

Töölönlahden kunnostushanke – veden laadun muutokset 1990–2019

Emil Vahtera



Kaupunkiympäristön aineistoja 2020:13

Töölönlahden kunnostushanke – veden laadun muutokset 1990–2019

Emil Vahtera

Kannen kuva | Seppo Laakso
Julkaisija | Helsingin kaupunki / Kaupunkiympäristön toimiala
ISBN | 978-952-331-807-6
ISSN | 2489-4257

Sisällys

1. Johdanto	4
2. Aineisto ja menetelmät	5
3. Tulokset	7
3.1. Näkösyvyys.....	7
3.2. Hapen kyllästysaste.....	8
3.3. Kokonaisfosfori	10
3.4. Kokonaistyyppi	11
3.5. Veden hygieeninen laatu	12
3.6. Levämäärä.....	13
3.7. Rehevöityminen	14
4. Yhteenveto	16
5. Lähdeluettelo	18

1. Johdanto

Töölönlahden kunnostushanke, jossa pääasiallisena kunnostusmenetelmänä on veden vaihtuvuuden lisääminen, johtamalla Töölönlahdelle merivettä Humallahdelta (0,5 m³/s) on ollut käynnissä vuodesta 2005. Merivettä on johdettu Töölönlahdelle avovesikautena vuoteen 2019 saakka, jonka jälkeen tarkoituksena on ollut johtaa vettä lahdelta vuoden ympäri. Meriveden johtamisessa on ollut ajoittaisia taukoja laitteistovikojen tai huoltokatkosten johdosta, pisimmän yhtäjaksoisen katkoksen sijoituessa vuodelle 2018 ja vuoden 2019 ensimmäiselle neljännekselle.

Töölönlahden tilan muutoksia, kunnostushankkeen valmistelun eri vaiheita ja kunnostuksen seurannan tuloksia on julkaistu useassa eri raportissa (Kajaste 2003, Munne ym. 2008, Helminen ja Vahtera 2014), joissa on todettu meriveden juoksutuksen positiiviset vaikutukset Töölönlahden tilaan. Töölönlahden sedimentin laatua haitta-aineiden osalta on tutkittu kattavasti viimeksi vuonna 2016 (Helsingin kaupunki 2016), ja rehevöitymiskehityksen osalta vuonna (Korppoo ym. 2012). Vuosina 2017 ja 2018 Töölönlahdella toteutettiin hanke, jossa tutkittiin pilaantuneiden sedimenttien kunnostusmenetelmää, jossa kerättiin myös tietoa lahden sedimentin laadusta sekä haitta-aineiden esiintymisestä (Lukkari ym. 2018).

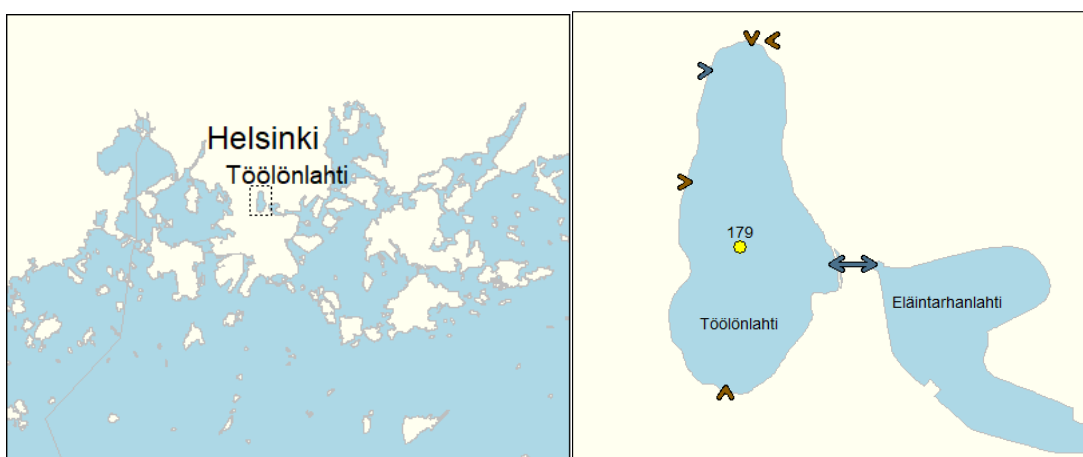
Tämä on lyhyt aineistoyhteenveto, jossa esitetään Töölönlahden veden laadun seurantalokset vuosilta 1990-2019, päivittäen keskeisimmät johtopäätökset edellisestä raportista (Helminen ja Vahtera 2014). Tuloksia verrataan Töölönlahden veden laadulle asetettuihin laaturajoihin sekä viimeisimmän ekologisen laatuluokitusoppaan veden laadun raja-arvoihin (Aroviita ym. 2019).

Kunnostustoimien tavoitteena on Töölönlahden muuttuminen enemmän luonnontilaista merenlahtea muistuttavaksi lahdeksi, jolloin lahden rehevyystaso, kasviplanktonin määrä ja veden sameus pienenisivät (Kajaste 2003). Käytännössä tämä tarkoittaisi lievästi rehevöitynyttä merenlahtea, jonka vesi on jossain määrin sameaa, mutta hapettomuutta tai massiivisia leväkukintoja ei esiintyisi. Töölönlahden kunnostukselle on asetettu seuraavat vedenlaatutavoitteet (Pesonen ym. 2000):

- Veden näkösyvyys ei saa olla alle 1 m
- Suurta hapen ylikyllästystä tai hapen vajausta ei saa esiintyä
- Fosforipitoisuus ei saa ylittää kolmen vuoden keskiarvona 50 µg/l. Alueen keskeisen sijainnin vuoksi fosforipitoisuus ei saisi hetkellisestikään ylittää em. arvoa avovesikaudella
- Hygieenisen laadun tulee täyttää uimavedelle asetetut laatuvaatimukset
- Alueella voi esiintyä levähaittoja poikkeuksellisesti, ei kuitenkaan merkittäviä eikä pitkäaikaisia

2. Aineisto ja menetelmät

Töölönlahden tilassa ja veden laadussa tapahtuneiden muutosten kuvaamiseen käytetään alueelta kerättyjä veden fysikaalis-kemiallisten ja hygieenisten analyysien tuloksia. Tuloksia esitetään vuodesta 1990 alkaen jolloin aineistoa ruvettiin keräämään lahden keskellä sijaitsevalta havaintoasemalta (kuva 1)



Kuva 1. Helsingin rannikkokeräilyalue, Töölönlahden sijainti ja Töölönlahden keskellä sijaitseva veden laadun havaintoasema (asematunnus 179, vesisyvyys: 2,3 m), sekä Töölönlahden meriyhteyden (sininen kaksikätkäinen nuoli), meriveden johtamiseen käytettävän putken (sininen nuolenkärki) ja alueen hulevesien purkuputkien sijainnit (ruskeat nuolenkärjet).

