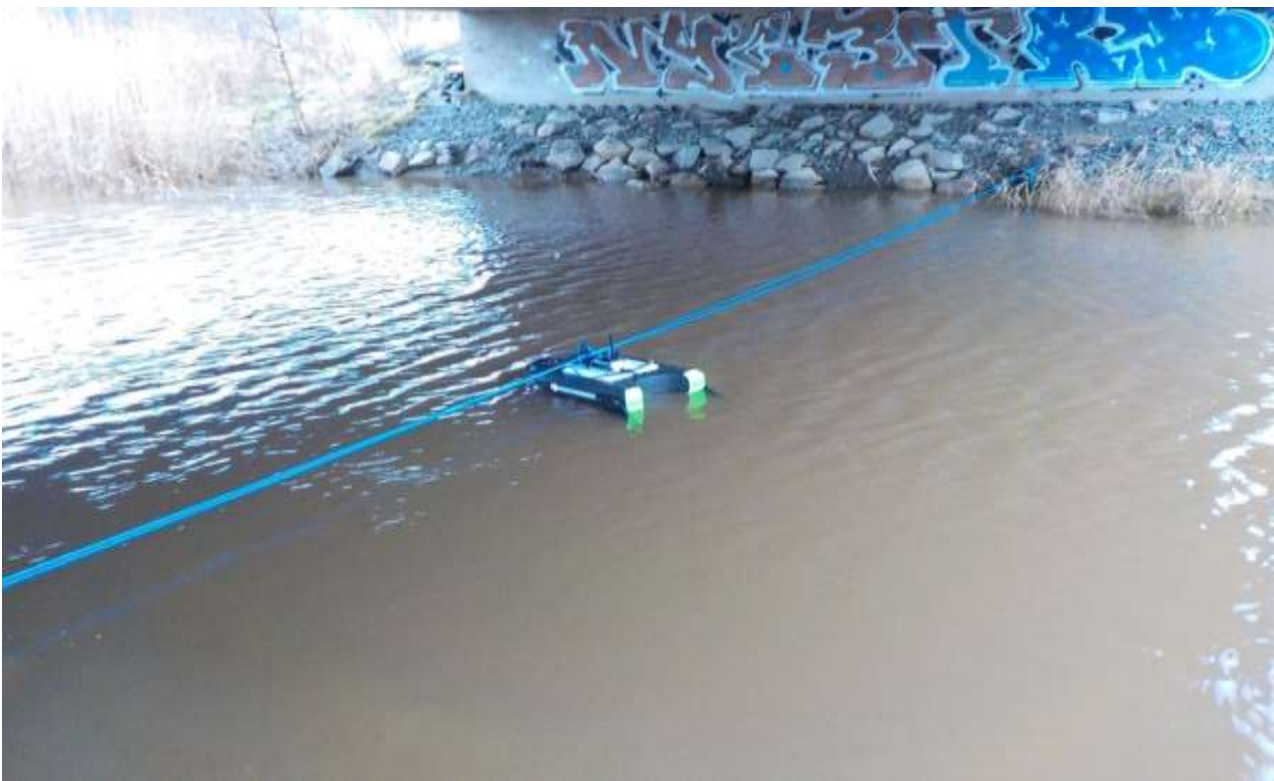


ASKAISTENLAHDEN TILA JA KUORMITUS

1991-2020

Pasi Salmi

Julkaisu 117



Virtaamamittausta Hirvijoella Turku-Kustavi maantiesillalla 1.12.2020 (kuva: Pasi Salmi).

ISBN 978-952-7223-08-6

SISÄLLYS

Saatesanat

1. Alueen yleiskuvaus

1.1. Sijainti ja rajaus

1.2. Erityisalueet

1.2.1. Natura 2000-alueet

1.2.2. Perinnemaisemakohteet

1.2.3. Uimarannat

2. Askaistenlahden tila

2.1. Pintavesien ekologinen luokitus ja vedenlaatu

2.1.1. Fosfori

2.1.2. Typpi

2.1.3. Happi

2.1.4. Näkösyvyys sekä sameus ja kiintoaine

2.1.5. Klorofylli-a, kasviplankton ja kasviplanktonin perustuotanto

2.1.6. Veden hygieeninen laatu

2.1.7. Vesien tila ja ekologinen luokittelu

2.2. Pohjaeläimet

2.2.1. Pohjasedimentin tila

2.2.2. Indikaattorilajit, yksilömäärä ja biomassat

2.2.3. Pohjaeläinlajisto

2.2.4. Pohjaeläinten tilan ekologinen luokittelu

2.3. Kalastus ja kalasto

2.3.1. Silakka

2.3.2. Muu kalasto

2.3.3. Kalojen haitta-ainepitoisuudet

2.4. Kasvillisuus

2.5. Linnusto

3. Kuormitus selvitys

3.1.1. Ulkoinen kuormitus

3.1.2. Askaistenlahteen laskevien joki- ja ojavesien laadun selvitys vuonna 2020

4. Toimenpiteet Askaistenlahden tilan parantamiseksi

5. Kirjallisuusluettelo

Saatesanat

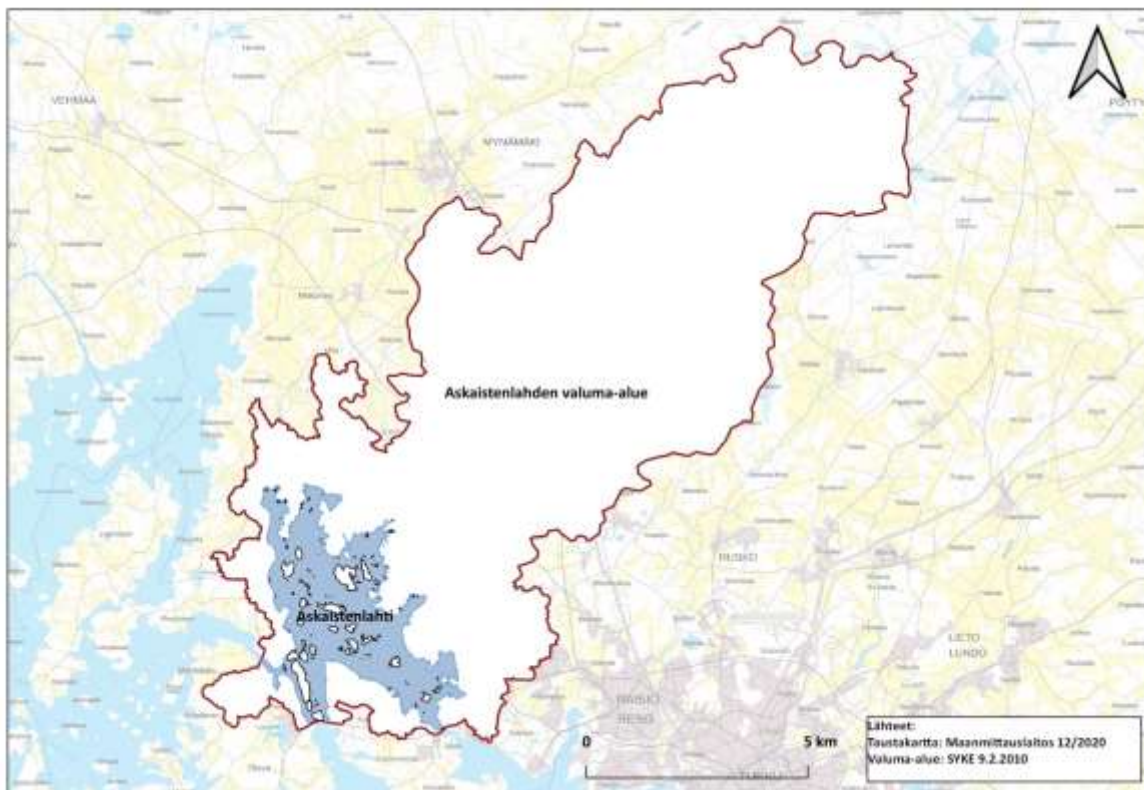
Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy laati vuonna 2003 Askaistenlahden tila ja kuormitus raportti pohjaksi Naantalın kaupungille Askaistenlahden tilan parantamiseksi. Vuonna 2020 Naantalın kaupungin ympäristöpäällikkö Saija Kajala otti yhteyttä Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistykseen raportin päivittämiseksi.

Raportin päivitystyön sovittiin sisältävän Askaistenlahden uusien tutkimustietojen (vedenlaatu, kasviplankton, pohjaeläimet, kasvillisuus, kalasto, linnusto ja kuormitusarvio) kokoamisen ja johtopäätökset tilan kehityksestä. Kuormitusosiossa päivitetään kuormitustiedot eri kuormituslähteiden osalta, ja kuormitusta ja virtavesien vedenlaatatietoja täydennetään Askaistenlahteen laskevista joista ja isommista ojista toimenpiteiden kohdentamiseksi.

1. Alueen yleiskuvaus

1.1. Sijainti ja rajaus

Askaistenlahti sijaitsee Turunmaan saariston pohjoisosassa Naantalın kaupungin ja Maskun kunnan alueilla. Etelässä sitä rajaa Luonnonmaan saari ja muualla mannerranta. Tarkastelualue on esitetty kartta 1. Askaistenlahden vesipinta-ala 36,7 km². Vesialue on rikkonainen, sillä saaria, niemiä ja karikoita on paljon. Edustettuina ovat kaikki saariston maatyypit paljaista kallioluodoista metsäisiin saariin. Sisälahdet, kuten Rukanaukko ja Halkkoaukko, ovat voimakkaasti ruovikoituneita.

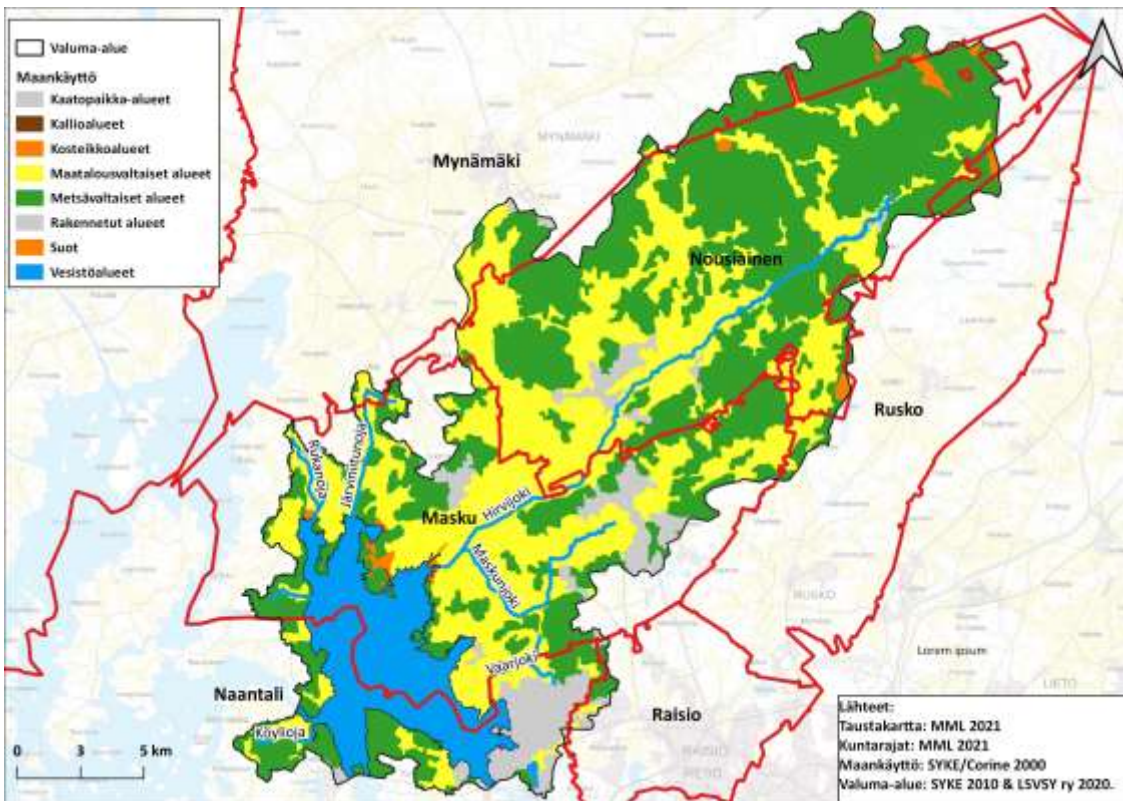


Kartta 1. Askaistenlahti ja sen valuma-alue.

Vesisyvyys on pääosin alle kuusi metriä ja suurella alueella alle kolme metriä. Yli 10 metrin syvänealueet ovat kapeita ja selvärajaisia. Yhtenäinen syväne kiertää Luonnonmaan pohjoiskärjen. Syvänteestä erkanee Väskin länsipuolella haara, joka kulkee pohjoiseen lahden keskiosaan saakka aina Aitsaaren länsipuolelle. Kailon saaren länsipuolella on lahden syvin kohta (noin 27 m), joka jatkuu siitä pari kilometriä luoteeseen kapeana yli 20 metriä syvänteenä. Erillisiä syvänteitä on Luonnonmaan pohjoiskärjessä Ladonpään edustalla ja lahden keskiosassa Papinluodon länsipuolella. Lisäksi Särkängsalmen tuntumassa on erillinen syväne. Askaistenlahden veden vaihto tapahtuu pääasiassa Airistolle Luonnonmaan sivuitse kulkevien Naantalinsalmen ja Särkängsalmen kautta. Naantalin Merimaskun Kirkkosalmen välityksellä on yhteys myös länteen päin.

Askaistenlahteen laskee useita virtavesiä (taulukko 1), joista kaksi suurinta ovat Hirvijoki ja Vaarjoki. Hirvijoki laskee sivuhaaroinen mm. Maskunjoki, lahden koillisosaan Lemussa ja Vaarjoki Luikkionlahteen Naantalin ja Maskun rajalla. Valuma-alueella esiintyy kolme järveä, joista Naantalin Luolalanjärvi purkaa Kalevanlahteen. Merimaskussa sijaitseva Köylijärvi, joka laskee Horjan kautta Tammisaarenlahteen Apajansalmen edustalle. Lisäksi Hirvijoen yläjuoksulla on Hirvijärvi. Hirvijoen valuma-alueen ulottuu kauaksi sisämaahan Kurjenrahan kansallispuistoon asti. Askaistenlahden valuma-alue on laajuudeltaan noin 283 km². Valuma-alueeseen kuuluvia kuntia ovat Masku, Mynämäki, Naantali, Nousiainen, Raisio ja Rusko.

Valuma-alue on pääosin maa- ja metsätalousvaltaista aluetta (kartta 2). Metsäisimmät alueet sijoittuvat valuma-alueen pohjois- ja koillisosaan. Intensiivisin maatalous keskittyy Askaistenlahden lähivaluma-alueille. Suurimmat taajama-alueet sijaitsevat Naantalin kaupungin alueella, Maskussa, Lemussa ja Askaisissa. Muulta osin asutus on hajanaista. Vapaa-ajan asunnot ovat keskittyneet Askaistenlahden ranta-alueille ja saariin (kartta 2).



Kartta 2. Maankäyttö ja kuntien sijainti Askaistenlahden valuma-alueella (Corine 2000, 2018)

Taulukko 1. Askaistenlahteen laskevat suurimmat virtavedet

Vesistöalue	Nimi	Valuma-alueen pinta-ala
29.00	Hirvijoki	28 360 ha
82.051	Vaajoki	1619 ha
82V053	Järviniitunoja	732 ha
82V053	Rukanoja	498 ha
95.	Köyliöja	456 ha
82V050	Luolalanjärvenoja	346 ha
82V053	Huhtaoja	264 ha
82V053	Oukkuloja	262 ha
82V053	Kirkkoniitunoja	221 ha
82V052	Munnikanoja	208 ha
82V052	Mannanoja	136 ha
82V052	Tikkurioja	93 ha

1.2. Erityisalueet

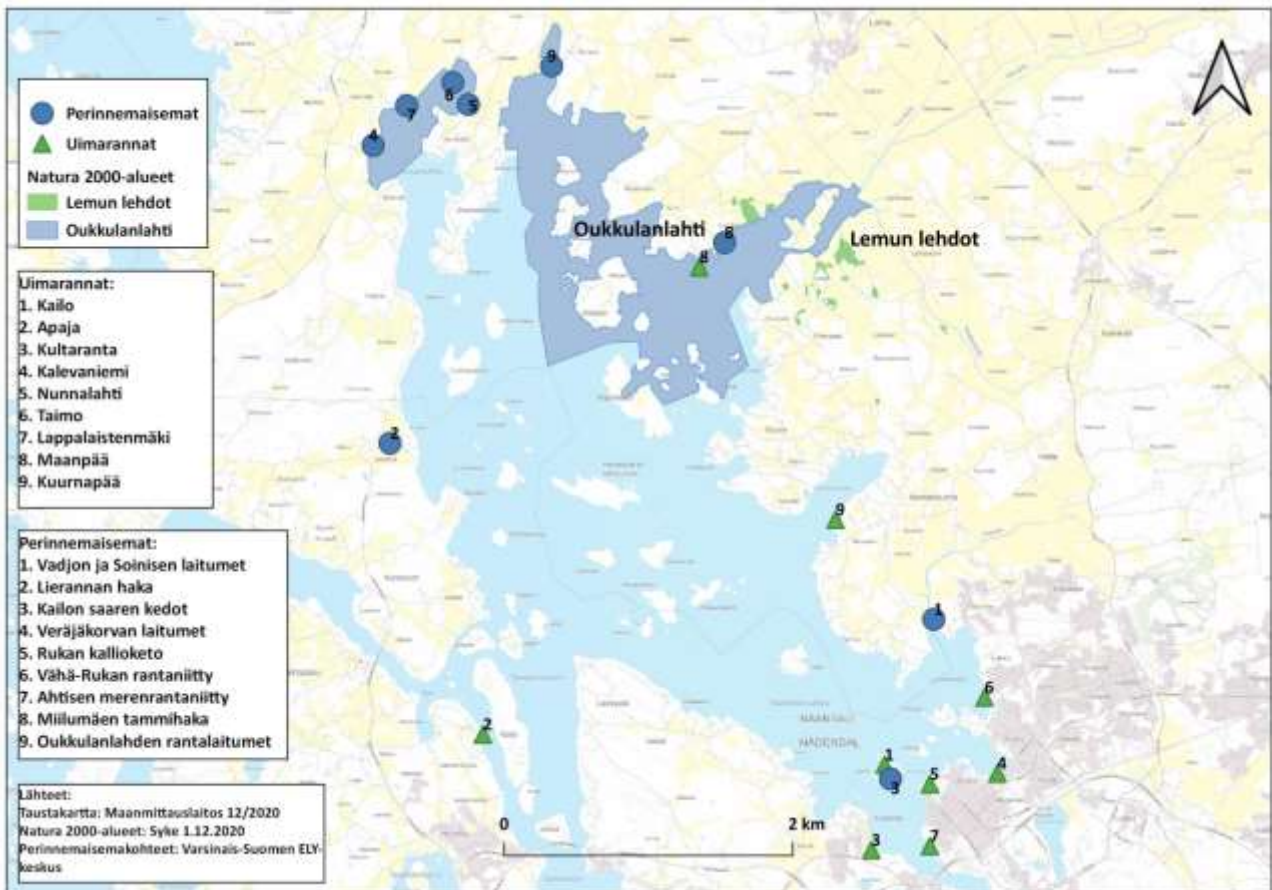
1.2.1. Natura 2000-alueet

Askaistenlahden alueella sijaitsee kaksi Natura 2000-ohjelmaan kuuluvaa suojelualuetta. Oukkulanlahden Natura-alue (FI0200150) koostuu matalista ja umpeutuvista ruovikkoisista lahdistä (Halkkoaukko, Oukkulanlahti ja Rukanaukko) sekä laajoista rantaniityistä. Näiden yhteydessä on pieniä rantametsiköitä. Alueen kokonaispinta-ala on 898 ha. Kohde sisältyy suojeluohjelmaan lintudirektiivin (79/409/ETY) perusteella EU-komissiolle ilmoitettuna linnustoalueena eli SPA-alueena (Special Protection Area). Alue kuuluu myös kansalliseen lintuvesien suojeluohjelmaan kansainvälisesti arvokkaana kohteena. Kohde sijaitsee Maskun kunnassa (kartta 3).

Oukkulanlahden Natura 2000-alueella pesivä linnusto on monipuolisimpia ja edustavampia maassamme (Natura-tietolomake). Alue on tärkeä ruovikkolajistolle mutta myös avoimista rantaniityistä riippuville lintulajistolle. Kohteella on myös virkistyskäytöllistä ja kalataloudellista arvoa. Kaidanpään lintutorni ja luontopolku mahdollistavat alueen käytön retkeilyyn ja opetuskohteena. Oukkulanlahden Natura 2000-alueelle on tehty hoito- ja käyttösuunnitelma (Aalto 2007), joka ohjaa alueen hoitoa ja käyttöä.

Lemun lehdot (FI0200128) sijaitsevat Maskun kunnassa Hirvijoen suualueen tuntumassa. Alueen kokonaispinta-ala on 26 ha, ja se on luontodirektiivin mukainen yhteisön tärkeänä pitämä alue eli SCI-alue (Sites of Community Importance).

Lemun tammilehtosaarekkeilla kasvaa yli 1000 tammea, toistasataa lehmusta ja jonkin verran pähkinäpensasta (Natura-tietolomake). Kohde kuuluu Suomessa harvinaisiin hemiboreaaliin jalopuuvaltaisiin lehtoihin. Seutu on maisemallisesti edustava. Kohteessa esiintyy luontodirektiivin mukaisia luontotyyppisiä: Fennoskandian hemiboreaalisia luontaisia jalopuumetsiä (82 %) ja Fennoskandian hakamaita ja kaskilaitumia (5 %).



Kartta 3. Askaistenlahdella sijaitsevat Natura 2000-alueet, uimarannat ja perinnemaisemakohteet.

1.2.2. Perinnemaisemakohteet

Askaistenlahdella tai sen välittömässä lähiympäristössä on useita inventoituja perinnemaisemakohteita (kartta 3). Maskun Askaisissa olevat kohteet ovat Veräjäkorvan laitumet, Rukan kallioketo, Ahtisen merenrantaniitty ja Vähä-Rukan rantaniitty sekä Lemussa Miilumäen tammihaka ja Oukkulanlahden rantalaitumet. Naantalinnon kaupungin alueella perinnemaisemakohteita ovat mm. Merimaskussa sijaitseva Lierannan haka ja Naantalissa Kailon saaren kedot ja Vadjon ja Soinisen laitumet (kartta 3).

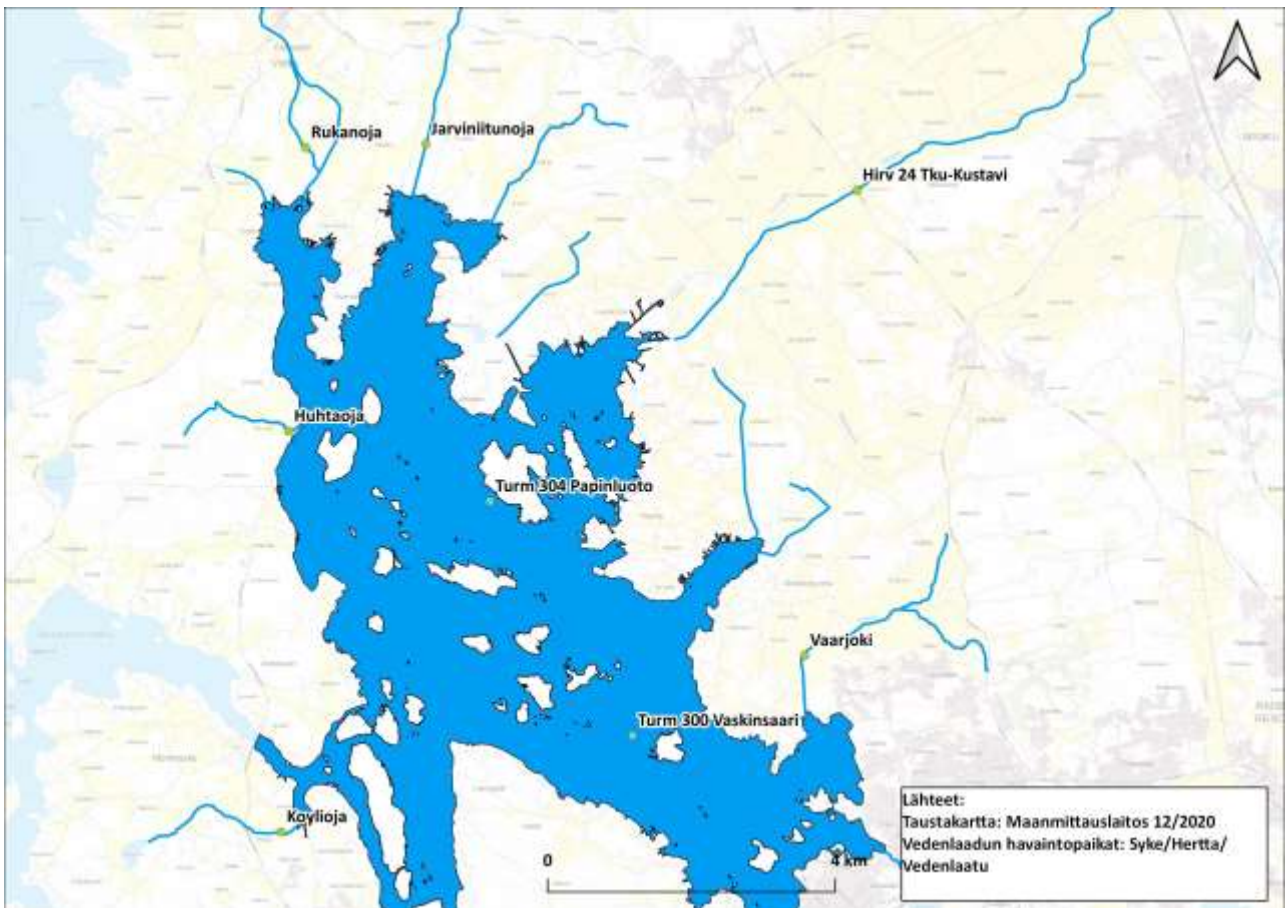
1.2.3. Uimarannat

Askaistenlahdella on kuntien ylläpitämiä yleisiä uimarantoja (kartta 3), jotka ovat käytössä yleensä kesäelokuussa. Yleisiä uimarantoja valvotaan terveystarkastajien toimesta. Naantali: Apaja, Kailo, Kalevaniemi, Kultaranta, Lappalaistenmäki, Nunnalahti (EU-uimaranta) ja Taimo. Masku: Kuurnapää ja Maanpää (Kartta 3).

