

Merenhoidon toimenpideohjelman 2022–2027 tausta-asiakirja: ravinnekuormituksen kehitys ja vähennystarpeet sekä niiden arviointimenetelmät

Antti Räike¹ ja Janne Suomela²

¹Suomen ympäristökeskus, ²Varsinais-Suomen ELY-keskus



Sisällys

Tiivistelmä.....	2
2. Rannikkovesien ravinnekuormitus ja sen kehitys	3
2.1 Suomesta peräisin oleva ravinnekuormitus vuosina 2010–2019.....	4
2.2 Ravinnekuormituksen kehitys 1995–2019.....	4
3. Ravinnekuormituksen vähennystarpeet ja kuormituskatot sekä niihin liittyvä epävarmuus	7
3.1 Rannikkovedet.....	7
3.2 Avomeri: HELCOMissa Suomelle asetetut kuormituksen vähennystavoitteet	9
3.2.1 Eri merialtaiden kuormituksen muutosten huomioiminen HELCOM-tavoitteen saavuttamista arvioitaessa.....	9
3.2.2 Kuormituksen nykytilanne: Mitkä ovat muutokset referenssitason nähden ja mikä on jäljelle jäävä vähennysten tarve?	10
4. Kuvaus rannikkovesien ja avomeren kuormituksen laskennasta	11
4.1 Rannikkovedet.....	11
4.2 Avomeri	11

Tiivistelmä

Tämä tausta-asiakirja on koottu merenhoitosuunnitelman toimenpideohjelman rehevöitymisosion ravinnekuormituslaskelmien ja kuormituksen vähennystarpeita koskevan osion taustatiedoksi. Tausta-asiakirjassa tarkastellaan Suomesta Itämereen päätyvän tyypin ja fosforin kuormituksen kehitystä ja kuormituksen vähentämiseksi asetettuja kansainvälisesti sovittuja tavoitteita ja kansallisia tarpeita, sekä niiden arviointiin vaikuttavia tekijöitä ja epävarmuuksia.

Suomesta Itämereen päätyvien ravinteiden kokonaiskuormitus on tasaantunut tai vähentynyt jonkin verran viimeisten 25 vuoden aikana, mutta ei läheskään riittävästi meren hyvän rehevöitymistilan saavuttamiseksi. Hyvä tila olisi merenhoidon tavoitteiden mukaan tullut saavuttaa viimeistään vuonna 2020 ja HELCOMin Itämeren suojelun toimintaohjelman mukaan vuonna 2021. Suomen merialueilla ei hyvää tilaa ole rehevöitymiskuvaajan osalta saavutettu yhdelläkään rannikkovesityypillä tai avomerialueella, eikä tulla saavuttamaan myöskään vuoden 2021 aikana.

HELCOMin Itämeren suojelun toimintaohjelmassa on Suomen avomerialueille asetettu fosforille 356 tonnin ja tyypelle 3030 tonnin vuotuiset kuormitusvähennystavoitteet. Uusimman, vuoteen 2017 ulottuvan arvion mukaan fosforin kuormitusvähennystarve on 455 t/v, josta 102 t/v koskee Selkämerta/Saaristomerta ja 353 t/v Suomenlahtea. Vähennystarve on siis kasvanut verrattuna alkuperäiseen vähennystavoitteeseen, mikä johtuu siitä että Selkämeren/Saaristomeren fosforikuorma on kasvanut referenssitasosta. Typpikuormitusta Suomen tulisi vähentää yhteensä vielä 1870 t/v: Perämerellä 129 t/v ja Suomenlahdella 1 741 t/v.

Tausta-asiakirjassa tarkastellaan myös, miten kuormitusarvioinnissa käytetyn vuosijakson valinta vaikuttaa kuormitusarvioon. Tulokset osoittavat, että sääolojen vaikutus kuormitukseen on niin suuri, että vaikka tarkasteltava ajanjakso olisi kuuden vuoden mittainen tai pidempikin, voi yksittäisellä poikkeavalla vuodella olla huomattava vaikutus tulokseen. Tästä syystä tällä hetkellä käytössä olevat kuormituskatot, jotka perustuvat vuosien 2006–2011 kuormitukseen, aliarvioivat ravinnekuormituksen vähennystarvetta. Kuormituskatot on tarkoitus päivittää käyttämällä määrittelyssä pidempää ajanjaksoa ja ottamalla sääolojen ja virtaamien vaihtelu mahdollisimman hyvin huomioon. Lisäksi kansalliset rannikkovesien kuormituksen, kuormitusvähennystarpeiden ja kuormituskattojen arviointimenetelmät on tarkoitus yhtenäistää mahdollisimman pitkälle HELCOMin avomerta koskevan arvioinnin kanssa. Arvioinnissa tulisi myös huomioida kuormitusvähennysten vaikutukset meressä ja aikaviiveet meren tilan paranemisessa.

1. Johdanto

Merenhoidon tavoitteena on meriympäristön hyvä tila kaikkien merenhoidon 11 laadullisen kuvaajan osalta. Yksi kuvaajista on rehevöityminen, jonka vähentäminen otettiin yhdeksi kuudesta ympäristötavoitteesta ensimmäisen merenhoitosuunnitelman tila-arvion yhteydessä v. 2012. Sen mukaan Suomen tuli saavuttaa vesienhoitoalueiden vesienhoitosuunnitelmien mukaiset ravinnepäästöjen vähennykset, sekä vähentää fosforin ja typen kuormitusta eri lähteistä niin, että ne alittavat Itämeren suojelukomission (Helsinki Commission, HELCOM) Itämeren suojelun toimintaohjelman (Baltic Sea Action Plan, BSAP) mukaiset sallitut enimmäismäärät. Yleisiä ympäristötavoitteita tarkistettiin meriympäristön tila-arvion päivityksen yhteydessä v. 2018, jolloin ravinnekuormituksen ja rehevöitymisen vähentämisen yleisessä tavoitteessa määriteltiin Suomesta peräisin olevalle fosforille ja typelle tonnimääräiset kuormituskatot, jotka tulee alittaa¹. Tavoitteet asetettiin eri merialueille ja ne koskevat Suomesta peräisin olevaa kuormitusta. Kuormituskatot sisältävät myös luonnonhuuhtouman, eli ne ravinteet, jotka huuhtoutuvat maalta vesiin luonnostaan ilman ihmisen vaikutusta. Lisäksi tavoitteeksi asetettiin, että kiintoainekuormitus mereen vähenee.