Vuosien 1990-1999 välillä vesinäytteet otettiin 0 ja 2 m syvyydeltä Ruttner-tyyppisellä näytteenottimella. Vuodesta 2000 vuoteen 2012 syvempi näytteenottosyvyys vaihdettiin metrin syvyyteen ja vain joitakin näytteitä otettiin myös 2 m syvyydestä. Vuodesta 2012 eteenpäin näytteenottosyvyydet vaihdettiin uudestaan 0 ja 2 m. Vedensyvyydeltään matalan Töölönlahden vesimassa ei kerrostu kesällä lämpötilan eikä suolaisuuden suhteen, joten näytteenottosyvyyden vaihtumisella ei oleteta olevan suurta merkitystä avovesikaudella havaittuun vaihteluun. Talvikuukausina kerrostuminen voi suolaisuuden osalta olla voimakastakin, mikäli jääpeitteisenä aikana lahdele puretaan hulevesiä, jolloin suolaton hulevesi leviää jään alla sekoittumatta alla olevaan suolaisempaan meriveteen. Näytteet a-klorofyllin analysointia varten otettiin läheltä pintaa 0–1 metrin syvyydestä.

Nykyiset määrittämenetelmät ja menetelmät joissa ei ole tapahtunut muutoksia vuodesta 1990 esitetään taulukossa 1. Veden a-klorofyllin pitoisuus analysoitiin vuoteen 1994 saakka Stricklandin ja Parsonin (1968) menetelmällä, jonka jälkeen siirryttiin nykyiseen standardiin ja uuttoliuos vaihtui asetonista etanoliksi. Näytteet analysoitiin Helsingin kaupungin ympäristölaboratoriossa sekä vuoden 2008 alusta lähtien MetropoliLab Oy:n toimesta.

Taulukko 1. Tässä raportissa käsiteltävät Töölönlahden vesinäytteistä tehdyt fysikaalis-kemialliset ja hygieeniset analyysit.

Määrittäminen	Menetelmä	Määrittämiss raja	Mittausepävarmuus
Näkösyvyys	Valkolevynä Ruttner-noutimen kansi		
Hapen kyllästysaste	SFS-EN 25813:1996		
Kokonaistyyppi	SFS-EN ISO 11905-1	50 µg/l	15 %
Kokonaisfosfori	SFS 3026 mod. DA	5 µg/l	15 %
a-klorofylli	Etanoliuutto, fluorometrinen mitaus, sisäinen menetelmä	0,5 µg/l	15 %
<i>E. coli</i>	SFS-EN ISO 9308-2:2014	< 1	

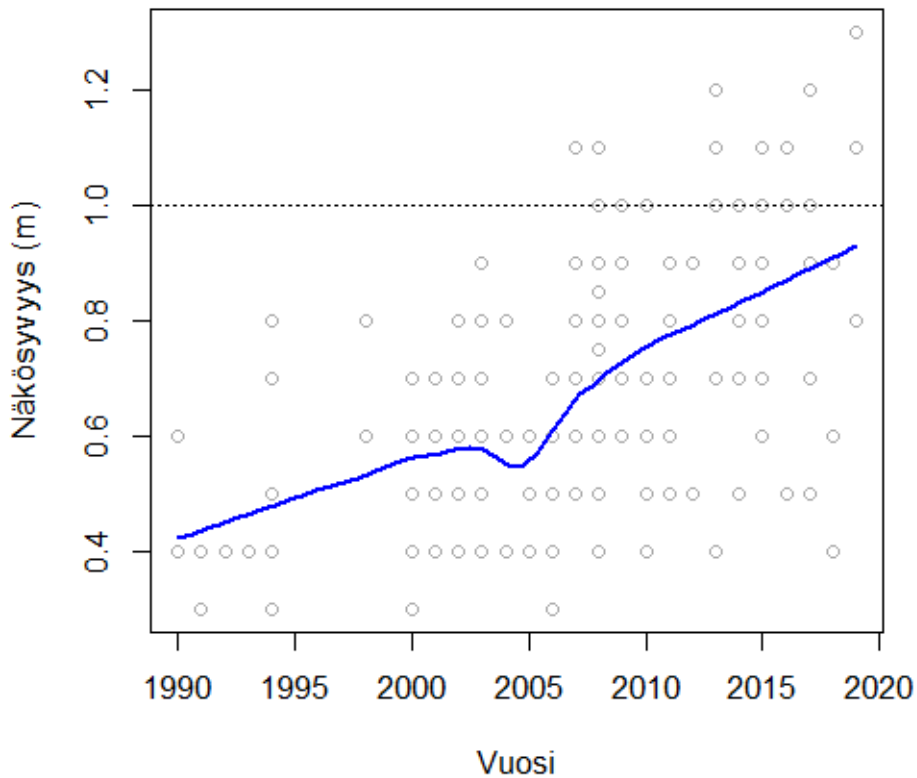
Aineisto esitetään mittaussuureesta riippuen joko avovesikauden (huhtikuu-lokakuu) tai koko vuoden havaintojen osalta (kokonaisfosfori). Aineistoon on sovitettu lokaaliregressio R-ohjelmistolla (R Core Team 2019), osoittamaan keskimääräiset vuosien väliset muutoksen selvemmin. Regressiokäyrä on sovitettu jokaisen lokaliteetin ympärille käyttämällä puolta aineistosta regressiion sovitussympäristönä (loess span parametri = 1/2), pois lukien kokonaisfosfori, jonka tarkastelu on tehty käyttämällä suppeampaa painotussympäristöä niin että lokaaliregressio kuvaa aineiston muutoksia kolmen vuoden keskiarvon tapaan (loess span parametri = 3/havaintosarjan pituus). Kuvissa esitetään myös suureiden tavoitetasot, sekä raja-arvot joita käytetään valtakunnallisessa rannikkovesien ekologisessa laatuluokituksessa.

Töölönlahden vedenlaadun mittaustuloksista on laskettu myös nk. trofia-indeksi (Vollenweider ym. 1998). Trofia-indeksi kuvaa vesistön rehevöityneisyyttä ottamalla huomioon resurssit (typpi ja fosfori), prosessit (perustuotanto ja hajotustoiminta joita ilmentää hapen kyllästysasteen poikkeama 100 %:sta) sekä muodostuneen biomassan (a-klorofylli). Täten indeksi sisältää rehevöitymiskehityksen kannalta oleelliset ja seurannoissa myös helposti mitattavissa olevat suureet. Indeksillä on skaalattu sopimaan Helsingin edustan tyyppillisille suureiden arvoille. Indeksillä saa arvon väliltä 0-10, jossa arvot 0-4 indikoivat vesistön hyvää tilaa, arvot 4-5 tyydyttävää, 5-6 välttävää ja 6-10 huonoa tilaa.