2. Askaistenlahden tila

2.1. Pintavesien ekologinen luokitus ja vedenlaatu

Tässä selvityksessä on arvioitu vedenlaadun kehitystä vuosien 1991 - 2020 aikana. Aineistona on käytetty ympäristöhallinnon Hertta-tietokannasta kerättyjä merialueen pintavesituloksia. Vuoden 2020 tuloksia on täydennetty Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n tekemin velvoitetarkkailutuloksin. Askaistenlahdella oli kaksi vedenlaadun havaintopaikkaa (kartta 4): eteläosassa Väskin saaren edusta (asema 300) ja pohjoisosassa Papinluodon edusta (asema 304). Väskin saaren havaintosarja kattaa vuodet 1991 - 2020, ja Papinluodon havaintosarja päättyy vuoteen 2016. Selvityksessä on käytetty edellä mainittujen havaintopaikkojen näytteenottokertojen (maaliskuu, heinä-elokuu ja lokakuu) keskiarvoa kuvaamaan Askaistenlahden vedenlaatua. Pintavedellä tarkoitetaan yhden metrin syvyydestä otettua näytettä ja alusvesi näytettä, joka on otettu n. 1 m syvyydeltä pohjasta. Näytteenottosyvyydet 0-2 m ja 0-4 m tarkoittavat, että näytteet on otettu koontinäytteinä vesipatsaasta.



Kartta 4. Vedenlaadun havaintopaikat Askaistenlahdella ja Askaistenlahteen laskevissa virtavesissä.

Hirvijokea lukuun ottamatta Askaistenlahteen laskevista virtavesistä on hyvin vähän tutkittua tietoa. Raportin päivityksen yhteydessä lisätietoa virtavesien vedenlaadusta selvitettiin Hirvijoen lisäksi Vaarjoesta, Järvinilitunojasta, Rukanojasta, Huhtaajasta ja Köyliöjasta kahdella näytteenottokerralla. Vedenlaadun havaintopaikat on esitetty kartassa 4.

Euroopan parlamentti ja neuvosto antoivat direktiivin (2000/60/EY) yhteisön vesipolitiikan suuntaviivoista, ja se tuli voimaan 22.12.2000. Direktiivin tavoitteena on suojella, parantaa ja ennallistaa vesiä niin, ettei niiden tila heikkene ja että vesistöjen tila on vähintään hyvä koko EU:n alueella vuonna 2015. Suomessa direktiivi on pantu täytäntöön kansallisin säädöksin, joista tärkeimmät ovat laki vesienhoidon järjestämisestä eli vesienhoitolaki sekä sen pohjalta annettavat asetukset. Direktiivin seurauksena pintavesien tilaluokittelu muuttui yleisestä käyttökelpoisuusluokittelusta ekologiseksi tilaluokitteluksi. Vesien yleinen käyttökelpoisuusluokitus kuvaa vesiemme keskimääräistä veden laatua sekä soveltuvuutta vedenhankintaan, kalavesiksi ja virkistyskäyttöön. Laatuluokka määräytyy vesistön luontaisen vedenlaadun ja ihmisen toiminnan vaikutuksien mukaan. Luokkia on viisi: erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono.

Ekologisen tilan luokittelussa tarkastelun kohteena ovat ensisijaisesti biologiset laatutekijät tarkasteltavassa määräraja-alueessa pintavesimuodostumassa. Laatumuuttujia ovat mm. planktonlevät, vesikasvit, pohjaeläimet ja kalat. Lisäksi arvioinnissa huomioidaan myös vedenlaatutekijät (kokonaisravinteet, pH, näkösyvyys) ja hydromorfologiset tekijät, kuten vaellusesteet ja vesistöarakenteet. Laskettua laatumuuttujaa verrataan olosuhteisiin, joissa ihmistoiminta ei ole aiheuttanut havaittua vaikutusta eliöstössä. Mitä vähäisempi ihmisen vaikutus on, sitä parempi on vesistön ekologinen laatu.

Askaistenlahti kuuluu Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueeseen, Varsinais-Suomen ja Satakunnan toimenpideohjelma-alueeseen. Askaistenlahti on tyytely kuuluva lounaiseen sisäsaaristoon, ja se on oma rannikkovesimuodostumansa Askaistenlahti (3_Is_006). Taulukoissa 2 - 3 on esitelty Askaistenlahden tiedot vesienhoidonsuunnittelun osalta eri suunnittelukausilla. Taulukosta 2 on havaittavissa, että vesimuodostuman luokittelussa on käytetty sekä biologisia että fysikaalis-kemiallisia vedenlaatumuuttujia.

Taulukko 2. Askaistenlahden ekologinen luokittelu eri luokittelumuuttujien mukaan (lähde: SYKE/Hertta)

Muuttuja	Suunnittelukausi 1	Suunnittelukausi 2	Suunnittelukausi 3
	2010 - 2015	2016 - 2021	2022 - 2027
Biologinen luokittelu	Tyydyttävä	Tyydyttävä	Tyydyttävä
Kasviplankton	Tyydyttävä	Tyydyttävä	Välttävä
Pohjaeläimet	-	Tyydyttävä	Hyvä
Fysikaalis-kemiallinen luokittelu	Tyydyttävä	Tyydyttävä	Tyydyttävä
Kokonaisfosfori	Tyydyttävä	Tyydyttävä	Tyydyttävä
Kokonaistyyppi	Tyydyttävä	Tyydyttävä	Tyydyttävä
Näkösyvyys	Välttävä	Välttävä	Huono
Kokonaisarviointi	Tyydyttävä	Tyydyttävä	Tyydyttävä

Askaistenlahden ekologinen tila on pysynyt tyydyttävänä eri vesienhoidon suunnittelukausilla. Hyvän ekologisen tilan Askaistenlahti tulisi saavuttaa vuoden 2027 jälkeen, ja määräaika on pidennetty luonnonolosuhteiden ylivoimaisuuden vuoksi. Edellä mainitulla syyllä tarkoitetaan sellaisia tilanteita, jossa mm. ravinteiden tai haitallisten aineiden väheneminen maaperässä (pellon korkea fosforiluku) tai vesiekosysteemissä (sisäinen ravinnekuormitus) tai lajien asettuminen uudelleen alueelle kunnostuksen tai saastuttavan toiminnan loppumisen jälkeen vie aikaa.

Askaistenlahden kemiallinen tila on ollut aiemmillä suunnittelukausilla hyvä, mutta kemiallisen tilan luokittelu muuttui viimeisellä suunnittelukierroksella siten, että bromatut difenyylietteiyhdisteet määritetään kaloista eikä sedimentistä (taulukko 3). Tästä johtuen kaikki EU:n alueen vesimuodostumat on luokiteltu hyvää huonommaksi. Askaistenlahden ei ole hydrologis-morfologisesti voimakkaasti muutettu merenlahti.

Taulukko 3. Askaistenlahden vesienhoidonsuunnittelun mukainen luokittelu

Askaistenlahti	Suunnittelukausi 1.	Suunnittelukausi 2.	Suunnittelukausi 3.
	2010 - 2015	2016 - 2021	2022 - 2027
Hydrologis-morfologinen muuntuneisuus	Ei voimakkaasti muutettu	Ei voimakkaasti muutettu	Ei voimakkaasti muutettu
Kemiallinen tila	Hyvä	Hyvä	Hyvää huonompi (Bromatut difenyylietteri)
Ekologinen tila	Tyydyttävä	Tyydyttävä	Tyydyttävä
Erytistavoitteet	Natura 2000; linnusto, uimaveden laatu	Natura 2000; linnusto, uimaveden laatu	Natura 2000; linnusto, uimaveden laatu
Tavoitetilan saavuttaminen	2027	2027	2027 jälkeen
Poikkeavat aika-/tilavoitteet	Määräajan pidentäminen luonnonolosuhteiden ylivoimaisuuden vuoksi	Määräajan pidentäminen luonnonolosuhteiden ylivoimaisuuden vuoksi	Määräajan pidentäminen luonnonolosuhteiden ylivoimaisuuden vuoksi

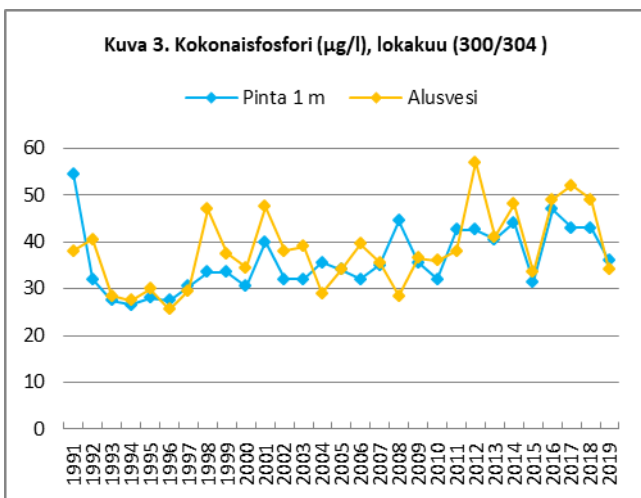
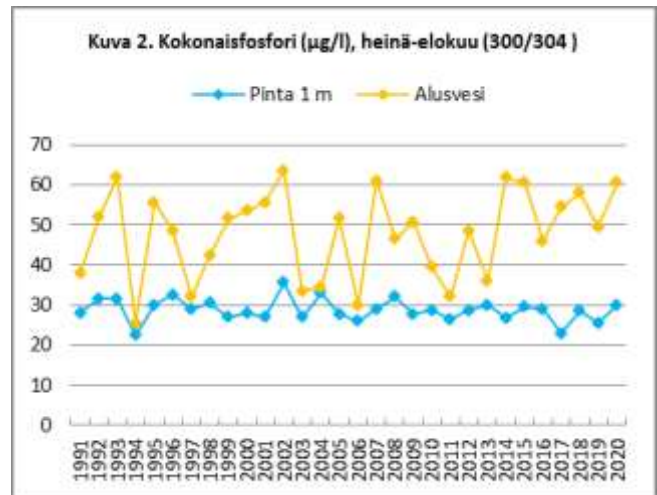
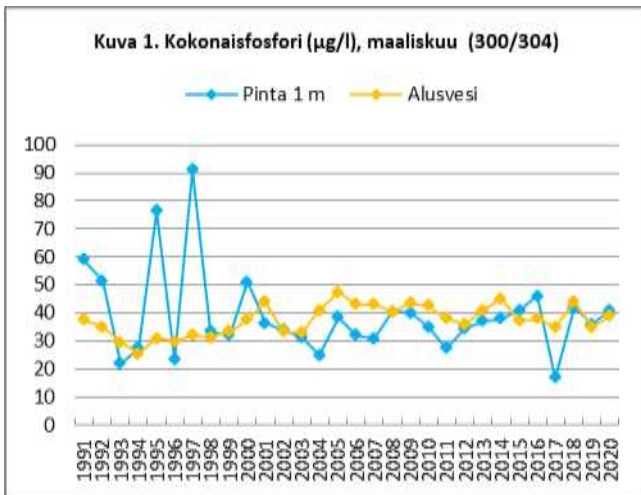
2.1.1. Fosfori

Fosfori (P) on tärkeä kasviravinne, joka on usein kasviplanktonin tuotantoa säätelevien ravinteiden minimitekijänä, koska sitä on vesissä vapaana fosfaattifosforina yleensä vain pieniä pitoisuuksia. Kasveille ja kasviplanktonille käyttökelpoisin fosforin muoto on juuri fosfaattifosfori (Särkkä 1996). Toisaalta kasvit tarvitsevat sitä yhteyttämiseen ja kasvuun vain pieniä määriä. Murtovedessä fosfori on käytännössä sitoutuneena mm. kasviplanktoniin ja muihin hiukkasiin eikä sitä juuri esiinny fosfaattifosfori muodossa. Runsaimmin fosfaattifosforia on vedessä keväisin ja syksyisin, kun huuhtouma valuma-alueilta on suurimmillaan. Fosforia tulee vesistöihin pääasiassa jäte- ja valumavesien mukana. Maatalous sekä teollisuuden ja asutusten jätevedet ovat monesti suurimpia fosforin lähteitä ja näin suurimpia syitä vesistöjen rehevöitymiselle. Myös hapettomissa olosuhteissa pohjasta vapautuu fosforia. Lisäksi voimakkaat virtaukset voivat nostaa pohjalle kertynyttä ainesta uudelleen veteen ja näin lisätä fosforipitoisuutta. Fosfaattimäärä, joka talven päätyttyä on käytettävissä, ratkaisee keväällä muodostuvan kasviplanktonin määrän (Särkkä 1996).

Askaistenlahdella kokonaisfosforin pitoisuudet maaliskuussa ovat olleet alusvedessä 24 - 54 µg/l ja pintavedessä 17 - 130 µg/l vuosina 1991 - 2020 (kuva 1). Korkeimmat pitoisuudet pintavedestä on mitattu vuosina 1995 ja 1997, jonka jälkeen pitoisuudet ovat tasoittuneet mutta lähteneet lievään kasvuun. Alusvedessä pitoisuuksien vaihtelu on ollut maltillisempaa mutta sielläkin on havaittavissa lievää pitoisuuksien kasvua. Loppupalven ja kevään suhteellisen korkeat fosforipitoisuudet pintavedessä merkitsevät, että keväisin kasviplanktonin kasvulle on ollut Askaistenlahdella hyvät olosuhteet fosforimäärien perusteella.

Kesäkaudella (heinä-elokuu) Askaistenlahden näytteissä kokonaisfosforipitoisuudet ovat olleet pintavedessä 17 - 40 µg/l ja alusvedessä 23 - 96 µg/l. Alusveden korkeammat ravinnepitoisuudet johtuvat vesimassan lämpökerrostumisesta, jolloin lämmin pintavesi ei sekoitu kylmempään ja raskaampaan alusveteen. Vuosien välinen vaihtelu alusveden fosforipitoisuuksissa on suurta, joka johtune alusveden vähähappisuudesta ja lämpökerrostumisajan pituudesta. Kuvasta 2 on havaittavissa, että alusveden fosforipitoisuudet ovat noususuunnassa. Sen sijaan kesällä pintaveden fosforipitoisuudet vaihtelevat hyvin vähän. Tähän saattaa olla syynä, että kasviplanktoniin sitoo tehokkaasti vapaata fosforia vedestä. Osa vapaasta fosforista on peräisin aiemmin kasvukauden alussa kasviplanktoniin sitoutuneesta fosforista, joka on alkanut kasviplanktonia syövien eliöiden erityksen ja hajoamisen ansiosta. Vapautunut fosfori menee kuitenkin nopeasti uudelleen yhteyttäjiin käyttöön jo pintakerroksessa.

Kuvasta 3 on nähtävissä, että täyskierron jälkeen lokakuussa kokonaisfosforipitoisuuksien erot tasoittuvat vesipatsaassa, kun syvemmälle varastoituneet ravinteet sekoittuvat muihin vesikerroksiin. Lokakuussa kokonaisfosforipitoisuudet ovat olleet pintavedessä 17 - 53 µg/l ja alusvedessä 22 - 60 µg/l. Kuvasta 3 on havaittavissa, että fosforipitoisuudet ovat hiljalleen kasvaneet 1990-luvun puolesta välistä lähtien.



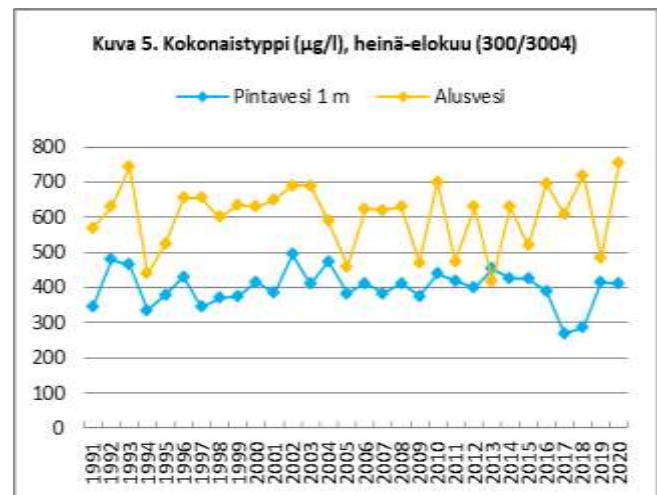
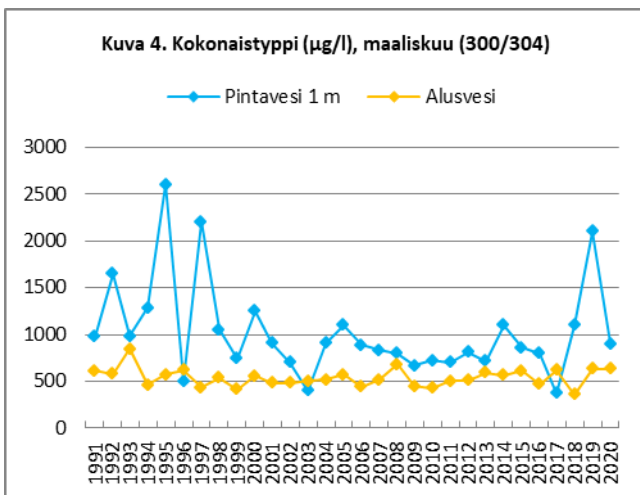
2.1.2. Typpi

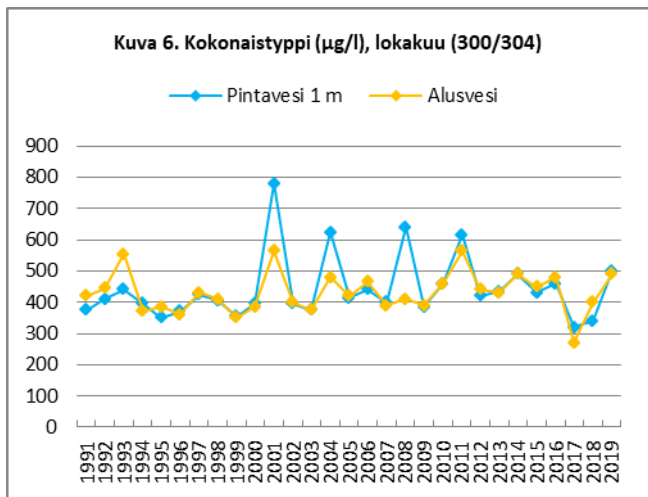
Typpiä (N) esiintyy vedessä orgaanisina ja epäorgaanisina yhdisteinä. Suurin osa vedessä olevasta typestä on typpikaasuna (N_2) mutta biologisesti tärkeimmät yhdisteet ovat nitraatti (NO_3^-), nitriitti (NO_2^-) ja ammonium (NH_4^+). Typpi toimii vedessä pääkasviravinteena ja on harvoin minimitekijänä rajoittamassa kasviplanktonin ja vesikasvien kasvua. Askaistenlahdella typpiä on käytännössä aina ylimäärin kasveille käytettäväksi. Typpiä tulee vesistöihin mm. ilmasta sekä sade-, valuma- ja jätevesien mukana.

Typpipitoisuudet vaihtelevat Askaistenlahdella vuoden eri aikoina selkeästi. Talvella typpipitoisuus yleensä nousee, kun typpiä mm. vapautuu pohjasta. Myös kevään sulamisvedet ja lumeen ilmanlaskeuman kautta kertyneet typpiyhdisteet voivat nostaa pitoisuuksia (Särkkä 1996). Maaliskuussa typpipitoisuudet ovat olleet 370 - 3 000 $\mu\text{g/l}$ pintavedessä ja pohjan lähellä 360 - 900 $\mu\text{g/l}$. Alusveden typpipitoisuudessa ei ole havaittavissa alenevia tai kasvavia suuntauksia. Sen sijaan pintavedessä on havaittavissa 1990-luvun korkeat pitoisuuspiikit, jotka 2000-luvulla lähtivät laskuun ja 2010-luvulla uudelleen nousuun (kuva 4).

Kesällä mm. kasviplanktonin ja korkeampien vesikasvien tuotanto alentaa veden typpipitoisuutta pinnan lähellä olevassa kerroksessa, ja silloin typpipitoisuudet Askaistenlahdella ovat olleet 250 - 610 $\mu\text{g/l}$ ja pohjan lähellä vastaavasti 310 - 760 $\mu\text{g/l}$. Kuvasta 5 on havaittavissa, että alusvedessä typpipitoisuudet ovat selvästi korkeimpia kuin pintavedessä. Syy tähän on veden lämpökerrostuminen.

Syksyisen täysikerron jälkeen typpipitoisuudet tasoittuvat pinta- ja alusvedessä (kuva 6). Pintavedessä kokonaistyppipitoisuudet lokakuussa ovat olleet 320 - 790 $\mu\text{g/l}$ ja pohjan lähellä 270 - 660 $\mu\text{g/l}$.





2.1.3. Happi

Happea (O_2) kuluu vedessä eläinten ja kasvien hengityksessä sekä eloperäisen aineen hajoamisessa ja muissa biologisissa reaktioissa. Vedessä hapesta voi tulla helposti puutetta, koska veteen voi liueta vain suhteellisen vähän happea. Kasvit tuottavat happea veteen fotosynteesin kautta, kun riittävästi ravinteita ja valoa on käytettävissä. Happea sekoittuu veteen ilmasta. Pitkä- ja lyhytaikaiset vaihtelut happipitoisuudessa tai sen kyllästysprosentissa antavat hyvän kuvan vesistön tilasta. Vähäravinteisissa vesistöissä happipitoisuuden vaihtelut ovat yleensä pieniä, kun taas runsasravinteisissa suuria, jopa 0 - 250 % (Särkkä 1996).

