

Helsinki

Vartiokylänlahti

Vedenlaadun ja pohjaeliöstön pitkän aikavälin muutokset ja alueen vedenalaisen luonnon nykytila

Helsingin kaupunki
Kaupunkiympäristön toimiala
Palvelut ja luvat
Ympäristöpalvelut
00099 HELSINGIN KAUPUNKI

Lisätietoja: Tutkija, Emil Vahtera
emil.vahtera@hel.fi

29.11.2019

Sisällys

Vedenlaadun pitkän aikavälin muutokset	6
Lämpötila	6
Suolaisuus	7
Ravinnepitoisuudet	10
Sameus ja kasviplanktonbiomassa	13
Rehevöityminen ja ekologinen laatuluokitus	16
Pohjaeläinyhteisön muutokset	18
Vedenalaisen luonnon nykytila	22
Yhteenveto	24
Viitteet	25

Johdanto

Vartiokylänlahden ympäristöä kehitetään ja tarkoituksena on huomioida alueen luontoarvot alueen suunnittelussa. Suunnittelun tueksi esitellään tässä raportissa Vartiokylänlahden vedenlaadun sekä pohjaelöstön pitkäaikaismuutokset sekä nykytila.

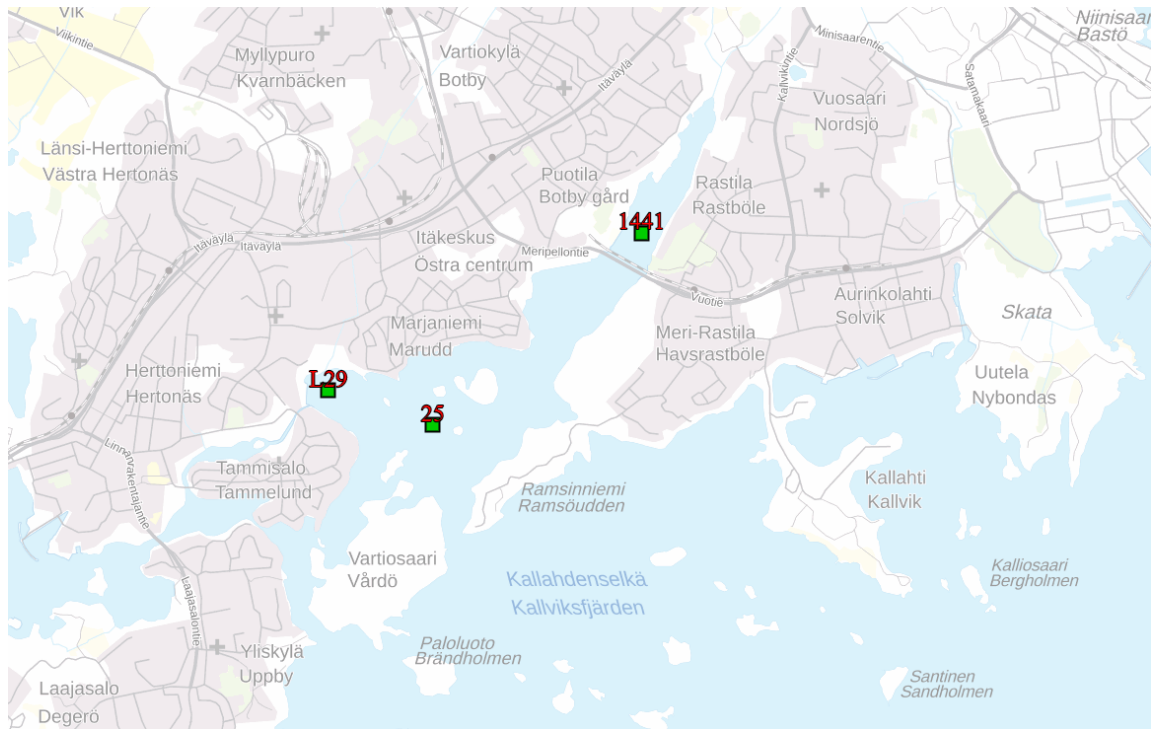
Kattava raportti Vartiokylänlahden tilasta on edellisen kerran julkaistu 2004 (Kajaste 2004), jossa on käyty läpi alueen ominaispiirteitä ja kuormitushistoria kattavasti. Kajasteen (2004) raportissa esitetyt vedenlaadun luokitukset eroavat tässä raportissa esitetyistä menetelmäkehityksen johdosta, eivätkä ne sen johdosta ole suoraan verrannollisia. Tässä raportissa esitetyt vedenlaatua kuvaavat indeksit ovat tuotettu viimeisimpien valtiohallinnon ohjeistusten mukaan (Aroviita ym. 2012).

Vartiokylänlahdelta on kerätty ympäristön tilaa kuvaavaa aineistoa 1960-luvulta saakka lukuisilta näyteasemilta vaihtelevin frekvenssein (Kajaste 2004). Tässä raportissa esitetään tuloksia pääasiassa kolmelta näyteasemalta (kuva 1), joilta asemalta 25 on haettu vesinäytteet viimeisten 20 vuoden aikana kerran kuukaudessa (ennen sitä vaihtelevalla frekvenssillä) ja asemilta 1441 ja L29 kaksi kertaa vuodessa. Pohjaeläinnäytteitä on kerätty säännöllisesti vain asemalta 25, kerran vuodessa.

Nykyisin suurimmat Vartiokylänlahteen kohdistuvat ympäristöpaineet ovat ilmastonmuutoksen aiheuttama Itämeren veden lämpeneminen ja suolaisuuden lasku, ulkoinen ravinnekuormitus sekä ranta- ja vesirakentaminen, jotka tuhoavat elinympäristöjä. Alueen vesialueen käyttö on myös hyvin intensiivistä, Vartiokylänlahden alueella on yhteensä 1233 rekisteröityä venesatama- paikkaa ja alue on pääosin matala sekä lietepohjainen.

Vartiokylänlahdelle ulkoisista lähteistä päätyvät ravinteet pysyvät lahdella suhteellisen kauan alueen heikohkon veden vaihtumisen johdosta. Alueen vesi vaihtuu muutaman kapeahkon salmen kautta, joissa veden virtaussunnat vaihtuvat tuulien ja meriveden pinnan muutosten johdosta jopa useita kertoja päivässä. Tämä hidastaa huomattavasti lahten todellista huuhtoutumisaikaa. Vartiokylänlahden teoreettisen huuhtoutumisajan voidaan arvioida olevan noin 15 päivää (Persson ym. 1994 menetelmän mukaan). Teoreettisten veden vaihtuvuuden laskelmien on kuitenkin todettu huomattavasti aliarvioivan todellisia huuhtouma-aikoja, jotka ovat useasti jopa neljä kertaa teoreettisia arvioita pidempiä (Dippner ym. 2019). Tämän lisäksi ulkoisen ravinnekuormituksen vaikutukset yleensä kertaantuvat alueilla joilla huuhtouma-ajat ovat huomattavasti biologisten prosessien kiertoaikoja pidemmät, koska ravinnekuormitus sitoutuu biomassaan ennen kun se ehtii huuhtoutua alueelta pois ja vaikuttaa täten arvioitua voimakkaammin paikalliseen rehevöitymiskehitykseen.

Vartiokylänlahtea voidaan pitää suhteellisen (suhteessa muihin pääkaupunkiseudun vastaaviin alueisiin) hyväkuntoisena suurehkona sisälahtena, joka kuitenkin on herkkä ulkoisen kuormituksen muutoksille ja lisääntyneelle käyttöpaineelle.



Kuva 1. Vartiokylänlahden näyteasemat.

Vedenlaadun pitkän aikavälin muutokset

Vedenlaatua Vartiokylänlahdella asemalla 25 (kuva 1) on seurattu säännöllisesti vuodesta 1966 pääkaupunkiseudun merialueen tarkkailun yhteydessä. Aineistonkeruussa oli tauko vuosittainen vaihteen paikkeilla, jonka jälkeen aineistoa on kerätty taas säännöllisesti nykypäivään saakka. Alla esitetään veden lämpötilan, suolaisuuden, kokonaisravinteiden, sameuden ja leväbiomassan (a-klorofylli) pitkän ajan muutokset. Aineistot esitetään kuukausikohtaisina keskiarvoina. Pitkän ajan muutoksia tarkastellaan tähän aineistoon sovitetuilla tilastollisilla GAM-malleilla (Wood 2011), jotka ilmaisevat muutoksen suunnan pitkällä aikavälillä ja muutoksen tilastollisen merkitsevyyden ottaen huomioon vuoden sisäisen vaihtelun ilman aineiston jakaumaodotuksia.

Lämpötila

Veden lämpötila säätelee useita biologisia prosesseja, kuten perustuotantoa ja orgaanisen aineksen hajotustoimintaa (Boscolo-Galazzo ym. 2018), vaikuttaen täten veden happitasapainoon sekä ravinteiden kiertoon ja rehevöitymisen ilmentymiseen. Veden lämpötila säätelee myös kalojen kutua sekä esimerkiksi eläinplanktonin esiintymisen vuosisykyliä (Pankhurst ja Munday 2011; Karlsson ym. 2018). Veden pitkän ajan lämpötilamuutokset voivat herkistää yhteisöä lajistomuutoksille (Räisänen 2017), mikä tulisikin huomioida alueen suunnittelussa koska eliöyhteisö on muuttuvan lämpötilan johdosta jo muutospaineen alla.

Veden lämpötilan kuukausikohtaiset keskiarvot ovat vaihdelleet -0.35 ja 23.7 °C välillä (kuva 2), mittaushistorian aikaisen keskilämpötilan ollessa 9.7 °C. Vartiokylänlahden vesi on mittaushistorian aikana keskimäärin lämmennyt noin 1.5 °C, ottaen huomioon kuukausien välinen veden lämpötilan tyypillinen vaihtelu (kuva 2). Veden lämpeneminen on ollut tasaista koko mittaushistorian ajan ja se heijastaa ilmastonmuutoksen vaikutuksia Suomen rannikkoalueilla. Saman suuntaisia muutoksia havaitaan muuallakin pääkaupunkiseudun merialueella¹ sekä yleisesti myös Itämerellä (Stramska ja Białogrodzka 2015).

