makron opas (v. lokakuu 2012). <http://www.ymparisto.fi/de-fault.asp?node=27526&lan=fi#a2>

SFS 1989. SFS 5076. Vesitutkimukset. Pohjaeläinnäytteenotto Ekman-noutimella pehmeiltä pohjilta. Suomen standardisoimisliitto.

SFS-EN 2005. SFS-EN 16665. Water quality — Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna. ISO, the International Organization for Standardization.

SYKE 2024. Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelma. Velmun menetelmäohjeistus. <https://www.ymparisto.fi/fi/luonto-vesistot-ja-meri/luonnon-monimuotoisuus/suojelu-ja-tutkimusohjelmat/velmu-ohjelma#biologiset-kartoitusmenetelmat>

Ympäristöministeriö 2020. Kalankasvatuksen ympäristönsuojeluohje. Ympäristöministeriön julkaisuja 2020:22. Helsinki 2020. ISBN PDF: 978-952-361-252-5