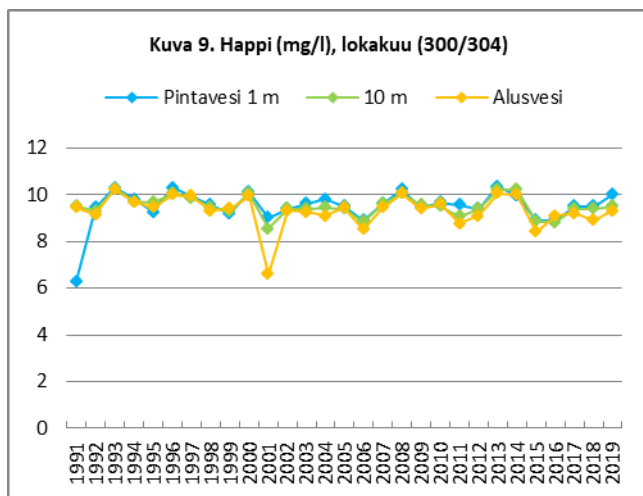
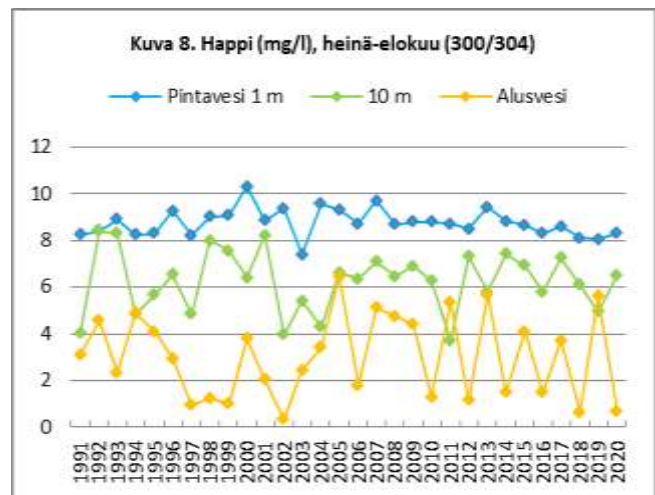
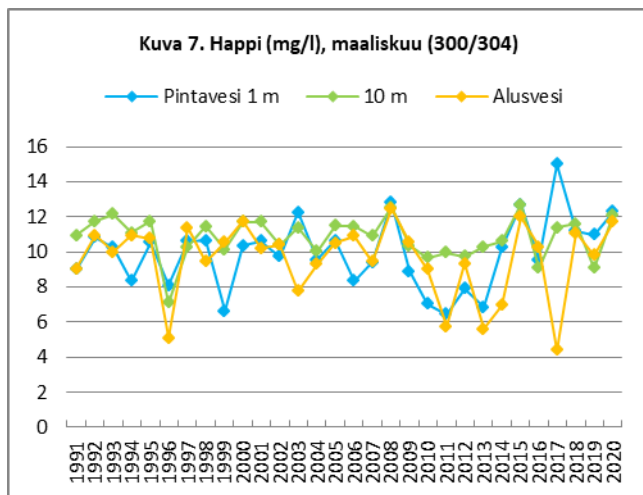
Askaistenlahdella veden happitilanne vaihtelee vuoden aikana merkittävästi. Loppupalvesta happipitoisuudet ovat normaalisti hieman ennen jäiden lähtöä pintavedessä 4,2 - 15 mg/l ja happikyllästys noin 31 - 111 %. Alusvedessä happipitoisuus on ollut 2,4 - 12,6 mg/l. Vain kahtena vuotena alusveden happipitoisuus on laskenut kalojen kannalta haitallisen arvon eli 5 mg/l alle.

Kesällä voi pintavedessä esiintyä reheville vesille tyypillistä voimakkaan fotosynteesin aiheuttamaa hapen ylikyllästymistä. Normaalisti kesäisin happea on pintavedessä hieman enemmän kuin alusvedessä, koska vesipatsas on lämpökerrostunut eikä hapekas pintavesi ei enää sekoitu kylmempään alusveteen. Askaistenlahdella tuottava kerros on heikon näkösyvyyden takia vain keskimäärin 2 - 4 metriä, joten tätä syvemmällä happea ei juuri synny vaan pelkästään kuluu. Happea onkin pinnassa heinä-elokuussa noin 7,4 - 10,9 mg/l ja hapen kyllästysprosentti noin 61 - 120 % ja alusvedessä happea on 0,2 - 7 mg/l kyllästysprosentin ollessa 2 - 54 %. Loppukesällä ennen syksyn täyskiertoa otetut vesinäytteet paljastavat varsin matalat happipitoisuudet harppauskerroksen (noin 5 - 10 metriä) alapuolella, ja käytännössä pohjan lähellä vallitsee happikato. Hapen loppuminen kokonaan alusvedestä johtaa siihen, että pohjasta saattaa vapautua ravinteita uudelleen veteen eli alkaa tapahtua ns. sisäistä kuormitusta. Tällainen tilanne voi syntyä, kun rehevässä vesistössä sedimenttiin kertyy paljon orgaanista ainetta, joka hajotessaan kuluttaa pohjalta hapen. Kasvukauden piteneminen saattaa heikentää pohjan läheisyyden happitilannetta, kun vesi pysyy pidempää lämpimänä, ja täyskierto siirtyy myöhemmäksi syksyyn.

Syksyn täyskierto parantaa happitilannetta molemmilla näyteasemilla selvästi, kun hapekas pintavesi sekoittuu vähä happiseen alusveteen. Lokakuussa otetut näytteet kertovat varsin hyvästä happitilanteesta

koko vesipatsaassa: pinnassa happea noin 8,3 - 10,4 mg/l ja happikyllästys noin 70 – 100 %, kymmenen metrin syvyydessä happea noin 8,5 - 10,4 mg/l ja happikyllästys 69 - 100 % ja pohjassa happea noin 6,5 - 10,3 ja happikyllästys 65 - 98 %.

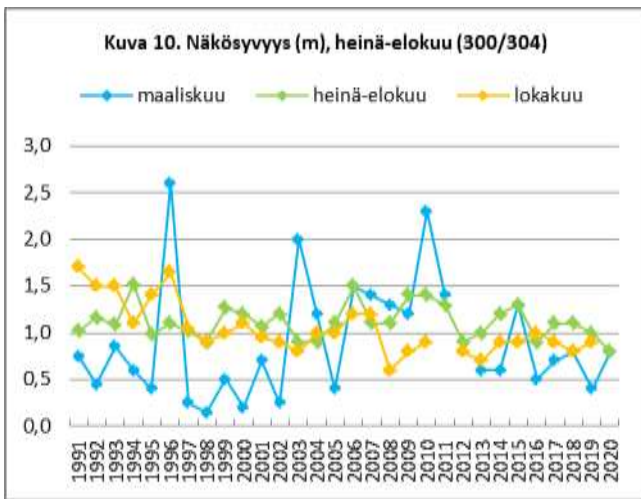
Syksyisestä täysikierrosta johtuen Askaistenlahden happitilanne pysyy hyvänä talven aikana niinä talvina, jolloin jääkansi peittää lahden. Happitilannetta on parantanut myös lauhat talvet, jolloin jääkantta ei muodostu. Tästä johtuen veteen sekoittuu koko ajan happea.



2.1.4. Näkösyvyys sekä sameus ja kiintoaine

Näkösyvyys kertoo veden valonläpäisykyvystä. Näkösyvyyden perusteella voidaan arvioida kasviplanktonin tuottavan kerroksen paksuus. Tämä karkea arvio saadaan kertomalla näkösyvyys kahdella. Askaistenlahdella maaliskuussa näkösyvyys on keskimäärin ollut 0,9 m ja se on vaihdellut 0,1 - 2,9 metrin välillä. Maaliskuussa ennen jäiden lähtöä mitattuja näkösyvyksiä pienentää talven aikana jokien tuoma kiintoainepitoisuus ja samea makeavesi, joka kerrostuu aivan jään alapuolelle. Heinä-elokuussa näkösyvyudet ovat vaihdelleet 0,8 - 1,7 metriä ja ollen keskimäärin 1,1 metriä. Lokakuussa näkösyvyys on ollut keskimäärin 1,0 metriä ja se on vaihdellut 0,2 - 1,9 metriä. Syysateiden jokien mukana tuoma kiintoaine ja veden sekoittuminen täysikierrossa samentavat Askaistenlahden vettä heikentäen

näkösyytyä (kuva 10). 2000-luvulla on tapahtunut selvä pudotus lokakuun näkösyvydessä. Syyinä lienee syysateisuuden lisääntyminen.



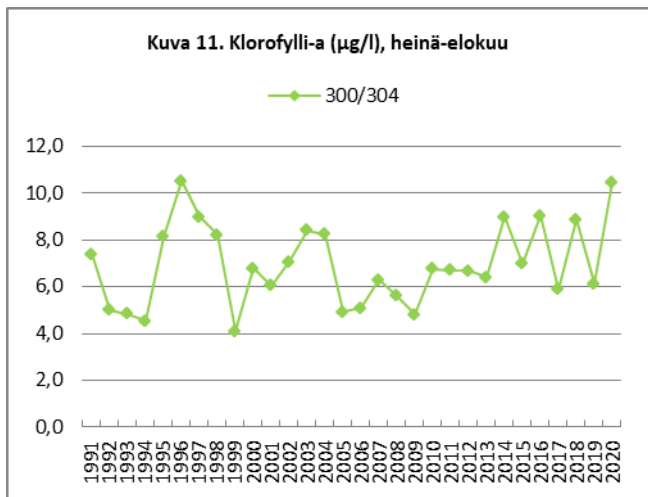
Sade vaikuttaa sameuden ja kiintoaineen määriin vedessä. Varsinkin keväisin ja syksyisin, kun jokivirtaamat ovat suurimmillaan, sameuden ja kiintoaineen arvot yleensä nousevat. Askaistenlahdella loppupalven kiintoainepitoisuudet ja sameus pintavedessä ovat vaihdelleet voimakkaasti (taulukko 4). Alusveden kiintoainepitoisuudet ja sameus ovat olleet korkeimmillaan kesäkaudella.

Taulukko 4. Kiintoainepitoisuus ja sameus Askaistenlahdella (pintavesi vuodet 1991 - 2020 ja alusvesi 1991 - 2005).

Havaintopaikka	Maaliskuu		Heinä-kesäkuu		Lokakuu	
	Kiintoaine (mg/l)	Sameus (FNU)	Kiintoaine (mg/l)	Sameus (FNU)	Kiintoaine (mg/l)	Sameus (FNU)
Pintavesi	0,5 - 35	1 - 110	2,4 - 19	3,5 - 21	2,8 - 12	2,4 - 19
Alusvesi	0,5 - 23	0,61 - 10	3,9 - 58	3,5 - 33	2,9 - 23	2,9 - 28

2.1.5. Klorofylli-a, kasviplankton ja kasviplanktonin perustuotanto

Klorofylli-a on lehtivihreän yksi muoto, ja sen pitoisuus vedessä kuvaa kasviplanktonin määrää. Klorofyllin määrää käytetään yhtenä tekijänä, kun arvioidaan vesistön rehevyytaso. Askaistenlahden klorofyllipitoisuudet (heinä-elokuun keskiarvo) ovat olleet vuosien 1991 - 2020 aikana 3,2 - 14 µg/l, ja vuosien välinen vaihtelu on suurta (kuva 11).



Kasviplanktonin perustuotantokyky kuvaa kasviplanktonin tuotantoa vakio-olosuhteissa laboratoriossa. Perustuotantokyvyn avulla voidaan arvioida kasviplanktonituotannon määrää ja rehevyytasoja.

Vertailtaessa kasviplanktonin perustuotantokyvyn keskiarvoja kesäkaudella kesä-elokuu vuosilta 1991 - 2004 voidaan todeta, että Askaistenlahti on ollut rehevä vesialue lähes koko seurannan ajan (lievästi rehevä 100 - 300, rehevä 300 - 1500 $\text{mg C/m}^3\text{d}$). Perustuotannon määrä on ollut kasvusuunnassa 2000-luvulla (taulukko 5). Kasviplanktonin perustuotantokyvyn seuraaminen velvoitetarkkailussa päättyi 2004, koska sitä ei tehty ympäristöhallinnon seurannoissa.

Taulukko 5. Askaistenlahden kasviplanktonin perustuotantokyky vuosina 1991 - 2004 havaintopaikoilla 300 ja 304.

Vuosi	Havaintoasema 300	Havaintoasema 304	Keskiarvo	Rehevyyssiokka
1991	380	470	415	rehevä
1992	170	205	187	lievästi rehevä
1993	145	260	203	lievästi rehevä
1994	175	276	225	lievästi rehevä
1995	324	309	317	rehevä
1996	520	500	510	rehevä
1997	353	533	443	rehevä
1998	388	463	425	rehevä
1999	267	236	251	rehevä
2000	430	380	405	rehevä
2001	375	330	353	rehevä
2002	610	420	515	rehevä
2003	560	440	500	rehevä
2004	545	450	498	rehevä
1991-2004	374	377	375	

Askaistenlahden alueella kasviplanktonin määrää ja koostumusta on tutkittu merialueen tarkkailututkimuksen yhteydessä Väskin saaren edustalla. Tähän selvitykseen on käytetty vuosien 2005 - 2019 havaintoaineistoa. Vuodesta 2005 lähtien kasviplanktonin näytteet on otettu heinäkuussa ja elokuussa. Sitä ennen näytteenottoa oli toukokuussa ja kesä-syyskuussa. Tässä raportissa käsitellään

vuoden 2005 - 2019 havaintoja. Vuoden 2006 heinäkuussa ei ole tuloksia, koska epähuomiossa näytteitä ei otettu (taulukko 6). Kasviplanktonin biomassaa voidaan käyttää veden laadun luokitteluun mutta lounaiselle sisäsaaristolle ei ole vielä ekologisen luokittelun raja-arvoja.

Taulukko 6. Kasviplanktonin biomassa (mg/m³) tuotantokerroksen kokoomanäytteissä toukokuussa ja kesän (kesä-syyskuussa) yhdistelmänäytteissä 1991 - 2004 ja heinä- ja elokuussa 2005 - 2020 Askaistenlahden Väskinsaaren havaintopaikalla 300.

Vuosi	Toukokuu	Kesä-syyskuu
	mg/m ³	mg/m ³
1991	8200	750
1993	4700	820
1995	3840	780
1997	780	820
1999	4810	750
2001	13230	1120
2003	5350	2060
	5844	1014
	Heinäkuu	Elokuu
2005	1012	1338
2006	-	1056
2007	730	1542
2008	310	905
2009	662	1051
2010	1053	415
2011	1080	591
2012	1066	991
2013	589	2887
2014	787	2394
2015	637	1720
2016	2246	1801
2017	552	2085
2018	1044	3623
2019	901	705
Keskiarvo	905	1432

Kasviplanktonin määrä on vaihdellut suuresti heinäkuussa, ja se on ollut 310 - 2246 mg/m³ (taulukko 6). Korkeimmat pitoisuudet on mitattu vuosina 2005, 2010 - 2012, 2016 ja 2018. Eri leväryhmien suhteelliset osuudet vaihtelevat vuosien välillä (taulukko 7). Ryhmä muut levät ovat olleet monena vuotena vallitseva leväryhmänä Askaistenlahdella. Ryhmä sisältää mm. flagellaatit ja monadit. Monena vuotena nieluleviin (Cryptophyta) laji *Plagioselmis prolunga* on esiintynyt runsaana ja vallitsevana lajina Askaistenlahdella. Erityisesti, vuotena 2010 mutta myös 2012, piileviä mm. Diatomophyceae-ryhmään kuuluvia lajeja esiintyi runsaana. Sinileviä (Chytridophyceae) esiintyminen valtaryhmänä on ollut harvinaista heinäkuussa lukuun ottamatta vuotta 2016. Tällöin biomassasta yli puolet oli sinileviä (mm. Aphanizomenon spp.). Vuonna 2015 Askaistenlahdella viherleviin luettavat pienikokoiset *Pyramimonas* spp. -lajit sekä *Dictyosphaerium subsolitarium* muodostivat suurimman osan kasviplanktonin biomassasta.

Taulukko 7. Kasviplanktonin lajiryhmät ja niiden osuudet kokonaisbiomassasta heinäkuun näytteenotokerralla vuosina 2005, 2007 - 2019. Tekstin paksunnus = valtalajiryhmä

Vuosi	Piilevät	Viherlevät	Kulta- ja tarttumalevät	Panssarilevät	Nielulevät	Sinilevät	Muut
2005	2,0	19,8	0	4,9	26,0	0,1	47,1
2007	0,8	29,1	10,6	4,9	14,5	3,2	36,8
2008	3,0	12,7	31,5	0,6	22,2	16,9	13,1
2009	0,6	16,9	21,2	2,4	29,7	4,6	24,6
2010	81,1	3,0	0,1	0	1,3	7,0	7,5
2011	14,3	24,5	2,4	5,4	24,7	1,2	27,6
2012	20,7	11,5	27,4	3,2	7,8	0,3	29,1
2013	5,2	12,3	5,6	2,8	22,9	27,0	24,4
2014	3,6	14,4	44,4	17,8	8,8	3,2	7,8
2015	11,0	34,9	11,7	5,5	16,3	7,0	13,6
2016	11,7	5,5	11,0	3,8	6,3	53,9	7,8
2017	15,1	22,3	21,7	0,9	12,8	5,5	21,7
2018	1,3	24,0	28,8	1,4	2,4	16,5	25,7
2019	7,0	28,6	11,1	3,9	23,4	4,7	21,3

Elokuussa kasviplanktonin biomassa on ollut keskimäärin suurempi kuin heinäkuussa. Biomassan määrä on vaihdellut 591 - 3623 mg/m³ (taulukko 8). Kasviplanktonia on ollut erityisen runsaasti vuosina 2007, 2013 - 2019. Taulukosta 8 on havaittavissa, että sinilevät (mm. *Aphanizomenon sp.*, *Romeria sp.* ja *Snowella sp.*) ovat olleet valtalajeina eri vuosina. Yksittäisenä vuotena 2007 *Aphanizomenon sp.* muodosti kokonaisbiomassasta lähes 35 %. Vuosina 2008 ja 2012 esiintyi kultaleviä (*Chrysochyta*) runsaasti. Piileviin (Diatomophyceae) kuuluva laji *Cyclotella caspia* esiintyi valtalajina vuonna 2009, ja sen osuus kokonaisbiomassasta oli lähes 28 % (taulukko 8). Sama laji esiintyi runsaana myös vuonna 2013.

Taulukko 8. Kasviplanktonin lajiryhmät ja niiden osuudet kokonaisbiomassasta heinäkuun näytteenotokerralla vuosina 2005 - 2019. Paksunnos = valtalajiryhmä.

Vuosi	Piilevät	Viherlevät	Kulta- ja tarttumalevät	Panssarilevät	Nielulevät	Sinilevät	Muut
2005	0,3	21,0	0	3,1	17,6	19,7	38,4
2006	9,4	12,2	0	16,8	9,1	31,5	21,1
2007	9,6	6,8	15,3	3,0	13,2	43,8	8,4
2008	10,3	23,6	35,7	0	12,8	10,1	7,4
2009	30,5	14,7	5,4	11,4	11,6	15,6	11,0
2010	18,9	10,9	3,7	16,9	14,4	5,5	29,7
2011	0,8	23,3	3,8	1,7	9,9	35,2	25,3
2012	7,2	8,1	27,2	4,5	6,0	21,5	25,4
2013	20,7	10,5	1,5	1,0	7,9	40,6	17,8
2014	8,4	4,4	1,1	2,4	1,8	77,3	4,6
2015	13,1	9,3	12,8	13,4	2,0	33,4	15,9
2016	11,5	16,9	13,0	2,3	3,3	47,4	5,5
2017	16,5	9,1	2,9	2,8	6,8	55,2	6,8
2018	5,6	19,6	2,1	0	0,8	40,3	31,6
2019	1,8	21,8	12,6	1,5	9,7	35,2	17,3

2.1.6. Veden hygieeninen laatu

Askaistenlahdella on tutkittu velvoitetarkkailuihin liittyen suolistoperäisten bakteerien (enterokokit/fekaaliset streptokokit) määriä veden pinnassa. Vuodesta 2005 lähtien määrittäminen on ollut fekaanisista lämpökestoista kolimuotoisista bakteereista. Askaistenlahden kahdelta asemalta on jokaisena vuotena otettu näytteet maaliskuussa, kesä-, heinä-, elo- ja lokakuussa ja tulokset on ilmoitettu erikseen maaliskuulta, syksyllä ja kesäkaudelta sekä ns. avovesikauden keskiarvona.

Suomen ympäristökeskuksen (2000) hygienian indikaattoribakteerien mukaan antamat veden käyttökelpoisuuden luokkarajat ovat; erinomainen <10 kpl/ml, hyvä <50 kpl/ml, tyydyttävä <100 kpl/ml, välttävä <1000 kpl/ml, huono >100 kpl/ml (enterokokit/fekaaliset streptokokit, kpl/ml). Askaistenlahden kahdella asemalla suolistoperäisten bakteerien määrän perusteella veden hygieeninen laatu on ollut kesäkaudella vuosien 1991 - 2019 välillä pääosin joko erinomainen tai hyvä.

Uimarantojen veden hygieenistä tilaa seuraa kunnallinen ympäristöterveysvalvonta. Uimaveden indikaattorimikrobit ovat ulosteperäisestä kuormituksesta kertovat varmistetut enterokokit ja *E. coli*-bakteerit. Rannikon uimaveden laadun valvonnan toimenpiderajat ovat (STM asetus 177/2008): suolistoperäiset enterokokit 200 yksikköä/100 ml, *E. coli* 500 yksikköä/100 ml.

2.1.7. Vesien tila ja ekologinen luokittelu

Askaistenlahti kuuluu pintavesien ekologisessa luokittelussa rannikkovesityypiltään lounaiseen sisäsaaristoon. Vedenlaadun luokitus tehdään pintakerroksesta loppukesän tulosten perusteella (heinä-elokuu ja syyskuun 1. viikko), ja luokituksen raja-arvoja on taulukossa 9. Kymmenvuotiskeskisarvojen (taulukko 10) perusteella Askaistenlahti on ollut hyvin ravinteinen ja klorofyllin perusteella lähinnä tyydyttävä mutta näkösyvyyden perusteella huono.

Taulukko 9. Ekologisen luokittelun luokkarajat Lounaisen sisäsaariston rannikkovedelle.

Tyyppi ja muuttuja	Kausi*	Yksikkö	Luokat ja raja-arvot				
			Erinomainen	Hyvä	Tyydyttävä	Välttävä	Huono
Ls Lounainen sisäsaaristo							
Kokonaisfosfori	VII-VIII	µg/l	<19	19 - 23	23 - 32	32 - 52	>52
Kokonaistyyppi	VII-VIII	µg/l	<270	270 - 325	352 - 430	430 - 575	>575
Näkösyvyys	VII-VIII	m	>4,5	4,5 - 3,6	3,6 - 2,3	2,3 - 1,1	<1,1
a-klorofylli	VII-VIII	µg/l	<2,6	2,6 - 3,0	3,0 - 7,0	7,0 - 17	>17 - 250
Kasviplanktonin kokonaismassa	VII-VIII	mg/l	Ei vertailuarvoa tai luokkarajoja.				

*heinä-elokuu, syyskuun 1. viikko.

Taulukko 10. Ekologinen luokka kymmenvuotisjaksoina.

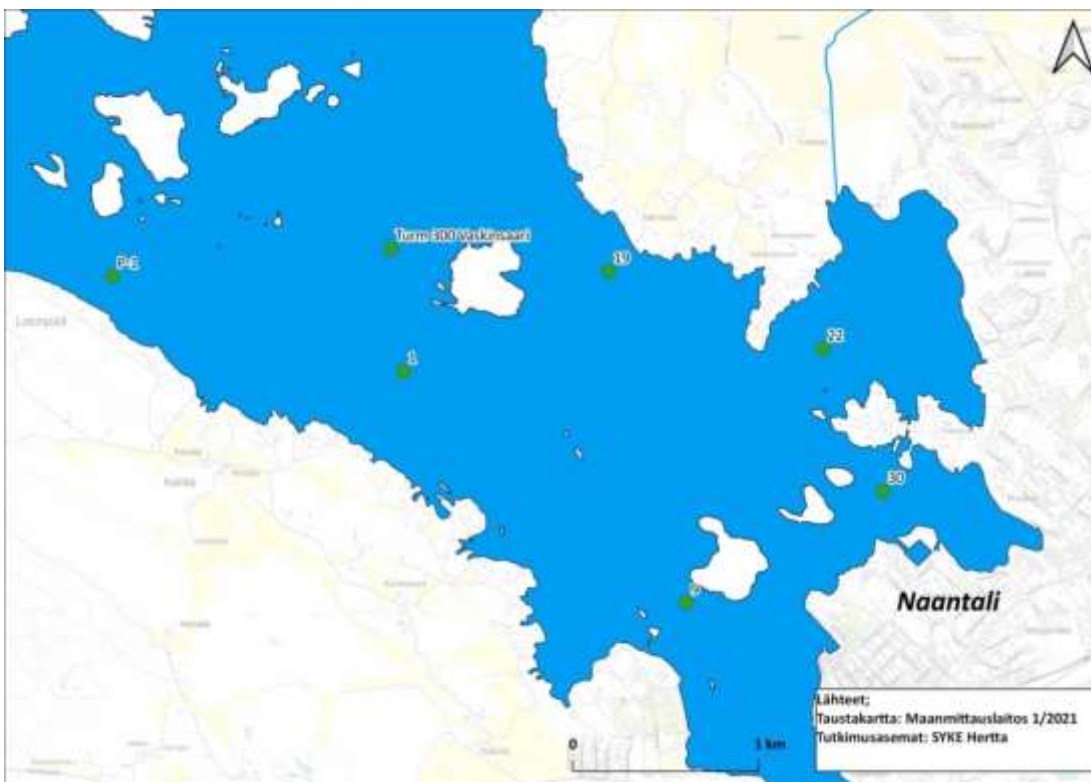
Jakso	Fosfori (µg/l)	Tyyppi (µg/l)	Klorofylli-a (µg/l)	Näkösyvyys (µg/l)
1991-2000	29,1	394	6,8	1,1
2001-2010	29,4	417	6,3	1,2
2011-2020	27,8	390	7,6	1,1

Sininen = erinomainen, vihreä = hyvä, keltainen = tyydyttävä, oranssi = välttävä ja punainen = huono

Askaistenlahden vedenlaatu on ollut koko seurantajaksona 1991 - 2020 ravinteikasta, ja näyttekertojen välillä on havaittavissa suurta vaihtelua. Erityisesti alusveden fosfori- ja typpipitoisuuksissa on havaittavissa kasvavaa suuntausta heinä-elokuussa. Pinta- ja alusveden fosforipitoisuudet ovat alkaneet myös kasvaa 2010-luvulla lokakuun näytteissä. Sen sijaan happipitoisuudessa ei ole havaittavissa selvää suuntautuneisuutta. Näkösyvyys on huonontunut vuosien 1991 - 2020 aikana, ja se näkyy selvemmin kesä- ja syyskauden näytteissä. Klorofyllipitoisuudet vaihtelivat voimakkaasti 1990-luvulla, jonka jälkeen pitoisuus on ollut kasvusuunnassa. Tämä näkyy myös kasviplanktonin biomassan kasvuna erityisesti 2010-luvulla.