3. Tulokset

3.1. Näkösyvyys

Töölönlahden keskellä sijaitsevan havaintoaseman näkösyvyys on kohentunut vuodesta 1990 vuoteen 2019 (kuva 2). Keskimääräinen näkösyvyys on kasvanut noin 0,4 m:stä noin 0,7 m:in (taulukko 2). Vaikka keskimääräinen veden kirkkaus on Töölönlahdella kasvanut, tehdään pieniä näkösyvyysmittauksia edelleen ja aineiston vaihtelu on suurta. Nykyään näkösyvyyden keskiarvo avovesikaudella on noin 0,9 m (taulukko 2). Näkösyvyyden 1 m laatutavoitetta ei ole saavutettu ja ainoastaan 14 % juoksutuksen jälkeisen ajan havainnoista täyttävät laatutavoitteen vaatimuksen.



Kuva 2. Töölönlahden havaintoaseman 179 näkösyvyys vuodesta 1990 vuoteen 2019 (avovesikausi). Aineistoon sovitettu lokaaliregressio (sininen jana) sekä näkösyvyydelle asetettu laatutavoite (katkoviiva).

Taulukko 2. Avovesikauden suureiden keskiarvo ja keskihajonta meriveden juoksutusta edeltävälle ajalle (1990-2005), juoksutuksen jälkeiselle ajalle (2006-2019) sekä juoksutuksen aloittamisen jälkeisen ajan yksittäisten havaintojen osuus kaikista jakson 2006-2019 havainnoista, jotka yltyvät laatutavoitteeseen tai alittavat ekologisessa laatuluokituksessa käytetyn raja-arvon (välttävän ja huonon luokan raja-arvo), sekä viimeisen kolmen vuoden keskiarvo ja keskihajonta.

	1990 - 2005	2006 - 2019	Laatutavoitteen savuttavien/raja-arvon alittavien havaintojen osuus	2017-2019
Näkösyyvyys (m)	0,6 ± 0,2	0,7 ± 0,2	14 %	0,9 ± 0,2
Hapen kyllästysaste (%) ¹	97 ± 17	100 ± 13	Ei numeerista laatutavoitetta	104 ± 14
Kokonaisfosfori (µg/l)	105 ± 23	68 ± 19	12 %	72 ± 23
Kokonaistyyppi ² (µg/l)	880 ± 171	622 ± 148	46 %	558 ± 84
E. coli (mpn/100 ml) ³	248	160	Täyttää laatuvaatimukset, uimaveden laatu erinomainen	44
a-klorofylli ⁴	43 ± 21	19 ± 13	64 %	15 ± 6

¹Pintavedessä

²Ekologisen laatuluokituksen kokonaistyyppien välttävän ja huonon luokan raja on 570 µg/l

³Arviointi tehty Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen 177/2008 ohjeistuksen mukaan

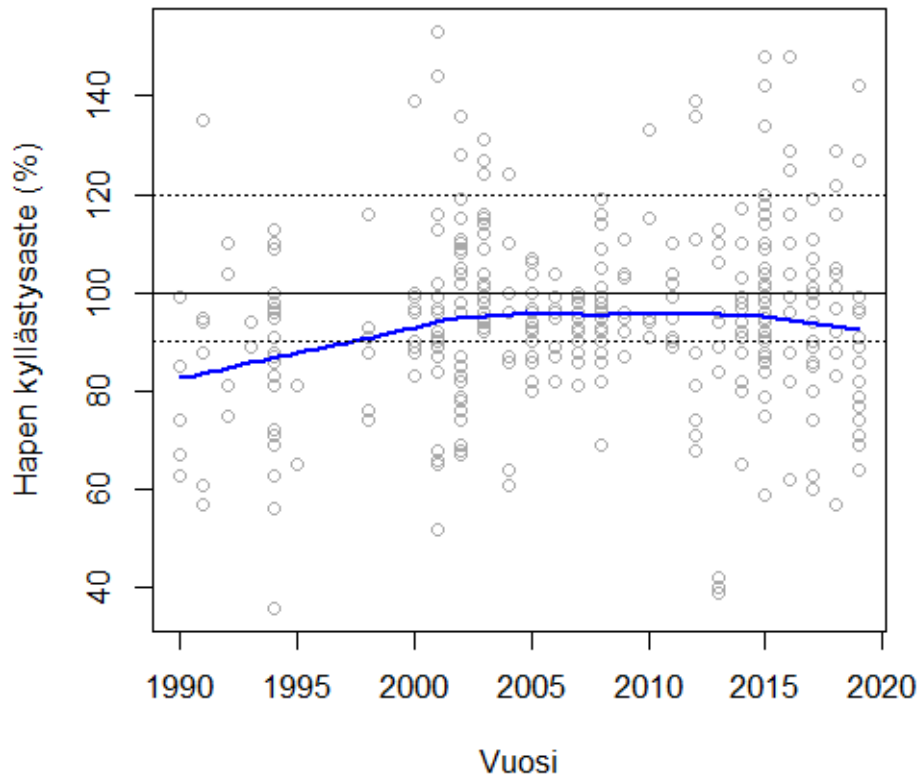
⁴Ekologisen laatuluokituksen kokonaistyyppien välttävän ja huonon luokan raja on 18 µg/l

