



Kymijoen
vesi ja ympäristö ry

SELVITYS RAHTI- JA MATKUSTAJA-ALUSTEN HARMAAVESINÄYTTEISTÄ JA ARVIO JÄTEVESIEN VAIKUTUKSISTA MERIYMPÄRISTÖÖN

Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no 519/2021

Jennifer Holmberg

ISSN 2670-2185

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
VAIHE 1	1
2 TAUSTATIEDOT	1
3 NÄYTTEENOTTO	2
4 TULOKSET	4
4.1 Analyysitulokset	4
4.2 Harmaa-aineskuormitus	7
4.2.1 Matkustajien ja miehistön määrän vaikutus kuormitukseen	8
4.2.2 Vertailu jätevedenpuhdistamoiden kuormitukseen	8
5 YHTEENVETO	9
VAIHE 2	10
6 RAHTIALUSTEN KUORMITUS	10
7 ARVIO JÄTEVESIEN VAIKUTUKSISTA MERIYMPÄRISTÖÖN	12
8 YHTEENVETO	15
VIITTEET	16

LIITTEET

- Liite 1 Näytteenotto-ohjeet
- Liite 2 Analyysitulokset
- Liite 3 Alusten keskimääräiset pitoisuudet
- Liite 4 Laivakohtainen kuormitus
- Liite 5 Kartta oletetusta purkupaikasta

1 JOHDANTO

Selvitys rahti- ja matkustaja-alusten harmaavesinäytteistä on tehty yhteistyönä Elävä Itämeri säätiö ry:n kanssa (Baltic Sea Action Group, BSAG). Selvitys liittyy säätiön toteuttamaan ja Euroopan meri- ja kalatalousrahaston (EMKR) rahoittamaan hankkeeseen ”Harmaiden vesien ja ruokajätteen vastuullinen käsittely Itämerellä”.

Laivojen käymälä- ja talousvesiä on tutkittu erityisesti risteilyalusten osalta, ja tutkimuksissa on keskitytty käymäläjätevesiin. Sen sijaan laivojen talousvesistä eli harmaista vesistä on tehty varsin vähän tutkimusta, ja sekin vähäinen tutkimus perustuu yleensä risteilyaluksiin. Rahtialuksilla muodostuvasta jätevedestä tarvitaan lisää tietoa, jotta voidaan arvioida jätevesipäästöjen määrää ja vaikutusta meriympäristöön. Selvityksen tavoitteena oli saada käsitys harmaiden vesien sisällöstä, ja arvioida harmaiden vesien vaikutuksia meriympäristöön.

Vuoden 2020 ja 2021 aikana on otettu harmaavesinäytteitä BSAG:n toimeksiannosta yhdeksästä eri rahtialuksesta ja kahdesta eri matkustaja-aluksesta. Harmaavesinäytteiden avulla selvitettiin, onko esimerkiksi harmaiden vesien ravinne- ja bakteeripitoisuuksissa eroa laivatyyppien välillä. Näytteiden analyysitulosten ja muodostuneen harmaavesimäärän perusteella arvioitiin myös alusten kuormituksia. Näytteenottoon osallistuneet matkustaja-alukset jättivät jättävät kaiken jätteensä maihin, joten matkustaja-aluksilta otetut näytteet toimivat vertailukohtana rahtialuksiin nähden. Rahtialuksilta otettiin näytteitä sekä suomalaisilta että ulkomaisilta varustamoilta, jotka noudattavat vastuullisia toimintatapoja.

Selvitykseen liittyy myös toinen osa missä tarkastellaan HaminaKotkan sataman vuoden 2020 laivaliikenteen teoreettista kuormitusta. Satamakäyntien perusteella arvioitiin alusten kuormitusta sekä alusten jätevesien mahdollisia vaikutuksia meriluontoon. Arvion perustana käytettiin virallisia tilastoja satamien laivaliikenteestä, alustyypeistä ja laivojen kokoluokista. BSAG:n vuonna 2020 toteutetun kyselytutkimuksen perusteella saatiin tietoa mm. alusten jätevesitankkien koosta, jätevesien käsittelyjärjestelmistä ja miehistön määristä. Kyselytutkimus tehtiin vuonna 2020 Suomen satamissa asioiville aluksille. Kyselyn toteutti Laivameklariliiton jäsenet 12:ssa Suomen satamassa. Lisäksi rahtialukset raportoivat siitä, olivatko ne purkaneet mereen mustia tai harmaita vesiä. Näitä tietoja käytettiin tämän selvityksen pohjatietona, kun arvioitiin mereen päätyvien jätevesien kuormitusta.

VAIHE 1

2 TAUSTATIEDOT

Harmaat vedet muodostuvat erilaisista pesu- ja suihkuvesistä sekä keittiön vesistä, kun taas mustat vedet sisältävät käymälävesiä. Mustat vedet sisältävät enemmän ravinteita kuin harmaat vedet. Harmaiden vesien sisältö ja eri parametrien pitoisuudet vaihtelevat sen

mukaan mistä harmaat vedet ovat peräisin. Esimerkiksi keittiön harmaissa vesissä on erityisen paljon orgaanista ainesta (HELCOM 2019).