2.2. Pohjaeläimistö

Tässä selvityksessä vertaillaan veloitettarkkailussa vuosina 1991, 1995, 2000, 2005, 2008, 2011, 2014 ja 2017 tehtyjen pohjaeläintutkimuksien tuloksia. Pohjaeläinten havaintopaikka sijaitsevat Askaistenlahden eteläosassa (kartta 6, asemat P-1, 1/300, 9, 19, 22 ja 30). Havaintopaikka 1 on korvattu vuoden 2005 jälkeen Väskinsaaren havaintopaikalla (300). Pohjaeläinnäytteet on otettu elo-lokakuussa.



Kartta 6. Pohjaeläinten havaintopaikat Askaistenlahdella.

2.2.1. Pohjasedimentin tila

Askaistenlahdella pohjasedimentin tila on heikentynyt vuodesta 1991 lähtien. Havaintopaikat P-1, 1 ja 30 olivat 1991 puoliterveitä, vaaleita saviliejud pohjia. 2000-luvulla lähes kaikki pohjat olivat luokassa likaantuneet. Pohjasedimenteissä oli havaittavissa liejun tummumista ja kasvijäännösten kertymistä pohjiin

(taulukko 11). Pohjan vähähappisesta tilasta antaa viitteitä mm. havaintopaikan 9 sedimenttinäytteen rikkivedyn haju.

Taulukko 11. Pohjan tila eri havaintopaikoissa Askaistenlahdella vuosina 1991, 1995, 2000, 2005, 2011, 2014 ja 2017.

Asema	Vuosi							
	1991	1995	2000	2005	2008	2011	2014	2017
1/300	PT	PT	PT	L	L	L	L	-
P-1	PT	PL	PL	L	-	EL	-	-
9	PL	PL	L	L	-	L	-	-
19	PL	L	L	L	-	L	-	-
22	PL	PL	L	L	-	L	-	-
30	PT	PL	PT	-	-	L	-	-

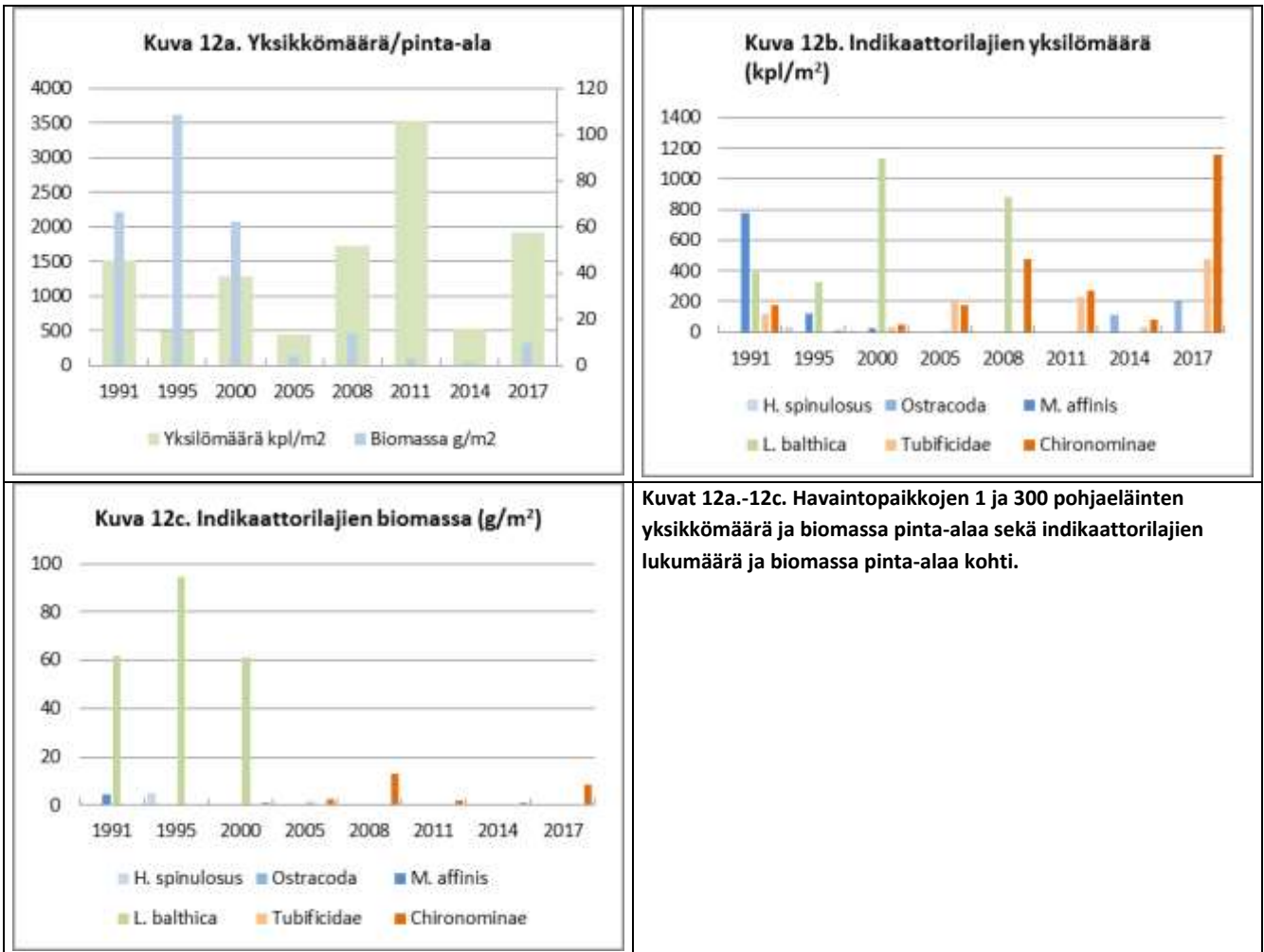
T=terve, PT=puoliterve, PL=puoliliikaantunut, L=liikaantunut ja EL=erittäin liikaantunut

2.2.2. Indikaattorilajit, yksilömäärät ja biomassat

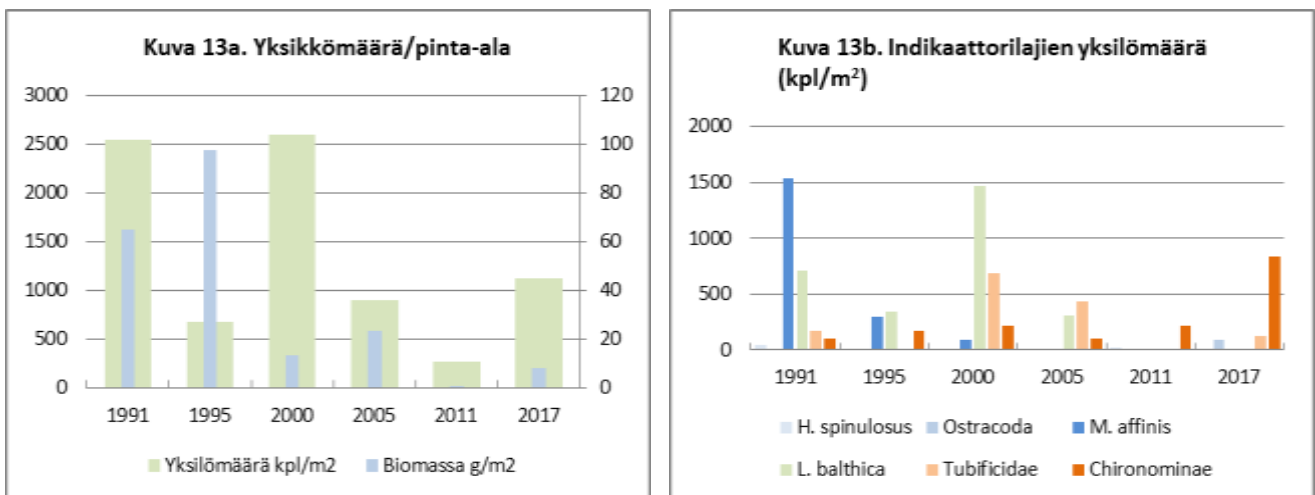
Indikaattorilajit ovat lajeja, jotka kuvaavat mm. esiintymisellään, lukumäärällään sekä koko- ja ikärakenteellaan elinympäristönsä tilaa. Makkaramato (*Halicryptus spinulosus*), valkokatka (*Monoporeia affinis*) ja raakkuäyriäiset (*Ostracoda*) viihtyvät vähäravinteisissa ja vedenlaadultaan hyvissä ja happirikkaissa vesissä. Itämerensimpukka eli liejusimpukka (*Limecola balthica*) kuuluu mesotrofisen eli melko ravinteikkaan pohjan eläimistöön. Harvasukamadot (*Oligochaeta*), joista monet hyötyvät rehevöitymisestä ja niitä tavataan rehevillä pohjilla ja usein myös vähähappisissa olosuhteissa, kun muut lajit eivät enää menesty. Surviaissääskien (*Chironomidae*) toukat, erityisesti *Chironomus plumosus* -tyypin toukat ovat hyviä rehevöitymisen indikaattoreita. Ne kestävät erittäin huonoja happiolosuhteita ja ilmaisevat siten voimakasta rehevöitymistä.

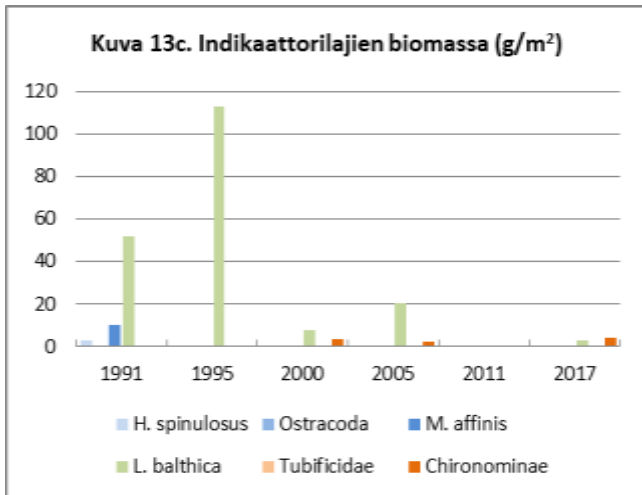
2.2.3. Pohjaeläinlajisto

Tässä selvityksessä tarkastellaan havaintopaikkakohtaisesti muutoksia pohjaeläinten yksikömäärissä ja indikaattorilajien esiintymisissä. Havaintopaikkoja 1 ja 300 vertaillessa on havaittavissa, että alkuperäinen havaintopaikka 1 on ollut elinympäristönä (puoliterve) selvästi parempi kuin havaintopaikka 300 (liikaantunut). Alkuperäisessä havaintopaikassa esiintyi selvästi enemmän vaatelaita indikaattorilajeja, ja erityisesti valkokatka oli lukumäärältään runsas mutta paikalla esiintyi myös makkaramatoa. Havaintopaikassa 300 pohjaeläinten biomassa on selvästi pienempi kuin havaintopaikassa 1, ja erityisesti huonommissa ympäristöoloissa viihtyvät surviaissääsket mutta myös harvasukasmadot ovat valtalajeja. Rehevyydestä hyötyvän liejusimpukan yksilönkoot ovat pienentyneet (kuvat 12a.-12c.).



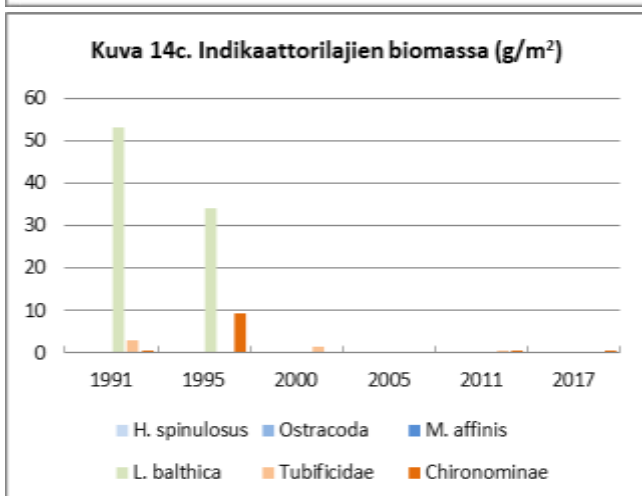
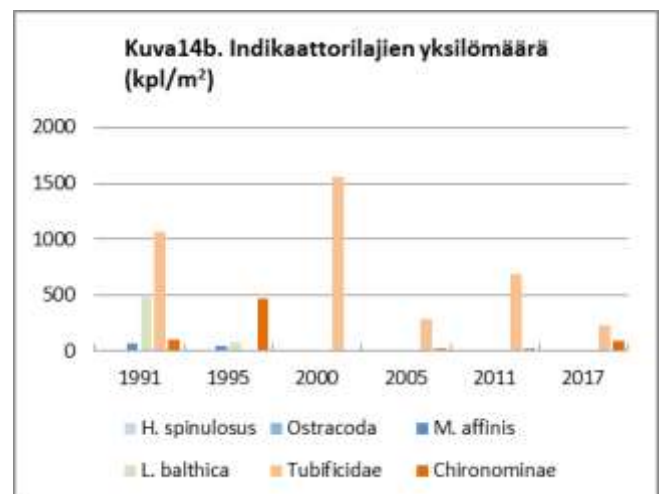
Havaintopaikassa P-1 pohjan tila on muuttunut puoliterveestä erittäin likaantuneeksi. Tämä muutos on näkynyt myös pohjaeläinten yksilö- ja biomassamäärien laskuna. Yksilömäärät ovat laskeneet 1990-luvulta 2010-luvulle 64 % ja biomassa vastaavasti noin 92 %. Syynä on valkokatkan katoaminen alueelta ja liejusimpukan koon ja lukumäärän kutistuminen (kuvat 13a.-13c.).





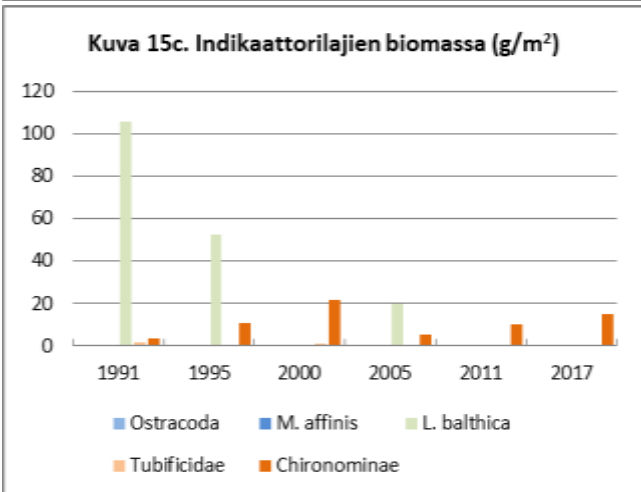
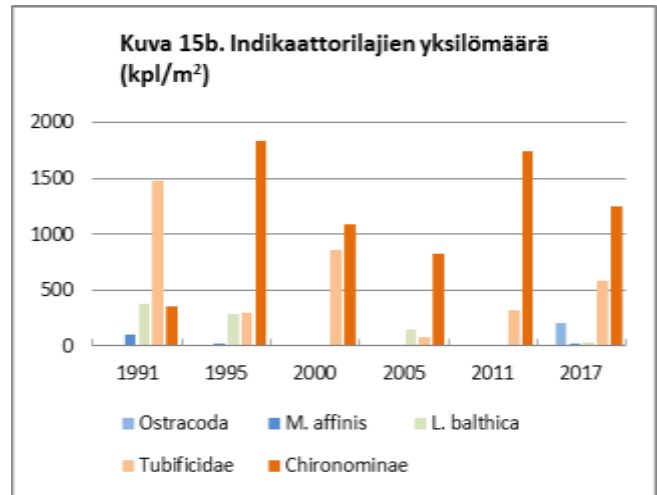
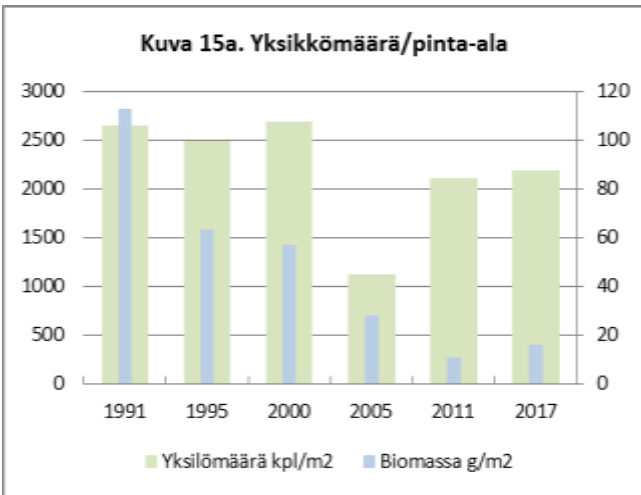
Kuvat 13a.-13c. Havaintopaikan P-1 pohjaeläinten yksikkömäärä ja biomassa pinta-alaa sekä indikaattorilajien lukumäärä ja biomassa pinta-alaa kohti.

Hyvän ekologisen tilan indikaattorilajeja on ollut hyvin vähän havaintopaikassa 9. Pohja on alkanut likaantua jo 1990-luvulla, ja alueella on esiintynyt runsaasti liejusimpukkaa ja harvasukasmatoja. 2000-luvulla harvasukasmadot ovat olleet valtalajina, vaikka biomassa onkin hyvin pieni (kuvat 14a.-14c.).



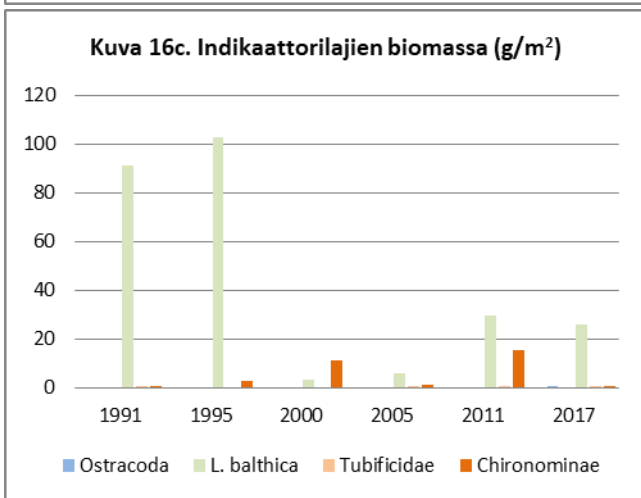
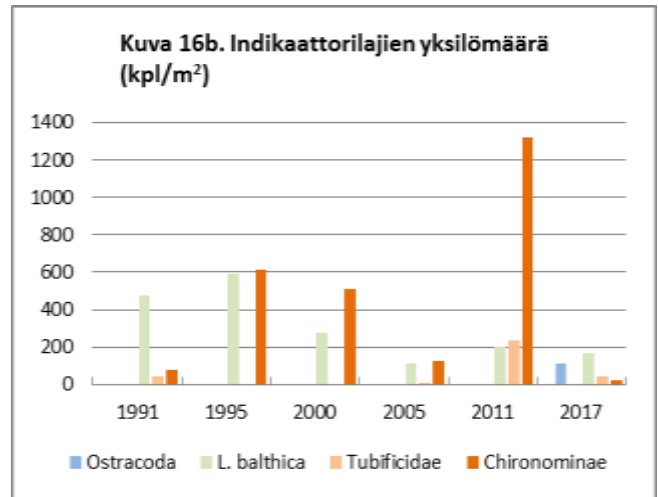
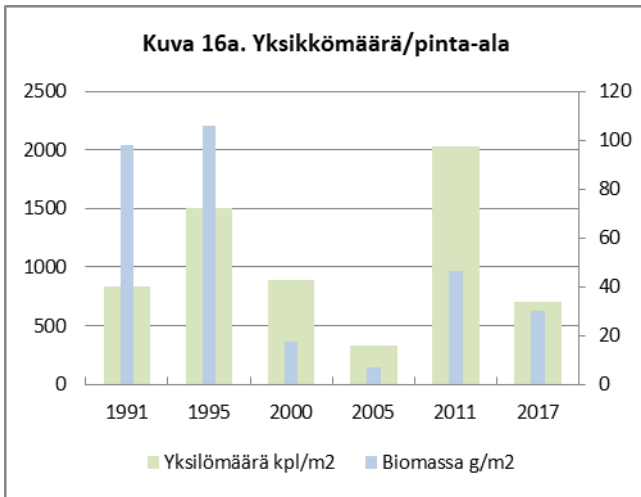
Kuvat 14a.-14c. Havaintopaikan 9 pohjaeläinten yksikkömäärä ja biomassa pinta-alaa sekä indikaattorilajien lukumäärä ja biomassa pinta-alaa kohti.

Havaintopaikassa 19 pohjaeläinten yksilömäärä on pudonnut 17 % mutta biomassassa yli 80 % 1990-luvulta 2010-luvulle. Pohjan on kuulunut likaantuneeseen luokkaan vuodesta 1995 lähtien. Biomassassa tapahtunut pudotus johtuu liejusimpukan koon kutistumisesta ja lajin yksilömäärän vähittäisestä vähenemisestä alueella. Valkokatkaa esiintyi jonkin verran 1990-luvulla ja uudelleen 2017. Sen sijaan likaantumisesta indikoivista lajeista on tullut havaintopaikan valtalajeja (kuvat 15a.-15c.).



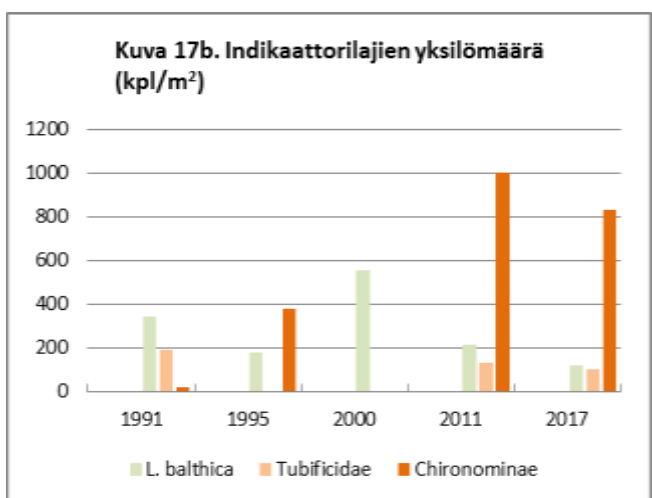
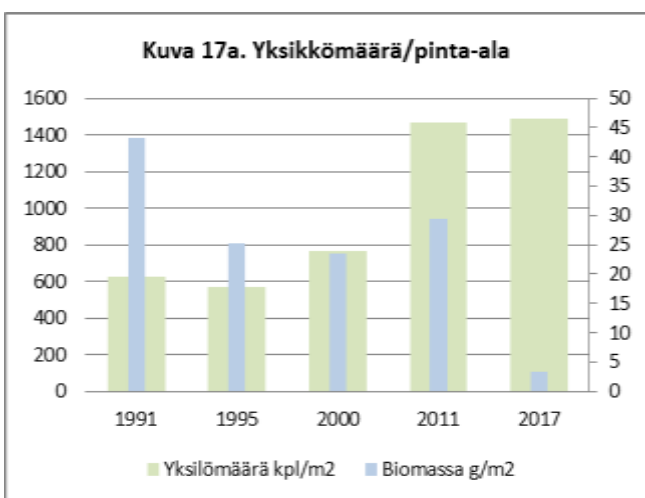
Kuvat 15a.-15c. Havaintopaikan 19 pohjaeläinten yksikö-määrä ja biomassa pinta-ala sekä indikaattorilajien lukumäärä ja biomassa pinta-ala kohti.