3.2. Hapen kyllästysaste

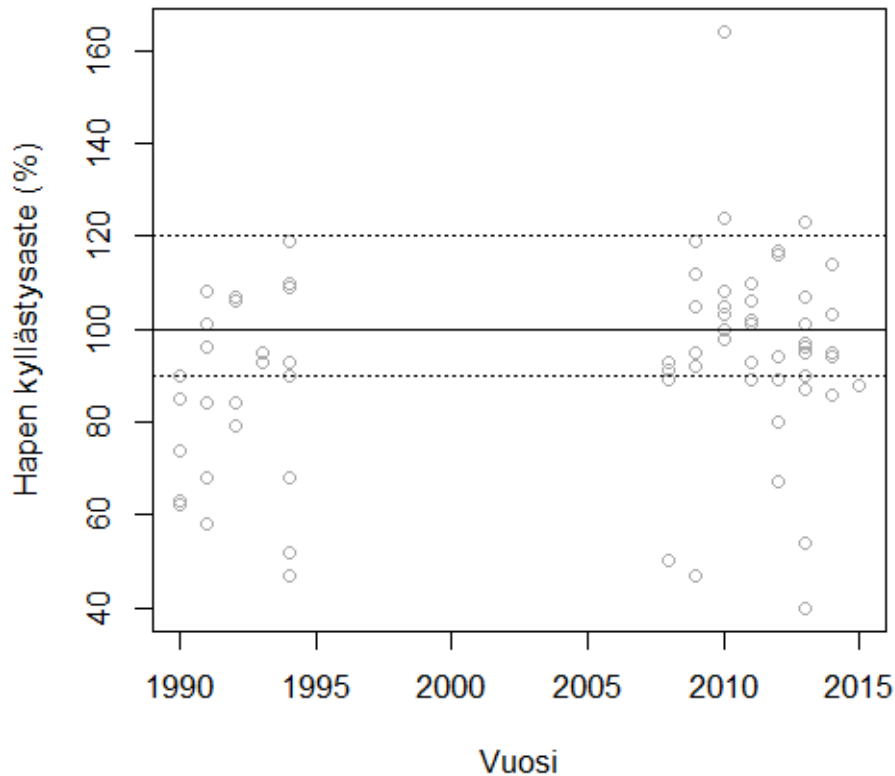
Pintaveden avovesikauden hapen kyllästysaste ilmaisee levätuotannon intensiteettiä. Helsingin rannikkovesissä tavanomaisena keskimääräisenä hapen kyllästysasteen tasona voi pitää vaihteluväliä noin 80-130 % välillä, riippuen vuorokauden ajasta sekä vuodenaikasta¹. Hapen kyllästysaste on tavallisesti suurimmillaan keväällä pintavedessä ja pienimmillään loppukesästä pohjanläheisessä vedessä. Töölönlahden keskiosan havaintoaseman hapen kyllästysasteen yksittäiset havainnot vaihtelivat suhteellisen paljon (kuva 3), mutta keskimääräinen taso on pysynyt suhteellisen hyvänä (taulukko 2).

Tarkastelujakson alkupäässä hapen kyllästysaste on ollut keskimäärin hieman matalampi. Joitakin hyvin matalia arvoja on tarkastelujakson aikana myös mitattu sekä pinta- että pohjanläheisessä vedessä (kuvat 3 ja 4). Laatutavoitetta veden hapen kyllästysasteen osalta ei voida sanoa saavutetun, Töölönlahdella esiintyy vielä ajoittain huomattavaa veden hapen yli- ja alikyllästystä, vaikka keskimääräinen taso onkin suhteellisen hyvä. Talven aikaiset jääkannen alta tehdyt mitaukset eivät ole sisällytettyinä tähän tarkasteluun, talvikuukausien (joulukuu - maaliskuu) hapen kyllästysasteen keskiarvo ja keskihajonta olivat ennen meriveden juoksutuksen aloitusta noin 68 ± 7 % ja meriveden juoksutuksen jälkeen noin 69 ± 14 %. tarkasteltaessa pinta ja pohjavettä erikseen pintaveden hapen kyllästysasteen tasossa ei juuri ole tapahtunut muutosta, aineiston tyypillisen vaihteluvälin ollessa noin 90 % ja 105 % välillä (25- ja 75-kvantiilit). Pohjanläheisen veden hapen kyllästysaste on kohonnut. Ennen meriveden johtamista, pohjanläheisen veden hapen kyllästysaste vaihteli tyypillisesti noin 68 % ja 94 % välillä. kunnostustoimenpiteiden aloituksen jälkeen on vaihtelu ollut noin 84 %:sta 103 %:in (25- ja 75-kvantiilit).

¹ Villingin vesimuodostuman havaintoasemien hapen kyllästysasteen tyypilliset arvot (kuva 12, 25-75 prosenttipisteen väliin jäävä vaihtelu) <https://www.hel.fi/static/ymk/merialueen-seuranta/viimeisin-neljannesvuosisiraportti.pdf>



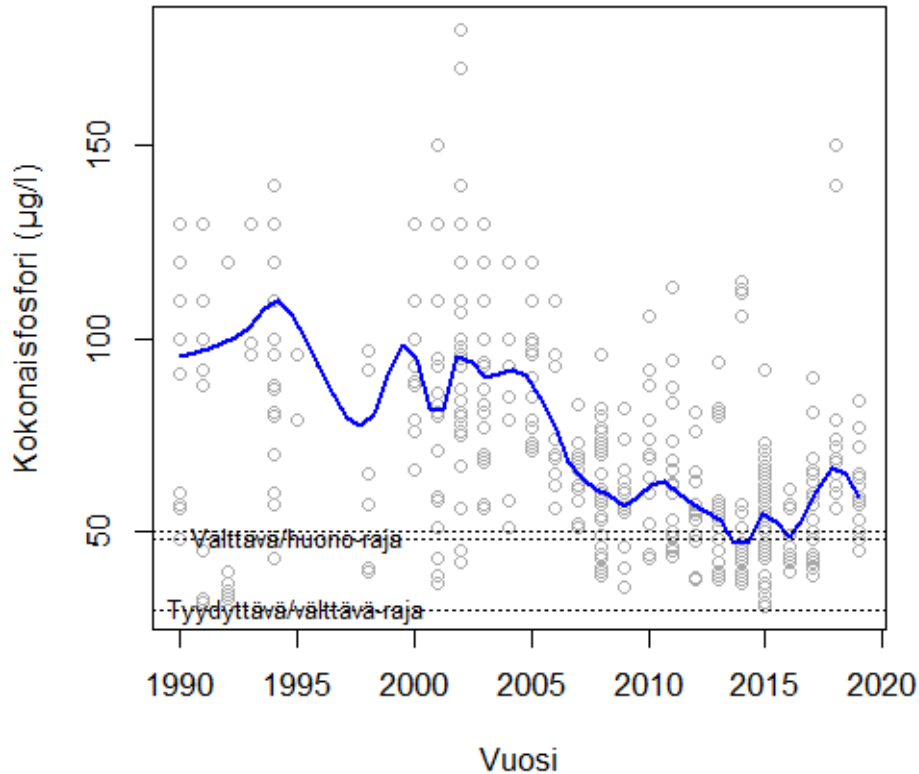
Kuva 3. Töölönlahden havaintoaseman 179 pintaveden hapen kyllästysaste vuodesta 1990 vuoteen 2019 (avovesikausi). Aineistoon sovitettu lokaaliregressio (sininen jana) sekä hyväkuntoisen rannikkovesistön hapen kyllästysasteen suurpiirteinen vaihteluväli (katkoviivat).



Kuva 4. Töölönlahden havaintoaseman 179 pohjanläheisen veden hapen kyllästysaste vuodesta 1990 vuoteen 2019 (avovesikausi). Hyväkuntoisen rannikkovesistön hapen kyllästysasteen suurpiirteinen vaihteluväli (katkoviivat).