Itämerellä on voimassa erilaisia säädöksiä, jotka koskevat alusten jätevesikäsittelyä ja jätevesipäästöjä merellä. MARPOL-yleissopimuksen liite IV käsittelee käymäläjätevesiä. MARPOL-yleissopimuksen liite IV:n mukaan Itämeri on erityisalue, jossa matkustaja-alusten käymäläjätevedet tulee jättää satamaan tai puhdistaa laivan omassa käsittelylaitoksessa ennen kuin niitä puretaan mereen (IMO 2021a).

Vuodesta 2019 uusilta matkustaja-aluksilta kiellettiin käsittelemättömien käymäläjätevesien purkaminen mereen erityisalueilla, ja olemassa olevilta matkustaja-aluksilta se kiellettiin 1.6.2021 alkaen. Vuodesta 2023 (1.6.2023) tämä koskee myös jo olemassa olevia matkustaja-aluksia, jotka risteilevät suoraan Itämeren erityisalueen ulkopuolella sijaitsevaan satamaan/sijaitsevasta satamasta tai satamasta/satamaan joka sijaitsee pituusasteen 28°10' E itäpuolella Itämeren erityisalueen sisällä eikä pysähdy muissa satamissa erityisalueen sisällä (Pietarin alue – Pohjanmeri) (IMO 2021a).

Alusten käsittelemättömiä käymäläjätevesiä ei kuitenkaan saa purkaa mereen jos alus on lähempänä kuin 12 merimailia lähimmästä rannasta (n. 22 km). Säännösten mukaisesti käsiteltyjä käymäläjätevesiä voidaan purkaa 3 merimailia lähimmästä rannasta (n. 5,5 km). Nämä säädökset koskevat rahtialuksia (IMO 2021a).

Säädökset eivät koske harmaita vesiä, joita voi purkaa mereen ilman rajoituksia myös Itämerellä. Joillakin aluksilla mustat vedet ja harmaat vedet sekoittuvat ennen purkua. Silloin niiden purkamiseen pätevät samat säännöt kuin mustiin vesiin (HELCOM 2019). Matkustaja-aluksia koskevat uudet määräykset säätelevät vain mustia vesiä. Myös uusien säädösten voimaantulon jälkeen matkustaja-alukset voivat purkaa Itämereen harmaita vesiä ja hienonnettua ruokajätettä. Samoin rahtialukset voivat jatkossakin purkaa mereen hienonnettua ruokajätettä, joko sellaisenaan tai sekoitettuna harmaisiin vesiin. MARPOL-yleissopimuksen liite V kieltää hienontamattoman ruokajätteen purkamisen Itämereen. Hienonnettua ruokajätettä saa purkaa mereen jos etäisyys vähintään 12 merimailia lähimmästä rannasta (IMO 2021b). Tässä selvityksessä keskitytään alusten harmaisiin ja mustiin vesiin.

3 NÄYTTEENOTTO

Näytteitä otettiin aluksilta lokakuun alun 2020 ja huhtikuun lopun 2021 välisenä aikana. Yhteensä otettiin 42 näytettä, joista 30 on rahtialuksista ja 12 matkustaja-aluksista (Taulukko 1). Alusten nimiä ei raportoida. Näytteitä otettiin aluksista, jotka edustavat sekä suomalaisia että ulkomaisia varustamoja. Tutkimukseen otettiin mukaan rahtialuksia, joilla oli erillisiä tankkeja harmaille ja mustille vesille. Matkustaja-aluksilla ei ollut erillistä tankkia harmaille vesille, joten näytteet otettiin suoraan putkistosta. Rahti- ja matkustaja-alusten harmaavesinäytteet eivät siten ole suoraan vertailukelpoisia. Näytteitä otettiin kolmessa

satamassa: Helsingissä, Porvoossa ja HaminaKotkan satamassa. Koronan vuoksi vierailut laivoihin oli kielletty, joten näytteenotto oli miehistön vastuulla. Näytteenotto-ohjeet lähetettiin laivojen päälliköille ja konemestareille (Liite 1). Ohjeissa huomioitiin kaksi näytteenottotapaa, jotta näyte voitiin ottaa sen mukaan missä laivan harmaavesisäiliö sijaitsi.

Taulukko 1. Tutkimuksen alusten tiedot.

RAHTIALUKSET

alus	dwt	alustyyppi	harmaavesitankin	miehistön	näytteiden
			koko (m3)	määrä	määrä
LAIVA1	2 300	kuivarahtialus	2,7	5	5
LAIVA4*	7 500	RoPax	10,3	33	5
LAIVA5	15 000	tankkeri	24,8	16	5
LAIVA6	15 000	tankkeri	24,5	16	2
LAIVA7	20 000	kuivarahtialus	41,2	15	4
LAIVA8	40 000	konttialus	47,9	22	3
LAIVA9	40 000	konttialus	47,9	22	2
LAIVA10	40 000	konttialus	47,9	22	3
LAIVA11	40 000	konttialus	47,9	22	1

MATKUSTAJA-ALUKSET

Alus	dwt	alustyyppi	miehistön määrä	näytteiden		
				matkustajien määrä	määrä	
LAIVA2	3500	RoPax	130	7.1.2021	186	7
				11.1.2021	256	
				13.1.2021	161	
				18.1.2021	256	
				20.1.2021	159	
				25.1.2021	ei tiedossa	
				11.2.2021	119	
LAIVA3	6000	RoPax	130	7.1.2021	224	5
				18.1.2021	615	
				20.1.2021	230	
				25.1.2021	ei tiedossa	
				11.2.2021	115	

dwt= *dead weight tonnage* (aluksen kantavuus)

RoPax= *roll on/roll off and passenger ship*

(matkustaja-alus jossa on pitkät autokaistat ja paljon rahtitavaratilaa)

*LAIVA4 kuljettaa myös matkustajia, mutta matkustajien määrä ei ole tiedossa.