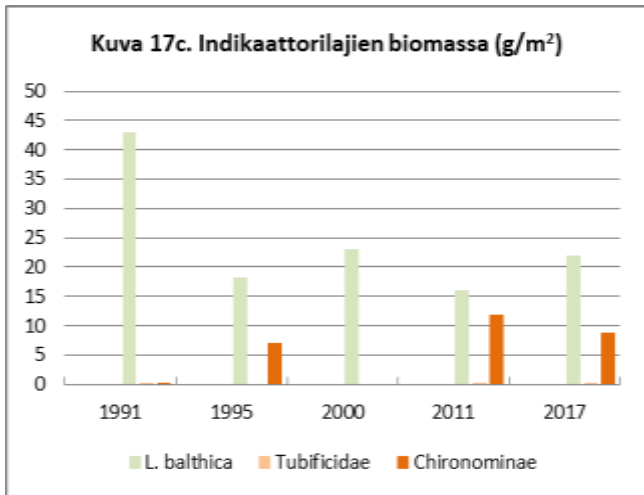
Havaintopaikassa 22 ei ole esiintynyt herkkiä lajeja, poikkeuksena vuosi 2017, jolloin paikalta löydettiin raakkuäyriäisiä. Surviaissääskien runsastuminen 2000-luvulla näkyy yksilömäärä kasvamisena neljänneksellä. Pohjaeläinten kokonaisbiomassassa on kuitenkin pudonnut lähes 50 %:lla, sillä liejusimpukan yksilömäärät ovat pienentyneet ja koko kutistunut (kuvat 16a.-16c.).



Kuvat 16a.-16c. Havaintopaikan 22 pohjaeläinten yksikkö-määrä ja biomassa pinta-alaa sekä indikaattorilajien lukumäärä ja biomassa pinta-alaa kohti.

Pohjan tilan heikkeneminen näkyy surviaissääskien runsastumisena havaintopaikassa 30, ja pohjaeläinten kokonaisyksilömäärän kasvuna. Yksilömäärä on kasvanut 1990-luvulta noin 125 %. Samaan aikaan kokonaisbiomassa on laskenut vajaalla 50 %:lla. Liejusimpukan koko on vaihdellut ja suurempi kokoisia yksilöitä on tavattu 1990-luvulla ja vuonna 2017 (kuvat 17a.-17c.).





Kuvat 17a.-17c. Havaintopaikan 30 pohjaeläinten yksikkö-määrä ja biomassa pinta-alaa sekä indikaattorilajien lukumäärä ja biomassa pinta-alaa kohti.

2.2.4. Pohjaeläinten tilan ekologinen luokittelu

Pohjan ekologista tilaa arvioidaan vesienhoidon suunnittelussa pohjaeläinindeksillä (BBI), joka huomioi ympäristöstressin vaikutuksen lajiston, eläinryhmien ja -lajien monipuolisuuteen. Taulukossa 12 on esitetty Lounaisen sisäsaariston pohjaeläinindeksin ekologisen luokituksen raja-arvot.

Taulukko 12. Rannikon pohjaeläinindeksin (BBI) luokkarajat kahdella syvyysvälillä.

Tyyppi ja indeksi	Syvyys	Luokat ja raja-arvot				
		Erinomainen	Hyvä	Tyydyttävä	Välttävä	Huono
Ls Lounainen sisäsaaristo	0 - 10 m	<0,58	0,58 – 0,35	0,35 – 0,23	0,23 – 0,12	>0,12
	10 +m	<0,56	0,56 – 0,34	0,34 – 0,22	0,22 – 0,11	>0,11
BBI	0 - 10 m	<0,89	0,89 – 0,53	0,53 – 0,35	0,35 – 0,18	>0,18
	10 +m	<0,95	0,95 – 0,57	0,57 – 0,38	0,38 – 0,19	>0,19

Sininen = erinomainen, vihreä = hyvä, keltainen = tyydyttävä, oranssi = välttävä ja punainen = huono

Taulukko 13. Askaistenlahden pohjaeläinindeksit vuosina 1991, 1995, 2000, 2005, 2008, 2011, 2014 ja 2017 kuudella havaintopaikalla.

Asema	Vuosi															
	1991		1995		2000		2005		2008		2011		2014		2017	
	BBI	ELS	BBI	ELS	BBI	ELS	BBI	ELS	BBI	ELS	BBI	ELS	BBI	ELS	BBI	ELS
1/300	0,56	0,95	0,44	0,75	0,31	0,53	0,26	0,44	0,41	0,69	0,27	0,46	0,62	1,05	0,35	0,59
P-1	0,68	1,15	0,55	0,93	0,41	0,69	0,29	0,49	x	x	0,23	0,39	x	x	0,32	0,54
9	0,32	0,54	0,26	0,44	0,09	0,15	0,11	0,19	x	x	0,10	0,17	x	x	0,27	0,46
19	0,40	0,62	0,28	0,43	0,30	0,46	0,27	0,42	x	x	0,16	0,25	x	x	0,42	0,65
22	0,52	0,8	0,38	0,58	0,34	0,52	0,45	0,69	x	x	0,33	0,51	x	x	0,79	1,22
30	0,42	0,65	0,29	0,45	0,36	0,55	x	x	x	x	0,34	0,52	x	x	0,47	0,72

Sininen = erinomainen, vihreä = hyvä, keltainen = tyydyttävä, oranssi = välttävä ja punainen = huono

Askaistenlahdella pohjaeläinten BBI-indeksi vaihtelee huomattavasti eri havaintopaikkojen ja seurantavuosien välillä (taulukko 13). Pohjan tila on ollut parhaimmillaan vuotena 1991, jolloin kuudesta

havaintopaikasta viiden ekologinen tila oli hyvä tai erinomainen. Huonoimmillaan pohjan ekologinen tila on ollut vuotena 2011, jolloin kaikkien havaintopaikkojen tila on ollut hyvää huonompi. Havaintopaikan 9 on pohjan tilaltaan huonoin. Vesienhoidon 3. suunnittelukierroksella Askaistenlahden virallisen ekologisen luokittelun mukaan pohjaeläinten tila on ollut hyvä.

2.3. Kalasto ja kalastus

Kotitarve- ja virkistyskalastus on Askaistenlahden alueella vilkasta. Kyselytutkimusten perusteella Askaistenlahdella tärkeimmät pyyntimenetelmät ovat onkiminen/pilkkiminen ja heittovapakalastus, jota harrastaa runsaat puolet kalastajista ja verkkokalastajia on noin neljännes kalastajista (mm. Valjus 2018, Holsti 2010). Tärkeimmät vapaa-ajankalastuksen saaliit olivat ahven, särki ja silakka, jotka vastaavat kokonaissaalispainosta on 60 %. Vuoden 2017 kyselytutkimuksen perusteella ahven oli noussut merkittävämmäksi saaliiksi (60 % kokonaissaaliista). Kalastus oli pääosin vapakalastusta, verkkokalastuksen suosio oli romahtanut.

Askaistenlahti on ollut merkittävä ammatillisen kalastuksen kohde. Ammattikalastusselvityksillä (mm. 1989, 1994, 1999 - 2001, 2003, 2007 - 2008, 2010, 2012, ja 2017 - 2018) on pyritty saamaan tietoa taloudellisesti arvokkaiden kalojen saaliista. 1990-luvun alussa alueella toimi vielä yli 20 ammattikalastajaa. Nykyään ammattikalastusta harjoittaa alueella 4-5 henkilöä. Lahdella on kalastettu silakkaa rysillä ja kuhaa verkoilla 1990-luvulla. Silakan kalastus on vähentynyt merkittävästi, ja pyydysmäärät ovat pudonneet vuosina 2001 - 2010 kymmenyksen 1990-luvulta. 2010-luvulla silakan rysäkalastus on ollut hyvin vähäistä. Kalastus on alkanut painottua kuhan verkkokalastukseen, josta on tullut tärkein saalis.

Askaistenlahdella on vuodesta 1974 saakka tehty velvoitetutkimuksia kalaston rakenteesta ja lajien runsaussuhteista. Näihin velvoitetutkimuksiin kuuluvat mm. poikasnuottaukset ja koeverkkokalastukset. Koekalastuksia on tehty vuosina 1999, 2004, 2009 ja 2017. Vuosina 2010 - 2015 Saaristomerelle myönnettiin poistokalastukseen valtionavustuksia. Askaistenlahdella poistokalastuspyynti oli vähäistä. Hirviöjen edustalla pyydettiin muutamana vuonna kevätaikaan rysillä pääosin norssia ja särkikaloja. Alueella on ollut kolmen kaupallisen kalastajan rysiä. Saalis menee idän suuntaan (suull. tied. Leena Rannikko).

2.3.1. Silakka

Ammattikalastusselvitysten perusteella silakka oli aiemmin 1980-90-luvuilla Askaistenlahden taloudellisesti tärkein saalis, ja Askaistenlahti oli Turun ympäristön merialueen yksi keskeisimpiä silakan rysäpyyntialueita. Silakan rysäkalastus Askaistenlahdella oli keskittynyt pääasiassa Luonnonmaan saaren pohjoiskärjen ja Väskinsaaren alueille. Silakkarysäkalastus ajoittui pääosin touko-heinäkuulle. Silakan rysäsaaliit ovat vaihdelleet vuosina 1982 - 2011 suuresti. Saalismäärän vaihteluun vaikuttaa silakan esiintymisen lisäksi moni muu seikka, kuten esimerkiksi kalastuspäivien määrät ja pyyntimenetelmien kehittyminen, joten silakkakannan muutosten arvioiminen saaliiden perusteella ei ole mahdollista. Vuoden 2011 jälkeen silakan rysäkalastus on loppunut lähes tyystin Askaistenlahdella.

Silakkaa ja silakan kutua on Askaistenlahdella tutkittu useina vuosina. Silakka kutee lounaisessa saaristossa pääasiassa keväällä ja nousee kudulle monesti useammassa kutuaallossa (Kääriä 1990). Vuonna 1989

silakan mätiä tavattiin kaikkiaan viidestä, vuonna 1994 kolmesta ja vuonna 1999 enää kahdesta eri tutkimuspaikasta. Ladonpää ja Patakari ovat olleet kutualueista sellaiset, joilta mätiä on tavattu kaikkina edellä mainittuina vuosina. Silakan kutua löydettiin 2009 vielä molemmista kutupaikoista Askaistenlahdella mutta vuoden 2017 enää Ladonpään alueelta. Askaistenlahden alueella kutevien silakoiden lisääntyminen on ympäristön muutosten, lähinnä rehevöitymisen, takia heikentynyt oleellisesti. Eräs tärkeimpänä syynä on kudun huuhtoutuminen kutualustalta.

2.3.2. Muu kalasto

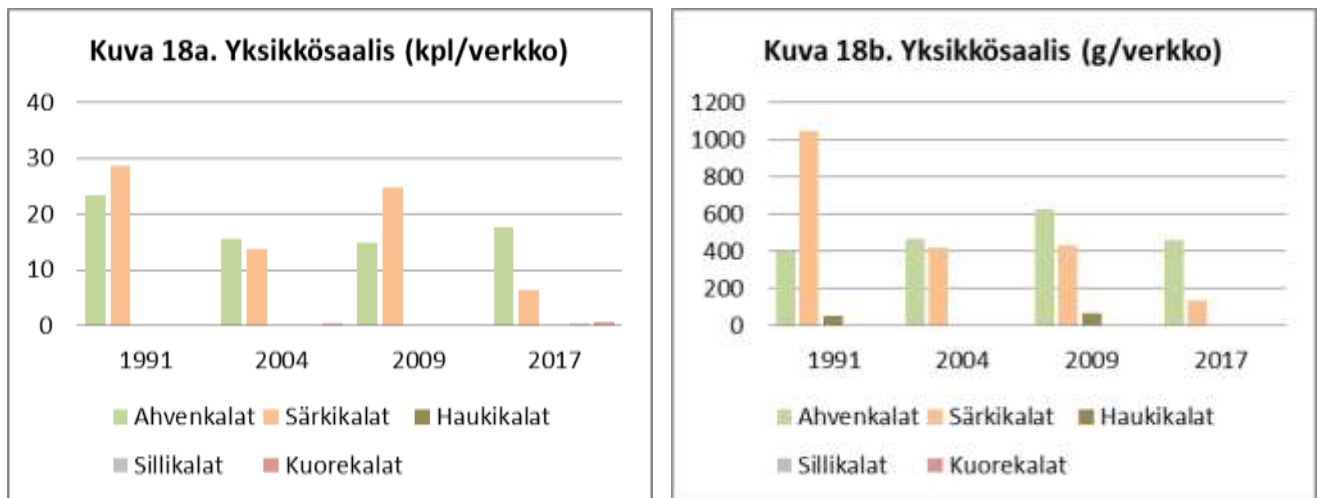
Poikasnuottauksilla pyritään hankkimaan tietoja kalastosta poikasvaiheen aikana sekä kartoittamaan lisääntymis- ja poikasalueita. Poikasnuottauksia on tehty vuosina 1989, 1994, 1999, 2004, 2009 ja 2018 Kailon saaren edustalla. Eri tutkimukset eivät ole täysin vertailukelpoisia keskenään, koska ne on tehty eri menetelmillä. Poikasnuottauksista saatujen tulosten perusteella voidaan todeta, että Kailon alueella lajisto on melko runsas ja se vaihtelee vuosien välillä. Tutkimuksissa on tunnistettu 18 tunnistettua kalalajia, joista jokaisena tutkimuskertana saaliiksi on saatu ahventa, salakkaa ja hietatokkoa (taulukko 14). Usein on tavattu myös särjen ja silakan poikasia. Muiden kalojen poikasia on tavattu yksittäisinä vuosina. Särkikalajien osuus poikatuotannosta on ollut pitkään vahva. Myös ahvenen poikasia esiintyy joinakin vuosina runsaasti. Erityisen runsaasti hietatokon poikasia oli vuonna 2009. Alueen nykyisin tärkeimmän saaliskalan kuhan poikasia ei viime vuosina ole tavattu poikasnuottausten yhteydessä (taulukko 14).

Taulukko 14. Poikasnuottausten yhteenlasketut saaliit lajeittain vuosina 1989, 1994, 1999, 2009 ja 2018 Kailon saaren alueelta.

Kalalaji	1989	1994	1999	2004	2009	2018
Ahven	26	143	662	355	18	602
Kiiski	-	1	-	-	-	-
Salakka	228	590	975	152	687	31
Särki	31	17	12449	2	-	-
Kymmenpiikki	3	4	-	-	9	-
Särmäneula	-	-	2	-	-	-
Siloneula	-	-	1	-	-	-
Kuore	-	1	25	-	-	-
Silakka	-	63	7	5	175	245
Pasuri	-	6	-	3	-	-
Lahna	-	7	-	-	-	-
Hietatokko	10	302	137	1	3493	53
Mustatokko	-	13	1	-	-	-
Liejutokko	-	-	3	-	-	-
Kuha	-	19	-	6	-	-
Kivisimppu	-	-	2	-	-	-
Tunnistamaton särkikala		234	-	-	61	-
Kaikki yhteensä	298	1400	14264	524	4443	931

Askaistenlahden alueella on tehty vuodesta 1974 asti velvoitetarkkailuihin kuuluvia koeverkkokalastuksia. Vuosina 1989, 1994, 1999, 2004 ja 2019 ne tehtiin Santaperänaukon, Matalaluodon ja Väskin saaren alueilla. Askaistenlahden multa alueilta ei ole tietoa tehdyistä koekalastuksista. Koeverkkokalastusmenetelmät ovat muuttuneet vuosien varrella, joten tulosten vertailu ei ole täysin luotettavaa. Vuonna 1999 koeverkkokalastukset tehtiin ensimmäistä kertaa NORDIC-yleiskatsausverkoilla, kun aikaisempina vuosina käytettiin koostumukseltaan vaihtelevia verkkosarjoja.

Ahven- ja särkikalat muodostavat suurimman osan yksikkösaaliista (kuvat 18a. & 18b.), ja niiden osuus vaihtelee kokonaissaaliista 94 - 99 %. Vallitsevina lajeina ovat ahven ja pasuri. Yksittäisinä tutkimusvuosina mm. särjen osuus vuonna 1999 on ollut merkittävä. Muiden kalalajien osuudet ovat vähäisiä (taulukko 15).



Taulukko 15. Askaistenlahden lajikohtaiset yksikkösaaliit (kpl/verkko ja g/verkko) vuosina 1999, 2004, 2009 ja 2017.

Kalalaji	1999		2004		2009		2017	
	kpl/verkko	g/verkko	kpl/verkko	g/verkko	kpl/verkko	g/verkko	kpl/verkko	g/verkko
Ahven	17,8	294	8,1	311,7	12,4	508,6	13,5	410,8
Hauki	0,1	56	0	0	0,1	68,8		
Kiiski	0,7	4	5,5	53,8	1,3	11	3,1	17,9
Kuha	4,8	103	1,9	98,8	1,1	107,5	1	33,3
Kuore	0,1	1	0,5	2,5	0	0	0,6	1
Lahna	0,6	132	0	0	0,1	15,4		
Pasuri	18,3	218	9,7	276,8	20	269	4,4	122,9
Salakka	2,7	19	0,9	5,1	1,1	7,6	0,1	1,3
Silakka			0,2	6,7	0,1	1,4	0,4	5,8
Sorva			0	0	0	0		
Särki	6,7	585	2,2	111,8	3,6	141,4	2	12,1
Säyne	0,4	89	1	25,3	0	0		
Yhteensä	52,2	1501	30	892,5	39,8	1130,7	25,1	605,1

2.3.3. Kalojen haitta-ainepitoisuudet

Askaistenlahdelta on tutkittu hauesta haitta-ainepitoisuuksia mm. raskametalleja ja PCB-yhdisteitä 1994 ja 1999. Tuolloin raskasmetallien ja PCB-yhdisteiden määrät eivät ylittäneet asetettuja enimmäismääriä. Vesipuitteidirektiivin pintavesien kemiallisen tilan seurannassa vuosina 2010 - 2016 tehdyissä mittauksissa polybromattujen difenyyliettereiden (PBDE-yhdisteet, palonestoaineet) summapitoisuus ahvenessa vaihteli välillä 0,01 - 1,25 µg/kg. Nämä pitoisuudet ylittävät vesien kemiallisen hyvän tilan laatu normin raja-arvon. Terveydelle tai kalansyönnille PBDE-yhdisteiden pitoisuudet eivät aseta esteitä.

2.4. Kasvillisuus

Askaistenlahden vesi- ja rantakasvillisuudesta on jonkin verran julkaistua tietoa. Selvityksiä on tehty Oukkulanlahden alueelta Oukkulanlahdelta mm. vuonna 2000 (Lievonen & Matikainen 2001a) ja vuosina 2003 - 2004, jolloin Metsähallitus teki täydentäviä kasvillisuus selvityksiä Natura 2000-alueen kasvillisuudesta.

Halkkoaukon kasvillisuudessa näkyy Hirvijoen rehevöittävä vaikutus. Jokisuussa esiintyy runsasravinteisuutta vaativia tai suosivia kasvilajeja kuten kapeaosmankäämiä (*Typha angustifolia*) ja tähkä-ärviää (*Myriophyllum spicatum*). Jokisuutta ympäröivät laajat järviruokokasvustot (*Phragmites australis*) ja järvikaislikot (*Schoenoplectus lacustris*). Muuhun vesikasvillisuuteen kuuluvat ulpukka (*Nuphar lutea*), leveäosmankäämi (*Typha latifolia*), kurjenmieikka (*Iris pseudacorus*), hapsivita (*Potamogeton pectinatus*) ja ahvenvitaa (*P. perfoliatus*). Ulompana lahdella esiintyy merihauraa (*Zannichellia palustris*) (Lievonen & Matikainen 2001a, Kemppainen 2014).

Ruovikot

Askaistenlahden sisäosissa Oukkulanlahden, Rukanaukon ja Halkkoaukon alueilla esiintyy laajoja järviruokokasvustoja sekä vesi- että maaruovikkoina. Laajoja ruovikoita esiintyy myös mm. Papinluodossa, Merimaskun Mustikkeen ja Vaivion saarten ympärillä sekä Tammisaarenlahdessa, Kaidan saarella ja Vajalahdessa (Kemppainen 2012). Ruovikkojen määrä on kasvanut alueella 1970-luvulta lähtien, koska ranta-alueiden perinteinen käyttö karjan laidumina on vähentynyt ja samaan aikaan merialueen rehevöityminen ja ranta-alueiden mataloituminen on ollut nopeaa. Tästä on seurannut avoimien avoveteen asti ulottuvien rantaniittyjen häviäminen.

Rantaniityt

Askaistenlahden ja Naantalinaukon monikäyttösuunnittelussa suunnittelualueelta löydettiin 235 ha rantaniityksi sopivia alueita. Yhtenäisimmät niistä esiintyivät Rukanaukon pohjoisrannalla. Rantaniittyjä uhkaa umpeenkasvu mutta myös runsas loma-asutus, joka on pirstaloanut laajat niityt pienipiirteisiksi (Kemppainen 2012).

Rukanaukko kuuluu Varsinais-Suomen merkittäviin perinnemaisemiin (Lehtomaa 2000), ja niittyalue on lähes kokonaan laidunnuksen piirissä. Niittyjä ovat laiduntaneet hevoset ja naudat. Länsipuolella niittyjä ympäröivät hakamaat ja niittyalueeseen liittyy kallioketo. Alueella esiintyy seuraavia kasvilajeja: lituruoho

(*Arabidopsis thaliana*), kevätkynsimö (*Erophila verna*), hietalemmikki (*Myosotis stricta*), kevättädyke (*Veronica verna*) ja ketotädyke (*V. arvensis*) (Kemppainen 2014).

Oukkulanlahteen laskeva Ruonanojan varteen sijoittuu kapea pitkä heinäniitty laidun (Kemppainen 2014). Niityn alaosa on edustavaa matalaa rantaniittyä ja itäosassa kumpuilevia katajaketoja, joilla kasaa ketoneilikkaa (*Dianthus deltoides*), jäkkiä (*Nardus stricta*) ja mäkikauraa (*Helictotrichon pubescens*). Ojan länsipuolella esiintyy harvaa ruovikkoa entisellä rantaniityllä, jossa on paikoin hakamaisia puustosaarekkeita. Saarekkeiden eteläreunoilla on ketomaisia alueita, joiden ruohokasvillisuuteen kuuluvat kissankäpälä (*Antennaria dioica*), nuokkukohokki (*Silene nutans*) ja pystykiurunkannus (*Corydalis solida*). Muita alueella tavattavia kasveja ovat ketohanhikki (*Argentina anserina*), suoputki (*Peucedanum palustre*), ojakärsämö (*Achillea ptarmica*), rönsyrölli (*Agrostis stolonifera*). Rannempana esiintyy viiltosaraa (*Carex acuta*), rantamataraa (*Galium palustre*) ennen järviruokovyöhykettä. Muita kasveja suolavihvilä (*Juncus gerardii*) ja hentosuolake (*Triglochin palustris*) (Lievonon & Matikainen 2001a, Kemppainen 2014).

Oukkulanlahdella on edustavia rantaniittyjä Tenholan ja Oukkulan kartanon alueilla, joiden keskiosissa esiintyy matalaa vihvilä (*Juncaceae*)- heinä- (*Poaceae*) ja sarakasvillisuutta (*Cyperaceae*). Rantaniityn alaosissa ja vesirajassa esiintyy ruovikkoja. Rantaniityn takana on peltolaitumia, joissa esiintyy katajasaarekkeita. Alueella esiintyviä lajeja ovat mm. hento- ja merisuolake, luhtakastikka, meriluikka, suolavihvilä, rönsyrölli, suolasolmukki. Hakamailla ja ketoilla esiintyy pölkkynuohoa, jäkkiä ja häränsilmää (Lievonon & Matikainen 2001a, Kemppainen 2014).



Kuva 19. Laidunettua rantaniittyä Oukkulanlahdella syksyllä 2020 (Pasi Salmi).

Ruonanojan varteen sijoittuu kapea laidunniitty, jossa esiintyy edustavia rantaniittyjä ja ketomaisia katajasaarekkeita, joissa esiintyy ketoneilikkaa, jäkkiä ja mäkikauraa.