3.3. Kokonaisfosfori

Pintaveden kokonaisfosforin keskimääräiset pitoisuudet ovat laskeneet vuodesta 1990 noin vuoteen 2015, jonka jälkeen keskimääräiset pitoisuudet ovat taas hieman kasvaneet (kuva 5). Ennen meriveden juoksutuksen aloitusta pintaveden kokonaisfosforin keskimääräinen pitoisuus oli noin 35 % suurempi kuin meriveden juoksutuksen aloituksen jälkeisenä aikana (taulukko 2). Juoksutuksen aloituksen jälkeen noin 12 % yksittäisistä havainnoista on alittanut 50 µg/l kokonaisfosforia laatutavoitteen. Laatutavoitteet kokonaisfosforin osalta eivät ole täyttyneet, vaikka kokonaisfosforin pitoisuus on huomattavasti Töölönlahdella laskenut.

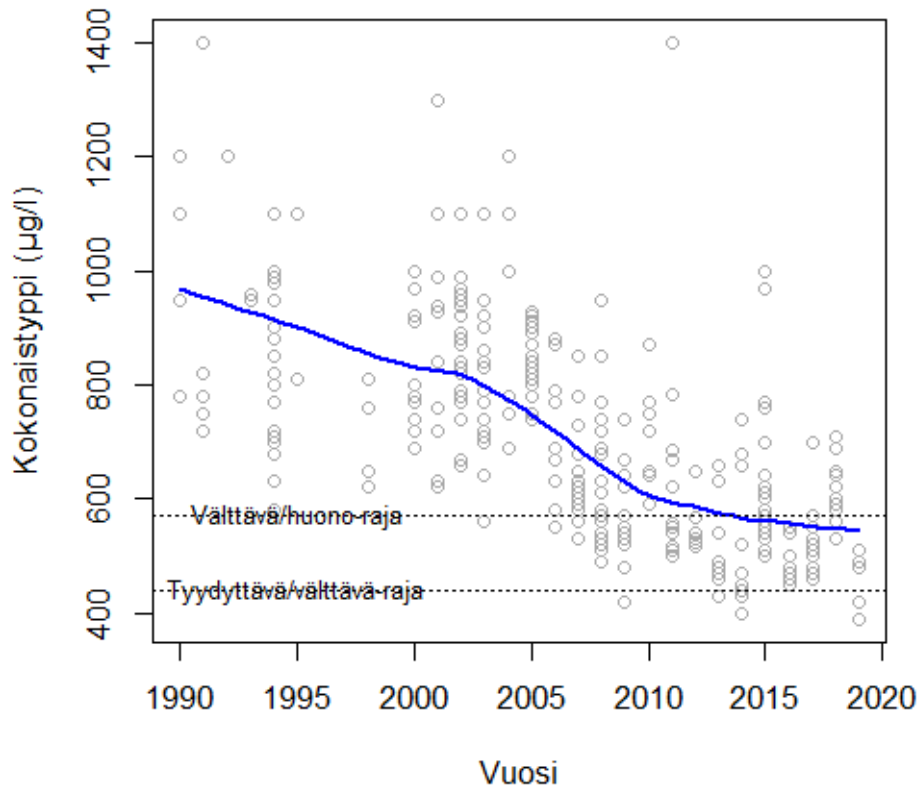


Kuva 5. Töölönlahden havaintoaseman 179 pintaveden kokonaisfosforin pitoisuus vuodesta 1990 vuoteen 2019 (koko vuoden havainnot, sisältävät jääpeitteisen ajan havainnot). Aineistoon sovitettu lokaaliregressio (sininen jana, kolmen vuoden painotus) sekä laatutavoite 50 µg/l, ekologisen laatuluokituksen Suomenlahden sisäsaariston pintavesityypin välttävän ja huonon luokan raja-arvo (48 µg/l) ja tyydyttävän ja välttävän luokan raja-arvo (30 µg/l) (katkoviivat).

3.4. Kokonaistyyppi

Kokonaistypelle ei alun perin asetettu laatutavoitteita Töölönlahden kunnostustavoitteita määriteltäessä. Tyyppi on kuitenkin pääkaupunkiseudulla pääasiallinen perustuotantoa ja täten alueen rehevöitymistä rajoittava tekijä (Tamminen ja Andersen 2007, Vahtera ym. 2016), jonka johdosta myös tyypin pitoisuus käsitellään. Raja-arvoina kokonaistyyppipitoisuuksien arvioinnille käytetään ekologisen laatuluokituksen Suomenlahden sisäsaariston pintavesityypin välttävän ja huonon sekä tyydyttävän ja välttävän luokkien luokkarajoja.

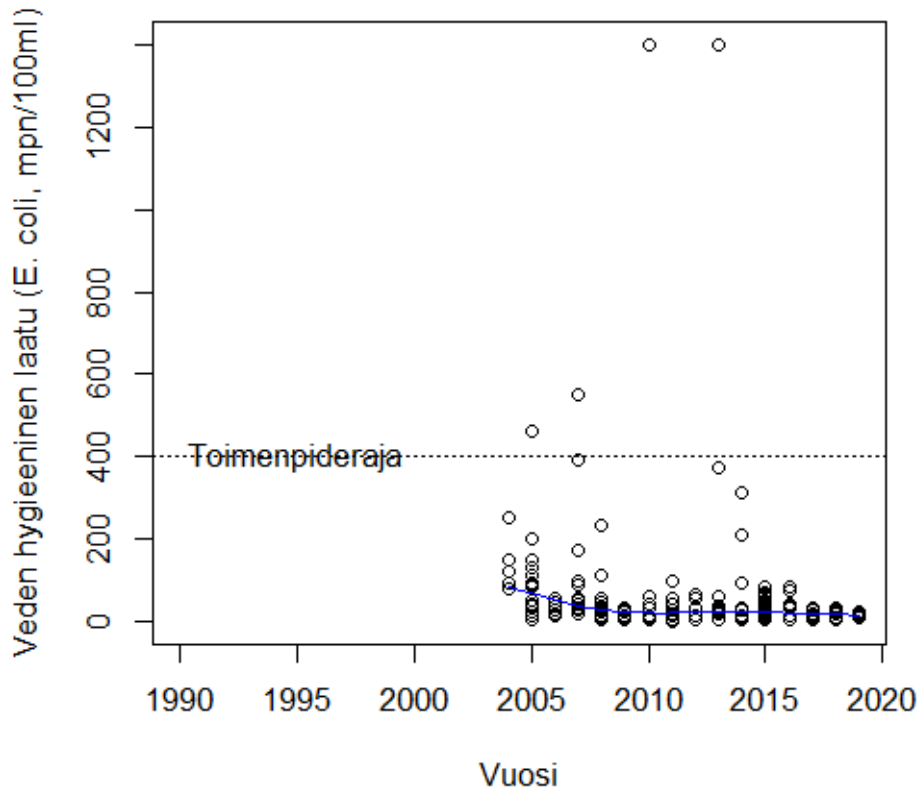
Kokonaistypen pitoisuudet ovat laskeneet Töölönlahdella huomattavasti vuodesta 1990 vuoteen 2019 (kuva 6). Juokсутusta edeltävän jakson kokonaistypen pitoisuus oli noin 30 % suurempi kuin juokсутuksen jälkeisellä jaksolla ja nykyinen kokonaistypen pitoisuus sijoittuu ekologisen laatuluokituksen kokonaistypen luokkaan välttävä (taulukko 2 ja kuva 6). Meriveden juokсутuksen aikaisella ajanjaksolla noin 46 % yksittäisistä havainnoista sijoittuu luokkiin välttävä tai tyydyttävä, kun ajanjaksolla 1990-2005 melkein kaikki havainnot sijoittuivat luokkaan huono (taulukko 2 ja kuva 6).