Edellä mainitut kuormituskatot on asetettu rannikkovesien vähennystarpeiden perusteella. Lisäksi HELCOM on asettanut Itämeren suojelun toimintaohjelmassa (BSAP) maakohtaiset ravinnekuormituksen vähennystavoitteet ja kuormituskatot. Ne kohdentuvat Itämeren eri osa-alueille ja ne on määritelty avomerien tilan parantamistarpeiden perusteella. HELCOMin vuonna 2013² hyväksytyt vähennystavoitteet on päivitetty uusimman tiedon sekä avomerelle asetettujen tilatavoitteiden mukaisiksi³. BSAP:n kuormitusvähennykset on mitoitettu niin, että saavutettaisiin Itämeren tila, jossa rehevöitymisen seuraukset ovat ympäristön kestävästä käytön kannalta hyväksyttävissä rajoissa, eivätkä haittaa Itämeren ympäristöä. Koska on käynyt ilmeiseksi, että BSAP:n asettamia tavoitteita ei tulla saavuttamaan BSAP:n tavoitevuoden 2021 loppuun mennessä, käynnissä on BSAP-tavoitteiden päivittäminen, mikä mahdollisesti tulee vaikuttamaan maakohtaisiin ravinnepäästöjen kuormituskattoihin.

Viimeisimmän vesienhoidon ekologisen tilan arvion mukaan suurin osa Suomen rannikkovesimuodostumista oli hyvää huonommassa luokassa. Lisäksi rannikkovesimuodostumien rehevöitymisindikaattorien (mm. *a*-klorofylli, kokonaisravinteet, näkösyvyys) vuoteen 2016 ulottuvan datan perusteella arvioituna Saaristomeren rehevyydellä on heikentynyt viimeisten vuosikymmenten aikana (VN TEAS rannikon tila -hanke 2021).

Tässä tausta-asiakirjassa tarkastellaan Suomesta Suomen rannikkovesiin ja samalla Itämereen päätyvän ravinnekuormituksen kehitystä. Lisäksi arvioidaan rannikkovesille määritettyjen ravinnekuormituksen vähennystavoitteiden ja kuormituskattojen realistisuutta. HELCOMin BSAP:n tavoitteiden osalta muistiossa määritetään, paljonko Suomelle HELCOMin ministerikokouksessa vuonna 2013 asetetusta, ja myöhemmin päivitetystä vähennystavoitteesta on vielä saavuttamatta.

Vesienhoitosuunnitelmat ja vesien- ja merenhoidon toimenpideohjelmat määrittelevät ne toimenpiteet, joilla vähennystarpeiden saavuttaminen on mahdollista tai joilla tavoitteita kohti edetään. Merenhoidon toimenpideohjelma sovitetaan yhteen vesienhoidon suunnittelun vastaavien toimenpiteiden kanssa. Käytännössä tämä tarkoittaa, että pääosa kuormituksen vähentämistoimenpiteistä, erityisesti valuma-alueella tehtävistä toimenpiteistä, suunnitellaan vesienhoidossa.

Tämä tausta-asiakirja tukee merenhoitosuunnitelman toimenpideohjelmaa 2022–2027 ja toimii perusteena toimenpiteiden suunnittelulle ja toimenpiteiden riittävyyden arvioinnille. Vesienhoidon toimenpiteillä saavutettavissa oleva mereen tulevan kuormituksen vähenemä arvioidaan keväällä 2021. Arvio, samoin kuin arvio merenhoidon toimenpiteillä aikaansaatavista kuormitusvähennyksistä on tarkoitus liittää tausta-asiakirjan lopulliseen versioon, joka valmistuu samaan aikaan kuin vesienhoitosuunnitelmien ja merenhoidon toimenpideohjelman lopulliset versiot syksyllä 2021.

2. Rannikkovesien ravinnekuormitus ja sen kehitys

Rannikkovesien tilaan vaikuttavat jokiveden mukana kulkeutuvat ravinteet, merialueille tuleva suora pistekuormitus (yhdyskuntien jätevedenpuhdistamot, teollisuus, kalankasvatus), avomereltä tuleva ravinnevuoto ja sedimentistä vapautuvat ravinteet. Useimmilla rannikkovesialueilla valtaosa kuormituksesta tulee valuma-alueelta jokien tuomana ja on pääosin lähtöisin maataloudesta ja muusta hajakuormituksesta (metsätalous, haja-asutus, hulevedet) sekä

¹ Korpinen, S. Laamanen, M., Suomela, J., Paavilainen, P., Lahtinen, T. & Ekebom, J. (toim.) 2018. Suomen meriympäristön tila 2018. SYKEn julkaisu 4. Suomen ympäristökeskus. 248 s <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/274086>

² <http://helcom.fi/baltic-sea-action-plan/nutrient-reduction-scheme/targets/>

³ Päivitetyt rehevöitymisen tilanosoittimet (indikaattorit) sekä niiden tavoitearvot kehitettiin HELCOMin koordinoimassa tutkimushankkeessa (TARGREV; BSEP 133; <http://helcom.fi/Lists/Publications/BSEP133.pdf>) ja tarkistettiin asiantuntijaryhmissä (HELCOM EUTRO) ja hyväksyttiin HELCOMin valtuuskuntien johtajien kokouksessa 39/2012. Tarkennetut tavoitearvot on esitetty HELCOMin julkaisussa BSEP 143 <http://helcom.fi/Lists/Publications/BSEP143.pdf>

luonnonhuuhtoumasta. Luonnonhuuhtoumalla tarkoitetaan sitä osaa ravinteista, joka huuhtoutuu valuma-alueelta järviin, jokiin ja mereen ilman ihmisen vaikutusta. Eräillä alueilla, kuten Saaristomeren sisäsaaristossa, myös saarilta tulevalla hajakuormituksella on merkitystä.

Lisäksi ravinteita tulee virtausten mukana muilta merialueilta, kumpuamisen myötä pohjanläheisistä vesikerroksista sekä ilmalaskeumana, jonka osuus typpikuormituksesta on huomattava. Lisäksi pohjalle aiemmin kertyneiden ravinteiden vapautuminen sedimenteistä takaisin veteen lisää ravinteiden määrää vedessä. Tästä ilmiöstä on yleensä käytetty termiä sisäinen kuormitus. Sisäinen kuormitus on käsitteenä kuitenkin harhaanjohtava, ja olisikin parempi puhua 'sisäisestä ravinnevarastosta', sillä vain ulkoinen kuormitus tuo vesiin lisää ravinteita. Sisäiset ravinnevarastot ylläpitävät merialueitten rehevää tilaa varsinkin Suomenlahdella ja Saaristomerellä.