Aitsaarenrauma on Aitsaaren ja mantreen välinen umpeenkasvavut salmi, jossa aiemmin on ollut matalakasvuinen rantaniitty. Niitty on ruovikoitunut. Tarvon saarella on entisten peltojen ympärillä hakamaisia, ketomaisia ja niittymäisiä vyöhykkeitä. Myös Aitsaaren keskiosissa on hakamaisia ja ketomaisia ympäristöjä peltojen ympärillä. Aitsaaren alueella esiintyy mm. isomaksaruohoa (kissankelloa, keltamataraa ja ketoneilikkaa kuivimmilla paikoilla ja kosteimmilla luikkia, röllejä sekä laukkoja (Kemppainen 2014).

Hirvi- ja Vähäjoen suistossa Halkkoaukon itäpäässä/Vähäjoen suussa on ollut aiemmin edustavia rantaniittyjä, jotka ovat ruovikoituneet. Alueen kasvillisuuteen kuuluvat mm. rönsyrölli, ketohanhikki, suoputki, nurmilauha sekä mesiangervo. Muita lajeja ovat syysmaitiainen, hiirenvirna ja ojakärsämö.

Hirvi- ja Vähäjoen etelärannalla on hoidettuja jokivarsiniittyjä. Myös Vähäjoen pohjoisrannalla on hoidettu niittyalue. Kosteapohjaisten luhtien kasvillisuuteen kuuluvat järviruoko ja viiltosara. Matalaa kasvillisuutta edustavat suoputki, ojakärsämö, rantamatarata hentosuolake ja rönsyrölli. Alueella kasvaa myös typensuosijakasveja esim. juolavehnä ja kulttuurilajistoa koiranheinä (Kemppainen 2014).

Papinluodolla ja sen itäpuolella esiintyy vesijätölle muodostunut merenrantaniitty, joka on ruovikoitunut laidunnuksen päätyttyä 1970-luvulla. Saarella esiintyy edustavia hakamaisia ja ketomaisia niittyjä aiemmasta laidunnuksesta. Huomionarvoisia kasvilajeja ovat keltamatarata (*Galium verum*), sikoangervo (*Filipendula vulgaris*), mäkikaura, ketoneilikka, heinäratamo (*Plantago lanceolata*) ja hakarasara (*Carex spicata*) (Kemppainen 2014).

Vajalahdella esiintyy laajoja ruovikoita. Kohteessa on pitkä ja kapea rantaniitty, jota reunustaa entinen metsälaidun. Laidun vaihettuu lehtomaisesta rinnekuusikosta kosteaksi rantalehdoksi ja tervaleppälehdoksi. Eteläpää sekapuista metsälaidunta. Ruovikossa esiintyy matalaa rantaniittylaikkuja.

Tammisaaren länsireunalla esiintyy laajaa maaruovikkoa, entisiä rantaniittyjä ja metsittyneitä luhtaniittyjä. Tammisaaren pohjoisosissa on pienehköä niittyjä ja rantaniittyjä.

Kaidan saarella esiintyy noin 13 ha avoimia perinnemaisemia mm. entisiä peltoja, saarekkeisia hakoja, ketoja ja rantaniittyjä. Merkittäviä kasveja ovat mm. nurmilaukka (*Allium oleraceum*), sikoangervo, ketoneilikka, keltamatarata, heinäratamo, purtojuuri (*Succisa pratensis*), syyllälinnunherne (*Lathyrus linifolius*) ja litteänurmikka (*Poa compressa*). Rantaniityllä esiintyy mm. käärmeenkieli (*Ophioglossum vulgatum*) (Kemppainen 2014).

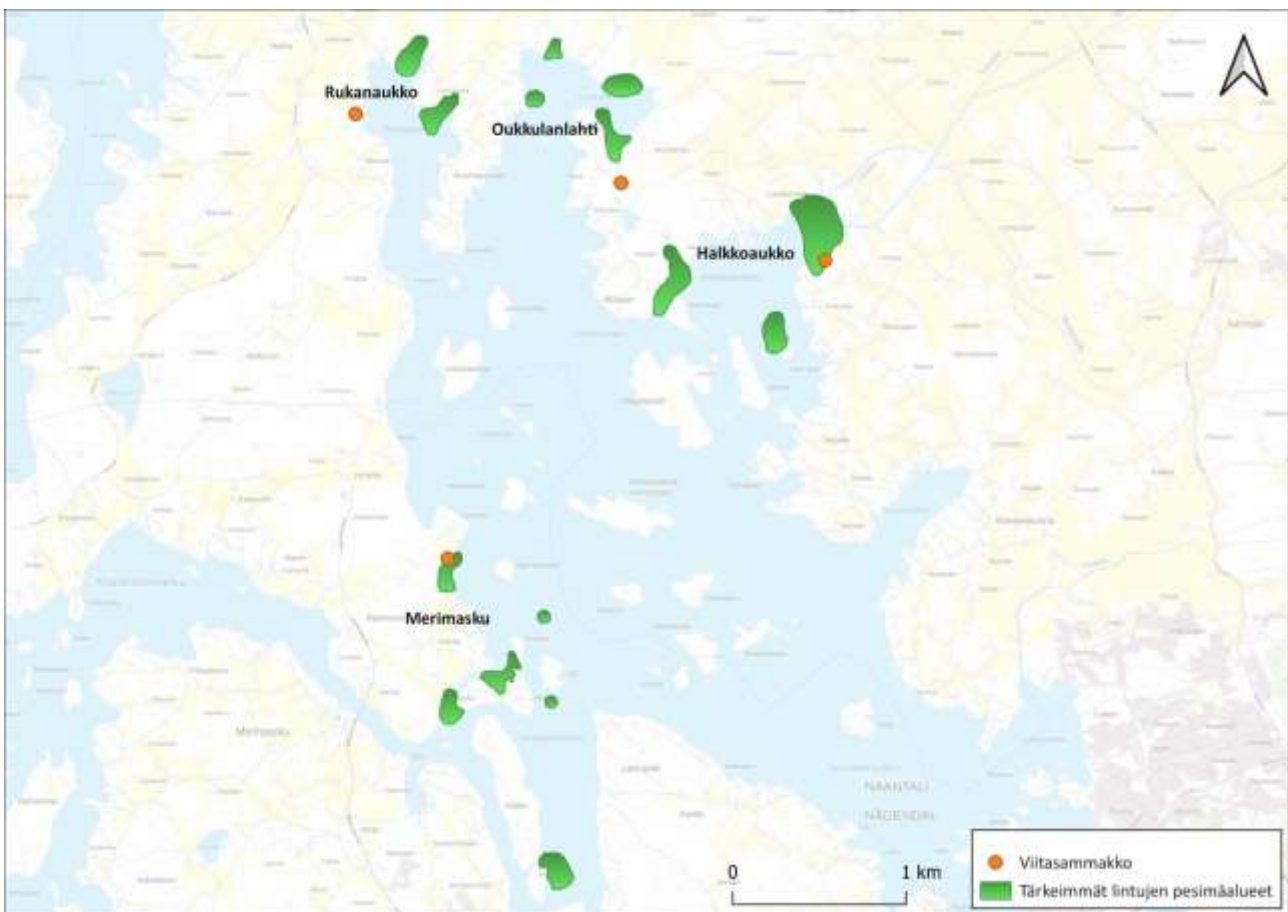
2.5. Linnusto

Askaistenlahden linnustoa on selvitetty erityisesti Oukkulanlahden alueella. Pesimälinnustoa on seurattu säännöllisesti vuosina 1973 - 84, ja niittylinnuston muutoksia vuosina 1973 - 80 (Saarinen 1980a ja b, 1984). Halkkonaukon linnustosta on tietoa vuosilta 1980 ja 1984 (Saarinen 1980 ja 1984). Kattava linnustaselvitys Oukkulanlahden alueelta tehtiin vuonna 2000 (Matikainen & Lievonen 2000). Varsinais-Suomen ELY-keskuksen hallinnoima VELHO-hanke selvitti Askaistenlahden ja Naantalintien aukon linnustoa ja viitasammakon (*Rana arvalis*) (Luontodirektiivin Liite IV laji) esiintymistä vuonna 2012 laadittaessa alueen

ranta-alueille monikäyttösuunnitelmaa (Kempainen 2014). Hankkeen selvitysalueet olivat Oukkulanlahden Natura 2000-alue ja siihen rajoittuvan Rukanaukon itärannan, sekä erilliset alueet Merimaskussa ja Naantalissa. Tässä selvityksessä tarkastellaan linnustoa vuoden 2000 ja 2012 (Enviro 2012) selvitysten perusteella.

Oukkulanlahden alue on tärkeä vesi- ja rantalintujen pesimäalue, vaikka pesimälinnusto onkin taantunut viime vuosikymmenten aikana. Alueella on pesinyt lintudirektiivin liitteen I mukaisia, erityistä suojelua vaativia lajeja sekä kansallisesti uhanalaisia lajeja. Muuttoaikoina lahdella tavataan suurehkoja vesilintumääriä (kartta 7).

Taulukossa 16 on esitetty Askaistenlahdella pesiviä vesi- ja rantalintuja ja muita merkittäviä huomionarvoisia lajeja. Alueella esiintyy selvitysten perusteella 12 lintudirektiivin liitteessä I mainittuja lajeja. Kansallisesti uhanalaisia lajeja on 15 ja silmälläpidettäviä lajeja yhdeksän. Kansainvälisen suojelun vastuulajeja, joista Suomella on erityinen vastuu, on 12.



Kartta 7. Askaistenlahden tärkeimmät lintujen pesimäalueet vuonna 2012, ja viitasammakon esiintyminen alueella.

Taulukko 16. Askaistenlahden ja Naantalinaukon pesivä vesi- ja rantalinnusto ja muu harvalukuinen pesimälinnusto vuonna 2000 ja 2012 sekä niiden uhanalaisuustiedot. Sarake U =kansallinen uhanalaisuusluokitus 2019 (RE= Suomen luonnosta hävinnyt), CR=äärimmäisen uhanalainen, EN=erittäin uhanalainen, VU=vaarantunut, NT silmälläpidettävä. VA= Kansainvälisen suojelun vastuulaji Suomessa, Dir=laji kuuluu lintudirektiivin liitteen I lajeihin.

Laji	Oukkulanlahti		Rukanaukko	Halkkoaukko	Merimasku	U	VA	Dir
	2000	2012	2012	2012	2012			
Silkkiuikku (<i>Podiceps cristatus</i>)	16	16	7	48	35	NT		
Mustakurkku-uikku (<i>Podiceps auritus</i>)	2					EN		x
Härkälintu (<i>Podiceps grisegena</i>)				2	1	NT		
Kyhmyjoutsen (<i>Cygnus olor</i>)	16	6	5	13	4			
Merihanhi (<i>Anser anser</i>)	1	6			2			
Kanadanhanhi (<i>Branta canadensis</i>)	1	2	1	4	3			
Valkoposkihanhi (<i>Branta leucopsis</i>)		2			2			x
Haapana (<i>Mareca penelope</i>)		2		4		VU	x	
Tavi (<i>Anas crecca</i>)	8	13	8	11	2		x	
Heinätavi (<i>Anas querquedula</i>)	1					VU		
Sinisorsa (<i>Anas platyrhynchos</i>)	22	14	10	13-15	10			
Lapasorsa (<i>Spatula clypeata</i>)		1		3				
Punasotka (<i>Aythya ferina</i>)	2	1		?	3	CR		
Tukkasotka (<i>Aythya fuligula</i>)	3	7		3	4	EN	x	
Telkkä (<i>Bucephala clangula</i>)	18	5	3	27	9		x	
Tukkakoskelo (<i>Mergus serrator</i>)		1		2	1	NT	x	
Isokoskelo (<i>Mergus merganser</i>)	1	5	3	3	5	NT	x	
Luhtakana (<i>Rallus aquaticus</i>)	2			2	1			
Nokikana (<i>Fulica atra</i>)	11	4	6	8	8	EN		
Ruisräikkä (<i>Crex crex</i>)			1	1	1		x	x
Kurki (<i>Grus grus</i>)	3	2	1	2	2			x
Kaulushaikara (<i>Botaurus stellaris</i>)		3-4	2	6	7			x
Harmaahaikara (<i>Ardea cinerea</i>)		1			1-2			
Niittysuohaukka (<i>Circus pygargus</i>)	1					CR		x
Ruskosuohaukka (<i>Circus aeruginosus</i>)	1			1				x
Nuolihaukka (<i>Falco subbuteo</i>)		1		1	1			
Meriharakka (<i>Haematopus ostralegus</i>)	2	1		1				
Töyhtöhyppä (<i>Vanellus vanellus</i>)	7	1	1	1	3			
Taivaanvuohi (<i>Gallinago gallinago</i>)	12	6	3	4	4	NT		
Kuovi (<i>Numenius arquata</i>)	1		1	1		NT	x	
Punajalkaviklo (<i>Tringa totanus</i>)	8	1	2	2	2	NT		
Rantasipi (<i>Actitis hypoleucos</i>)	6	1	1	3	3		x	
Jänkäkurppa (<i>Lymnocyptes minimus</i>)		1						
Lehtokurppa (<i>Scolopax rusticola</i>)					1			
Nauruokki (<i>Larus ridibundus</i>)	140	2	3	491	10	VU		
Pikkulokki (<i>Hydrocoleus minutus</i>)				3			x	x
Kalalokki (<i>Larus canus</i>)	6	7	6	7	15			
Selkälokki (<i>Larus fuscus</i>)				1	17	EN	x	
Harmaalokki (<i>Larus argentatus</i>)		3	2	4	3	VU		
Merilokki (<i>Larus marinus</i>)					1	VU		
Kalatiira (<i>Sterna hirundo</i>)	2			1	3		x	x
Lapintiira (<i>Sterna paradisaea</i>)		3		10	10			x

Taulukko jatkuu seuraavalla sivulla.

Taulukko jatkuu..

Laji	Oukkulanlahti		Rukanaukko	Halkkoaukko	Merimasku	U	VA	Dir
	2000	2012	2012	2012	2012			
Kiuru (<i>Alauda arvensis</i>)		1		1				
Keltävästäräkki (<i>Motacilla flava</i>)	3	1						
Västäräkki (<i>Motacilla alba</i>)		1				NT		
Niittykirvinen (<i>Anthus pratensis</i>)	6	2	2					
Satakieli (<i>Luscinia luscinia</i>)		4	7	6	5			
Pensastasku (<i>Saxicola rubetra</i>)	12	1		3		VU		
Pensassirkkalintu (<i>Locustella naevia</i>)		1		3	1			
Viitasirkkalintu (<i>Locustella fluviatilis</i>)		1	1					
Rytikerttunen (<i>Acrocephalus scirpaeus</i>)		17	2	16	11			
Ruokokerttunen (<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>)		40	5	28	21			
Rastaskerttunen (<i>Acrocephalus arundinaceus</i>)	1			4	1	VU		
Luhtakerttunen (<i>Acrocephalus palustris</i>)				2	1			
Viiksitimali (<i>Panurus biarmicus</i>)	3	2		1		VU		
Pikkulepinkäinen (<i>Lanius collurio</i>)	8	1						x
Punavarpunen (<i>Carpodacus erythrinus</i>)		3	2	5	4	NT		
Peltosirkku (<i>Emberiza hortulana</i>)	2					CR		
Pajusirkku (<i>Emberiza schoeniclus</i>)		10	10	9	6	VU		
Huuhkaja (<i>Bubo bubo</i>)		1				EN	x	x
Harmaapäätikka (<i>Picus canus</i>)		1			1			x

Vesilinnut

Oukkulanlahdella pesi vuonna 2000 kaksitoista vesilintulajia, ja parimäärä oli 91. Runsaimmat lajit olivat tuolloin sinisorsa ja telkkä. Vuonna 2012 pesiviä lajeja oli 16 ja parimäärä 215, kun Oukkulanlahden ja Halkkoaukon parimäärät lasketaan yhteen. Silkkuiukku, telkkä ja tavi olivat runsaimmat pesivät lajit vuonna 2012. Uusimman selvityksen perusteella alueella esiintyi ”uusina” tai alueelle palanneena lajeina härkälintu, valkoposkihanhi, haapana, lapasorsa ja tukkakoskelo. Lajimäärä ja pesivien parien lukumäärä on selvästi kasvanut vuodesta 2000. Kuitenkin alueelta ei tavattu vuonna 2012 enää mustakurkku-uikkua ja heinätavia, jotka molemmat ovat vaatelaita rehevien vesien lajeja. Tarkastellessa pesivien vesilintujen parimääriä vuodelta 1980 vuoteen 2012 ovat parimäärät laskeneet runsaat 40 %. On kuitenkin huomioitava, että silkkuiukkujen kannan voimakas taantuminen 1980 - 90-luvuilla on todennäköisesti kääntynyt hienoiseen kasvuun. Vuoden 2012 selvityksen neljän erillisen selvitysalueen osalta vesilinnut suosivat Halkkoaukkoa pesimäalueena, sillä siellä esiintyy 40 % pesivien parien määrästä. Myös Merimaskun alue on silkkuiukkujen suosimaa aluetta.

Kahlaajat, kurjet ja haikarat

Oukkulanlahden alueella tavattiin kahlaajia kuusi lajia, joiden parimäärä oli 36 vuonna 2000. Kahlaajalajisto on selvästi taantunut, sillä 2012 alueella pesi 7 kahlaajalintulajia, yhteensä 23 paria. Vielä vuonna 1980 töyhtöhyppiä ja punajalkavikloja pesi alueella 22 paria, joten kannat ovat taantuneet voimakkaasti. Alueella on aikanaan pesinyt mm. etelänsuosirri (*Calidris alpina spp. schinzii*), jonka todennäköisesti viimeinen pesintä on ollut 1987. Meriharakka on vakiinnuttanut kantansa alueella. Kurki, harmaahaikara ja kaulushaikara ovat levittäytyneet alueella. Kurkia pesi vuonna 2012 seitsemän paria, kaulushaikaroita 18 ja yksi harmaahaikara.

Rantakanat

Luhtakanakannat ovat pysyneet tasaisena 1980-luvulta lähtien. Oukkulanlahdella ja Halkkoaukon alueella pesiviä pareja on ollut kaksi. Lisäksi Merimaskun alueella pesii yksi pari. Sen sijaan nokikanakannat ovat taantuneet voimakkaasti 1970 - 80-luvuilta. Vielä vuonna 1980 alueella pesi 39 nokikanaparia, kun vuonna 2000 niitä oli jäljellä 11 paria. Vuonna 2012 samoilla selvitysalueilla pesi 12 paria, joiden lisäksi Rukanaukolla ja Merimaskussa oli yhteensä 14 paria. Aiemmin alueella on myös pesinyt liejukana (*Gallinula chloropus*) ja luhtahuitti (*Porzana porzana*), joita ei ole enää tavattu 2000-luvulla.

Lokkilinnut

Lokkilinnuista Askaistenlahden alueella pesi kahdeksan lajia vuonna 2012, parimäärältään 602. Runsain pesivä laji oli naurulokki. Vuonna 1980 naurulokkipareja oli Oukkulanlahden ja Halkkoaukon alueella 73, vuonna 2000 140 paria ja 2012 493 paria. Vuoden 2012 selvityksen perusteella Oukkulanlahdella pesi vain 2 paria ja Halkkoaukon alueella runsas 400 paria. Muista lokkilinnuista kalalokki esiintyy tasaisesti koko Askaistenlahden alueella. Sen sijaan selkä-, harmaa- ja merilokin sekä lapintiiran pesivä kanta on painottunut Halkkoaukon ja Merimaskun alueelle. Pikkulokkia tavataan vain Halkkoaukon alueella.

Varpuslinnut

Avomaita ja niittyjä suosivista varpuslinnuista alueella esiintyvät keltävästäräkki, kiuru, niittykirvinen ja pensastasku. Kaikki edellä mainitut laji pesivät alueella harvalukuisena. Oukkulanlahden ja Halkkoaukon alueen keltävästäräkki kannat ovat taantuneet tuntuvasti. Vielä vuonna 1980 alueella pesi 15 paria, vuonna 2000 pesiviä pareja oli jäljellä kahdeksan ja vuonna 2012 jäljellä oli enää yksi pesivä pari. Niittykirvisen kannankehitys on samansuuntainen, ja pesivien parien määrä on pudonnut 25 parista kahteen pariin Oukkulanlahden ja Halkkoaukon alueella. Tämän lisäksi kaksi paria pesi Rukanaukon alueella 2012. Myös pensastaskukannat ovat taantuneet vuosien 2000 - 2012 aikana 12 parista neljään pariin. Peltosirkku on hävinnyt kokonaan pesimälajistosta ja se on erittäin uhanalainen laji valtakunnallisesti.

Puoliavoimien pensastomaiden ja pensaikkomaiden suosivia lajeja, kuten punavarpunen, sirkkalinnut, satakieli ja pikkulepinkäinen pesivät Askaistenlahdella. Ruovikkolajistosta Askaistenlahdella pesii ruoko-, ryti- ja rastaskerttunen, viiksitimali ja pajusirkku.

Petolinnut

Askaistenlahden pesimälinnustoon kuuluu nykyisin ruskosuohaukka ja nuolihaukka. Sen sijaan niittysuohaukka ei todennäköisesti pesi alueella. Merikotkia esiintyy säännöllisesti alueella.

3. Kuormituselvitys

3.1. Ulkoinen kuormitus

Askaistenlahden mantereen valuma-alue on noin 355 km². Kun valuma-alueeseen lasketaan mukaan Merimaskusta ja Naantalın Luonnonmaalta lahteen laskevien uomien valuma-alueet sekä Askaistenlahdella olevien saarten maapinta-ala, valuma-alueen pinta-ala 373 km². Jani Hannulan raportissa valuma-alueen pinta-ala oli arvioitu 340 km². Ero johtuu paikkatietomenetelmien ja uusien valuma-alueyökalujen kehittämisestä.

Valuma-alueen määrittämisessä on hyödynnetty valtion ympäristöhallinnon paikkatietoaineistoja sekä uusia valuma-alueen määrittämiseen tehtyjä työkaluja (Metsäkeskus ja SYKE). Tämä raportissa esitetty kuormituslaskelma ei ole vertailukelpoinen Jani Hannulan julkaisun laskemiin vuodelta 2003. Syy tähän on ympäristöhallinnon tietorekistereissä tapahtuneet muutokset mm. VEPS- kuormitusarviointimenetelmä ja SLICE-maankäyttöaineisto ei ole enää käytössä eikä laskentaa voida toteuttaa samoja kriteerejä käyttäen.

Tässä selvityksessä ei ole käsitelty sisäisten kuormituksen määrää, koska luotettavaa tutkimustietoa ei ole käytettävissä. Hannulan raportissa on kattavasti esitetty sisäisen kuormituksen vaikuttavat tekijät: happikato, resuspensio ja bioturbaatio. On kuitenkin hyvin todennäköistä, että Askaistenlahden pohjasedimentistä vapautuu ajoittain hapettomissa tilanteissa ravinteita vesifaasiin.

Arviot valuma-alueilta tulevalle kuormitukselle voidaan tehdä maankäyttötietojen ja kirjallisuudesta saatavien ominaiskuormituslukujen avulla (Tattari ym. 2015, Finér ym. 2020). Taulukossa 17 on esitetty ominaiskuormitusluvut eri kuormittajatyypeille ja kotieläintaloudelle. Kotieläintalouden kuormitus on laskettu Askaistenlahden valuma-alueella sijaitsevien ympäristöluvallisten eläintilojen eläinmäärien mukaan. Tässä laskennassa on huomioitu vain Etelä-Suomen aluehallintoviraston ympäristöluvan saaneet eläinsuojat.

Taulukko 17. Kiintoaineen ja kokonaisravinteiden ominaiskuormitusluvut (Tattari ym. 2015) ja (Finér ym. 2020 *).

Kuormittaja	Fosfori (kg/ha/v)	Typpi (kg/ha/v)
Maatalous	1,1	15
Metsätalous*	0,024	0,4
Haja-asutus (hulevesi)	0,37	2,5
Hulevedet (taajama)	0,39	4,7
Haja-asutus	0,80	5,11
Luonnonhuuhtouma	0,051	1,4
Ilmanlaskeuma	0,1	3,0
Karjatalous	Fosfori (kg/eläin/v)	Typpi (kg/eläin/v)
Siipikarja	0,002	0,013
Nautakarja	0,44	2,5
Lihakarja	0,22	1,3
Sikala	0,07	0,4

Valuma-alueet maankäyttötiedot perustuvat Corine 2000 maankäyttöaineistoon vuodelta 2018. Hannulan raportissa maankäyttötiedot perustuivat osittain Maanmittauslaitoksen SLICES-aineistoihin ja

maastokarttatarkasteluihin. Taulukossa 18 on esitelty valuma-alueet ja maankäyttömuotojen osuudet. Alueella ei enää ole merkittäviä ympäristöluvalla toimivia pistekuormittajia, sillä viimeinen kunnallinen jätevedenpuhdistamo Maskun kunnan Lemun jätevedenpuhdistamo päätti toimintansa 2.1.2014. Muut jäteveden puhdistamot ovat lopettaneet toimintansa jo aiemmin mm. Merimaksu, Askainen ja Nousiainen.