Lämpötilan kasvu kiihdyttää perustuotantoa, sekä hajotustoimintaa, kärjistäen hapen ylikyllästystä ja toisaalta myös happivajetta kasvaneen sedimentin hapenkulutuksen kautta. Jotkin vesikasvit ovat herkkiä lämpötilan kasvulle (Höffle ym. 2011), joten toimia jotka heikentävät vedenlaatua alueella (maalta tuleva ravinnevaluma) tai lisäävät veden sameutta (esim. maalta tuleva kiintoainekuorma, veneily, ruoppaukset) tulisi alueella välttää, koska nämä vaikuttavat alueella pohjakasvillisuuden tilaan ja pohjakasvillisuuden elvyttäminen on yksi tärkeimpiä toimenpiteitä joilla Vartiokylänlahden tilaa voidaan parantaa.

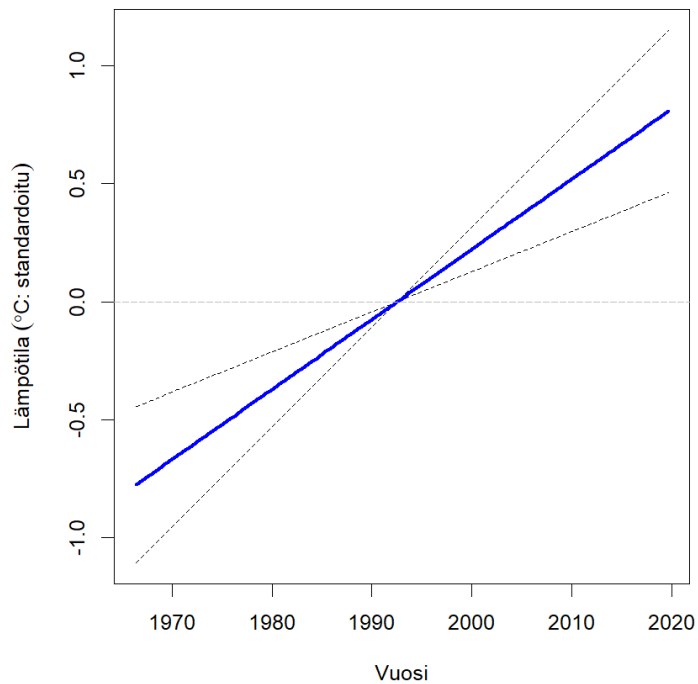
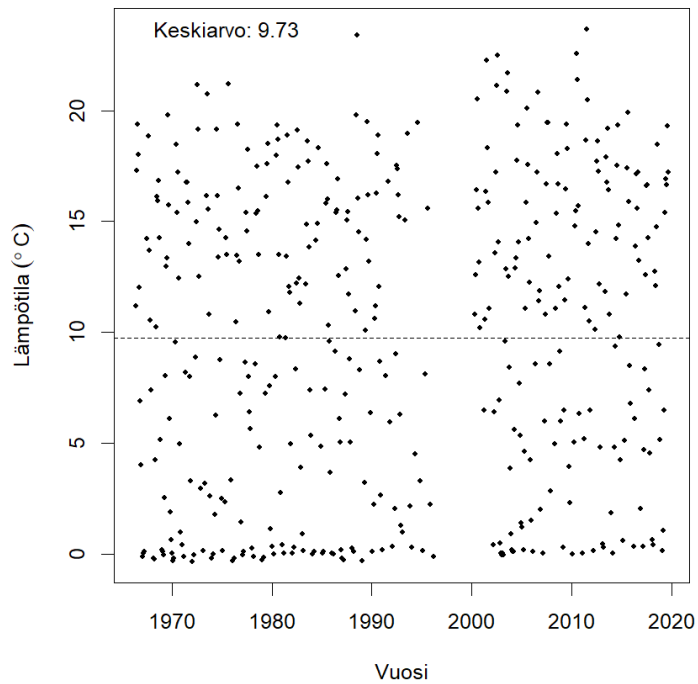
¹ <https://www.hel.fi/helsinki/fi/asuminen-ja-ymparisto/luonto-ja-viheralueet/vedet/itameri/seuranta>

Suolaisuus

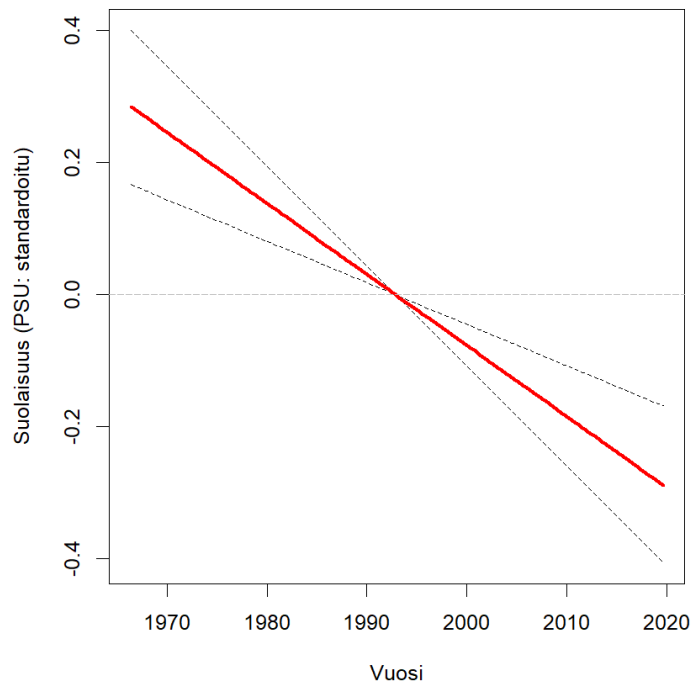
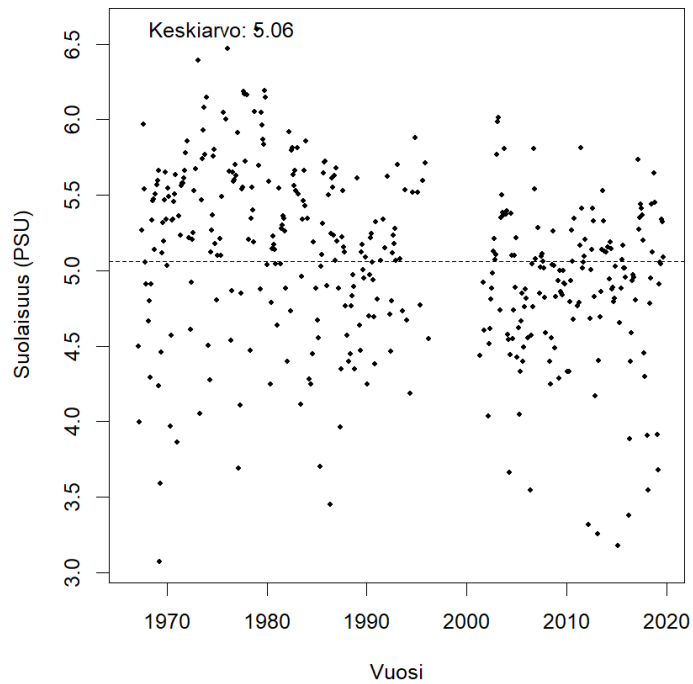
Veden suolaisuus, veden lämpötilan tapaan säätelee biologisia prosesseja meressä, joskin voimakkaammin yhteisökoostumukseen vaikuttavana valintapaineena (Vuorinen ym. 2015). Itämeren eliöstö koostuu suolaisen ja makean veden lajeista ja aidosti murtoveteen sopeutuneita lajeja on vain muutamia.

Suolaisuuden muutokset vaikuttavat lajikoostumukseen, pääkaupunkiseudun edustan merialueella kulkee esimerkiksi meriajokkaan ja sinisimpukan veden suolaisuuden säätelemät esiintymisrajat Suomenlahdella (Vuorinen ym. 2015). Suolaisuuden pitkän aikavälin muutokset, lämpötilamuutosten tapaan, voivat siis herkistää vesiekosysteemiä muutoksille jotka ovat muiden, kun suoraan suolaisuuden (tai lämpötilan) muutosten aiheuttamia. Esimerkiksi matalan suolapitoisuuden johdosta esiintymisrajoillaan oleva meriajokas on herkempi reagoimaan veden samentumiseen, kun mitä suolaisemmassa ympäristössä kasvava esiintymä.

Veden suolaisuus vaihtelee vuodenajan mukaan Vartiokylänlahdella suhteellisen paljon. Mittaushistorian aikana suolaisuus on vaihdellut noin 3.1 ja 6.6 PSU:n välillä, ollen tyypillisesti matalimmillaan kevään purojen virtaamahuippujen aikaan (kuva 3). Suuri vuoden sisäinen vaihtelu muokkaa jo itsessään jossain määrin alueen lajistoa, karsien herkimmit korkeampaa suolaisuutta suosivat lajit. Pidemmällä aikavälillä veden suolaisuus vartiokylänlahdella on laskenut mitaushistorian aikana yhtäjaksoisesti keskimäärin noin 0.6 PSU:ta (kuva 3). Veden makeutumisen ennustetaan jatkuvan Suomenlahdella (Räisänen 2017). Vartiokylänlahden eliöyhteisöön kuuluvat mereisemmät lajit ovat tulevaisuudessa herkempiä ulkoisten paineiden kasvulle.



Kuva 2. Kuukausikohtaiset veden lämpötilan keskiarvot, mittaushistorian aikainen keskimääräinen veden lämpötila (ylempi paneeli) sekä keskimääräisen lämpötilan mukaan standardoitu lämpötilan muutos (alempi paneeli). Sininen jana ilmaisee tilastollisesti merkitsevää positiivista muutosjaksoa ja punainen tilastollisesti merkitsevää negatiivista muutosjaksoa.



Kuva 3. Kuukausikohtaiset veden suolaisuuden keskiarvot, mittaushistorian aikainen keskimääräinen veden suolaisuus (ylempi paneeli) sekä keskimääräisen suolaisuuden mukaan standardoitu suolaisuuden muutos (alempi paneeli). Sininen jana ilmaisee tilastollisesti merkitsevää positiivista muutosjaksoa ja punainen tilastollisesti merkitsevää negatiivista muutosjaksoa.