Valuma-alueelta tulevan kuormituksen ja mereen suoraan kohdistuvan pistemäisen kuormituksen merkitys on keskeinen rannikonläheisillä vesillä ja sisäsaaristossa. Ulommilla rannikkovesillä ja ulkosaaristossa puolestaan virtausten mukana muilta merialueilta tulevilla ravinteilla sekä ilmalaskeumalla on suurempi vaikutus meren tilaan^{4, 5}.

2.1 Suomesta peräisin oleva ravinnekuormitus vuosina 2010–2019

Suomesta päätyi vuosina 2010–2019 Itämereen keskimäärin 3 400 tonnia fosforia ja 81 000 tonnia typpeä vuodessa (taulukko 1). Näistä ravinteista osa on peräisin ihmisen toiminnasta ja osa on luonnonhuuhtoumaa. Luotettavan arvion tekeminen luonnonhuuhtouman ja ihmistoiminnasta aiheutuvan kuormituksen keskinäisistä osuuksista on haasteellista, mutta arvioiden mukaan noin 50–75 % fosfori- ja typpikuormituksesta aiheutuu ihmistoiminnasta. Ihmisen osuus kokonaiskuormituksesta vaihtelee merialueittain. Selvästi pienin (50–60 %) se on Perämerellä ja vastaavasti luonnonhuuhtouma on siellä suurin (taulukko 1).

Taulukko 1. Suomesta eri merialueille päätyvä fosforin (P) ja typen (N) keskimääräinen vuotuinen kokonaismäärä (sisältää luonnonhuuhtouman), ihmistoiminnasta aiheutuva kuormitus sekä luonnonhuuhtouma, joka huuhtoutuu valuma-alueelta ilman ihmistoiminnan vaikutusta. Luvut sisältävät myös Suomesta lähtöisin olevan ja alusten pakokaasuista aiheutuvan laskeuman mereen ja sisävesien laskeumasta mereen kulkeutuneen osuuden. Hajakuormitus on vuosien 2010–2019 keskiarvo (laskeuma mereen ja alusliikenne 2012–2017) ja pistekuormitustiedot ovat vuodelta 2019.

MERIALUE	Kokonaisravinnemäärä mereen (tonnia)		Ihmistoiminnasta aiheutuva kuormitus mereen (tonnia)		Luonnonhuuhtouma mereen (tonnia)	
	P	N	P	N	P	N
Suomenlahti	590	16500	450	12000	140	4500
Saaristomeri	480	8900	370	6600	110	2300
Selkämeri	580	17100	450	12900	130	4200
Merenkurkku	210	5100	160	3700	50	1400
Perämeri	1580	33 600	990	17700	590	15900
Kaikki merialueet	3400	81 000	2400	53 000	1000	28000

2.2 Ravinnekuormituksen kehitys 1995–2019

Suomesta peräisin olevassa fosfori- ja typpikuormituksessa on laskeva suuntaus aikavälillä 1995–2019, kun tarkastellaan Suomen merialueille tulevaa kokonaiskuormitusta (VEMALA-mallinnus, kuva 1). Laskeva suuntaus johtuu pääasiassa pistekuormituksesta, joka on vähentynyt suhteellisesti enemmän kuin hajakuormitus. Toisin kuin typen hajakuormituksessa, fosforin hajakuormituksessa ei ole laskevaa suuntausta.

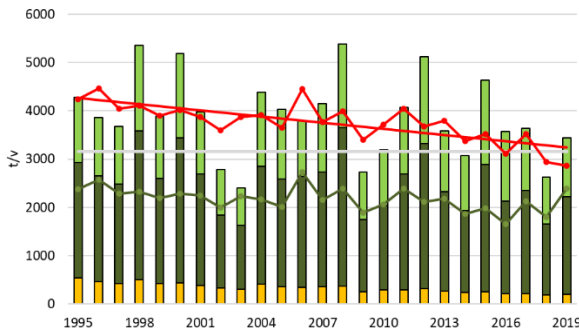
Kuormituksen kehitys kuitenkin vaihtelee huomattavasti eri merialueilla (kuva 1). Suomenlahdella ja Saaristomerellä sekä fosforin että typen pistekuormitus on vähentynyt selvästi, mikä näkyy myös kokonaiskuormituksen vähenemisenä, lukuun ottamatta Saaristomeren fosforikuormitusta. Saaristomereen tuleva hajakuormitus ei ole vähentynyt, mutta Suomenlahdella typen hajakuormituksessa on laskeva suuntaus. Selkämeren fosforin kokonaiskuormitus on laskenut,

⁴ Lehmann, A. ja Myrberg, K. 2008. Upwelling in the Baltic Sea - a review. Journal of Marine Systems 74: 53–512.

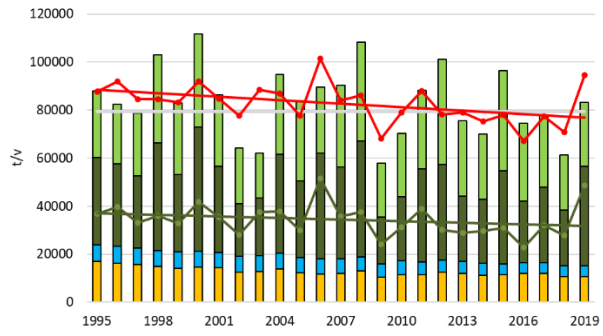
⁵ Kämäri, M. ym. 2013. Selkämerta kuormittaa myös muu Itämeri. Vesitalous 54(5): 9–14.

mikä johtuu pistekuormituksen pienenemisestä, mutta hajakuormitus ei sen sijaan ole vähentynyt. Merenkurkkuun tuleva fosforikuormitus ei ole muuttunut, mutta typpikuormituksessa on lievä laskeva suuntaus. Perämeren fosforikuormitus on ollut lievässä laskusuunnassa, mikä johtuu ainakin osittain pistekuormituksen vähenemisestä. VEMALA-mallitulosten mukaan Perämerellä typen hajakuormitus on lievästi laskenut, mutta typen kokonaiskuormituksessa ei ole tapahtunut tilastollisesti merkitsevää muutosta. Jokien ainevirtamaseurannan ja MetsäVesi-hankkeen tulokset kuitenkin osoittivat, että turvemailta vesistöihin päätyvä typpikuorma on kasvanut ja siten myös Perämereen tuleva typpivirtaama on mahdollisesti kääntymässä kasvuun. Typen ilmalaskeuma on vähentynyt kaikilla merialueilla viimeisten vuosikymmenten aikana (kuva 1).