BSAG koordinoi näytteiden ottamista etukäteen laivojen aikataulun mukaan, näytteenotosta vastaavan henkilön, näytteen kuljetuksesta vastaavan henkilön sekä laboratorion kanssa. Tärkeää oli varmistaa, että näyte otetaan vain kun laivan tankissa on riittävästi harmaata vettä. Samoin sovittiin tarkka ajankohta näytteen ottamiselle ja kuljettamiselle laboratorioon, jotta näytteenoton ja analysoinnin väli oli riittävän lyhyt. Muutamia näytteitä hylättiin, koska näytteet oli otettu liian aikaisin ennen satamaan saapumista tai koska näytteet olivat odottaneet liian pitkään satamassa ennen toimitusta laboratorioon.

Näytteistä tehtiin seuraavat analyysit:

BOD (biokemiallinen hapenkulutus BOD₅ tai BOD₅ ATU)

BOD₅ ja BOD₅ ATU eivät ole suoraan vertailukelpoisia joten tulokset käsitellään erikseen.

COD (kemiallinen hapenkulutus COD_{Cr})

kiintoaine (GF/A)

kloridi

pH

kokonaistyyppi

kokonaisfosfori

Kaikki näytteet analysoitiin BSAG:n toimeksiannosta FINAS-akkreditoituissa Kymen Ympäristölaboratorio Oy:ssa ja Metropolilab Oy:ssa.

4 TULOKSET

4.1 ANALYYSITULOKSET

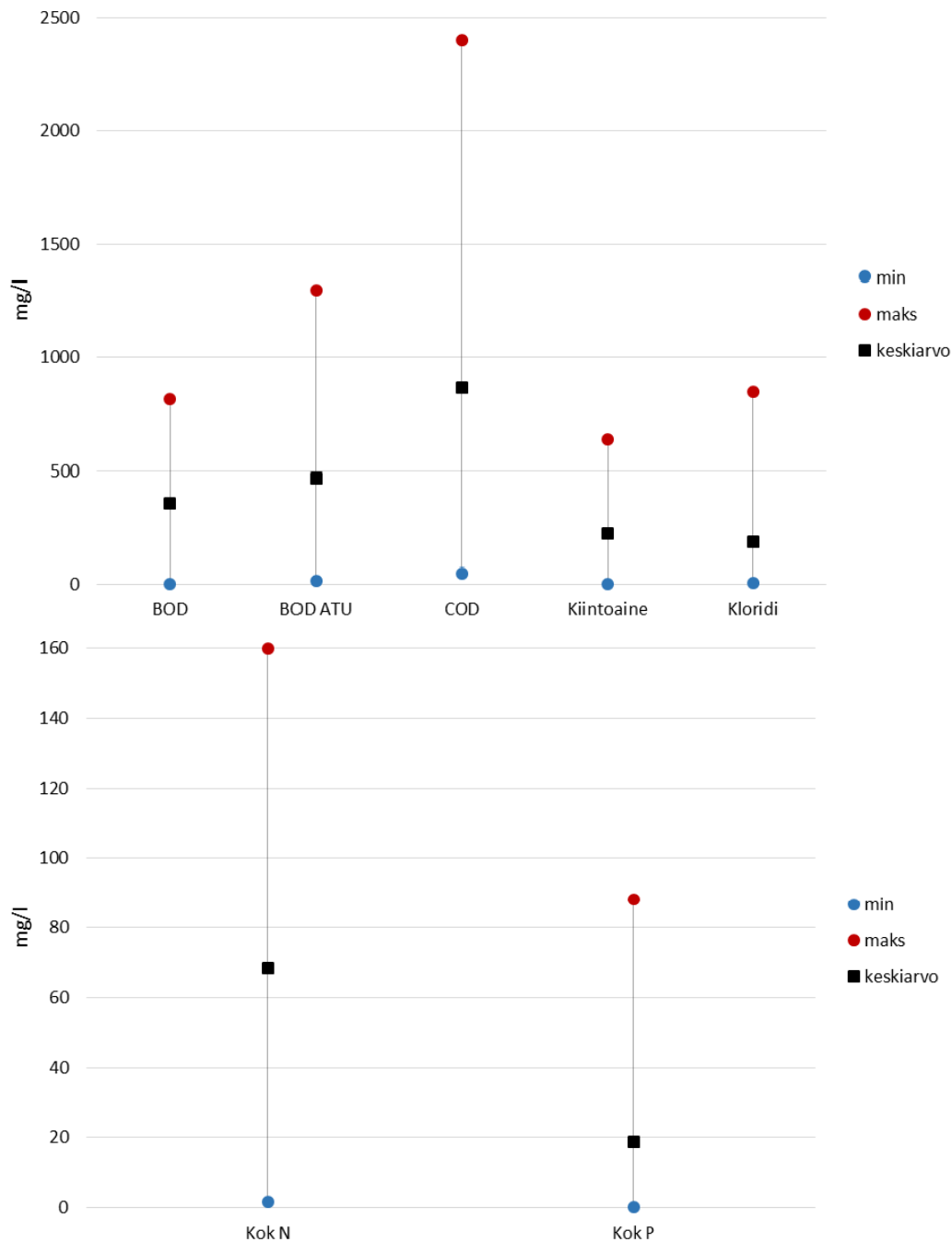
Alusten harmaiden jätevesien analyysitulokset ovat kokonaisuudessaan esitetty liitteessä (Liite 2). Analyysitulokset kertovat eri parametrien pitoisuudesta harmaassa vedessä. Johtopäätöksiä ei kuitenkaan voi tehdä pelkkien analyysitulosten ja pitoisuustietojen perusteella. Kuormituksen suuruuteen vaikuttaa ennen kaikkea vesimäärä.