Ravinnepitoisuudet

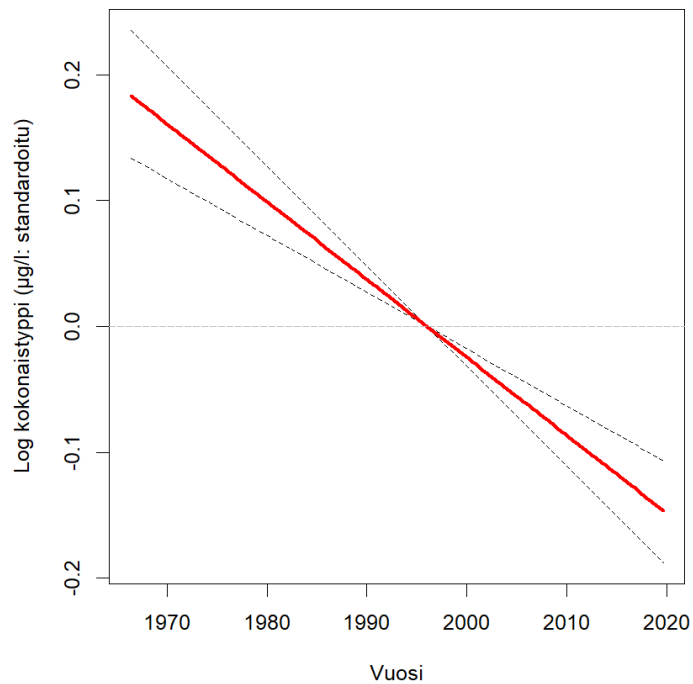
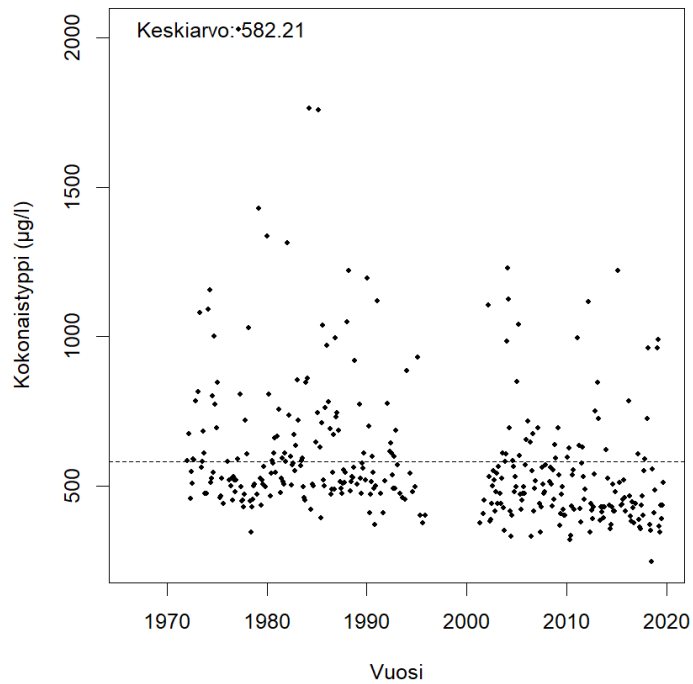
Kokonaistypen ja kokonaisfosforin pitoisuudet vedessä ilmaisevat vesialueen rehevöityneisyyttä. Etenkin kesäaikaan suurin osa ravinteista on sitoutuneena vedessä keijuvaan kasviplanktonbiomassaan, mikä heijastuu kokonaisravinteiden määrissä. Aikaisin keväällä purojen virtaamahuipujen aikaan osa kokonaisravinteista on myös sitoutuneena maalta tulevaan kiintoainekseen, etenkin fosforin osalta, joka liukoisessa muodossa sitoutuu herkästi maa-ainekseen.

Kokonaistypen keskimääräinen mittaushistorian aikainen pitoisuus on Vartiokylänlahdella noin 560 µg/l. Pitoisuus on laskenut yhtäjaksoisesti mittausaikasarjan alusta noin 730 µg/l pitoisuudesta aikasarjan lopun noin 530 µg/l pitoisuuteen (kuva 4). Kokonaistypen pitoisuuden lasku alueella on tilastollisesti merkitsevä ja johtunee pääosin ulkoisen kuormituksen vähenemisestä alueella. Vartiokylänlahdelle ei ole suoraan johdettu puhdistettuja jätevesiä ja tästä syystä lahti on ollut jo mittaushistorian alussa muita Helsingin suurempia sisälahtia paremmassa kunnossa rehevöitymisen kannalta, joskin aluetta pidettiin rehevöityneenä jo 1970-luvulla (Kajaste 2004).

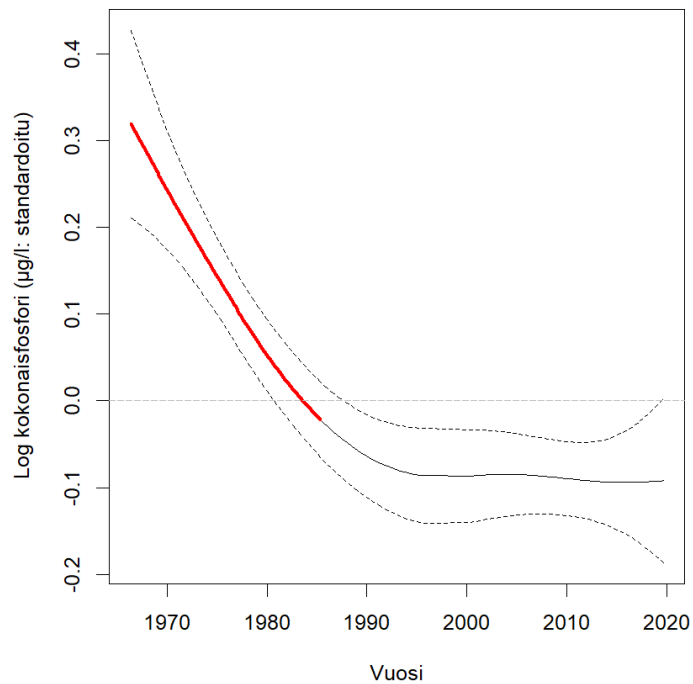
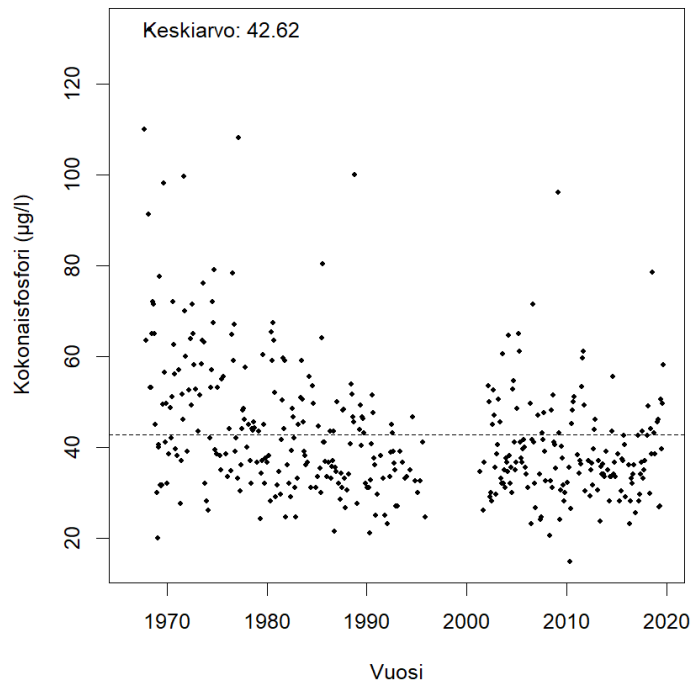
Kokonaisfosforin mittaushistorian aikainen keskimääräinen pitoisuus Vartiokylänlahdella oli noin 43 µg/l. Pitoisuudet laskivat merkitsevästi 1970-luvulta 1980-luvun loppuun noin 50 µg/l pitoisuuksista 45 µg/l pitoisuuteen, jonka jälkeen pitoisuudessa ei keskimäärin ole havaittu muutoksia (kuva 5). Muutokset ajoittuvat jätevesien käsittelyn kohentumiseen ja ohjaamiseen välisaaristoon Viikinmäen puhdistamon kokoojatunnelin kautta.

Kokonaisravinnepitoisuudet heijastavat yleistä kehitystä ravinnepitoisuuksissa pääkaupunkiseudun merialueen matalissa rannikkovesissä ja Vartiokylänlahdella havaitaan muiden alueiden kanssa samankaltaisia muutoksia, vaikka lahdelle ei ole suoraan laskettu puhdistettuja jätevesiä. Alueen kokonaistypen pitoisuudet vaikuttavat edelleen olevan laskussa, kun taas fosforin osalta lahdella on saavutettu sisäinen tasapainotila, jossa kuormitus ja poistuma sedimentaation ja veden vaihtuvuuden kautta vaikuttavat olevan tasapainossa. Maalta tuleva ravinnehuuhtouma on yleensä typen suhteen rikastunutta.

Vartiokylänlahden tilan paranemisen turvaamiseksi tulisikin pyrkiä edelleen vähentämään ulkoista typpikuormitusta estämällä tai viivyttämällä hulevesien päätymistä lahteen sekä mahdollisuuksien mukaan parantamalla lahteen laskevien purovesien laatua. Kiintoaine- tai happea kulluttavan orgaanisen aineksen kuorman kasvaminen maalta saattaa häiritä fosforiravinteiden osalta saavutettua tasapainotilaa.



Kuva 4. Kuukausikohtaiset veden kokonaistypen keskiarvot, mittaushistorian aikainen keskimääräinen veden kokonaistypen pitoisuus (ylempi paneeli) sekä keskimääräisen kokonaistypen pitoisuuden mukaan standardoitu kokonaistypen muutos logaritmisella asteikolla (alempi paneeli). Sininen jana ilmaisee tilastollisesti merkitsevää positiivista muutoshaksoa ja punainen tilastollisesti merkitsevää negatiivista muutoshaksoa.



Kuva 5. Kuukausikohtaiset veden kokonaisfosforin keskiarvot, mittaushistorian aikainen keskimääräinen veden kokonaisfosforin pitoisuus (ylempi paneeli) sekä keskimääräisen kokonaisfosforin pitoisuuden mukaan standardoitu kokonaisfosforin muutos logaritmisella asteikolla (alempi paneeli). Sininen jana ilmaisee tilastollisesti merkitsevää positiivista muutosjaksoa ja punainen tilastollisesti merkitsevää negatiivista muutosjaksoa.

Sameus ja kasviplanktonbiomassa

Veden sameus kuvaa vedessä keijuvan kiintoaineksen määrää, kasviplanktonbiomassaa sekä elotonta kiintoainesta. Elottoman kiintoaineksen määrä riippuu pääosin maalta tulevan valuman mukana tulevasta kiintoaineksesta ja liettyneiltä pohjilta tapahtuvasta sedimentin resuspensiosta, jota tapahtuu tuulen sekoittavan vaikutuksen johdosta, sekä esimerkiksi ruoppausten ja myös veneliikenteen aiheuttamien potkurivirtausten johdosta (Degerman ja Rosenberg 1981).