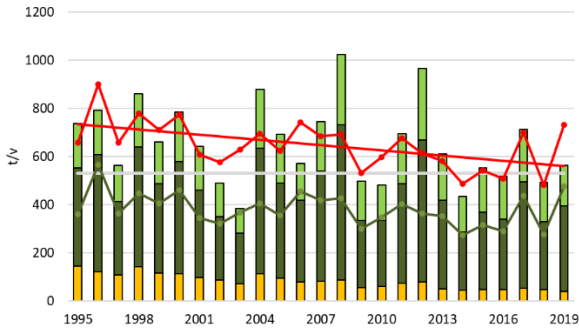
Fosforikuormitus kaikki merialueet



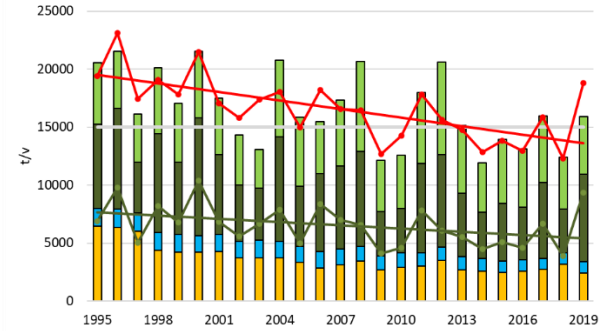
Typpikuormitus kaikki merialueet



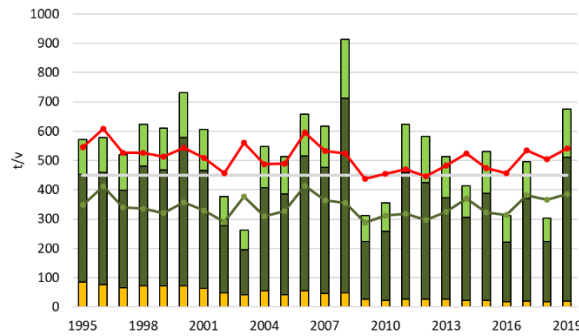
Fosforikuormitus Suomenlahti



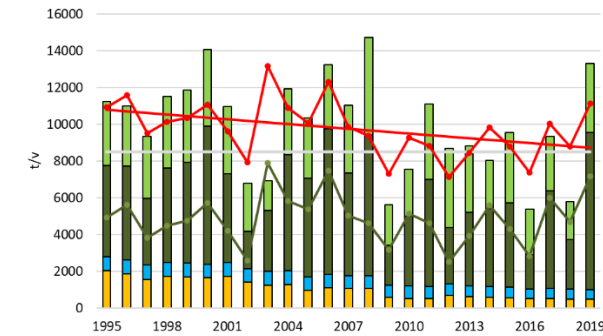
Typpikuormitus Suomenlahti



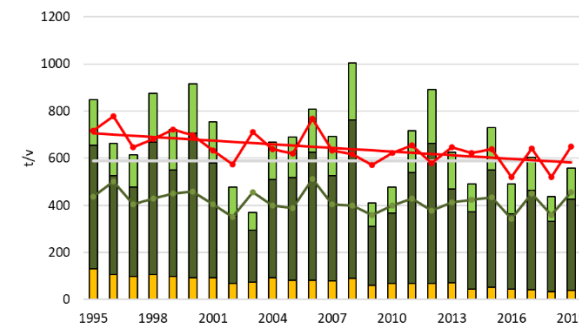
Fosforikuormitus Saaristomeri



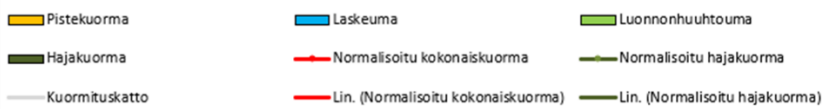
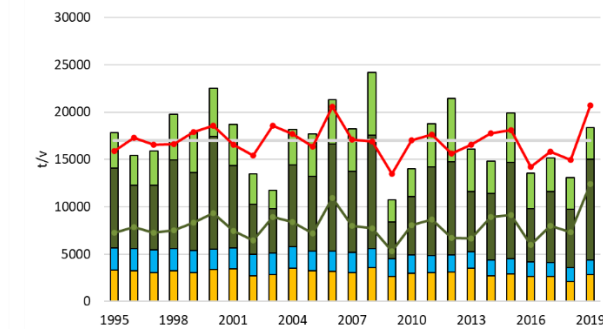
Typpikuormitus Saaristomeri