Pitoisuuksien vaihteluvälit olivat yleisesti suuria kun tarkasteltiin kaikkien alusten harmaavesinäytetuloja. Erityisesti COD- ja BOD-pitoisuudet vaihtelivat paljon. COD (kemiallinen hapenkulutus) kuvaa vedessä olevan orgaanisen aineen aiheuttamaa hapenkulutusta kemiallisissa reaktioissa. BOD (biologinen hapenkulutus) kuvaa vedessä olevan orgaanisen aineen aiheuttamaa biologista hapen kulumista (Oravainen 1999). Alusten harmaiden vesien pH-arvo vaihteli hyvin emäksisestä happamaan (Liite 3).

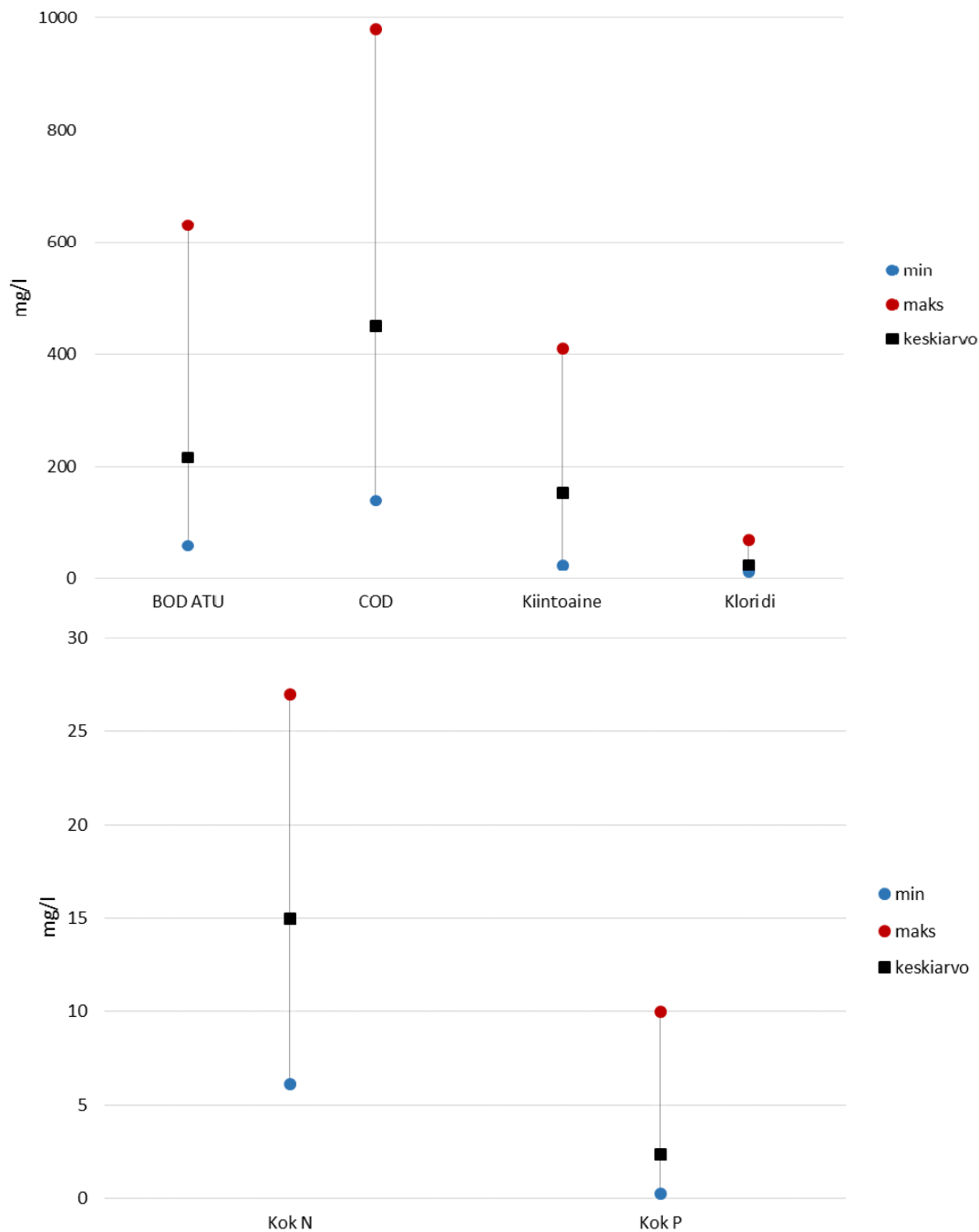
Rahtialusten harmaiden vesien eri parametrien pitoisuudet olivat yleisesti suurempia kuin matkustaja-alusten. Rahtialusten näytteet otettiin harmaavesitankista kun taas matkustaja-aluksilla ei ollut erillistä harmaavesitankkia, ja näytteet otettiin suoraan putkistosta. Tämän takia rahtialusten ja matkustaja-alusten analyysitulokset eivät ole suoraan vertailukelpoisia. Matkustaja-alusten pitoisuuksien vaihteluvälit olivat pienempiä kuin rahtialusten. Esimerkiksi pH-arvo vaihteli rahtialusten näytteissä välillä 5,8–10,6 ja matkustaja-alusten näytteissä välillä 6,2–7,3. Rahtialusten näytteiden keskimääräiset BOD-, COD- ja kiintoainepitoisuudet olivat lähes kaksinkertaisia matkustaja-alusten näytteisiin verrattuna. Myös keskimääräiset ravinnepitoisuudet olivat suurempia rahtialusten harmaissa vesissä kuin matkustaja-alusten harmaissa vesissä (Kuva 1–2).