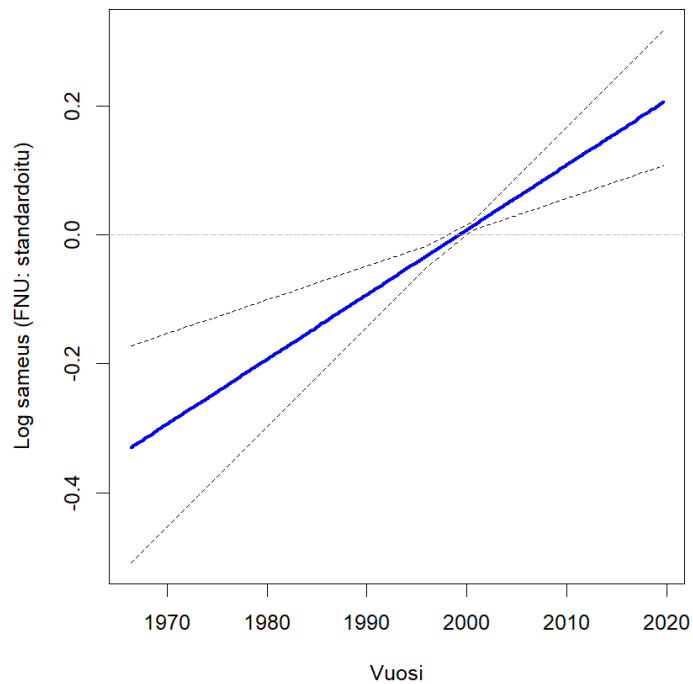
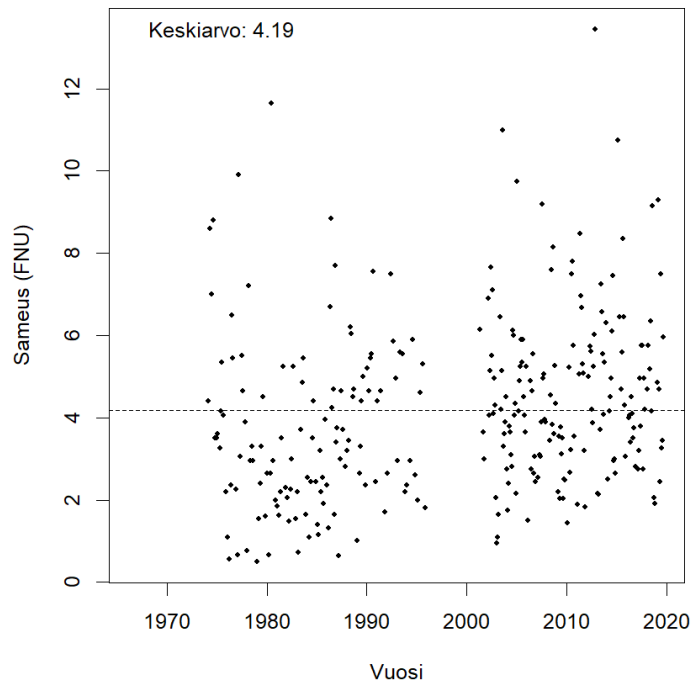
Sedimentin resuspensio kasvaa yleensä pohjakasvillisuuden määrän vähetessä.. Mitä sameampaa vesi myös on, sitä heikommin pohjakasvillisuus alueella kehittyy. Veden sameus pienentää valon tunkeutumista vedessä, mikä onkin yksi tärkeimmistä pohjakasvillisuuden määriä säätelevistä tekijöistä. Lisäksi sameavetisten alueiden muuntuminen takaisin kirkasvetisemmiksi on hyvin hidasta.

Veden keskimääräinen sameus Vartiokylänlahdella oli mittaushistorian aikana noin 4 FNU yksikköä (rajaa 10 FNU yksikkö pidetään yleisesti rajana, jolloin vesi on selvästi ihmissilmällä havaittavissa sameaa). Vesi on alueella tyypillisesti kirkkaimmillaan alku- ja loppuvuodesta. Nämä kirkkaimman veden ajanjaksot ovat selvästi samentuneet Vartiokylänlahdella viimeisten reilun 40 vuoden aikana (kuva 6). Veden sameus on kasvanut ajanjaksolla yhtämittaisesti, muutoksen ollessa keskimäärin noin yhden FNU yksikön verran.

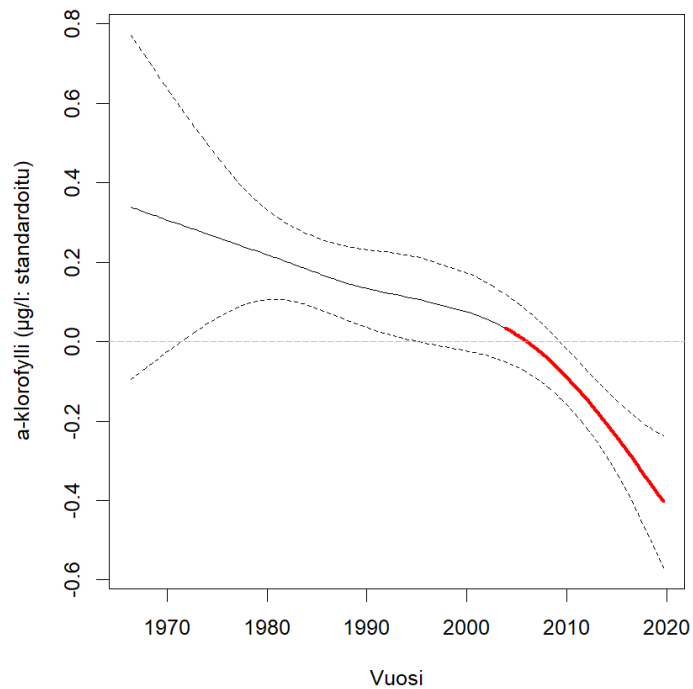
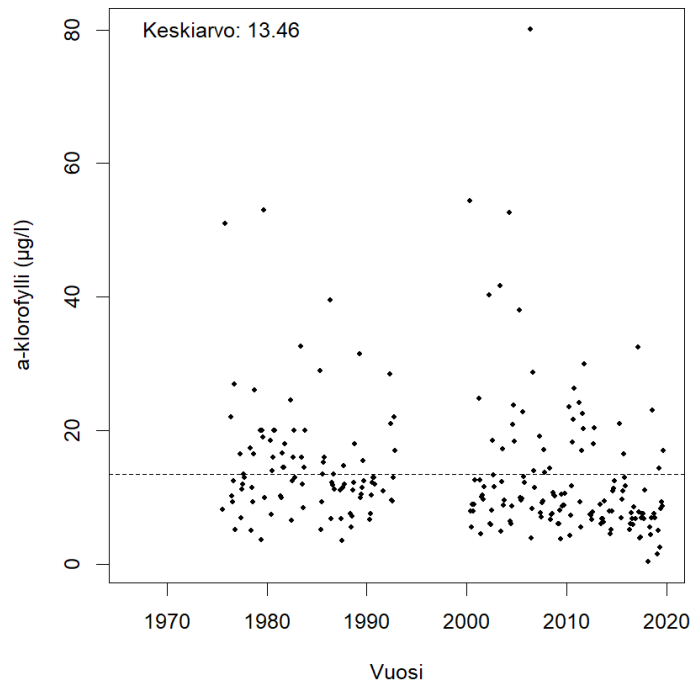
Samaan aikaan veden samentumisen kanssa kasviplanktonbiomassa Vartiokylänlahdella on pienentynyt merkitsevästi vuosituhannen vaihteen jälkeen (kuva 7). Keskimääräinen a-klorofyllin pitoisuus mittausanjanjaksolla oli noin 13.5. µg/l ja pitoisuudet olivat laskeneet 1970-luvun lopun noin 15 µg/l:sta nykypäivän noin 12 µg/l:ssa.

Kasviplanktonbiomassan määrän väheneminen johtuu todennäköisesti typpiravinteiden määrän vähenemisestä. Veden laadun osalta vaikuttaa siltä, että rehevöitymiskehitys ja muut ihmiskäyttöpaineet ovat ajaneet Vartiokylänlahden veden niin sameavetiseen tilaan, että pohjakasvillisuus ei alueella menesty, mikä ylläpitää liettyneitä pohjia. Lahden pintasedimentti on herkästi resuspendoituvaa, joka ylläpitää sameavetistä tilaa, vaikka ravinnekuormitus entisestäänkin pienuisi.

Ravinnepitoisuuksien väheneminen vedessä ilmentää jossain määrin alueen toipumista aiemmasta rehevöitymisestä, mutta kokonaisvaltainen veden laadun parantuminen ei ole vielä käynnistynyt. Avainlajit, jotka ylläpitäisivät veden kirkaampaa tilaa (pohjakasvillisuus ja simpukat), eivät ole vielä uudelleen laajamittaisesti asettuneet alueelle voimakkaan nykyisen ihmispaineen johdosta. Veden laadun parantumisen tukemiseksi tulisikin mahdollisuuksien mukaan rajoittaa veneliikennettä ja muuta vettä samentavaa toimintaa. Lahden pohjoispäässä olisi myös ensiarvoisen tärkeää hulevesien käsittely ja niiden pidättäminen kiintoaineksen poistamiseksi .



Kuva 6. Kuukausikohtaiset veden sameuden keskiarvot, mittaushistorian aikainen keskimääräinen veden sameus (ylempi paneeli) sekä keskimääräisen sameuden mukaan standardoitu sameuden muutos logaritmisella asteikolla (alempi paneeli). Sininen jana ilmaisee tilastollisesti merkitsevää positiivista muutosjaksoa ja punainen tilastollisesti merkitsevää negatiivista muutosjaksoa.



Kuva 7. Kuukausikohtaiset veden a-klorofyllin pitoisuuden keskiarvot, mittaushistorian aikainen keskimääräinen veden a-klorofyllin pitoisuus (ylempi paneeli) sekä keskimääräisen a-klorofyllin pitoisuuden mukaan standardoitu a-klorofyllin muutos logaritmisella asteikolla (alempi paneeli). Sininen jana ilmaisee tilastollisesti merkitsevää positiivista muutosjaksoa ja punainen tilastollisesti merkitsevää negatiivista muutosjaksoa.

Rehevöityminen ja ekologinen laatuluokitus

Ravinne- ja a-klorofyllin pitoisuuksien pohjalta vaikuttaa siltä, että Vartiokylänlahden tila rehevöitymisen kannalta on kohentumassa, vaikkakin veden sameus on kasvanut. Levätuotantoa ilmentävän a-klorofyllin pitoisuudet ovat samalla tasolla muiden samankaltaisten alueiden kanssa, olleen hieman välisaariston alueita korkeammalla tasolla, mutta kuitenkin rehevöityneimpiä alueita (Vanhankaupunginlahti, Töölönlahti, Laajalahti) matalampia.