Kuva 6. Töölönlahden havaintoaseman 179 pintaveden kokonaistypen pitoisuus vuodesta 1990 vuoteen 2019 (avovesikausi). Aineistoon sovitettu lokaaliregressio (sininen jana) sekä ekologisen laatuluokituksen Suomenlahden rannikkovesien välttävän ja huonon luokan raja-arvo (570 µg/l) ja tyydyttävän ja välttävän luokan raja-arvo (440 µg/l) (katkoviivat).

3.5. Veden hygieeninen laatu

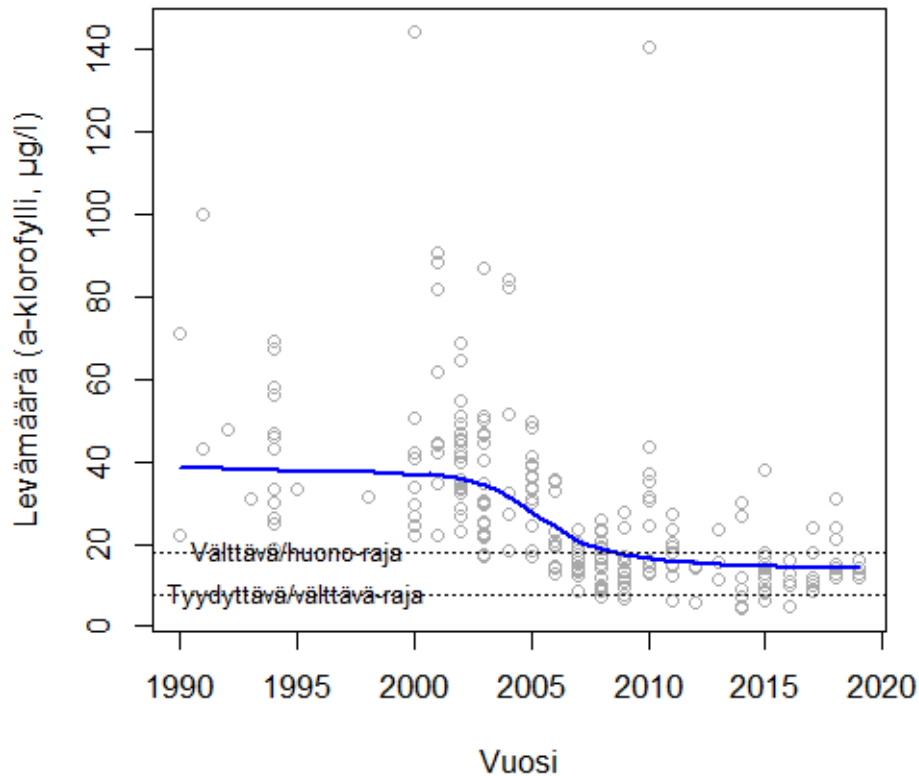
Töölönlahden veden laatu täyttää uimaveden laatuvaatimukset (taulukko 2) ja on uimavesiluokitukseltaan erinomaista. Ajoittaisia korkeita *E. coli*-bakteerien määriä on kuitenkin havaittu (kuva 7), nämä ovat todennäköisesti olleet kytköksissä rankkasateisiin jolloin hulevesien määrät ovat suuria.



Kuva 7. Töölönlahden havaintoaseman 179 pintaveden *E. coli*-bakteerien määrät vuodesta 1990 vuoteen 2019 (avovesikausi). Aineistoon sovitettu lokaaliregressio (sininen jana) sekä yksittäisen valvontanäytteen toimenpideraja rannikkovesissä (400 mpn/100 ml).

3.6. Levämäärä

Levämäärä Töölönlahdella on pienentynyt huomattavasti meriveden juoksutuksen alettua (kuva 8). Keskimääräinen levämäärä oli ennen meriveden juoksutuksen aloitusta noin 56 % suurempi kuin juoksutuksen aikaisella ajanjaksolla (taulukko 2). Vuoden 2006 jälkeen tehdyistä yksittäisistä a-klorofyllin analyyseistä noin 64 % sijoittui luokkiin välttävä tai tyydyttävä, kun ennen vuotta 2005 vain muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta havainnot sijoittuivat luokkaan huono. Meriveden juoksutus on selvästi vähentänyt levähaittojen esiintymistä lahdella, vaikka a-klorofyllin perusteella levämäärät ovatkin vielä suhteellisen suuret, on asetettu laatutavoite saavutettu.