Kloridipitoisuudet olivat koholla erityisesti rahtialusten harmaissa vesissä (Kuva 1–2). HELCOM:in selvityksen mukaan matkustaja-alusten harmaiden vesien keskimääräinen kloridipitoisuus oli 125 mg/l (HELCOM 2019). Analyysitulosten mukaan matkustaja-alusten

keskimääräinen kloridipitoisuus oli 24 mg/l ja rahtialusten 189 mg/l. Suurin yksittäisen näytteen kloridipitoisuus oli 850 mg/l. Näin suuri pitoisuus viittaa siihen, että harmaavesitankkiin on lisätty klooria tai kloridia sisältävää hygienisoivaa ainetta.

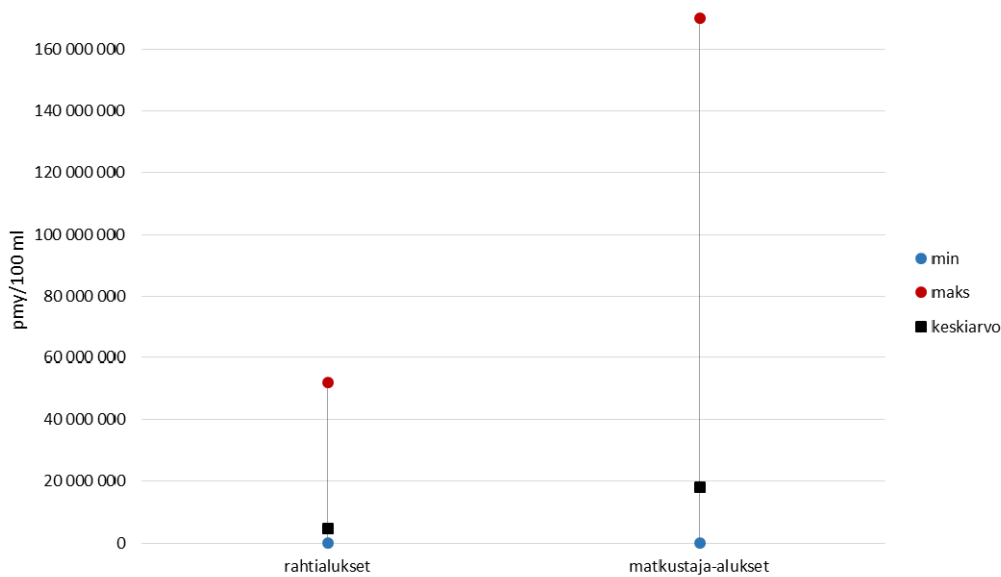


Kuva 1. Rahtialusten harmaiden vesien BOD-, BOD atu-, COD, kiintoaine- ja kloridipitoisuus sekä ravinnepitoisuudet. Pitoisuuksien keskiarvot, minimiarvot ja maksimiarvot.



Kuva 2. Matkustaja-alusten harmaiden vesien BOD atu-, COD, kiintoaine- ja kloridipitoisuus sekä ravinnepitoisuudet. Pitoisuuksien keskiarvot, minimiarvot ja maksimiarvot.

Näytteiden bakteeripitoisuudet olivat hyvin suuria, sekä rahtialusten että matkustaja-alusten osalta. Bakteeripitoisuudet vaihtelivat myös paljon näytteiden välillä. Näytteistä analysoitiin lämpökestoisten kolimuotoisten bakteerien pitoisuus. Lämpökestoiset kolimuotoiset bakteerit kertovat veden hygieenisestä laadusta. Bakteerien keskimääräiset pitoisuudet olivat suurempia matkustaja-alusten harmaissa vesissä kuin rahtialusten harmaissa vesissä. Myös yksittäisen näytteen suurin bakteeripitoisuus oli matkustaja-aluksesta. Yhdessä rahtialuksen näytteessä ei ollut lainkaan analysoituja bakteereja (Kuva 3).