Rehevöityminen on usean tekijän yhteisvaikutuksen summa ja täten kehitystä on hyvä tarkastella erilaisten laskennallisten indeksien kautta, jotka ottavan samaan aikaan huomioon tärkeimmät tekijät. Alla Vartiokylänlahden rehevöitymistä tarkastellaan käyttäen kolmea eri indeksia,

TRIX-indeksi ottaa huomioon ravinnepitoisuudet sekä levätuotantoa kuvaavat a-klorofyllin ja happipitoisuuden vedessä. TRIX-indeksi on skaalattu pääkaupunkiseudun merialueen vallitseviin indeksissä käytettyjen suureiden tasoihin. TRIX-indeksin arvot alle 4 kuvaavat erinomaista veden tilaa suhteessa rehevöitymiseen, arvot 4-5 hyvää tilaa, 5-6 välttävää ja yli 6 huonoa tilaa (Vascetta ym. 2008).

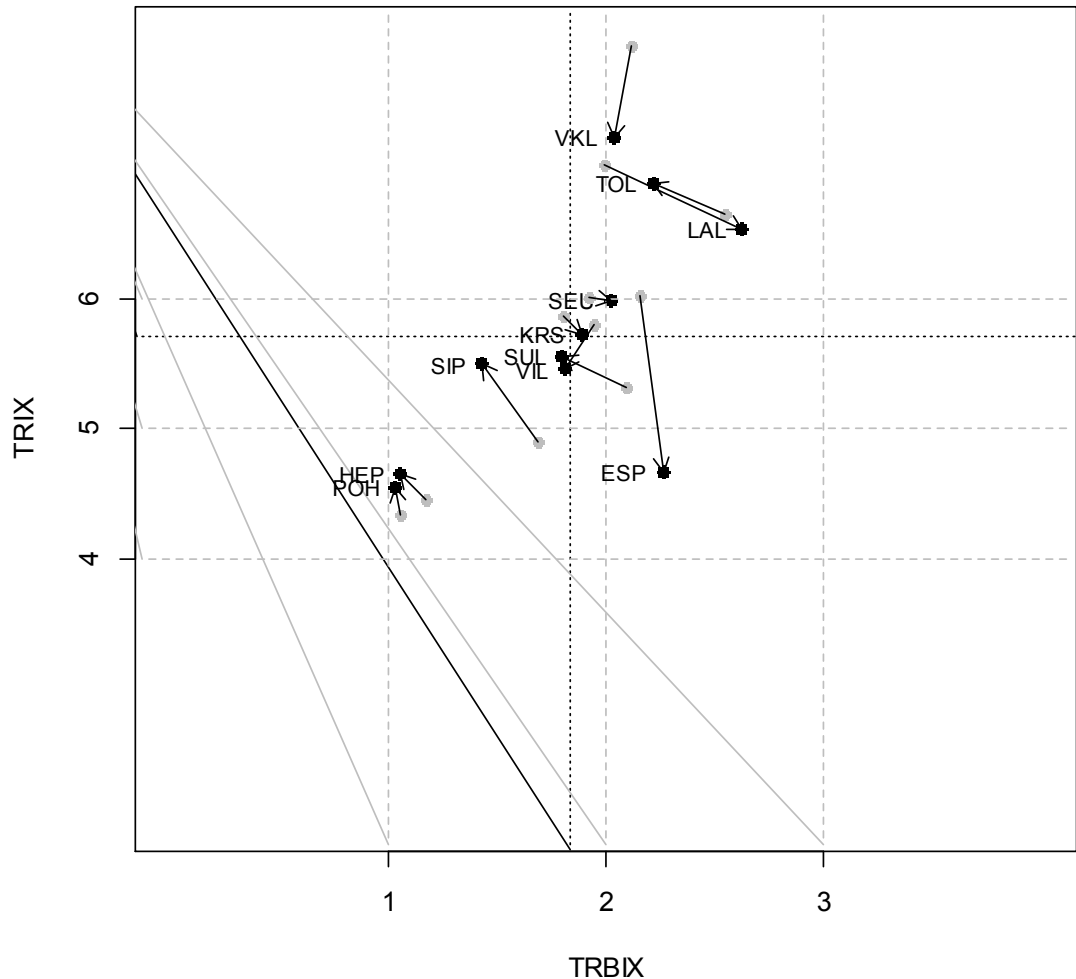
TRIXB-indeksi kuvaa veden sameuden syitä, jotka ovat pääasiassa kasviplankton tai eloton kiintoaines. TRIXB-indeksin arvo 0 ilmaisee tilannetta, jossa veden sameus koostuu kokonaan kasviplanktonbiomassasta, arvo 1 ilmaisee tilannetta jossa eloton kiintoaines ja kasviplanktonbiomassa aiheuttavat yhtä suuressa määrin sameuden, arvo 2 ilmaisee tilannetta, jossa kasviplanktonbiomassan osuus sameudesta on $\frac{1}{4}$ ja niin edelleen (Vollenweider ym. 1998).

ELS-indeksi (Aroviita ym. 2012) on monimuotoinen vesiekosysteemien ekologista tilaa kuvaava indeksi, jossa otetaan huomioon niin veden laatu kuin myös pohjan eliöstö ja joissakin sovelluksissa vesikasvillisuus. ELS-indeksiä käytetään Suomen merialueen tilan kuvaamisessa valtiohallinnon seurannoissa. Pääkaupunkiseudun merialueen ekologisen laatuluokituksen laskennassa ei käytetä tietoja vesikasveista (Airola ja Vahtera 2016), joten tässä esityksessä vesikasvillisuus ei ole mukana indeksin laskennassa.

TRIX-indeksin mukaan keskimääräinen rehevöitymistila pääkaupunkiseudun merialueella on luokassa välttävä (kuva 8, horisontaalinen musta pisteiviiva). Villingin vesialueen ja Vartiokylänlahden rehevöitymistaso on lähellä pääkaupunkiseudun rannikkovesien keskiarvoa (kuva 8). Vartiokylänlahdella veden sameus koostuu suuremmalta osin elottomasta kiintoaineksesta, TRIXB-indeksin arvon ollessa noin 1.8, joka on myös keskimääräinen TRIXB-indeksin arvo pääkaupunkiseudun rannikkovesissä (kuva 8, vertikaalinen pisteiviiva).

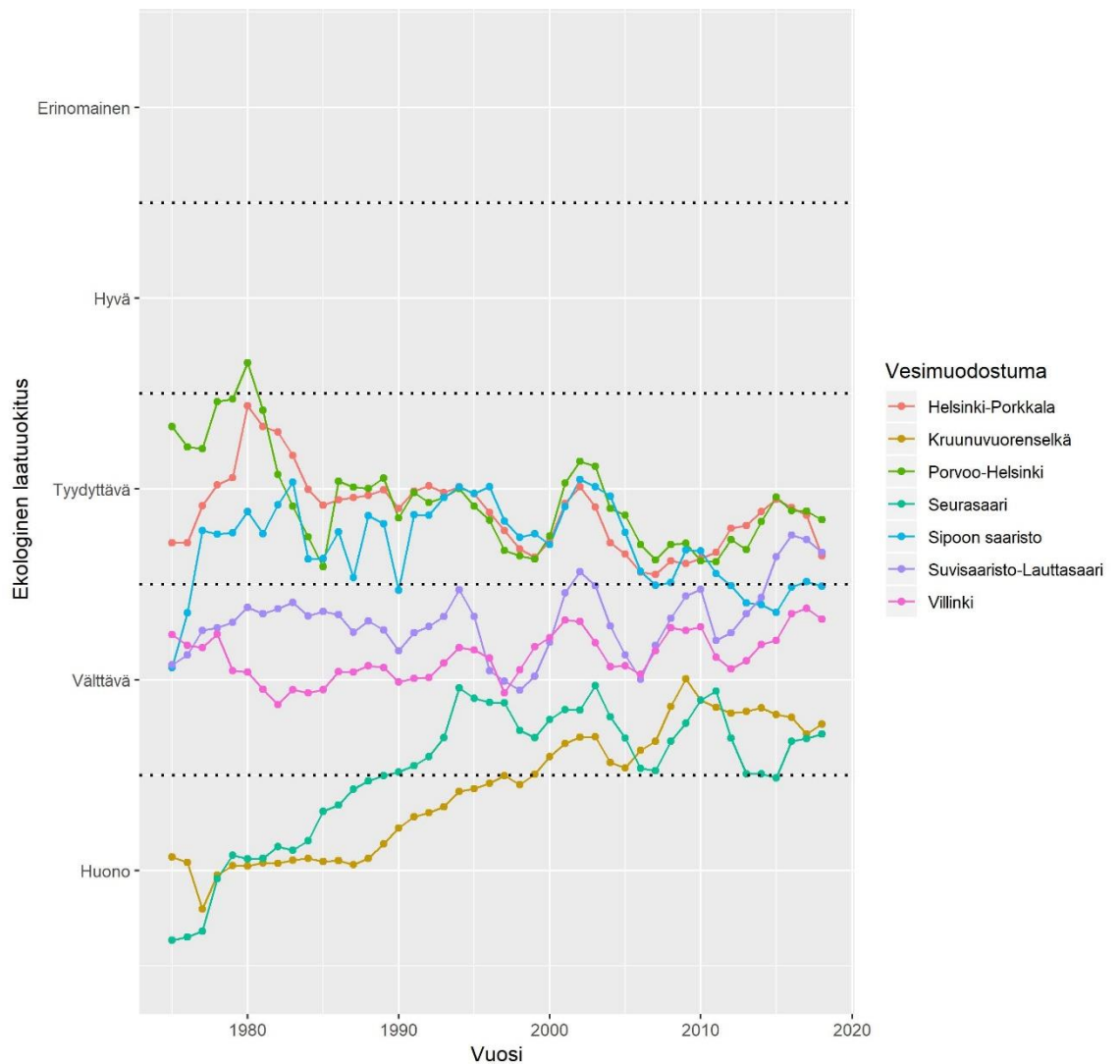
Vartiokylänlahdenrehevöitymistila on hieman kohentunut ja kasviplanktonbiomassan osuus veden samentumisesta hieman kasvanut suhteessa referenssijaksoon (1997-2017). Tämä tulos on ristiriidassa pitkän ajan veden sameuden ja a-klorofyllin pitoisuuksien kehittymisen kanssa (kuvat 6 ja 7). Tulos johtuu siitä, että TRIXB-indeksin laskennassa käytetään näkösyvyyttä kuvaamaan veden sameutta, jonka mittaaminen tarkasti on kenttäolosuhteissa haastavaa. Muutokset indeksien arvoissa suhteessa referenssijaksoon ovat kuitenkin niin pienet, että luokkamuutoksia ei ha-

vaita. Vartiokylänlahden rehevöityneisyysluokitus on välttävä. Mikäli maalta tulevaa ravinnekuormaa (etenkin typpi) pystytään edelleen vähentämään ja vettä samentavaa toimintaa (veneily, ruoppaukset) hillitsemään on todennäköistä, että Vartiokylänlahden tilaa pystytään kohentamaan.