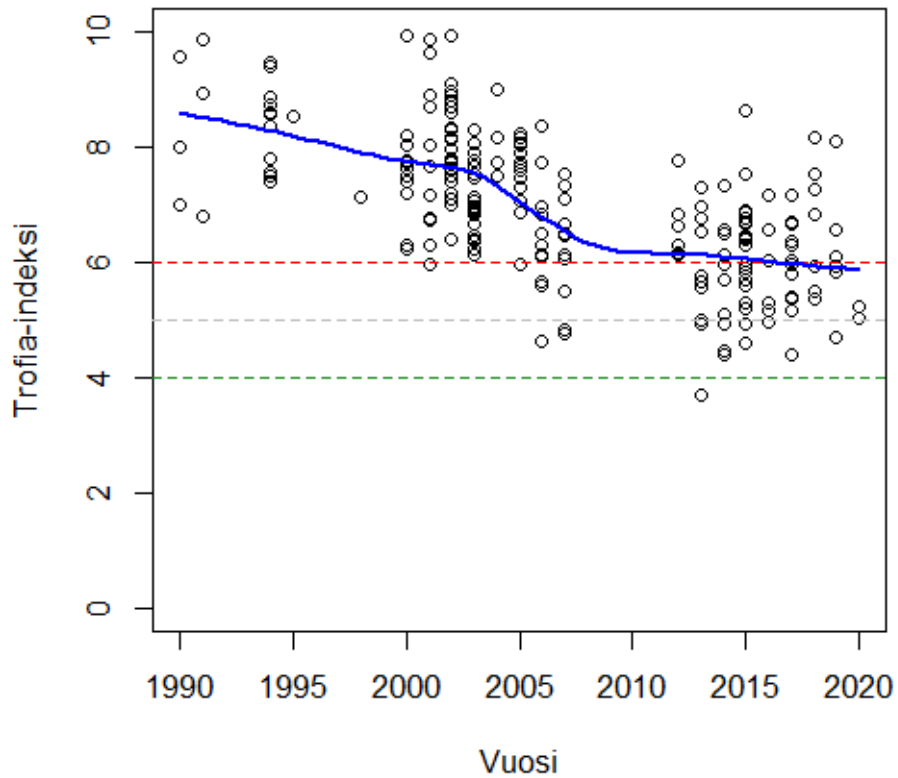


Kuva 8. Töölönlahden havaintoaseman 179 pintaveden a-klorofyllin pitoisuus vuodesta 1990 vuoteen 2019 (avovesikausi). Aineistoon sovitettu lokaaliregressio (sininen jana) sekä ekologisen laatuluokituksen Suomenlahden rannikkovesien välttävän ja huonon luokan raja-arvo (18 µg/l) ja tyydyttävän ja välttävän luokan raja-arvo (7,5 µg/l) (katkoviivat).

3.7. Rehevöityminen

Töölönlahden yleistilaa rehevöitymisen suhteen kuvataan trofia-indeksin avulla. Indeksi on sovitettu Helsingin edustan merialueelle tyypillisille arvoille ja kuvaa täten vesistön kuntoa suhteessa muihin Helsingin edustan merialueen seuranta-asemiin.

Töölönlahden tila, rehevöitymisen suhteen oli hyvin heikko 1990-luvun alusta vuoteen 2005 (kuva 9). Meriveden juoksutuksen aloituksen jälkeen tila on hieman kohentunut, mutta luokitustulos on trofia-indeksin mukaan pääosin vielä huono tai aivan viime vuosina välttävä. Indeksien arvo vaihtelee vuoden aikana suhteellisen paljon ja vuoden 2005 jälkeen on joitakin tyydyttäviä ja hyviäkin luokitustuloksia havaittu.



Kuva 9. Töölönlahden havaintoaseman 179 trofia-indeksin arvot vuodesta 1990 vuoteen 2019 (avovesikausi). Aineistoon sovitettu lokaaliregressio (sininen jana) sekä indeksin veden-laatu luokkien raja-arvot (indeksin arvo < 4: hyvä, indeksin arvo 4-5: tyydyttävä, indeksin arvo 5-6: välttävä, indeksin arvo > 6: huono).

4. Yhteenveto

Töölönlahden kunnostushanke aloitettiin vuonna 2005, johtamalla lahden pohjoispäähän merivettä Humallahdelta. Meriveden juoksutuksen vaikutuksista Töölönlahden tilaan on raportoitu tätä ennen kahdessa raportissa (Munne ym. 2008, Helminen ja Vahtera 2014) joissa on todettu meriveden johtamisen alustavat positiiviset vaikutukset Töölönlahden veden laatuun. Töölönlahden näkösyvyys on kasvanut, ravinnepitoisuudet laskeneet ja levämäärät pienentyneet. Töölönlahden veden hygieeninen latu on uimakelpoista, mutta levähaittojen vähentyminen on ainoa kunnostukselle asetetuista laatutavoitteista, jonka voidaan todeta saavutetun.

Töölönlahden näkösyvyys on kohentunut noin 0,4 m:stä ennen meriveden juoksutusta nykypäivän noin 0,9 m:iin. Asetettu laatutavoite on 1 m. Töölönlahden veden sameuteen vaikuttaa vielä ajoittain Vantaanjoen mukanaan tuoma kiintoaineskuorma. Matalan meriveden pinnan vallitessa ja merivesijuoksutuksen ollessa pois päältä Vantaanjoen vettä pääsee korkean jokivirtaaman aikana työntymään Töölönlahdelle asti, mikä samentaa lahden vettä ja heikentää huomattavasti näkösyvyyttä. Tämä saattaa olla yksi keskisistä syistä miksi lahden näkösyvyys vielä ajoittain on hyvin heikko. Toisaalta, Töölönlahden matalan vesisyvyyden johdosta lahden keskikohtien liettyneet pohjat resuspendoituvat helposti kovilla tuulilla, mikä myös paikallisesti ajoittain samentaa vettä.

Hapen kyllästysasteen keskimääräinen taso on Töölönlahdella pysynyt suhteellisen hyvänä. Toistuvat matalat hapen kyllästysasteen tulokset (< 80 %) pintavedessä avovesikauden aikaan osoittavat kuitenkin lahden olevan kuormituksen alaisena ja suhteellisen huonossa kunnossa. Matalat hapen kyllästysasteet viittaavat sedimentin suureen orgaanisen aineksen määrään sekä voimakkaaseen hapen kulutukseen, tai vaihtoehtoisesti maalta tulevan suuren orgaanisen kuorman aiheuttamaan vesipatsaan hapenkulutukseen. Voimakasta hapen ylikyllästystä havaittiin myös seurantajaksolla, etenkin vuosien 2000 – 2005 sekä 2010-2020 välillä. Tämän johdosta keskimääräinen pintaveden hapen kyllästysaste kohosi jonkin verran 2000-luvulla. Hapen kyllästysasteen vaihtelu pintavedessä on kuitenkin vielä huolestuttavan suurta ja tämä ilmentää todennäköisesti tilannetta jossa ulkoinen orgaanisen aineksen kuormitus on suhteellisen suuri, pohjan sedimentin hapen kulutus on paikoittain suuri ja lahden perustuotanto on suurta, johtuen suhteellisen runsaasta ravinnevarannosta. Pohjanläheisen veden hapen kyllästysasteen taso on hieman kohentunut, mikä viittaa Töölönlahden tilan paranemiseen.

Meriveden juoksutuksella on ollut selkeä vaikutus ravinne ja levämääriin Töölönlahdella. Kokonaisfosforin ja –typen pitoisuudet ovat laskeneet huomattavasti ja a-klorofyllin määrä on jopa puolittunut, johtuen todennäköisesti meriveden juoksutuksen aiheuttamasta kasvaneesta veden vaihtuvuudesta lahdella. Lahdelta kulkeutuu todennäköisesti pois nykyään enemmän kiintoainetta ja sen mukana ravinteita kuin ennen. Tämä myös edesautaa pintasedimentin pysymisenä hapettavana, kun orgaanisen aineksen kuorma vähenee, mikä edesautaa lahdelle jäävien ravinteiden hautautumista sedimenttiin, kun ne kiintoaineen mukana laskeutuvat pohjalle.