Kuva 3. Rahti- ja matkustaja-alusten harmaiden vesien lämpökestoisten kolimuotoisten bakteerien keskimääräiset pitoisuudet, minimiarvot ja maksimiarvot.

4.2 HARMAAVESIKUORMITUS

Rahtialusten ja matkustaja-alusten osalta arvioitiin kuormituksen suuruutta analyysitulosten, miehistön määrän sekä henkilöä kohden muodostuneen harmaavesimäärän perusteella. Kirjallisuuden perusteella arvioitiin, että harmaita jätevesiä muodostuu n. 130 l/hlö/vrk (Furstenberg ym. 2009). Kuormituslaskelmissa käytettiin eri alustyyppien keskiarvoa harmaiden vesien määrästä henkilöä kohden (Furstenberg ym. 2009). Kuormitus kuvaa miten paljon (kg) esimerkiksi kiintoainetta purkautuu aluksesta mereen harmaiden vesien mukana vuorokaudessa. Alusten arvioitu kuormitus on alusten teoreettinen kuormitus; esimerkiksi selvityksen matkustaja-alukset jättävät jätevetensä satamaan.

Matkustaja-alusten kuormitus oli suurempi kuin rahtialusten. Esimerkiksi COD- ja kiintoainekuormitus oli matkustaja-aluksilla melkein kymmenkertainen verrattuna rahtialuksiin (Taulukko 2–3).

Taulukko 2. Rahtialusten keskimääräinen kuormitus sekä kuormituksen minimi- ja maksimiarvot.

	BOD5						
	BOD 5 kg/vrk	ATU kg/vrk	COD kg/vrk	Kiintoaine kg/vrk	Kloridi kg/vrk	Kok. N kg/vrk	Kok. P kg/vrk
Keskiarvo	0,8	0,9	2,4	0,6	0,4	0,2	0,05
min	0,06	0,4	0,8	0,01	0,06	0,03	0,004
maks	1,3	2,0	6,6	2,4	1,2	0,3	0,24

Taulukko 3. Matkustaja-alusten keskimääräinen kuormitus sekä kuormituksen minimi- ja maksimiarvot.

	BOD5 ATU kg/vrk	COD kg/vrk	Kiintoaine kg/vrk	Kloridi kg/vrk	Kok. N kg/vrk	Kok. P kg/vrk
Keskiarvo	10,4	21,1	6,4	1,2	0,7	0,2
min	2,0	5,3	0,9	0,3	0,1	0,01
maks	31,0	59,1	19,2	3,3	1,7	1,0

4.2.1 Matkustajien ja miehistön määrän vaikutus kuormitukseen

Alusten miehistön sekä matkustajien määrä vaikutti harmaavesimäärään ja myös kuormitukseen. Matkustaja-aluksilla oli eniten henkilöitä matkassa, ja se näkyi myös kuormitusluvuissa (Taulukko 2–3). Matkustaja-aluksilla oli 130 henkilön miehistö ja matkustajamäärät vaihtelivat n. 100 ja 700 henkilön välillä. Eniten matkustajia oli 18.1.2021 laivalla 3 (Taulukko 1). Näytteet on otettu ns. korona-aikana, eli matkustajamäärät olivat luultavasti normaalia pienempiä. Matkustaja-alusten BOD-, COD-, typpi- ja fosforikuormitus oli suurinta laivalla 3 18.1.2021, jolloin laivalla oli myös eniten matkustajia (615 hlö). Matkustaja-alusten kiintoaine- ja kloridikuormitus oli sen sijaan suurinta 20.1.2021 laivalla 3 (Liite 4). Silloin matkustajia oli 230 (Taulukko 1).

Rahtialusten osalta keskimääräinen fosforikuormitus, typpikuormitus ja kloridikuormitus oli suurinta laivalla 10 (Liite 4). Laivalla 10 oli 22 miehistön jäsentä (Taulukko 1). Keskimääräinen kiintoainekuormitus oli suurinta laivalla 9, keskimääräinen COD-kuormitus laivalla 11 ja keskimääräinen BOD-kuormitus laivalla 4 (Liite 4). Laivoilla 9 ja 11 miehistöön kuului 22 henkilöä ja laivalla 4 miehistöön kuului 33 henkilöä (Taulukko 1). Henkilömäärä oli matkustaja-aluksilla huomattavasti suurempi kuin rahtialuksilla, ja kuormitus oli suurinta niillä aluksilla joilla oli eniten matkustajia ja/tai miehistöä. Kuormituksen suuruuteen vaikuttaa vedenkäyttö, joka vaihtelee matkustaja- ja miehistömäärän mukaan. Kuormituslaskennoissa käytetty harmaavesimäärä ei täydellisesti vastaa todellista vedenkulutusta aluksilla.