Kuva 8. TRIX-rehevöityneisyysindeksin ja TRBIX-sameusindeksin suhde sekä vesistöalueiden indeksiarvojen muutos (nuoli) vuosille 2018-2019 (musta pallo) suhteessa referenssijaksoon 1997-2017 (harmaa pallo). Indeksien raja-arvot ilmaistaan harmailla katkoviivoilla ja keksiarvot mustilla pisteiviivoilla. Vesistöalueet, HEP: Helsinki-Porkkala ulkosaa-risto, POH: Porvoo-Helsinki ulkosaa-risto, SIP: Sipoon saaristo, ESP: Espoonlahti, VIL: Vil-linki (Vartiokylänlahti), SUL: Suvisaari-Lauttasaari, KRS: Kruunuvuorenselkä, SEU: Seurasaarenselkä, LAL: Laajalahti, TOL: Töölönlahti, VKL: Vanhankaupunginlahti.

ELS-indeksin mukaan Vartiokylänlahden ekologinen tila on välttävä (kuva 9). Alueen ekologinen laatuluokitus on historian saatossa hieman kohentunut, mutta luokitus on pysynyt samana koko mittaus historian aikana. ELS-indeksin huonot arvot johtuvat pääosin kokonaisravinteiden ja a-klorofyllin suurehkoista pitoisuuksista. ELS-indeksin laskennassa pohjaeläinyhteisöt otetaan huomioon toisen BBI-indeksin kautta. Tämän indeksin arvo on hieman kasvanut (parantunut) viimeisten reilun 40 vuoden aikana, kohentuen hieman ELS-indeksin arvoa.



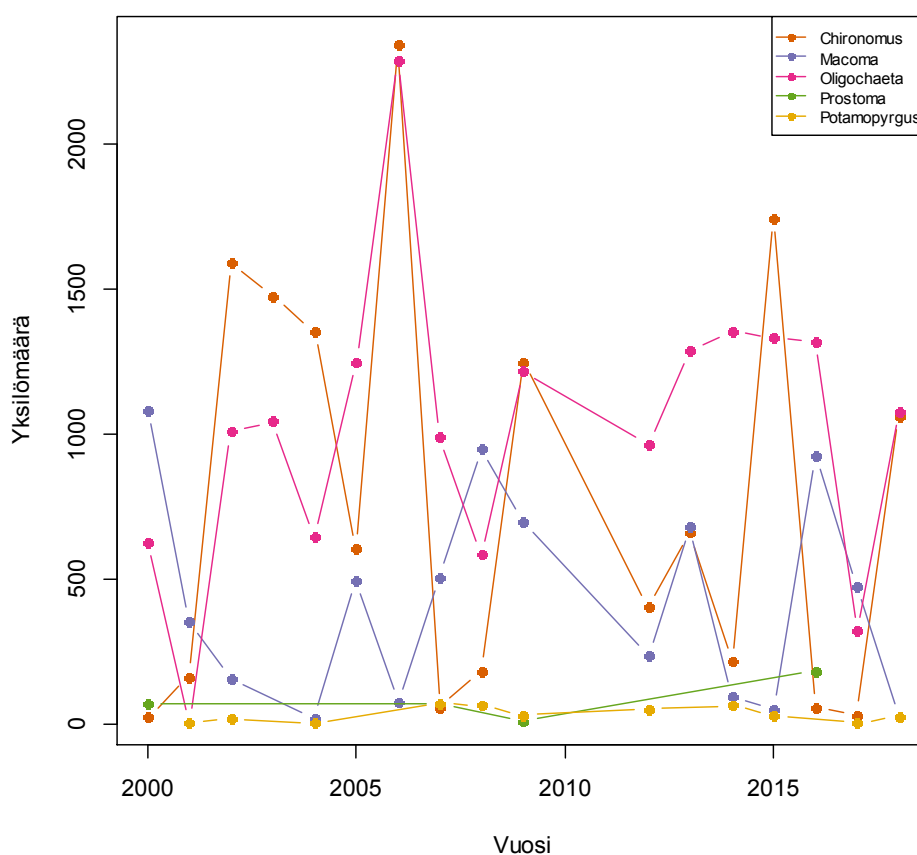
Kuva 9. ELS-indeksin tuottama ekologinen laatuokitus pääkaupunkiseudun vesialueille. Vartiokylänlahti kuuluu vesialueeseen Villinki.

Pohjaeläinyhteisön muutokset

Vartiokylänlahden pohjaeliöstön tilaa arvioidaan asemalta 25 (kuva 1) kerätyn näyttein. Näytteet kerätään kerran vuodessa syksyllä keräämällä Ekman pohjanoutimella viisi rinnakkaisnäytettä jotka seulotaan ja pohjaeläinten määrät sekä biomassat lasketaan.

Vartiokylänlahden pohjaeläinyhteisön selvästi yleisimmät taksonit ovat surviaissääsken toukat (*Chironomus* spp.), liejusimpukat (*Macoma balthica*, syn. *Limecola balthica*) ja harvasukasmadot (*Oligochaeta* spp.) (kuva 10). Alueella esiintyy myös suhteellisen vakaat viherlimamatojen (*Prostoma obscurum*) ja vaeltajakotilon (*Potamopyrgus antipodarum*) populaatiot.

Surviaissääskentoukat ja harvasukasmadot eivät ole elinympäristönsä suhteen vaateliaita ja ne selviytyvät hyvin rehevöityneissä ja likaantuneissa ympäristöissä. Nämä taksonit ovat yleisimmät pääkaupunkiseudun matalissa rannikkovesissä esiintyvät pohjaeläintaksonit (Vahtera ym. 2018). Liejusimpukat, vaeltajakotilot ja viherlimamadot ovat elinympäristönsä suhteen hieman vaateli-
aampia, mutta selviävät myös kuitenkin rehevöityneissä oloissa. Joskin jaksoittaiset vähähappi-
set olosuhteet (ja täten matalampi pH) tai pelkistävä pintasedimentti häiritsevät liejusimpukan li-
sääntymistä ja nuoruusvaiheiden kasvua (Van Colen ym. 2012), mikä saattaa ilmetä aineistossa
suurina runsausvaihteluina ja siitä, että populaatio koostuu pääsoin pienikokoisista yksilöistä.



Kuva 10. Viimeisen 20 vuoden runsaslukuisimmat pohjaeläintaksonit Vartiokylänlahdella.

Pohjaeläinten yksilömäärät Vartiokylänlahdella ovat vähentyneet viimeisten 50 vuoden aikana (kuva 11). Pohjaeläinyhteisö oli runsaimmillaan 1980-luvun puolella välissä. Samansuuntainen kehitys on havaittavissa paikoittain muuallakin pääkaupunkiseudun rannikkomerialueella, ja ilmiö on todennäköisesti kytköksissä ajanjakson suhteellisen korkeaan veden suolaisuuteen. Yksilö-
määrien kasvu Vartiokylänlahdella 1980-luvulla johtui suurista harvasukasmatojen ja liejusimpu-
koiden populaatioista, eikä niinkään lajimäärän kasvusta.

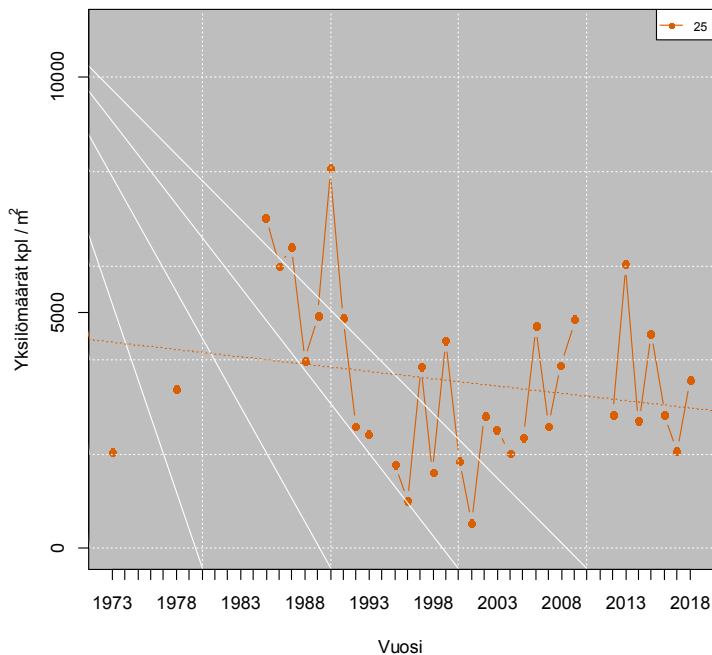
Vartiokylänlahden pohjaeliöstön lajirunsaus on kasvanut mittaushistorian aikana (kuva 12). La-
jien määrä on kokonaisuudessaan suhteellisen pieni ja yhteisöä hallitsevat kolme pääasiallista
taksonia (kuva 10). Alueelle on pystynyt asettumaan uusiakin lajeja, joskin pääosin harvalukui-
sina. Uusista lajeista pysyvimmän populaation on muodostanut tulokaslaji liejuputkimato (*Maren-*

Zelleria spp.) joka asettui Suomenlahdelle 1990-luvulla ja esiintyy runsaslukuisena väli- ja ulko-saaristossa (Kauppi ym. 2015; Kauppi ym. 2018). Liejuputkimadot ovat hyvin pilaantuneita ympäristöjä ja vähähappisuutta sietäviä.