Vaikka veden laatu on kohentunut huomattavasti Töölönlahdella, on se yhä rehevöitynyt. Trofia-indeksin arvon kohentuminen johtuu levämäärien pienentimisestä ja ravinteiden pitoisuuksien laskusta. Suuret poikkeamat hapen kyllästysasteessa ja suhteellisen korkeat levä- ja ravinne-määrät verrattuna Helsingin rannikkoalueen muihin havaintoasemiin ovat syynä heikkoon luokitustulokseen. Trofia-indeksin mukaan lahden rehevöityneisyysluokitus on huono tai aivan viime

vuosina välttävä. Koska Töölönlahden kuormitus on historian saatossa ollut mittavaa ja lahden veden vaihtuvuus on suhteessa sen kokoon hidasta, lahden tilan palautuminen on vääjäämättä hidasta.

Töölönlahden tila näyttää kohentuvan meriveden johtamisen ansiosta, lahden pohjakaasvillisuus vaikuttaa lisääntyneen veden valon läpäisevyyden kasvettua, mikä on edesauttanut sedimentin resuspension hillinnässä. Töölönlahden tilan parantumiselle tulisi vielä antaa lisää aikaa ja toimenpiteitä (ruoppaukset, luonnollisten rantojen muuttaminen rakennetuiksi) joilla häiritään nykyistä kehitystä tulisi välttää, mikäli lahden veden laadun kohentuminen nähdään tärkeänä.

5. Lähdeluettelo

- Aroviita, J., Mitikka, S. ja Vienonen, S. 2019: Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 37/2019: 114.
- Helminen, J. ja Vahtera, E. 2014: Töölönlahden kunnostushanke - Töölönlahden nykytila ja meriveden juoksutuksen vaikutus ensimmäisten seitsemän vuoden aikana. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 5/2014: 30.
- Helsingin kaupunki, K. 2016: Töölönlahden vesialueen pohja- ja PIMA-tutkimukset. GEO 12684 23.3.2016, Helsingin kaupunki Kiinteistövirasto: 6 + liitteet.
- Kajaste, I. 2003: Töölönlahden kunnostushanke ja veden laatu ennen toimenpiteitä. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 13/2003: 37.
- Korppoo, M., Lukkari, K., Järvelä, J., Leivuori, M., Karvonen, T. ja Stipa, T. 2012: Phosphorus release and sediment geochemistry in a low-salinity water bay of the Gulf of Finland. *Boreal Environment Research* 17: 237.
- Lukkari, K., Hoikkala, L. ja Vahtera, E. 2018: In situ -elektrokinetic remediation of coastal sediments - Final report 14.12.2018: 32.
- Munne, P., Tiensuu, M. ja Vahtera, E. 2008: Töölönlahden kunnostushanke, Töölönlahden nykytila ja meriveden juoksutuksen vaikutus ensimmäisen kolmen vuoden aikana. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 19/2008: 44.
- Pesonen, L., Norha, T. ja Räsänen, M. 2000: Töölönlahden laimennusvaihtoehdot: Veden laadun vertailu Seurasaarenselällä, Töölönlahdella ja Eläintarhanlahdella kesällä 2000. 25.9.2000: 14.
- Tamminen, T. ja Andersen, T. 2007: Seasonal phytoplankton nutrient limitation patterns as revealed by bioassays over Baltic Sea gradients of salinity and eutrophication. *Marine Ecology Progress Series* 340: 121-138.
- Team, R. C. 2019: R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Vahtera, E., Räsänen, M., Muurinen, J. ja Pääkkönen, J.-P. 2016: Pääkaupunkiseudun merialueen tila 2014-2015. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja. Helsinki, Helsingin kaupungin ympäristökeskus. 2: 187.
- 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.

Kuvailulehti

Tekijä	Emil Vahtera
Nimike	Töölönlahden kunnostushanke – veden laadun muutokset 1990–2019
Sarjan nimike	Helsingin kaupungin kaupunkiympäristön aineistoja
Sarjanumero	2020:13
Julkaisuaika	06:2020
Sivuja	16
Liitteitä	0
ISBN	978-952-331-807-6
ISSN	2489-4257 (verkkojulkaisu)
Kieli, koko teos	Suomi
Kieli, yhteenveto	Suomi, Ruotsi

Tiivistelmä:

Töölönlahden tilaa on kunnostettu vuodesta 2005 johtamalla lahdelle merivettä Humallahdelta, kasvattaen veden vaihtuvuutta lahdella. Meriveden johtaminen on parantanut Töölönlahden veden laatua. Näkösyvyys on kasvanut 0,4 m:stä noin 0,9 m:iin, ravinnepitoisuudet ovat pienentyneet noin kolmanneksella ja levämäärä on vähentynyt puoleen. Veden hygieeninen laatu on erinomainen. Veden laadun kohentumisesta huolimatta, vain levämäärän väheneminen täyttää lahden kunnostukselle asetetut laatutavoitteet ja lahden rehevöitymisluokitus onkin yhä pääosin huono. Voimakkaasta rehevöitymisestä toipuva lahden tila on kuitenkin kohentumassa ja tilan tulisi antaa parantua ilman lähialueen suuria lahden nykytilaa häiritseviä toimenpiteitä.

Avainsanat: Töölönlahti, veden laatu, rehevöityminen, merivesi, leväkukinta

Sammandrag:

Tölövikens dåliga tillstånd har åtgärdats sen 2005 genom att leda havsvatten till viken från Hummelviken. Detta ökar vattenutbytet i Tölövikens och förbättrar således vattenkvaliteten. Siktdjupet har ökat från 0,4 m till 0,9 m, näringsämneshalten har sjunkit med ca. en tredjedel och algmängderna har halverats. Vattnets hygieniska kvalitet är utmärkt. Men trots en förbättrad vattenkvalitet, är den minskade algmängden det enda av de definierade målen för restaureringsprojektet som uppnåtts. Tölövikens eutrofierings klassificering påvisar att vikens tillstånd är trots förbättringarna dålig. Tölövikens återhämtar sig från en kraftig eutrofiering och vattenkvaliteten förbättras ständigt. Den pågående återhämtningen borde inte störas av stora ingrepp i de närliggande områdena.

Nyckelord: Tölövikens, vattenkvalitet, eutrofiering, havsvatten, algblooming



Helsinki

Kaupunkiympäristön toimiala huolehtii Helsingin kaupunkiympäristön suunnittelusta, rakentamisesta ja ylläpidosta, rakennusvalvonnasta sekä ympäristöön liittyvistä palveluista.