Taulukko 18. Valuma-aluejako ja maankäytön muodot osavaluma-alueilla vuoden 2018 Corine 2000 tietojen mukaan (SYKE).

Valuma-alue	Pinta-ala (ha)	Osuus (%)	Maatalousalueet	Metsätalousalueet	Rakennettu alue	Muut
Hirvijoen va	28 360	76 %	36 %	60 %	3 %	1 %
Rannikon välialueet						
- 82V050 (osittain)	753	2 %	6 %	5 %	82 %	7 %
- 82.051	1 619	4 %	36 %	34 %	30 %	-
- 82V052	954	3 %	69 %	26 %	3 %	2 %
- 82V053 (osittain)	3 779	10 %	53 %	43 %	1 %	3 %
Saaristoalueet ja saaret	3921	5 %	24 %	69 %	6 %	1 %
	37 262	100 %	37 %	55 %	6 %	2 %

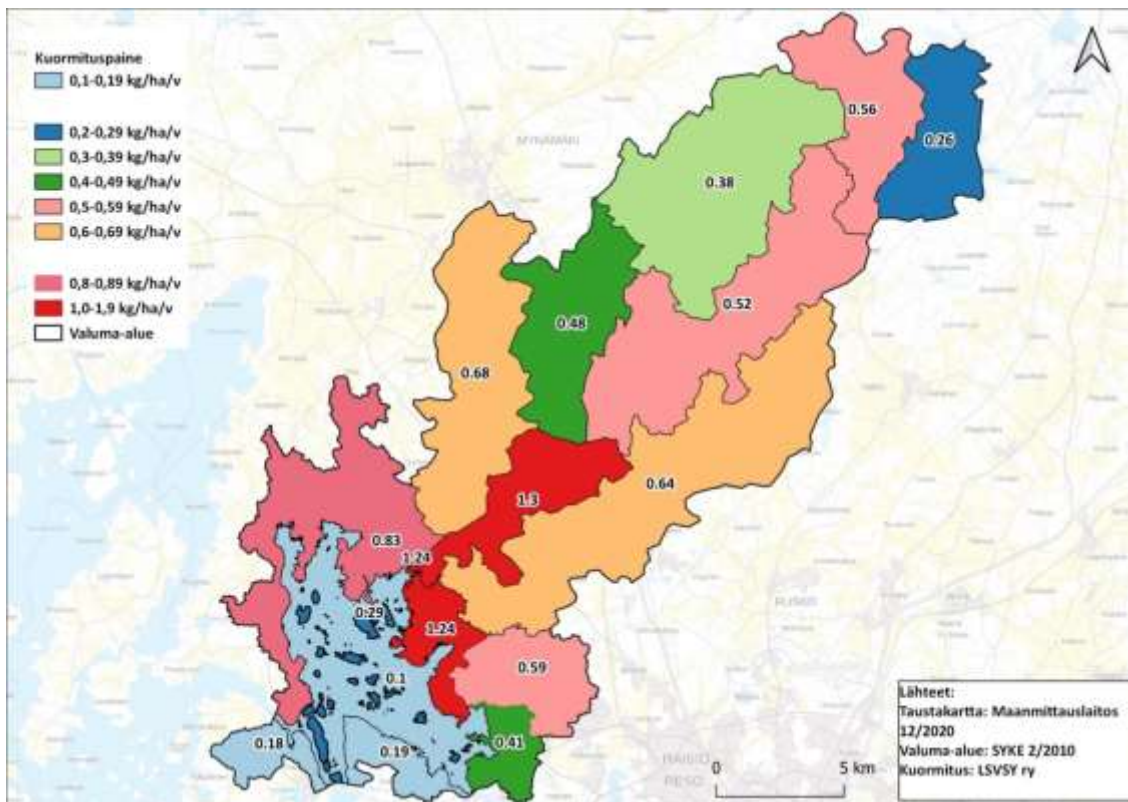
Askaistenlahdelle tuleva fosforikuormitus on vuodessa noin 18,5 t ja typpikuormitus 265,6 t, kun kuormituslaskennassa käytetään maankäyttö- ja ominaiskuormituslukuja. Hannulan raportissa fosforikuormitus oli arvioitu olevan 19 t/v ja typpikuormitus 218 t/v. Runsaat puolet kokonaiskuormituksesta tulee neljältä osavaluma-alueelta. Kolme näistä sijaitsee Hirvijoen vesistöalueella ja neljäs näistä on rannikon valuma-alue 82V053. Kolmella niistä on suurehkoja kotieläintiloja. Askaistenlahteen tulevasta kokonaiskuormituksesta noin 70 % on peräisin Hirvijoesta (taulukko 19).

Ominaislukuihin perustuva laskenta on staattinen, joka ei kerro vuosien välistä vaihtelua kuormituksessa, koska laskennassa ei ole huomioitu valumien vaihtelua ja maankäytön muutoksia. Suomen ympäristökeskus on laatinut työkalun vedenlaadun ja vesistökuormituksen arvioimiseen ns. VEMALA-mallin. Malli toimii kaikissa Manner-Suomen päävesistöissä mutta saaristoalueella, josta seurantatietoa on hyvin vähän virtaamista ja vedenlaadusta. VEMALA-mallia voidaan tässä raportissa hyödyntää mm. Hirvijoen ravinnekuormituksen vaihtelun arvioimiseksi.

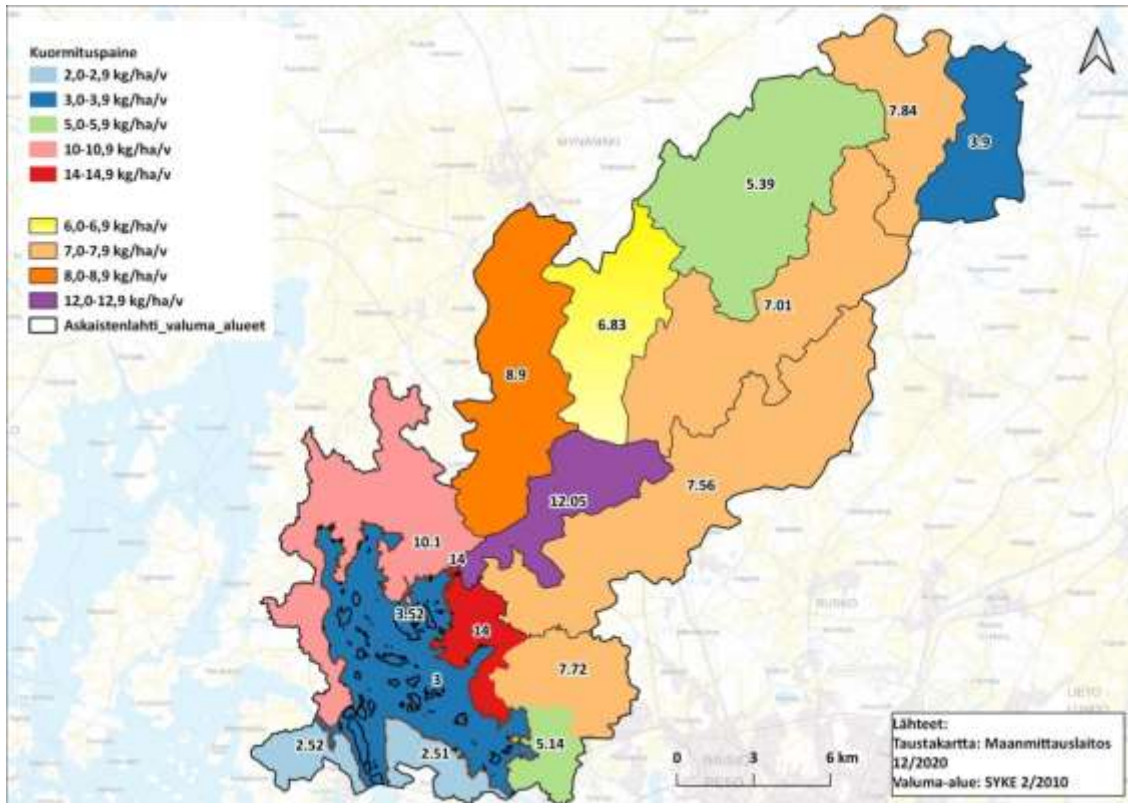
Valuma-aluekohtainen kuormituspaine pinta-alaa kohti on esitetty taulukossa 19. Korkeimmillaan fosforin kuormituspaine on Hirvijoen alaosassa ja rannikon valuma-alueella 82V52, joissa peltojen osuus valuma-alueen pinta-alasta on 65 - 69 % (kartta 8). Hirvijoen alaosassa ja valuma-alueessa 82V52 lisäksi rannikon valuma-alueessa 82V53 ovat korkeat typen kuormituspaineet (kartta 9). Viimeksi mainitun valuma-alueen korkean kuormituksen selittää kotieläintalous.

Taulukko 19. Askaistenlahden fosfori- ja typpikuormitus ja niiden jakautuminen eri osavalmu-alueille

Vesistöalue	Fosforikuormitus			Typpikuormitus		
	(t/v)	%	kg/ha/v	(t/v)	%	kg/ha/v
29.001 (Hirvijoen alaosa)	1,90	8	1,30	22,18	8	12,05
29.002 (Hirvijoen keskiosa)	2,57	11	0,52	34,60	12	7,01
29.003 (Hirvijoen yläosa)	1,27	6	0,56	17,92	6	7,84
29.004 Kuuvanjoen valuma-alue	2,62	12	0,68	34,19	12	8,92
29.005 Fatijoen valuma-alue	1,26	6	0,48	17,85	6	6,83
29.006 Paistanojan valuma-alue	1,88	8	0,38	26,58	9	5,39
29.007 (Hoosanojan valuma-alue)	0,49	2	0,26	7,48	3	3,92
29.008 (Maskunjoen valuma-alue)	3,86	17	0,64	45,53	15	7,56
29.00 Hirvijoen vesistöalue	15,85	70	0,53	206,33	70	6,96
82v050 (osittain)	0,31	1	0,41	3,87	1	5,14
82.051 (Vaarjoen vesistöalue)	0,95	4	0,59	12,49	4	7,72
82V052	1,20	5	1,24	13,36	5	14,00
82V053 (osittain)	3,13	14	0,83	38,17	13	10,10
Luonnonmaa	0,37	2	0,19	4,82	2	2,51
Merimasku	0,29	1	0,18	4,05	1	2,52
Saaret	0,12	1	0,29	1,39	>1	3,52
Ilmanlaskeuma lahdelle	0,37	2	0,1	11,01	4	3,0
Kokonaiskuormitus	22,73	100	0,59	296,51	100	7,34



Kartta 8. Askaistenlahden valuma-alueen fosforin ominaiskuormitusarvot (kg/ha/v) osavalmu-alueittain.



Kartta 9. Askaistenlahden valuma-alueen typen ominaiskuormitusarvot (kg/ha/v) osavaluma-alueittain.

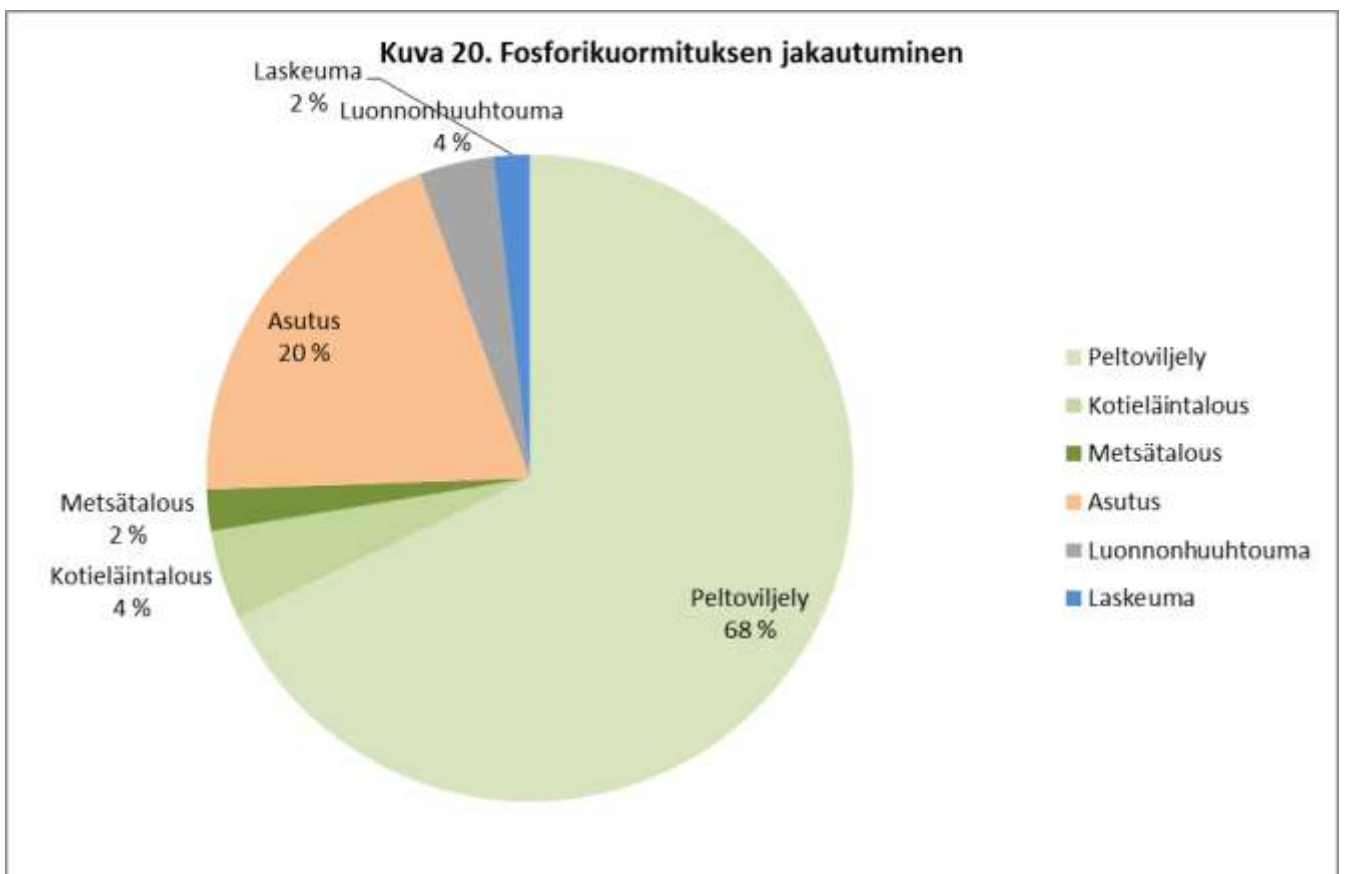
Suomen ympäristökeskuksen VEMALA-mallin tuottamat arviot Hirvijoen ravinnekuormituksesta vuosina 2000 - 2019 on esitetty taulukossa 20. Taulukosta on nähtävissä, että kuormitus vaihtelee merkittävästi vuosien välillä. Kokonaisuudessaan kuormitus on laskenut kymmenen vuoden jaksoja tarkastellessa. Fosforikuormitus on laskenut 2000 - 2009 ja 2010 - 2019 jaksojen välillä 20,3 % ja typpeäkuormitus 11,9 %.

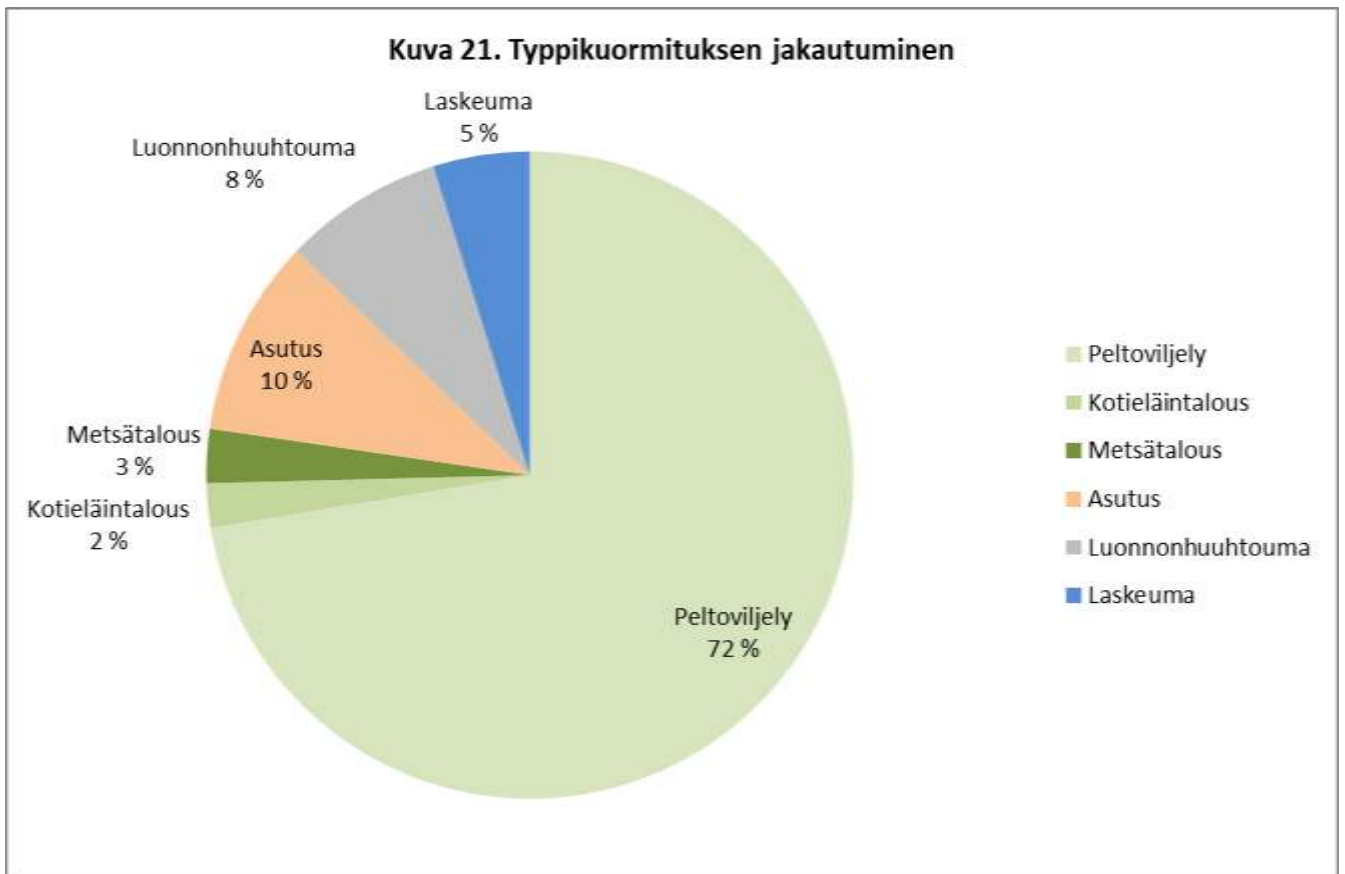
Taulukko 20. Hirvijoen ravinnekuormitus VEMALA-mallin mukaan

Vuosi	Fosforia (t/v)	Ero 10 vuoden keskiarvoon	Typpeä (t/v)	Ero 10 vuoden keskiarvoon
2000	15,7	+2,4 t	396	+81,8 t
2001	17,1	+3,8 t	378	+63,8 t
2002	7,1	-6,2 t	118	-196,8 t
2003	3,5	-9,8 t	79	-235,2 t
2004	11,6	-1,7 t	356	+41,8 t
2005	10,9	-2,4 t	259	-55,8 t
2006	22,0	+ 8,7 t	634	+319,8
2007	16,4	+3,1 t	335	+20,8 t
2008	24,4	+11,1 t	502	+187,8 t
2009	4,6	-8,7 t	85	-229,8 t
2000-2009	13,3	0	314,2	0
2010	8,5	-2,1 t	239	-37,9 t
2011	13,9	+3,3 t	380	+103,1 t
2012	14,3	+1,0 t	250	-26,1 t
2013	12,2	+1,6 t	261	-15,1 t
2014	9,1	-1,5 t	238	-38,9 t
2015	10,9	+0,3 t	286	+9,1 t
2016	5,0	-5,6 t	123	-153,1 t
2017	10,2	-0,4 t	370	+93,1 t
2018	5,7	-4,9 t	166	-110,1 t
2019	16,0	+5,4 t	456	+179,1 t
2010-2019	10,6	0	276,9	0

Vertaillessa eri kuormituslaskentamenetelmiä ominaiskuormituslukujen ja VEMALA:n välillä antaa molemmat laskentatavat samankaltaisen kuormitusluvun fosforimäärille. Sen sijaan ominaiskuormituslukuihin perustuva typpikuormitus on 33 - 41 % pienempi kuin VEMALA-mallin tuottama. Myös Hannulan raportissa typpikuormitus jää VEMALA-mallia pienemmäksi. Hyödyntämällä molempia laskentatapoja, voidaan vesiensuojelutoimenpiteitä kohdistaa kuormitusriskeimmille valuma-alueille.

Kuormittajakohtaiset kuormitusarviot on arvioitu maankäyttötietojen, paikkatietoanalyysien ja ominaiskuormituslukujen pohjalta. Kuvassa 20. on esitetty eri kuormittajien fosforin kuormitusosuudet. Jokaise Laskeuman Eniten kuormitusta tulee peltoviljelystä noin 68 %, kotieläintalouden osuus kokonaiskuormituksesta 4 %. Maatalouden osuus fosforikuormituksesta on 72 %. Toinen merkittävä fosforikuormituksen lähde on asutus, jonka osuus on 20 %. Tärkeimpiä typpikuormituksen lähteitä ovat peltoviljely (72 %) ja asutus (10 %), myös ilmanlaskeuman mukana vesistöihin tuleva suora typpikuormitus on noin 12 t eli 5 % kokonaiskuormituksesta (kuva 21).





3.1.1. Askaistenlahteen laskevien joki- ja ojavesien laadun selvitys vuonna 2020

Askaistenlahteen laskevista virtavesistä on hyvin vähän tutkittua tietoa lukuun ottamatta Hirvijokea. Hirvijoen alaosan (Kustavi-Turku maantien nro 192 sillalta) vedenlaatua on mitattu vuodesta 1961 lähtien, ja vuosittaista seuranta on tehty vuosina 1988 - 2016. Jäteveden puhdistamisen keskittyminen Turun Kakolaan vähesi vedenlaadun seuranta Hirvijoen. Nykyään seuranta tehdään kahden vuoden välein. Tämän lisäksi Rukanojasta on otettu 1990-luvulla muutamia näytteenottoja.

Askaistenlahden tila ja kuormitus-raportin päivityksen yhteydessä selvitettiin suurempien virtavesien vedenlaatua ja hetkellistä virtaamaa, jotta kuormitusarvioita voitaisiin tarkentaa pienillä ojavalmu-alueilla. Tutkimusajat on esitelty kartassa 4. Tutkimuskertoja oli 29.10. ja 1.12.2020. Taulukossa 21 on esitelty Askaistenlahteen laskevien virtavesien vedenlaatua. Veden virtausta mitattiin sekä perinteisellä siivikolla että uudenaikaisella doppler-ilmiöön liittyvällä (SonTek RS5) luotainmenetelmällä.

Askaistenlahteen laskevien joki- ja ojavedet ovat runsasravinteisia ja kiintoainepitoisia. Korkeimmat fosforipitoisuudet mitattiin Rukan-, Järviiniitun- ja Köyliöjasta. Molemmat ojat kulkevat läpi maatalousvaltaisten alueiden läpi. Kaksi ensinmainittua ojaa kulkevat loppuosastaan laidun- ja nurmipeltojen ja niittyjen läpi. Köyliöjan varrella kasvatetaan mm. perunaa, ja oja on loppuosuudeltaan kaivettu allasmaiseksi kastelualtaaksi. Lokakuun näytteissä fosforipitoisuudet ovat selvästi korkeampia kuin joulukuun alun näytteissä. Eräs syy eroihin on, että elo- ja syyskuu olivat kuivia, ja vähäsateisuus jatkui pitkälle lokakuun puoleen väliin. Virtaamat lähtivät selvään kasvuun lokakuun 20. päivän tienoilla, lähellä

ensimmäistä näytteenottopäivää (26.10.). Pintavesien ekologisen tilan luokittelun (pienien savimaiden jokien) mukaan fosforipitoisuudet ovat niin korkeita, että ne kuuluisivat luokkaan välttävä tai huono.