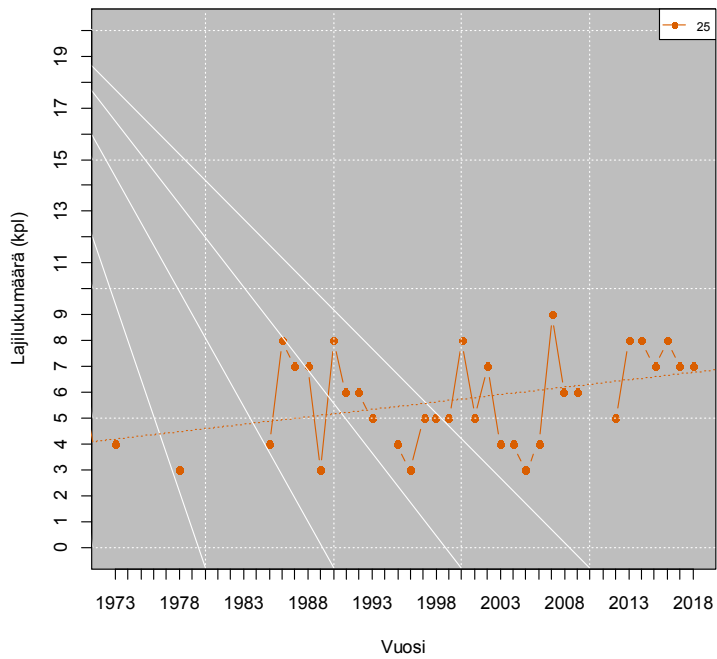
Shannonin diversiteetti-indeksillä kuvattuna yhteisön monimuotoisuus on viimeisten 50-vuoden aikana kasvanut jonkin verran (kuva 13). Shannon diversiteetti-indeksi kuvaa yhteisön koostumusta ottaen huomioon niin lajilukumäärän kuin lajien yksilömäärät. Mitä suurempi indeksin luku on, sitä monimuotoisempi yhteisö on lajistoltaan, mutta myös sitä tasaisemmin lajien runsaus-suhteet ovat yhteisössä jakautuneet. Monimuotoinen ja runsaussuhteiltaan tasapuolista yhteisöä pidetään ekologisesti toimivampana ja muutoksille vastustuskykyisempänä yhteisönä.

Vartiokylänlahden pohjaeläinyhteisössä näyttää vuoden 2007-2008 paikkeilla tapahtuneen muutos, jossa yhteisö on siirtynyt jossain määrin monimuotoisempaan ja runsaussuhteiltaan tasaisempaan tilaan.

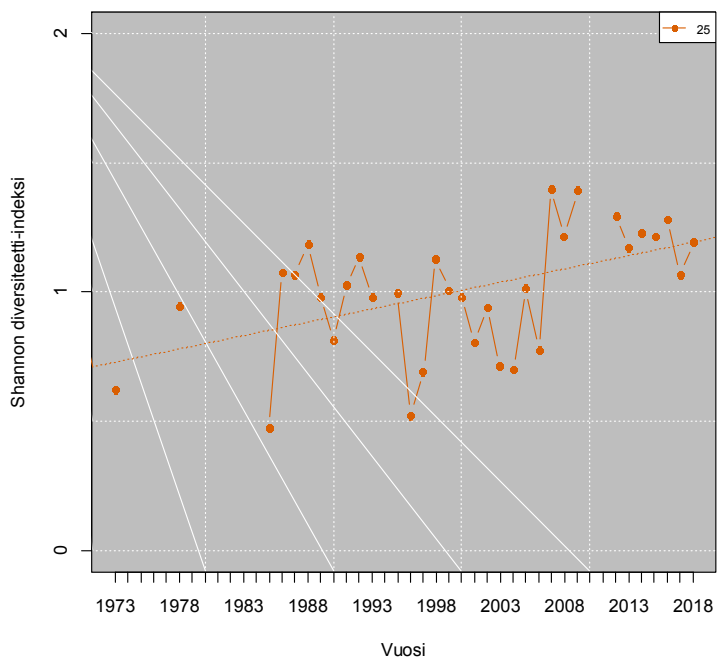
Vartiokylänlahden pohjaeliöstö näyttää olevan toipumassa ja kehittymässä parempaan suuntaan, joskin lajisto on vielä niukahko ja yhteisöä dominoi vain muutama runsaslukuinen laji, joiden vuosien väliset runsausvaihtelut ovat myös huomattavia. Suurehkot runsausvaihtelut ilmentävät pohjaeläinyhteisön haavoittuvuutta muuttuville ympäristötekijöille ja alueen pohjaeliöstön suhteellisen häiriintynyttä yleistilaa.



Kuva 11. Vartiokylänlahden pohjaeliöstön yksilölukumäärät.



Kuva 12. Vartiokylänlahden pohjaelöstön lajirunsaus.



Kuva 13. Vartiokylänlahden pohjaelöstön Shannon diversiteetti-indeksi.

Vedenalaisen luonnon nykytila

Vartiokylänlahden vedenalainen kasvillisuus on niukkalajinen, alueella on VELMU-kartoituksissa² havaittu tankeakarvalehteä (*Ceratophyllum demersum*), ärviöitä (*Myriophyllum* spp.), ahvenvitaa (*Potamogeton perfoliatus*) sekä vesikuusta (*Hippuris vulgaris*). Näiden pääasiassa Vuosaaren sillan pohjoispuolella sijaitsevien esiintymien peittävyysprosentit ovat kuitenkin pieniä (0.001-1%). Lajit ovat pääosin hyvin rehevöityneitä olosuhteita sietäviä lajeja. Vartiokylänlahden eteläpäässä, Vasikkaluodon ympäristössä peittävyysprosentit ovat suurempia (10%) ja eteläosissa esiintyy yllä mainittujen lajien lisäksi myös hapsivitaa (*Potamogeton pectinatus*) ja hauroja (*Zannichellia* spp.).

Alueella ei ole havaittu tärkeimpiä Itämeren avainyhteisöihin kuuluvia esiintymiä kuten rakkohaurupohjat, näkinpartaispohjat, sinisimpukkapohjat ja meriajojkas pohjat. Vartiokylänlahden pohjukan on arvioitu olevan suotuisaa esiintymisaluetta näkinpartaisille², tämä vaatisi kuitenkin veden kirkastumista ja veneliikenteen vähentämistä alueella.

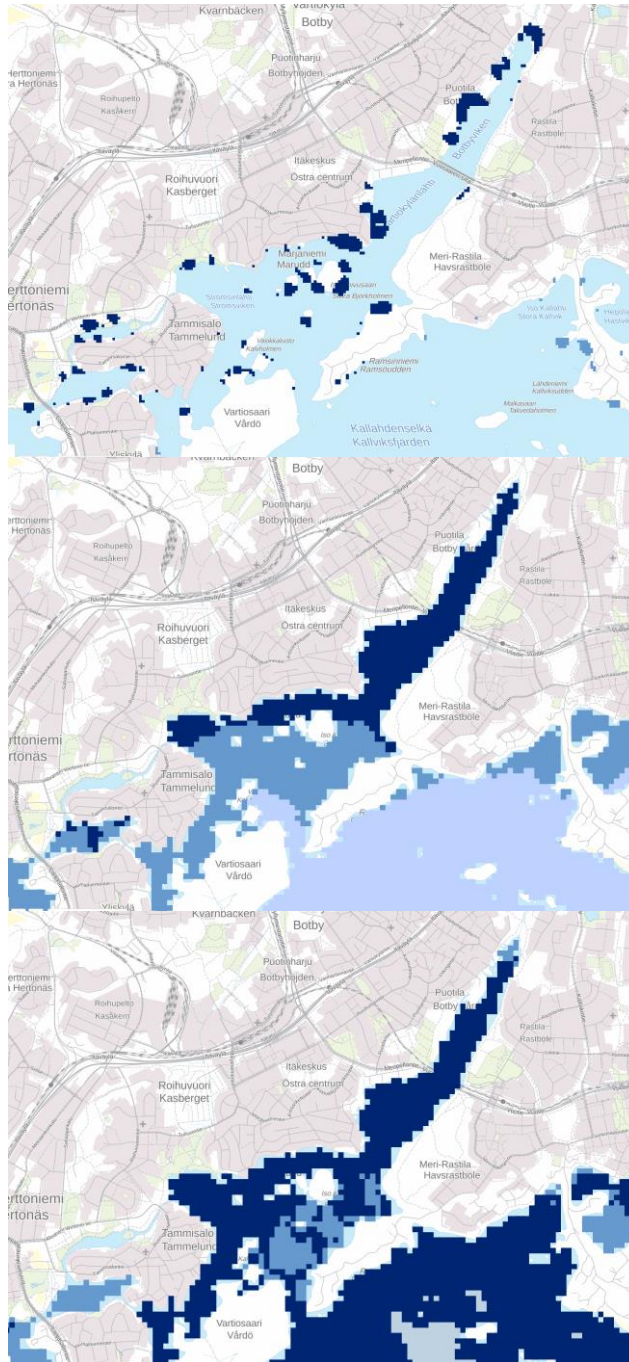
HELCOM HUB-luokituksen mukaan alueella ei ole tärkeitä vedenalaisia habitaatteja². Osasy heikolle pohjakasvillisuuden esiintymiselle saattaa olla alueen korkea veneilyn käyttöpaine. Alueella on yli 1200 rekisteröityä venepaikkaa. Veneliikenteen on todettu vaikuttavan negatiivisesti pohjakasvillisuuden ja pohjan eliöstön tilaan (Oulasvirta ja Leinikki 2003; Hansen ym. 2019).

Vartiokylänlahden alue on kuitenkin todettu tärkeäksi kalojen lisääntymisalueeksi, etenkin kuhan, tokkojen ja hauen osalta², mutta myös silakan poikasten tiedetään esiintyvän Vartiokylänlahdella (Karppinen ym. 2016; Vatanen ym. 2019). Hauen poikastuotantoalueet ovat suhteellisen rajatut pääasiassa lahden länsirannan ruovikkosilla alueilla sekä Marjaniemen ja Iso-Koivusaaren ympäristössä. Potentiaalisten kutualueiden kartoituksessa ruovikot arvioitiin kunnoltaan kohtalaiseksi (Karppinen ym. 2016), vaikka alueelta tavattiin runsaasti hauen mätiä ja poikasia. Mallinnustulosten mukaan tokkojen ja kuhan lisääntymiselle suotuisat lisääntymisalueet kattavat koko lahden (kuva 14). Aluetta pidetään myös ahvenen ja kuoreen lisääntymisen kannalta tärkeänä.

Kalojen lisääntymiselle tärkeää on luonnontilaiset rannat ja ruovikot. Rantavyöhykkeillä on muutenkin suuri merkitys vesistön ekologiselle, sillä litoraalivyöhykkeessä on tyypillisesti monipuolinen eliöyhteisö. Rantahabitatit ovat monelle eliölle tärkeitä elinympäristöjä ja usein myös poikastuotantoalueita myös muille eliöille kuin kaloille. Rantahabitatien tuhoutuminen tai heikentyminen rantarakentamisen myötä heikentää rantojen biologista monimuotoisuutta.