4.2.2 Vertailu jätevedenpuhdistamoiden kuormitukseen

Alusten kuormitusta voidaan verrata jätevedenpuhdistamoiden kuormitukseen, jotta saadaan parempi kuva alusten kuormituksen suuruudesta. Jätevedenpuhdistamot, joiden kuormitustietoja on esitetty tässä raportissa, ovat suomalaisia puhdistamoita ja ne purkavat käsiteltyjä jätevesiään Itämereen. Jätevedenpuhdistamoiden BOD7atu-pitoisuus ja alusten harmaavesinäytteiden BOD5atu/BOD5-pitoisuus eivät ole suoraan vertailukelpoisia. Jätevedenpuhdistamot käsittelevät valtavan määrän jätevettä vuorokaudessa, ja nykyaikaiset puhdistamot ovat erittäin tehokkaita. Jätevedenpuhdistamoiden päivittäinen kuormitus oli suurempaa kuin alusten harmaavesikuormitus. On kuitenkin huomioitava, että puhdistamoissa käsitellään sekä harmaita että mustia vesiä yhdessä. Jätevedenpuhdistamon (jätevedenpuhdistamo 2) keskimääräinen fosforikuormitus oli melkein kymmenkertainen verrattuna matkustaja-alusten keskimääräiseen

fosforikuormitukseen (Taulukko 2–4). Itämerellä on samanaikaisesti liikkeellä lukuisia aluksia, joiden yhteenlaskettu kuormitus tietysti on huomattavasti suurempi kuin yksittäisten alusten.

Taulukko 4. Kahden jätevedenpuhdistamon keskimääräisiä kuormitustietoja vuosilta 2019 ja 2020.

Puhdistamo 1		Puhdistamo 2	
Vesistökuormitus vuonna 2020		Vesistökuormitus vuonna 2019	
	kg/vrk		kg/vrk
BOD7atu	178	BOD7atu	32
fosfori	6	fosfori	2
typpi	210	typpi	147
kiintoaine	180	kiintoaine	33
CODcr	1 606	CODcr	333

keskivirtaama 31 332 m³/vrk keskivirtaama 12 221 m³/vrk

5 YHTEENVETO

Matkustaja-alusten harmaiden vesien keskimääräiset pitoisuudet olivat yleisesti alhaisempia kuin rahtialusten. Ainoastaan keskimääräiset bakteeripitoisuudet olivat suurempia matkustaja-aluksilla kuin rahtialuksilla. Harmaiden vesien pitoisuudet vaihtelivat paljon näytteiden välillä. Pitoisuuksiin vaikuttaa esimerkiksi vedenkäyttö laivojen eri toiminnoissa ja mihin aikaan näyte on otettu. Matkustaja-aluksilla ei ollut erillistä harmaavesitankkia, joten näytteet otettiin suoraan putkistosta kun taas rahtialuksilla näytteet otettiin harmaavesitankista. Matkustaja-alusten ja rahtialusten harmaavesinäytteet eivät siten ole suoraan vertailukelpoisia. Tutkimus toteutettiin ns. korona-aikana, joten alusten miehistön jäsenet ottivat näytteet. Vedenlaatutarkkailuissa on usein vaatimuksena, että sertifioitu näytteenottaja suorittaa näytteenoton, mutta se ei ollut mahdollista tässä tapauksessa.

Korona-aika vaikutti myös matkustaja-alusten matkustajamääriin. Matkustajamäärät olivat oletettavasti pienempiä tutkimuksen aikana kuin normaalisti. Alusten arvioitu kuormitus perustuu vedenkäyttöön, ja siihen vaikuttaa erityisesti henkilömäärä. Matkustaja-aluksilla henkilömäärä, ja siten myös vedenkäyttö, oli suurempaa kuin rahtialuksilla ja myös kuormitus oli yleisesti suurempaa matkustaja-aluksilla kuin rahtialuksilla. Tulevissa tutkimuksissa voisi pyrkiä selvittämään todellisen vedenkäytön aluksilla, jotta kuormituslaskennat perustuvat todelliseen harmaavesimäärään.

VAIHE 2

6 RAHTIALUSTEN KUORMITUS

Alusten jätevesien vaikutuksia meriluontoon arvioitiin alusten kuormituksen perusteella. Kuormitus laskettiin rahtialuksista, jotka olivat vuoden 2020 aikana käyneet HaminaKotkan satamassa. Satamakäyntien avulla saatiin tietoa Kotkan ja Haminan alueella liikkuvien alusten määrästä. BSAG koosti alusten taustatietoja Traficomista saatujen tietojen perusteella.

Vuoden 2020 satamakäyntikertojen perusteella alukset voitiin jakaa neljään ryhmään: tankkerit, kuivarahtialukset, konttialukset ja RoRo-alukset (roll-on/roll-off). Nämä neljä alustyyppiä muodostivat 97 % HaminaKotkan sataman satamakäynneistä vuonna 2020 (Taulukko 5).

Taulukko 5. HaminaKotkan satamassa vuonna 2020 vierailleiden alusten taustatietoja. Lähde: Traficom. Miehistön määrä ja aluskoot ovat keskiarvoja, jotka perustuvat Traficomien tilastoihin ja BSAG:n kyselytutkimuksen tuloksiin.