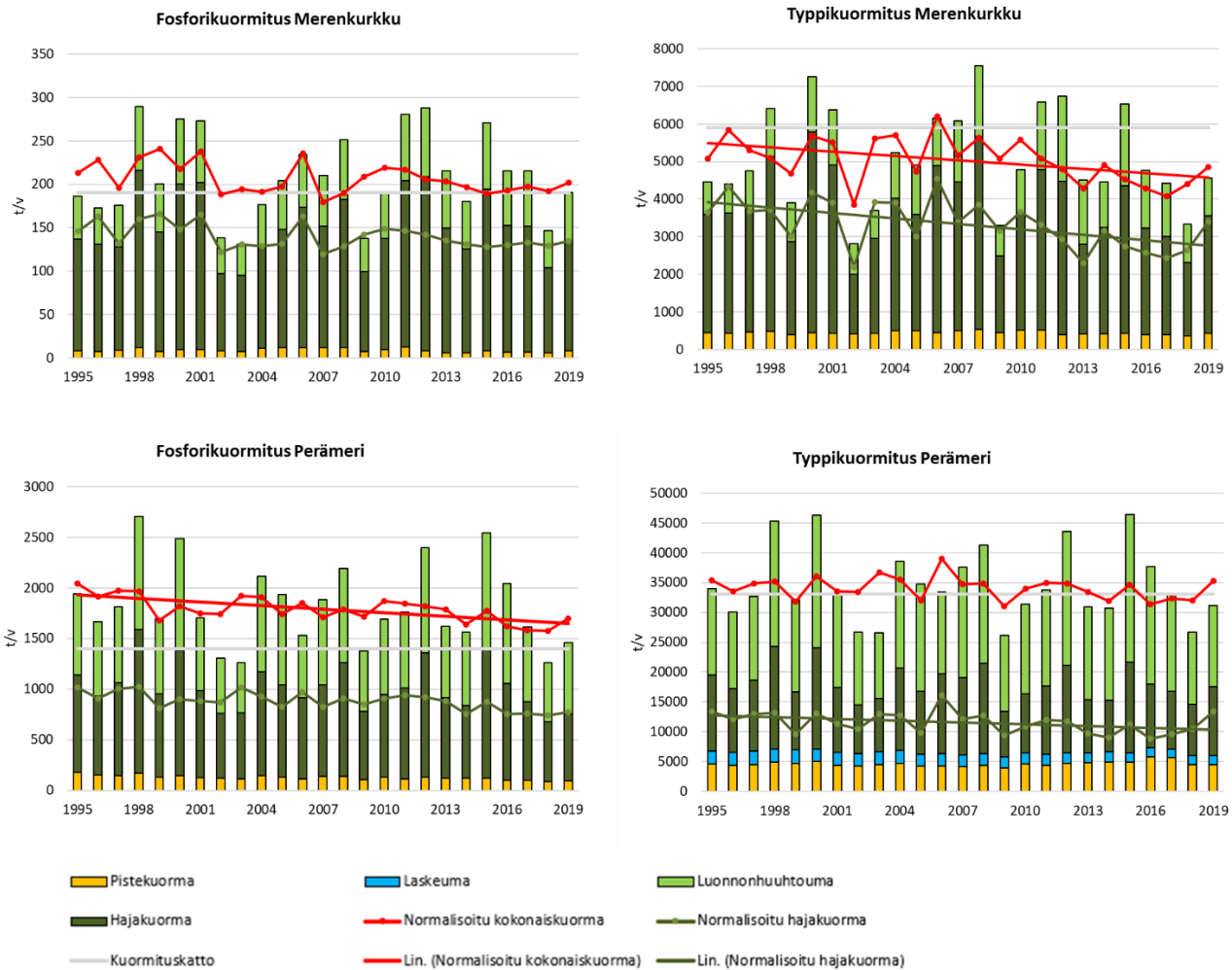


Fosforikuormitus Selkämeri



Typpikuormitus Selkämeri





Kuva 1. Suomesta peräisin oleva kokonaisfosfori- ja typpikuormitus Suomen koko merialueelle sekä eri merialueille vuosina 1995–2019 VEMALA-mallilla arvioituna. Pylväät kuvaavat pistekuormituksen (yhdyksuntajätevedet, teollisuus, kalankasvatus, turvetuotanto), hajakuormituksen (maa- ja metsätalous, haja-asutus, hulevedet) ja luonnonhuuhtouman vuotuiset määrät (tonnia vuodessa). Typpikuormituksessa mukana on myös maalta ja aluksista peräisin oleva laskeuma. Normalisoidun kokonaiskuorman ja hajakuorman viivoissa on huomioitu virtaaman hajakuormitukseen aiheuttama vaihtelu. Mikäli kokonais- tai hajakuormituksen muutos on tilastollisesti merkitsevä, se on ilmaistu suorilla viivoilla (Lin.). Kuormituskatto on ilmaistu harmaalla viivalla.

3. Ravinnekuormituksen vähennystarpeet ja kuormituskatot sekä niihin liittyvä epävarmuus

3.1 Rannikkovedet

Merenhoidon ensimmäisen toimenpideohjelman (Merenhoidon toimenpideohjelma 2016–2021) laadinnan yhteydessä arvioitiin, paljonko Suomesta mereen tulevaa fosfori- ja typpikuormitusta pitäisi vähentää, jotta merialueen hyvä tila saavutettaisiin. Vähennystarpeet määriteltiin erikseen kullekin Suomen rannikkomerialueelle (Suomenlahti, Saaristomeri, Selkämeri, Merenkurkku, Perämeri). Vähennystarpeiden määrittelyssä käytetyt menetelmät ja merialuekohtaiset vähennystarpeet on kuvattu toimenpideohjelman 2016–2021 tausta-asiakirjassa⁶. Vähennystarpeet muunnettiin myöhemmin kuormituskatoiksi, jotka kuvaavat, paljonko ravinnekuormitusta merialueelle saa vuodessa korkeintaan tulla, jotta hyvän tilan saavuttaminen on mahdollista. Kuormituskatot on esitetty Suomen meriympäristön tila 2018-raportin¹.

Rannikkovesien ravinnekuormituksen vähennystarpeiden määrittelyssä kuormituksena, josta tarvittava vähennys laskettiin, käytettiin vuosien 2006–2011 keskimääräistä kuormitusta eri merialueille. Keskimääräinen kuormitus laskettiin

⁶ Räike ym. 2015. Merenhoitosuunnitelman toimenpideohjelman tausta-asiakirja: ravinnekuormituksen vähennystarpeet ja arvio toimenpiteiden riittävydestä. <https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Meri/Merenhoito>

vuosittaisten kuormitusten keskiarvona. Vaikka kyseessä oli kuuden vuoden ajanjakso, on silttemmin osoittautunut, että jakso ei kaikilla alueilla edustanut kovin hyvin keskimääräistä kuormitusta. Vuosi 2008 oli varsinkin Saaristomeren ja Suomenlahden valuma-alueilla poikkeuksellisen sateinen, ja sateet ajoittuivat niin, että vuoden 2008 hajakuormitus oli poikkeuksellisen suurta, mikä nosti koko jakson keskiarvoa huomattavasti. Koska kuormitusvähennystarpeet ja kuormituskatot laskettiin kyseisen vuosijakson keskiarvon perusteella, tuli kuormituskatoista epärealistisen korkeita. Tämä käy ilmi, jos verrataan vuosijaksoa 2006–2011 esimerkiksi kymmenvuosijaksoihin 2000–2009 tai 2001–2010.

Vuosijakson pituus ja tarkasteluun valitut vuodet vaikuttavat huomattavasti tuloksiin (taulukko 2). Erot ovat suurempia Suomenlahdella ja Saaristomerellä kuin Selkämerellä ja Perämerellä, sekä suurempia fosforissa kuin tyypessä. Suomenlahdella ero keskimääräisessä vuotuisessa fosforikuormituksessa on vuosien 2006–2011 ja 2001–2010 välillä 82 t (13 %) ja typpikuormituksessa 1300 t (8 %). Saaristomerellä vastaavat erot ovat fosforikuormituksessa 90 t (18 %) ja typpikuormituksessa 850 t (13 %), Selkämerellä 70 t (11 %) ja 580 t (3,5 %) sekä Perämerellä 66 t (4 %) ja 2150 t (6 %) (taulukko 2).

Myös yhdenkin vuoden ero 10 vuoden vuosijaksossa voi vaikuttaa tulokseen (vuodet 2000–2009 ja 2001–2010 taulukossa 2). Vuosien 2000–2009 keskimääräinen kuormitus oli kaikissa tapauksissa suurempi kuin vuosien 2001–2010 ja samalla lähempänä vuosien 2006–2011 keskimääräistä kuormitusta kuin vuosien 2001–2010 kuormitus (taulukko 2).