Kokonaistyyppipitoisuudet ovat erittäin korkeita mutta kuitenkin maatalousvaltaisille savijoille tyyppillisiä. Erytisen korkeat pitoisuudet ovat Hirvijossa, Järviiniitynoissa ja Huhtaojassa. Pienille ja keskisuurille savijokityypeille ei ole annettu luokitusarvoa tyypelle.

Taulukko 21. Askaistenlahteen laskevien virtavesien kiintoainemäärä, pH ja kokonaisfosfori ja -tyypipitoisuudet ja hetkellinen virtaama sekä vuorokautinen kuormitusmäärä. x= SonTek-mittaus epäonnistui.

Paikka	Päivämäärä	Näytteenotto	Virtaama	pH	Kiintoaine		Kok.fosfori		Kok. typpi	
		syvyys (m)			l/s	mg/l	kg/vrk	µg/l	kg/vrk	µg/l
Vaarjoki	29.10.2020	0,2		6,8	76		130		2200	
	1.12.2020	0,2	255	6,6	43	950	82	1,8	1800	40
Hirvijoki	29.10.2020	1		7,1	100		160		5000	
	1.12.2020	0,2	2418	6,4	36	7520	58	12	3100	648
Järviiniitynoja	29.10.2020	0,2		7,1	100		290		4700	
	1.12.2020	0,2	8	6,7	38	320	68	0,6	2400	20
Rukanoja	29.10.2020	0,2		7,3	180		310		3200	
	1.12.2020	0,2	x	7,1	59		120		2000	
Huhtaoja	29.10.2020	0,2		7,1	56		110		3500	
	1.12.2020	0,2	35	6,8	48	146	89	0,3	2900	8,8
Köyliöja	29.10.2020	0,2		6,9	120		210		2600	
	1.12.2020	0,2	x	6,8	60		120		1700	

Ojavesien kuormitusta voitiin arvioida vain yhdellä laskentakerralla (taulukko 21). Kolmatta näytteenottokierrosta ei voitu toteuttaa joulukuussa 2020, koska joulun välipäivinä laboratoriossa ei analysoitu muita kuin viranomaisnäytteitä. Talven pakkasjaksot alkoivat tammikuun puolessa välissä, jolloin ojat jäätyivät eikä näytteenottokertaa voitu toteuttaa. Vertaillen Savijoen mittapadon virtaamatietoja (SYKE/Hertta/Hydrologinen seuranta) vuodelta 2020, vuoden keskimääräinen virtaama padolla on ollut 213 l/s. Vastaavasti 1.12.2020 vastaava virtaama oli 227 l/s, joka on lähellä vuoden keskivirtaamaa. Tästä johtuen 1.12.2020 kuormitusarviot Askaistenlahden ojista kuvaavat hyvin keskimääräistä kuormitustilannetta, ja lisäävät yhden näytteenoton luotettavuutta.

Hirvijoen ja Vaarjoen vuorokautinen tyyppi-kuormitus on hyvin voimakasta, ja lähellä aiemmin esitettyjen kuormituslaskelmien tuloksia. Ojanäytteisiin perustuva fosforikuormitus on kuitenkin selvästi pienempää kuin mitä ominaiskuormituslaskenta ja VEMALA-malli tuottavat.

3. Toimenpiteet Askaistenlahden tilan parantamiseksi

Askaistenlahden tilan parantamisessa tulee huomioida, että kyseisen vesimuodostuman tilatavoitteet määräytyvät vesienhoidon tavoitteiden mukaisesti. Lisäksi Askaistenlahti kuuluu osittain Natura 2000-verkostoon, ja näitä alueita koskevasta lainsäädännöstä aiheutuvat tavoitteet voivat asettaa vesimuodostuman tilalle tavanomaisista luokittelukriteereistä poikkeavia vaatimuksia. Vesien tilatavoitteet tarkastellaan suhteessa Natura 2000- alueen suojeluperusteina oleviin vesiluontotyyppeihin ja lajeihin. Vesistä riippuvaisten luontotyyppien ja lajien vaatimukset asetetaan siis etusijalle tilatavoitteita ja

toimenpiteitä suunniteltaessa. Myös jonkin erityisesti suojellun lajin elinolot voivat edellyttää hyvää parempaa tilaa tai Natura 2000 –verkostoon kuuluvassa rehevöityneessä vesissä, jonka suojeluperusteena on runsas linnusto, linnuston esiintymisen edellytyksenä voi olla vesistön rehevyystaso. Koska suojeluarvojen turvaamisen edellytyksenä on korkeahkon rehevyystason ylläpitäminen, on vesienhoidon tilatavoite kyseisellä kohteella tietyn rehevyystason ylläpitäminen suojeluarvojen turvaamiseksi. Tällaisessa kohteessa tulee tehdä vesienhoidon ja luonnon monimuotoisuuden yhdistävää suunnittelua.

Vesistökuormituksen vähentäminen

Vesistökuormitusta on vähennettävä alueella merkittävästi. Typpikuormitusta on alennettava nykyisestä kuormituksesta noin 30 - 35 % ja fosforikuormitusta 42 - 45 % Askaistenlahden koko valuma-alueella. Pääpaino tulee kohdistaa Hirvijoen vesistöalueelle ja rannikon valuma-alueelle 82V53, jossa viljely- ja kotieläintalous on intensiivisintä.

Maatalouden toimenpiteet:

Peltojen viljavuustietojen vuosien 2006 - 2010 (Viljavuuspalvelu, Tulolaari) mukaan Askaistenlahden valuma-alueella kuntatarkastelussa korkeiden ja arveluttavan korkeiden fosforiluvun omaavien peltujen osuus on noin 24,9 %. Näille pelloille suositellaan ravinteiden hallittuun käyttöön liittyviä toimenpiteitä, kuten vähennettyä lannoitusta ja ravinnetaseiden laskentaa sekä monipuolisempaa viljelykiertoa.

Peltojen talviaikaista kasvipeitteisyyttä tulee kasvattaa noin 70 % kokonaispeltoalasta suosimalla mm. syyskylvöisiä kasveja, kerääjäkasveja ja aitoa viljelykiertoa mm. typensidontakasveilla (mm. apilanurmet).

Hirvijoen valuma-alueella on tehty maatalouden yleissuunnitelma (Salonen ym. 2013), jossa on esitetty mahdollisia sopivia kosteikko-, suojavyöhyke- ja Lumo-kohteita. Muualla Askaistenlahden valuma-alueelle ei ole tehty yleissuunnitelmia, mutta Askaistenlahden ja Naantalinaukon monikäyttösuunnitelmassa on esitetty mahdollisia kunnostettavia perinnemaisema- ja laidunkohteita (Kemppainen 2013). Rannikon valuma-alueista on todennäköisesti löydettävissä kosteikkopaikkoja.

Köyliöjan loppu on levennetty kaivamalla kastelualtaaksi perunan viljelyyn. Mahdollisen kosteikon voisi rakentaa ojan eteläpuoleiselle koivuja kasvavalle alueelle. Huhtaojaan Ristinietun ja Myllypellon alueelle voisi rakentaa, jos uoman syvyys riittää, pohjapatoketjuihin perustuvan kosteikon. Mannanjärvestä laskee oja Rukanaukkoon. Mahdollinen kosteikkopaikka on niittyalue ennen rannassa olevaa lehtipuumetsikköä. Rukanojan haarautuu kahteen uomaan ennen kuin se yhtyy yhdeksi lasku-uomaksi. Molempien uomahaarojen päihin voisi rakentaa lumo-kosteikot niittyalueelle ennen luonnonsuojelualuetta. Oukkulanlahteen laskee kaksi isompaa uomaa. Mahdollisia kosteikkopaikkoja voisi löytää Järvinietun varrelta. Tällaisia ovat mm. Vipistenjärven alue, Pohjatalon kohdalla peltujen keskellä on allas, jota voisi suurentaa ja kääntää yläpuolelta tuleva vesi kulkemaan altaan kautta, Heikkilän jälkeen peltujen välissä on pieni metsikköalue, joko voisi olla mahdollinen kosteikkokohde. Tikkuriojassa mahdollinen kosteikko sijaitsee tie 12253 yläpuolelle. Vaarjoen ylävirrassa Murikonojassa mahdollinen kosteikkopaikka sijaitsee golf-kentän jälkeisellä joutomaalla.

Jätevesikuormituksen vähentäminen:

Uusien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen rakentaminen tulee sallia vain niille alueille, joissa on jo olemassa oleva juomavesi- ja jätevesiverkosto tai rakennukset voidaan liittää kohtuullisin kustannuksin kunnalliseen viemäriverkostoon. Niillä voimassa olevilla asema-, yleis- tai rantakaava-alueilla, joissa ei ole viemäriverkostoa, tulee uusissa rakennuksissa tai rakennuksen peruskorjauksen yhteydessä siirtyä vedettömään käymälävesijärjestelmään.

Huomiota tulee kiinnittää myös jätevesiviemäriverkoston ylivuotoihin ja niiden toimivuuteen poikkeusolosuhteissa, kuten rankkasateiden aikana. Laajeneva yhden keskuspuhdistamon malli saattaa lisätä laajassa verkostossa häiriötilanteita. Myös hulevesien käsittelyyn tulee

Kalatalous ja kalasto:

Poistokalastuksella voidaan parantaa vedenlaatua Askaistenlahdella, vaikka kyseessä on avoin systeemi. Askaistenlahdella erityisesti särkikalat aiheuttavat pohjasedimenttiä pöyhinessään ravinteet sekoittuvat uudelleen veteen. Poistettavan kalamäärän voi laskea erilaisilla matemaattisilla yhtälöillä, kun tiedetään veden kokonaisfosforipitoisuus (TP) (Hanson & Leggett 1982, Jeppesen & Sammalkorpi 2002).

- Kalabiomassa (kg/ha) = 2,17 TP^{0,78}
- Kalabiomassa (kg/ha) = 1,46 TP^{0,93} (planktonsyöjä- ja pohjakalat)

Askaistenlahden kokonaisfosforipitoisuus on vaihdellut keskimäärin kymmenvuotisjaksoilla 27,8-29,4 µg/l välillä. Edellä mainituilla lukuarvoilla poistettavan kalan määrä vaihtelee 29 - 33 kg/ha. Pyydetävän kalan määrä on noin 106 400 - 121 100 kg.

Luonnonsuojelu:

Oukkulanlahden Natura 2000-alueelle on tehty hoito- ja käyttösuunnitelma vuonna 2007, joka ohjaa alueen hoitoa ja käyttöä. Julkaisussa on esitetty luonnonhoitotoimia Natura 2000-alueelle (Aalto.T. 2007 (toim.)). Julkaisussa esitetyt hoitotoimet sisältävät pääosin alueen laidunnusta ja niittotoimenpiteitä avoimien rantaniittyjen säilyttämiseksi. Julkaisussa, Oukkulanlahden-Naantalinnon aukon ranta-alueiden monikäyttösuunnitelma (Kemppainen 2014), on esitetty luonnonhoitotoimenpiteitä Oukkulanlahden Natura 2000-alueelle sekä muualle Askaistenlahden ja Naantalinnon aukon alueille. Ensisijaisia uusia hoitotoimia on esitetty Natura 2000-alueelle 200 ha, joista

- laidunnusta ja niittoa 95 ha
- ruovikon vesileikkuuta 24 ha
- ruovikon leikkuuta maalta 52 ha
- maaruovikon rotaationa 9 ha.
- ruovikon äestystä tai murskausta 11 ha

Muualle Askaistenlahden alueelle on esitetty laidunnusta ja niittoa 17 ha. Toissijaisia hoitokohteita ovat Merimaskun edustan saarten maa- ja vesiruovikot, Vähä-Joumuan, Papinluodon ja Joumuan sekä Suutaraukon vesiruovikot, Kaidan ja Papinluodon saaren perinnemaisemien, Tamsaarenlahden rantaniittyjen ennallistaminen, Vajalahden rantaniityn ja metsälaitumen ennallistaminen. Tarkemmat ja yksityiskohtaisemmat hoitosuosituskartat löytyvät julkaisun (Kemppainen 2014) liitekartoista 18 - 28 (sivut 56 - 82).

Taulukossa 22 on esitelty toimenpiteiden suuntaan antavia määriä ja kustannuksia. Kokonaiskustannukset ovat yli miljoona euroa vuodessa, kun laskennassa huomioidaan myös investointien kuolletusaika 15 vuotta. Osa toimenpiteistä, kuten vanhojen laidunalueiden hoidon jatkaminen kuuluvat ns. vuosittaisiin käyttökustannuksiin. Maatalouden toimenpiteiden kustannuksia voidaan kattaa Euroopan Unionin yhteisen maatalouspolitiikan eli CAP-ohjelman kautta kansallisesta tilojen perustuki- ja ympäristökorvausjärjestelmästä.

Taulukko 22. Askaistenlahden valuma-alueen ensisijaiset vesien- ja luonnonhoidon toimenpiteet.

Toimenpide	Yksikkö	Yksikkökustannus	Kokonaiskustannukset
		€/v	€/v
Kosteikko	31 kpl	708	21 942
Suojavyöhyke	225 ha	450	101 250
Talviaikainen kasvipeitteisyys 70 %	10 800 ha	50	540 000
Ravinteiden käytön hallinta	3 330 ha	50	166 500
Perinnemaisema (uusi)			
-laidunnus tai niitto	112 ha	400-1010	
Ruovikkojen leikkuut	96 ha	1200	115 000
Poistokalastus	29-33 kg/ha	-	96 900
Yhteensä			1 041 600

Muita toimenpiteiden rahoituslähteitä ovat kansalliset valtion harkinnanvaraiset avustukset Maa- ja metsätalousministeriöstä tai Ympäristöministeriöstä sekä erilaiset muut EU-rahoituslähteet mm. Leader-, EAKR- ja Maaseudun kehittämissuunnan hankerahat sekä Horizon 2020-ohjelmassa oleva Ilmastotoimet, ympäristö, resurssitehokkuus ja raaka-aineet osaohjelma.

4. Kirjallisuusluettelo

Aalto, T. 2007: Oukkulanlahden hoito- ja käyttösuunnitelma. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. sarja C 26.

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

Finér, L., Lepistö, A., Karlsson, K., Räike, A., Tattari, S., Huttunen, M., Härkönen L., Joensuu, S., Kortelainen, P., Mattsson, T., Piirainen, S., Sarkkola, S., Sallantausta, T. & Ukonmaanaho, L. 2020: Metsistä ja soilta tuleva vesistökuormitus. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2020:6.

Hannula, J. 2003: Askaistenlahden tila ja kuormitus. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy. 2003. Turku.

Hanson, J.M. & Leggett, W.C. 1982: Empirical prediction of fish biomass and yield. Can. J. Fish. Aquat. Sci 39: 257-263.

Heikurinen, J. & Saarinen, T. 2011: Airiston-Velkuan kalastusalueen käyttö- ja hoitosuunnitelma vuosille 2012–2016. Airiston-Velkuan kalastusalue.

Holsti, H. 2010: Turun ja Naantalin edustan merialueen kalataloudellinen velvoitetarkkailu vuosina 2005-2009. Julkaisu 639. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry.

Ilmanen, H. 2011: Maskun kunnan Lemun jätevedenpuhdistamon tarkkailututkimus. Vuosiraportti 2010. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.

Jeppesen, E. & Sarmalkorpi, I. 2002: Lakes. s. 297-324. -Teoksessa: Perrow, M. & Davy, T. (Toim.) Handbook of Ecological restoration, Volume 2: Restoration practice. Cambridge University press.

Kemppainen, R. 2014: Oukkulanlahden-Naantalin aukon ranta-alueiden monikäyttösuunnitelma. Raportteja 9/2014. Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.

Kemppainen, R. & Lehtomaa, L. 2008: Varsinais-Suomen perinnebiotooppien hoito-ohje. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 15/2008. Lounais-Suomen ympäristökeskus.

Kivinen, S. 2011: Turun ja Naantalin edustan merialueen ammatti- ja kirjanpitokalastus vuonna 2010. Kirje nro 625. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry.

Lammi, E., Routasu. P. & Lehtinen, A. 2012: Oukkulan-Merimaskun alueen pesimälinnustoselvitys. Ympäristösuunnittelu Enviro Oy.

Lehmijoki, A. 2017: Turun ympäristön merialueen velvoitetarkkailututkimus. Vuosiraportti 2016. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristö Oy.

Lehtniemi, L. 2014: Maskun kunnan Lemun jätevedenpuhdistamon tarkkailututkimus. Vuosiraportti 2013. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.

Levonmäki, M. & Räsänen, R. 2010. Naantalin kaupungin Merimaskun jätevedenpuhdistamon ja Särkäsalmien tarkkailututkimus. Vuosiraportti 2009. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.

- Lievonen, T. & Matikainen, J. 2001a: Oukkulanlahden kasvillisuus. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 18/2001.
- Lievonen, T. & Matikainen, J. 2001b: Oukkulanlahden linnustaselvitys. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 2/2001.
- Mattila, J. 1993. Turun merialueen pohjaeläin- ja raskasmetallitutkimus vuonna 1991. Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. Moniste, 38 s.
- Niinimäki, J. & Hindsberg, S. 2001: Turun-Naantalin edustan ammatti- ja kirjanpitokalastus vuonna 2000. Kala- ja Vesitutkimus Oy.
- Niinimäki, J. & Hindsberg, S. 2002: Turun-Naantalin edustan ammatti- ja kirjanpitokalastus vuonna 2001. Tutkimusseloste 203. Kala- ja Vesitutkimus Oy. Turku 2002.
- Niinimäki, J. & Hindsberg, S. 2003: Turun-Naantalin edustan ammatti- ja kirjanpitokalastus vuonna 2002. Tutkimusseloste 215. Kala- ja Vesitutkimus Oy. Turku 2003.
- Niinimäki, J. & Hindsberg, S. 2004: Turun-Naantalin edustan ammatti- ja kirjanpitokalastus vuonna 2003. Tutkimusseloste 232. Kala- ja Vesitutkimus Oy. Turku 2004.
- Oja, J. & Oja, S. 2006: Maskun kunnan arvokkaat luontokohteet. Päivitys vuoden 1998 raporttiin. Suomen Luontotieto Oy 13/2006.
- Peltonen, J. 2010: Turun-Naantalin edustan ammatti- ja kirjanpitokalastus vuonna 2008. V-S Kalavesien Hoito Oy.
- Peltonen, J. & Rannikko, P. 2007: Turun-Naantalin edustan ammatti- ja kirjanpitokalastus vuonna 2007. V-S kalavesienhoito Oy.
- Räisänen, R. 1997: Turun merialueen pohjaeläintutkimus vuonna 1995. Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. Tutkimusselosteita 119.
- Räisänen, R. 2003: Turun ympäristön merialueen tarkkailututkimus 2001. Tutkimusseloste 205. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.
- Räisänen, R. 2004: Turun ympäristön merialueen tarkkailututkimus 2003. Tutkimusseloste 237. . Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.
- Räisänen, R. 2007: Turun ympäristön merialueen tarkkailututkimus 2005-2006. Tutkimusseloste 284. . Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.
- Räisänen, R. & Turkki, H. 2008: Turun ympäristön merialueen velvoitetarkkailututkimus. Vuosiraportti 2007. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.
- Räisänen, R. 2009: Turun ympäristön merialueen velvoitetarkkailututkimus. Vuosiraportti 2008. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy..
- Räisänen, R. 2010: Turun ympäristön merialueen velvoitetarkkailututkimus. Vuosiraportti 2009. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.

- Räisänen, R. 2011: Turun ympäristön merialueen velvoitetarkkailututkimus. Vuosiraportti 2010. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.
- Räisänen, R. 2012: Turun ympäristön merialueen velvoitetarkkailututkimus. Vuosiraportti 2011. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristö Oy.
- Räisänen, R. 2013: Turun ympäristön merialueen pohjaeläintutkimus vuonna 2011. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.
- Räisänen, R. 2013: Turun ympäristön merialueen velvoitetarkkailututkimus. Vuosiraportti 2012. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.
- Räisänen, R. 2014: Turun ympäristön merialueen velvoitetarkkailututkimus. Vuosiraportti 2013. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.
- Räisänen, R. 2015: Turun ympäristön merialueen velvoitetarkkailututkimus. Vuosiraportti 2014. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.
- Räisänen, R. 2016: Turun ympäristön merialueen velvoitetarkkailututkimus. Vuosiraportti 2015. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.
- Räisänen, R. 2018: Turun ympäristön merialueen pohjaeläintutkimus vuonna 2017. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.
- Räisänen, R. 2018: Turun ympäristön merialueen velvoitetarkkailututkimus. Vuosiraportti 2017. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.
- Räisänen, R. 2019: Turun ympäristön merialueen velvoitetarkkailututkimus. Vuosiraportti 2018. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.
- Räisänen, R. 2020: Turun ympäristön merialueen velvoitetarkkailututkimus. Vuosiraportti 2019. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.
- Saarinen, M. 1983: Nittyjen ja niittylinnuston muutoksia Lemussa 1973-1980. Ukuli 14:27-34.
- Saarinen, M. Kausiyhteenvedo 1983. Lemun Oukkulan- ja Monnoistenlahdet vuosina 1973-1980 ja 1982-1983.
- Saarinen, M. Kausiyhteenvedo 1984. Lemun Oukkulan- ja Monnoistenlahdet sekä Halkkoaukko.
- Salonen, L., Koskinen, J., Koistinen, T. & Karhunen, A. 2013: Maatalousalueiden yleissuunnitelma. Hirvijoen valuma-alue. Raportteja 40/2013. Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.
- Särkkä, J. 1996. Järvet ja ympäristö, Limnologian perusteet. Gaudeamus.
- Tattari, S., Puustinen, M., Koskiahho, J., Röman, E. & Riihimäki, J. 2015: Vesistöjen ravinnekuormituksen lähteet ja vähentämismahdollisuudet. Suomen ympäristökeskuksen raportteja. 35/2015. Helsinki.
- Westberg, W., (toim.) Bonde, A., Koivisto, A-M., Mäkinen, M., Siiro, P. & Teppo, A. 2020: Vaikuta vesiin. Ehdotus Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelmaksi vuosiksi 2022-2027 - Osa 1.

- Turkki, H. 2001: Turun merialueen pohjaeläintutkimus vuonna 2000. Tutkimusseloste 190. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy. Turku 2001.
- Turkki, H. 2007: Turun merialueen pohjaeläintutkimus vuonna 2005. Tutkimusseloste 275. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy. Turku 2007.
- Vahtera, P. & Savoila M. 2018: Poikasnuottaukset vuonna 2018 Turun edustan merialueen kalataloudellisessa tarkkailussa. Varsinais-Suomen vesistöaneeraus Oy 2018.
- Vahtera, P. & Savoila M. 2018: Silakanpoikasten määrä Turun edustan merialueella vuonna 2018. Varsinais-Suomen vesistöaneeraus Oy 2018.
- Vahtera, P. & Savoila M. 2018: Turun edustan merialueen silakan kutualueiden tarkkailu vuonna 2018. Varsinais-Suomen vesistöaneeraus Oy 2018.
- Valjus, J. 2018: Turun edustan merialueen kalataloudellinen yhteistarkkailu. Virkistys- ja kotitarvekalastuksen seuranta 2017. Raportti 715/2018. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry.
- Valjus, J. 2018: Turun edustan merialueen kalataloudellinen yhteistarkkailu. Koeverkkokalastus. Raportti 716/2018. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry.
- Valjus, J. 2018: Turun edustan merialueen kalataloudellinen yhteistarkkailu. Ammattikalastuksen seuranta 2017. Raportti 717/2018. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry.
- Valjus, J. 2018: Turun edustan merialueen kalataloudellinen yhteistarkkailu. Kalojen aistinvarainen arviointi 2017. Raportti 718/2018. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry.
- Valjus, J. 2020: Turun edustan merialueen ammattikalastus 2019. Turun edustan merialueen kalataloudellinen yhteistarkkailu. Raportti 40/2020. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry.
- Valjus, J. 2019: Turun edustan merialueen kalataloudellinen yhteistarkkailu. Ammattikalastuksen seuranta 2018. Raportti 767/2019. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry.
- Valjus, J. 2019: Turun edustan merialueen kalataloudellinen yhteistarkkailu. Ammattikalastuksen seuranta 2018. Raportti 767/2019. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry.
- Valjus, J. 2018: Turun edustan merialueen kalataloudellinen yhteistarkkailu 2017-2018: Turun seudun puhdistamo Oy, Paraisten kaupunki, Finnfeeds Finland Oy, Neste Oyj, Naantali. Raportti 724/2018. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry.
- Väisänen, A. 2014: Turun ja Naantalien edustan merialueen ammatti- ja kirjanpitokalastus vuonna 2012. Kirjenumero 5/14. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry.
- Ympäristöministeriö 2017: Haja-asutuksen jätevedet. Lainsäädäntö ja käytännöt. Ympäristöopas 2017.