Helsingin rantaviivasta rakennettua rantaa on karkeasti arvioituna noin 50 – 66% ja myös rakentamattomilla rannoilla on runsaasti rantarakenteita, kuten laitureita (Vatanen ym. 2019). Vartiokylänlahden rantaviiva on suurimmalta osin rakentamatonta, mutta rantarakenteiden määrä on suuri, etenkin lahden länsirannalla. Alueen hyvän tilan säilyttämiseksi olisikin tärkeää säilyttää rakentamatonta rantaa mahdollisimman paljon sekä mahdollisesti keskittää rantarakenteiden sijoittelua. Myös mahdollisuuksia toteuttaa rantarakenteita niin, että ne tukevat luonnollisten rantojen esiintymistä tulisi selvittää.

² <https://paikkatieto.ymparisto.fi/velmu/>



Kuva 14. Hauen (ylin paneeli), kuhan (keskimmäinen paneeli) ja tokkojen (alin paneeli) arvioitua erittäin suotuisia (tumman sininen) ja suotuisia (harmaansininen) poikastuotantoalueita Vartiokylänlahdella. Lähde: VELMU-karttapalvelu <https://paikkatieto.ymparisto.fi/velmu/>

Yhteenveto

Vartiokylänlahden vedenlaatu on hieman parantunut viimeisten 50 vuoden aikana. Kokonaisravinteiden määrät ovat laskeneet, mutta veden keskilämpötila on kasvanut noin 1.5 °C ja suolaisuus pienentynyt on 0.6 PSU-yksikköä. Nämä ilmastonmuutoksesta johtuvat muutokset herkistävät alueen eliöyhteisöä kasvaville ihmispaineille ja muutosten riski huonompaan tilaan kasvaa mitä enemmän veden lämpötila kasvaa ja suolaisuus vähenee.

Kasviplanktonbiomassan määrät ovat Vartiokylänlahdella vähentyneet, mutta veden sameus on kasvanut. Alueen rehevöityminen on pääkaupunkiseudun vesialueiden keskimäärästä tasoa ja rehevöitymisluokituksessa alue saa luokan "välttävä". Myös alueen ekologinen laatu (ottaa rehevöitymisluokituksen lisäksi huomioon alueen pohjaeliöstön tilan) tuottaa alueelle luokitustuloksen "välttävä". Pohjaeliöstön yksilömäärät ovat pienentyneet, mutta lajirunsaus ja pohjaeliöstön monimuotoisuus on hivenen parantunut viimeisten 50 vuoden aikana, ilmentäen aiempaa alhaisempien ravinnepitoisuuksien ja pienemmän kasviplanktonbiomassan ohella toipumista rehevöitymisestä. Pohjakasvillisuuden lajirunsaus on pieni ja kasvustojen peittävyysprosentit ovat pääosin matalia (0.01-1%), etenkin lahden pohjoisosissa.

Veden kasvanut sameus johtunee suhteellisen suuresta alueen käyttöpaineesta ja hyvin puutteellisesta pohjan kasvillisuudesta. Vartiokylänlahden alueella sijaitsee yli 1200 rekisteröityä venepaikkaa ja alueen rantarakenteiden määrä on huomattava, vaikkakin rakennetun rannan osuus rantaviivasta on Helsingin keskimääräistä rakennetun rannan osuutta pienempi.

Voimakas käyttöaste ylläpitää sameavetistä tilaa, vaikka ravinnepitoisuudet alueella ovat laskeutuneet. Tuulen aiheuttaman sekoittumisen ohella runsas veneliikenne aiheuttaa liettyneen pohjan resuspendoitumista, joka haittaa pohjakasvillisuuden menestymistä huonoissa valaistusoloissa. Alueella toteutettavat ruoppaukset tulisi suunnitella huolellisesti ja hetkellisetkin sameusvaikutukset tulisi koittaa minimoida.

Vartiokylänlahti on nykytilassaan arvioitu tärkeäksi kuhan ja tokkojen lisääntymisalueeksi mallinnustutkimuksissa. Hauen on todettu lisääntyvän hyvin alueen ruovikkoisilla alueilla.

Rakentamista tulisi välttää vielä luonnontilaisille rannoille, ja rantarakenteita olisi hyvä keskittää tietyille alueille. Rantarakenteiden toteuttaminen niin, että ne tukevat luonnollisten rantojen esiintymistä tulisi selvittää. Maalta tulevaa ravinnekuormaa, etenkin typen osalta tulisi edelleen pyrkiä vähentämään.

Viitteet

Airola, S. ja Vahtera, E. (2016). Pääkaupunkiseudun rannikkovesien ekologinen laatuluokitus - Työkalu rannikkovesien laatuluokituksen laskentaan sekä laatuluokituksen vauhtelu 1970-luvulta nykypäivään. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja. Helsinki, Helsingin kaupungin ympäristökeskus. 9: 34 + liitteet.

Aroviita, J., Hellsten, S., Jyväsjärvi, J., Järvenpää, L., Järvinen, M., Karjalainen, S. M., Kauppila, P., Keto, A., Kuoppala, M., Manni, K., Mannio, J., Mitikka, S., Olin, M., Perus, J., Pilke, A., Rask, M., Riihimäki, J., Ruuskanen, A., Siimes, K., Sutela, T., Vehanen, T. ja Vuori, K.-M. (2012). Ohje pintavesien ekologisen ja kemiallisen tilan luokitteluun vuosille 2012-2013 - päivitettyt arviointiperusteet ja niiden soveltaminen. Ympäristöhallinnon ohjeita. Helsinki, Suomen Ympäristökeskus. 7: 144.

Boscolo-Galazzo, F., Crichton, K. A., Barker, S. ja Pearson, P. N. (2018). Temperature dependency of metabolic rates in the upper ocean: A positive feedback to global climate change? *Global and Planetary Change* 170: 201-212.

Degerman, E. ja Rosenberg, R. (1981). Miljöeffekter av småbåtshamnar och småbåtar-En hjälpredda vid planering Naturvårdsverket rapport. SNV PM nr 1399.

Dippner, J. W., Bartl, I., Chrysagi, E., Holtermann, P., Kremp, A., Thoms, F. ja Voss, M. (2019). Lagrangian Residence Time in the Bay of Gdańsk, Baltic Sea. *Frontiers in Marine Science* 6(725).

Hansen, J. P., Sundblad, G., Bergström, U., Austin, Å. N., Donadi, S., Eriksson, B. K. ja Eklöf, J. S. (2019). Recreational boating degrades vegetation important for fish recruitment. *Ambio* 48(6): 539-551.

Höffle, H., Thomsen, M. S. ja Holmer, M. (2011). High mortality of *Zostera marina* under high temperature regimes but minor effects of the invasive macroalgae *Gracilaria vermiculophylla*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 92(1): 35-46.

Kajaste, I. (2004). Vartiokylänlahden tila - Vartiokylänlahden veden laatu vuosina 2000-2001. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja. 4: 53.

Karlsson, K., Puiac, S. ja Winder, M. (2018). Life-history responses to changing temperature and salinity of the Baltic Sea copepod *Eurytemora affinis*. *Marine Biology* 165(2): 30.

Karppinen, P., Olsen, S., Helminen, J., Haikonen, A., Vatanen, S., Rautanen, E. ja Kervinen, J. (2016). Helsingin ja Espoon edustan merialueen kalataloudellinen yhteistarkkailu vuosina 2014 ja 2015. Kala- ja vesijulkaisuja: 82.

Kauppi, L., Norkko, A. ja Norkko, J. (2015). Large-scale species invasion into a low-diversity system: spatial and temporal distribution of the invasive polychaetes *Marenzelleria* spp. in the Baltic Sea. *Biological Invasions* 17(7): 2055-2074.

Kauppi, L., Norkko, A. ja Norkko, J. (2018). Seasonal population dynamics of the invasive polychaete genus *Marenzelleria* spp. in contrasting soft-sediment habitats. *Journal of Sea Research* 131(Supplement C): 46-60.

Oulasvirta, P. ja Leinikki, J. (2003). Veneilyn ympäristövaikutukset luonnonsatamissa. Suomen ympäristö. Helsinki, Uudenmaan Ympäristökeskus. 408: 69 + liitteet.

Pankhurst, N. W. ja Munday, P. L. (2011). Effects of climate change on fish reproduction and early life history stages. *Marine and Freshwater Research* 62: 1015-1026.

Persson, J., Håkanson, L. ja Pilesjö, P. (1994). Prediction of surface water turnover time in coastal waters using digital bathymetric information. *Environmetrics* 5(4): 433-449.

Räsänen, J. (2017). *Future Climate Change in the Baltic Sea Region and Environmental Impacts*, Oxford University Press.

Stramska, M. ja Białogrodzka, J. (2015). Spatial and temporal variability of sea surface temperature in the Baltic Sea based on 32-years (1982–2013) of satellite data. *Oceanologia* 57(3): 223-235.

Vahtera, E., Räsänen, M. ja Muurinen, J. (2018). Pääkaupunkiseudun merialueen tila 2016-2017. Kaupunkiympäristön julkaisuja 21. Helsinki: 145 + liitteet.

Van Colen, C., Debusschere, E., Braeckman, U., Van Gansbeke, D. ja Vincx, M. (2012). The Early Life History of the Clam *Macoma balthica* in a High CO₂ World. *PLoS ONE* 7(9): e44655.

Vascetta, M., Kauppila, P. ja Furman, E. (2008). Aggregate Indicators in Coastal Policy Making: Potentials of the Trophic Index TRIX for Sustainable Considerations of Eutrophication. *Sustainable Development* 16: 282-289.

Vatanen, S., Hoppo, L., Haikonen, A., Olsen, S., Rautanen, E., Karppinen, P. ja Kervinen, J. (2019). Helsingin ja Espoon edustan merialueen kalataloudellinen yhteistarkkailu vuosina 2012-2017. Kala- ja vesijulkaisuja. 257: 133.

Vollenweider, R. A., Giovanardi, F., Montanari, G. ja Rinaldi, A. (1998). Characterization of the Trophic Conditions of Marine Coastal Waters with Special Reference to the NW Adriatic Sea: Proposal for a Trophic Scale, Turbidity and Generalized Water Quality Index. *Environmetrics* 9: 329-357.

Wood, S. N. (2011). Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society (B)* 73(1): 3-36.

Vuorinen, I., Hänninen, J., Rajasilta, M., Laine, P., Eklund, J., Montesino-Pouzols, F., Corona, F., Junker, K., Meier, H. E. M. ja Dippner, J. W. (2015). Scenario simulations of future salinity and ecological consequences in the Baltic Sea and adjacent North Sea areas—implications for environmental monitoring. *Ecological Indicators* 50: 196-205.