Taulukko 2. Keskimääräinen fosforin ja typen vuotuinen hajakuormitus (t/v) eri merialueille kolmena eri vuosijaksona ja erot vuosijaksojen 2006–2011 ja 2000–2009 sekä vuosijaksojen 2006–2011 ja 2001–2010 välillä (%).

Merialue	Ravinne	Kuormitus (t/v)			Ero vuosijaksojen välillä (%)	
		2006–2011	2000–2009	2001–2010	2006–2011 vs. 2000–2009	2006–2011 vs. 2001–2010
Suomenlahti	Fosfori	634	577	552	9	13
	Typpi	15065	14508	13798	4	8
Saaristomeri	Fosfori	514	478	424	7	18
	Typpi	6373	6073	5525	5	13
Selkämeri	Fosfori	652	641	581	2	11
	Typpi	16374	17126	15796	-5	4
Perämeri	Fosfori	1654	1672	1588	-1	4
	Typpi	35751	35110	33600	2	6

Edellä esitetyn sääoloista ja hydrologista tekijöistä johtuvan hajakuormituksen vaihtelun pienentämiseksi on kuormitustarkasteluissa nyttemmin päädytty käyttämään pidempää, 10 vuoden ajanjaksoa. Siinäkin on jatkossa tavoitteena ottaa huomioon vaihtelut virtaamissa ja sääoloissa vuosien välillä. Tämä on tärkeää, sillä kuten tulokset osoittavat, yhdenkin vuoden ero tarkasteltavassa ajanjaksossa voi vaikuttaa tuloksiin huomattavasti. Merenhoidon toimenpideohjelmassa vuosille 2022–2027 tarkastellaan vuosien 2010–2019 keskimääräistä kuormitusta, joka on esitetty myös tässä asiakirjassa edellä.

Koska nykyiset rannikkovesien kuormitusvähennystarpeet ja erityisesti kuormituskatot eivät ilmeisestikään anna oikeaa kuvaa ravinnekuormituksen vähennystarpeesta, tullaan ne tarkistamaan ja päivittämään. Tästä syystä ei myöskään itse toimenpideohjelmassa keskitytä vähennystavoitteiden saavuttamisen tarkasteluun. Myös sekä rannikkovesien että avomerialueiden rehevöitymistilan heikkeneminen viimeisen 10 vuoden aikana osoittaa sen, että kuormitusta on edelleen vähennettävä huomattavasti. Lisäksi äskettäin tehty selvitys⁷ osoittaa, että vaikka maatalouden kuormitusta vähennettäisiin huomattavastikin, kuormituksen väheneminen ei näkyisi kovin selvästi rannikkovesien tilan paranemisena varsinkaan kesäaikaan. Keväällä vaikutukset meren tilassa olisivat suurempia kuin kesällä⁷. Huomioitavaa kuitenkin on, että tilaluokaltaan heikoimmassa luokissa olevia vesimuodostumia löytyi etenkin Suomenlahden ja Saaristomeren sisäosista, joiden tilaa voitaisiin parantaa parhaiten Suomen omaa kuormitusta vähentämällä.

⁷ Fleming ym. 2021. Rannikkovesiemme vedenlaadun ja rehevöitymistilan tulevaisuus ja sen arvioiminen. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja (julkaistavana).

3.2 Avomeri: HELCOMissa Suomelle asetetut kuormituksen vähennystavoitteet

HELCOMin vähennystavoitteet on laskettu Itämeren avomerialueiden tilatavoitteiden perusteella. HELCOMin Itämeren suojelun toimintaohjelmassa (BSAP) asetettiin vuonna 2007 kullekin maalle ravinnekuormituksen maksimimäärät sekä kuormituksen vähennystavoitteet suhteessa vuosijaksoon 1997–2003². HELCOMin lokakuun 2013 ministerikokous päivitti vähennystavoitteet uusien tietojen ja mallien pohjalta. Tämän päivityksen myötä siirryttiin käyttämään ilmasto- ja virtaamakorjattuja⁸ kuormituslukuja, jotka ilmentävät ihmistoimien muutosten vaikutusta kuormitukseen paremmin kuin korjaamattomat luvut.

Tarkennusten jälkeen vuotuisen ravinnekuormituksen vähentämistavoitteet Suomelle ovat **356 tonnia fosforia** ja **3030 tonnia typpeä** (taulukko 3). Suomen vähennystavoitteet on kohdennettu Suomenlahden kuormitukseen, mutta muilla merialueilla ei kuormitus saa myöskään nousta vertailujakson kuormituksesta. Syynä sille, että tavoitteet kohdistuvat Suomen merialueista ainoastaan Suomenlahdelle on Itämeren kokonaiskuormituksen yhteinen jakomalli. Lisäksi Suomen muilla merialueilla tapahtuvat mahdolliset kuormitusvähennykset voidaan vähentää Suomenlahden vähennystavoitteista käyttäen merialuekohtaisia kertoimia, joiden avulla otetaan huomioon missä määrin vähennykset heijastuvat Suomenlahden kuormaan.

Taulukko 3. HELCOMin Itämeren suojelun toimintaohjelman mukaiset Suomen vuotuisen ravinnekuormituksen vähennystavoitteet, jotka on laskettu käyttäen uusia virtaamanormalisoituja jokien typpi- ja fosforivirtaamia. Vähennystavoitteet tarkoittavat kokonaismäärää, kuinka paljon nykykuormituksen tason tulisi (vähintään) laskea. (NTOT= typpikuormituksen vähennystavoite; tonnia kokonaistyppeä vuodessa; PTOT= fosforikuormituksen vähennystavoite; tonnia kokonaisfosforia vuodessa).

	Suomen vähennystavoite t
NTOT	3030
PTOT	356

Näitä ravinnekuormituksen vähennystavoitteita ja maksimääriä tarkennettiin uudelleen vuonna 2018 johtuen Itämeren rantavaltioiden HELCOMille toimittaman kuormitusdatan täydennyksistä ja korjauksista. Lisäksi EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) siirtyi käyttämään uutta mallia Itämeren typpilaskeuman arvioinnissa, mikä osaltaan aiheutti tarpeen typpikuorman maksimäärien uudelleen arviointiin. Nämä päivitettyt kuormitusvähennystarpeet on esitetty luvussa 3.2.2.

3.2.1 Eri merialtaiden kuormituksen muutosten huomioiminen HELCOM-tavoitteen saavuttamista arvioitaessa

Itämeren ravinnekuormituksen vähennystarpeiden määrittelyyn käytetään HELCOMissa Tukholman yliopiston kehittämää BALTSEM-mallia. Siinä typen ja fosforin kierrot on kuvattu parhaan saatavilla olevan tietämyksen mukaisesti⁹. BALTSEM-mallin tuloksia on vertailtu muihin Itämeren ekosysteemimalleihin BONUS-hankkeessa ECOSUPPORT, ja sen on todettu antavan varsin vertailukelpoisia tuloksia muiden Itämeren fysikaalisia ja ekologisia prosesseja kuvaavien mallien kanssa¹⁰. Mallilaskelma on tarkoitettu laajojen yhtenäisten merialtaiden tilamuutosten arviointiin ja sen tulokset ovat siten luotettavampia avomerialueille. Malli ei sovellu esimerkiksi Saaristomeren hienopiirteisen ja rikkonaisen merialueen tai vesienhoitoon kuuluvien kuormitusvähennystavoitteiden arviointiin.

Uusimman HELCOMin rehevöitymisarvion mukaan lähes koko Itämeri on rehevöitymisen osalta heikossa tilassa¹¹. Myös lähes koko Selkämeri ja Perämeri ovat kyseisen arvion mukaan hyvää huonommassa tilassa rehevöitymisen osalta. Siksi muidenkin merialueiden kuin Suomenlahden huomioiminen kuormitusvähennystavoitteiden saavuttamisessa on Suomelle tärkeää ja lisäksi siksi, että HELCOMin malliarvio (BNI BALTSEM¹²) ei huomioi rannikkovesialueiden erityispiirteitä ja niille määritettyjä vesienhoidon ekologisen tilan tavoitteita. Malli ei myöskään

⁸ Ilmastokorjaus tarkoittaa, että vaihtelevan sään vaikutus laskeumaan on poistettu. Virtaamakorjaus tarkoittaa, että jokien ainevirtaamista poistetaan virtaaman vaihtelusta aiheutuva muutos. Ilmasto- ja virtaamakorjauksen jälkeen jäljelle jäävä trendi kuvaa etupäässä ihmistoiminnosta aiheutuvaa vaihtelua ainevirtaamisessa.

⁹ Gustafsson ym. 2012. Reconstructing the Development of Baltic Sea Eutrophication 1850–2006. *AMBIO* 41: 534–548

¹⁰ Meier ym. 2014. Ensemble Modeling of the Baltic Sea Ecosystem to Provide Scenarios for Management. *AMBIO* 43: 37–48

¹¹ HELCOM 2018. State of the Baltic Sea – Second HELCOM holistic assessment 2011–2016. *Baltic Sea Environment Proceedings* 155. <http://stateofthebalticsea.helcom.fi/>

¹² Savchuk et al. 2012. BALTSEM – A marine model for decision support within the Baltic Sea Region. BNI Technical Report 7.

<http://www.balticnest.org/balticnest/research/publications/publications/baltsemamarinemodelfordecisionsupportwithinthebalticsearegion.5.d4ae509138dccb8a2158.html>

kuvaa riittävän hyvin pääasiassa fosforirajoitteen Pohjanlahden ravinnedynamiikkaa. Tästä syystä Pohjanlahdelle ei HELCOMissa asetettu lainkaan vähennystavoitteita, mutta kuormitus ei kuitenkaan saa nousta vuosien 1997–2003 referenssitason. Saaristomeri ei ollut HELCOMin tarkastelussa mukana, koska sitä ei ollut erotettu BALTSEM-mallin tarkasteluissa omaksi alueeksi, vaan se oli laskennoissa osana Selkämeren. BALTSEM-malli ei sovellu Saaristomeren hienopiirteisen ja rikkonaisen merialueen kuormitusvähennystavoitteiden arviointiin. Edellä mainituista syistä, kuormituksen vähentämistarpeiden arviointi kohdistettiin HELCOMin Itämeren suojelun toimintaohjelmassa kaikkein huonoimmassa tilassa oleville laajoille merialueille. Lisäksi mallilaskelmiin perustuva Suomelle asetettu tavoite kohdistui pelkästään Suomenlahteen ja Itämeren pääaltaalle. Kuitenkaan Suomen tavoitteiden saavuttaminen pelkästään Suomenlahden valuma-alueella tehtävillä vähennyksillä ei ole realistisesti mahdollista. Näin ollen Suomen tulee vesienhoidon ja merenhoidon suunnittelussa määrittellä omat kansalliset ravinnekuormituksen vähentämistavoitteet tarkempien meri- ja rannikkoaluekohtaisten mallien ja laskelmien avulla.

Edellä esitetyn mukaisesti, Suomen eri merialueisiin kohdistuvat ravinnekuormituksen muutokset otetaan huomioon siltä osin kuin vähenemän vaikutusten arvioidaan heijastuvan niille alueille (Itämeren pääallas ja Suomenlahti), joille on asetettu vähennystavoitteita Itämeren suojelun toimintaohjelmassa. BALTSEM-mallin tuloksiin perustuvan laskelman mukaan 1,5 fosforitonin vähennys Selkämerellä vastaa 1 fosforitonin kuormitusvähennystä varsinaisella Itämerellä. Näin ollen 2/3 Selkämeren kokonaisfosforin kuormitusvähennyksestä voidaan laskea Suomen kokonaistavoitteen hyväksi. Vastaavasti BNI:n arvion mukaan Perämeren fosforikuormitusvähennyksestä 10 % voidaan laskea varsinaisen Itämeren ja näin ollen Suomen kokonaistavoitteen hyväksi. Typen osalta voidaan Selkämeren kuormitusvähennyksestä laskea Suomen kokonaistavoitteen hyväksi 7 % ja Perämeren kuormitusvähennyksestä 8 %. Lisäksi BSAP:n seuraavan päivityksen yhteydessä Saaristomeri on tarkoitettu erottaa Selkämerestä, jolloin Saaristomeren ravinnekuormituksen vähentyminen laskettaisiin täysimääräisesti osaksi Suomen vähennystavoitetta.

Ahvenanmaan merialueille ei ole erikseen määriteltä vähennystavoitetta. Koska Ahvenanmaan rannikkoalueet rajautuvat Saaristomereen ja Selkämereen sekä Ahvenanmereen ja Itämeren pääaltaalle, voidaan katsoa, että Ahvenanmaan kuormitusvähennykset lasketaan täysimääräisesti (100 %) Suomen vähennystavoitteen hyväksi.

3.2.2 Kuormituksen nykytilanne: Mitkä ovat muutokset referenssitason nähden ja mikä on jäljelle jäävä vähennysten tarve?

Edellä mainitun arviointitavan mukaan Suomesta Perämereen tuleva fosforikuorma on vuoteen 2017 ulottuvan datan perusteella vähentynyt, mutta Selkämeren (sisältäen Saaristomeren) ja Suomenlahden fosforikuormitus on kasvanut. Yhteensä fosforin kuormitusvähennystarve on 455 t/v, josta 102 t/v koskee Selkämeren/Saaristomeren ja 353 t/v Suomenlahtea (taulukko 4).

Taulukko 4. HELCOMin Suomelle määrittelemät merialuekohtaiset fosforin kuormituskatot, fosforikuormitus vuonna 2017, fosforikuormitus vuonna 2017 + kuormituksen arvioinnin epävarmuudesta aiheutuva kuormituslisä, jäljellä oleva vähennystarve ja jäljellä oleva vähennystarve Selkämerellä Perämeren kuormitusvähenemä huomioituna.

PTOT	Selkämeri ja			Yhteensä
	Perämeri	Saaristomeri	Suomenlahti	
	t/v	t/v	t/v	t/v
Kuormituskatto	1683	1246	315	3244
Kuormitus vuonna 2017	1545	1292	634	3471
Kuormitus vuonna 2017 + epävarmuuslisä	1608	1357	668	3633
Ylimääräinen kuormitusvähennys	75			75
Jäljellä oleva kuormitusvähennys		111	353	464
Jäljellä oleva kuormitusvähennys ylimääräinen kuormitusvähennys huomioiden		102	353	455

Perämereen Suomesta tuleva typpikuorma on lievästi noussut referenssitason, kun sen sijaan Selkämerellä (mukaan lukien Saaristomeri) ja Suomenlahdella se on laskenut (taulukko 5). Yhteensä jäljellä oleva typen kuormitusvähennystarve on 1870 t/v, josta 129 t/v koskee Perämerta ja 1741 t/v Suomenlahtea.

Taulukko 5. Suomen merialuekohtaiset typen kuormituskatot, typpikuormitus vuonna 2017, typpikuormitus vuonna 2017 + kuormituksen arvioinnin epävarmuudesta aiheutuva kuormituslisä, jäljellä oleva vähennystarve ja jäljellä oleva vähennystarve Selkämerellä Perämeren kuormitusvähenemä huomioituna.

NTOT	Selkämeri ja				Yhteensä
	Perämeri	Saaristomeri	Suomenlahti	Laskeuma	
	t/v	t/v	t/v	t/v	t/v
Kuormituskatto	35087	28700	20457	2287	86531
Kuormitus vuonna 2017	34393	24446	21396	1685	81920
Kuormitus vuonna 2017 + epävarmuuslisä	35500	26485	22198	1729	85912
Ylimääräinen kuormitusvähennys		3135		236	3371
Jäljellä oleva kuormitusvähennys	413		1741		2154
Jäljellä oleva kuormitusvähennys ylimääräinen kuormitusvähennys huomioiden	129		1741		1870

4. Kuvaus rannikkovesien ja avomerens kuormituksen laskennasta

4.1 Rannikkovedet

Tässä tausta-asiakirjassa ja merenhoidon toimenpideohjelmassa esitetyt rannikkovesien kuormitusarviot perustuvat VEMALA-mallin tuottamaan kuormitustietoon, jonka perusteella kuormitus on jaettu kuormituslähteiden mukaan **hajakuormitukseen** (peltoviljely, metsätalous, haja-asutus (vakainainen ja loma-asutus), hulevedet ja sisävesiin kohdistuvasta ilmalaskeumasta mereen kulkeutuva osuus) ja **pistekuormitukseen** sekä **luonnonhuuhtoumaan**. Pistekuormitus on jaettu yhdyskuntien jätevesien, teollisuuden, vesiviljelyn ja turvetuotannon kuormitukseen ympäristöhallinnon YLVA-tietojärjestelmästä saatavan kuormitustiedon perusteella. VEMALA-data, jossa ei huomioitu hajakuormituksessa virtaaman vaihtelua (ei tehty virtaamanormalisointia) käsiteltiin HELCOMin käyttämällä aikasarja-analyysillä kokonaiskuormituksen ja hajakuormituksen muutoksen tilastollisen merkitsevyyden selvittämiseksi. Koska jokien ravinnevirtaamia ei virtaamanormalisoitu, tasattiin virtaaman aiheuttamaa vaihtelua ravinnevirtaamissa käyttämällä aiempaa pidemmän, eli 10 vuoden (2010–2019) aikajakson keskiarvoa. Tämäkään ei riittävästi poista virtaamasta johtuvaa vaihtelua vuosien välistä ravinnevirtaamissa, ja siksi jatkossa myös rannikkovesiin tulevan kuormituksen muutosten arvioinnissa on tarkoitus käyttää HELCOMissa kehitettyjä ravinnekuormituksen virtaamanormalisointimenetelmiä.

4.2 Avomeri

Itämeren suojelun toimintaohjelman ravinnekuormituksen nykytilan ja kehityksen arvioinnissa käytetyt menetelmät perustuvat Århusin yliopistossa BSAP:ta varten kehitettyihin tilastotieteellisiin menetelmiin¹³. Nämä menetelmät sisältävät mm. jokien ainevirtaamien virtaamanormalisoinnin ja trendianalyysin. BSAP:ssa lähtötasona käytetään seitsemän vuoden keskiarvoa ajanjaksolta 1997–2003 ja ravinnekuormituksen muutosta arvioidaan vuodesta 1995 alkavalla aikasarjalla. Nykykuormituksen suuruus arvioidaan virtaamanormalisoidun jokien ravinnevirtaaman trendin perusteella, johon lisätään viimeisimmän saatavilla olevan vuoden pistekuorma ja typpilaskeuma. Tämä arviointitapa ottaa huomioon koko jokien ainevirtaama-aikasarjan alkaen vuodesta 1995 ja mahdollistaa muista kuin virtaaman vaihtelusta aiheutuvan kuormitusmuutoksen arvioinnin.

Suomen HELCOMille toimittama jokien ainevirtaamadata perustuu jokien ainevirtaamien seurantahankkeen aineistoon ja siinä seurannan ulkopuolisilta alueilta tuleva kuormitus on arvioitu pinta-alasuhteuttamalla puuttuvan alueen kuormitus seurannassa olevan alueen kuormituksella. Jotta HELCOMin avomerens kuormitusdata vastaisi paremmin merenhoidon toimenpideohjelmassa käytettyä rannikon kuormitusdataa, on jatkossa tarkoitus HELCOM-raportoinnissa korvata seurannan ulkopuolilta alueilta tuleva kuormitus VEMALA -mallista saatavilla tuloksilla.

¹³ Larsen, S. ja Svendsen, L. 2019. Statistical aspects in relation to Baltic Sea Pollution Compilation. Technical Report from DCE No. 137.