Alustyyppi	Miehistön määrä	Alusten koko, dwt	Satamakäynnit vuonna 2020	Osuus kaikista satamakäynneistä, %
Tankkerit	17	10 230	505	22
Kuivarahtialukset	10	8 710	919	39
Konttialukset	19	22 777	463	20
RoRo-alukset	17	14 154	381	16

Satamakäynnit vuonna 2020 HaminaKotka satamassa

Harmaiden vesien kuormituslaskelmissa huomioitiin miehistön määrä, muodostunut harmaavesimäärä sekä harmaiden jätevesien pitoisuustiedot. Harmaiden jätevesien pitoisuustiedot saatiin selvityksen ensimmäisestä vaiheesta ja kirjallisuuden perusteella arvioitiin, että harmaita vesiä muodostuu n. 130 l/hlö/vrk (Furstenberg ym. 2009). Mustien vesien kuormituslaskelmissa huomioitiin miehistön määrä ja mustien jätevesien kuormituslukuja. Kuormitusluvut kuvaavat mustien vesien ravinne- ja BOD-sisältöä vuorokaudessa henkilöä kohden; kokonaisfosfori 1,8 g/hlö/vrk, kokonaistyyppi 13 g/hlö/vrk ja BOD7 20 g/hlö/vrk (Ympäristöhallinnon verkkopalvelu 2019). Kuormitusluvut ovat käytössä myös valtioneuvoston asetuksessa (157/2017). Kuormitusluvun BOD7 tulos muunnettiin HELCOM:in ohjeistuksen mukaan BOD5:ksi (HELCOM 2011).

Rahtialusten kuormitus (kg/vrk) arvioitiin vedenkäytön perusteella ja kokonaiskuormitus satamakäyntien perusteella. Kuormitus arvioitiin erikseen harmaille ja mustille vesille. Vuoden 2020 aikana harmaita vesiä muodostui aluksilla yhteensä noin 4 300 m³/v, ja yhteenlaskettu miehistön määrä oli satamakäyntien perusteella 33 049 henkilöä. Henkilömäärä vastaa esimerkiksi Nokian tai Savonlinnan asukaslukua (Kuntaliitto 2021). Harmaiden vesien BOD-kuormitus oli huomattavasti suurempi kuin mustien vesien, kun taas mustien vesien typpikuormitus oli suurempi kuin harmaiden vesien (Taulukko 6-7).

Harmaiden vesien suuri BOD-kuormitus johtunee osittain keittiön vesien suuresta orgaanisen aineen määrästä. Harmaista jätevesipäästöistä ei ole säännelty MARPOL-yleissopimuksessa, vaikka niiden kuormitus voi jopa olla suurempi kuin mustien vesien, etenkin BOD:n ja COD:n osalta (HELCOM 2019), kuten myös tässä selvityksessä.

Taulukko 6. Rahtialusten kuormitus (kg/vrk) miehistön määrän ja vedenkäytön perusteella. Kuormitus on laskettu alustyyppittäin ja laskelmissa on huomioitu miehistön määrä yhtä alusta kohden. Taulukon kuormitus on eri alustyyppiin yhteenlaskettu kuormitus.

	BOD kg/vrk	COD kg/vrk	Kiintoaine kg/vrk	kok. N kg/vrk	kok. P kg/vrk
Harmaavesikuormitus	3,39	7,13	1,83	0,56	0,15
Mustavesikuormitus	1,10			0,82	0,11
Yhteensä	4,49			1,38	0,27

Taulukko 7. Rahtialusten kokonaiskuormitus (kg/v) vuonna 2020 HaminaKotkan sataman satamakäyntien perusteella. Kuormitus on laskettu kertomalla alusten miehistön määrä vuoden 2020 satamakäynneillä, jotta kuormitus perustuu koko vuoden vedenkäyttöön.

	BOD kg/v	COD kg/v	Kiintoaine kg/v	kok. N kg/v	kok. P kg/v
Harmaavesikuormitus	1 780	3 742	961	294	80
Mustavesikuormitus	575			430	59
Yhteensä	2 355			724	139

Kuormituslaskelmissa huomioitiin seuraavaksi, että osa aluksista purkaa jätevetensä maihin ja osalta aluksista löytyy jätevesien käsittelyjärjestelmä (Taulukko 8). Kuormituslaskelmissa oletettiin, että 50 % aluksista purkaa jätevetensä käsittelemättöminä mereen, 15 % aluksista käsittelee jätevetensä ennen purkua (70 % typestä ja 80 % fosforista poistettu) ja 35 % aluksista eivät pura jätevesiään mereen. Oletukset perustuvat BSAG:n kyselytutkimuksen tuloksiin. Oletuksena oli myös, että kaikki muodostuneet mustat vedet ja harmaat vedet puretaan kertapäästönä.

Alusten kokonaiskuormitus pieneni, kun huomioitiin alusten erilaiset jätevesien käsittelytavat (Taulukko 7–8). Alusten jätevesien käsittelyjärjestelmien puhdistusvaatimuksia otettiin huomioon vain typpi- ja fosforikuormituksen osalta. Toisen vaiheen rahtialusten kuormitus oli pienempi kuin jätevedenpuhdistamoiden kuormitus (katso kappale 4.2.2). Koko Itämeren alusliikenteen kuormitus on tietysti huomattavasti suurempi kuin tässä selvityksessä huomioitu kuormitus.

Taulukko 8. Rahtialusten mustien ja harmaiden vesien yhteenlaskettu kuormitus vuonna 2020 HaminaKotkan sataman satamakäyntien perusteella. Kuormituslaskennoissa on huomioitu jätevesien erilaiset käsittelytavat.

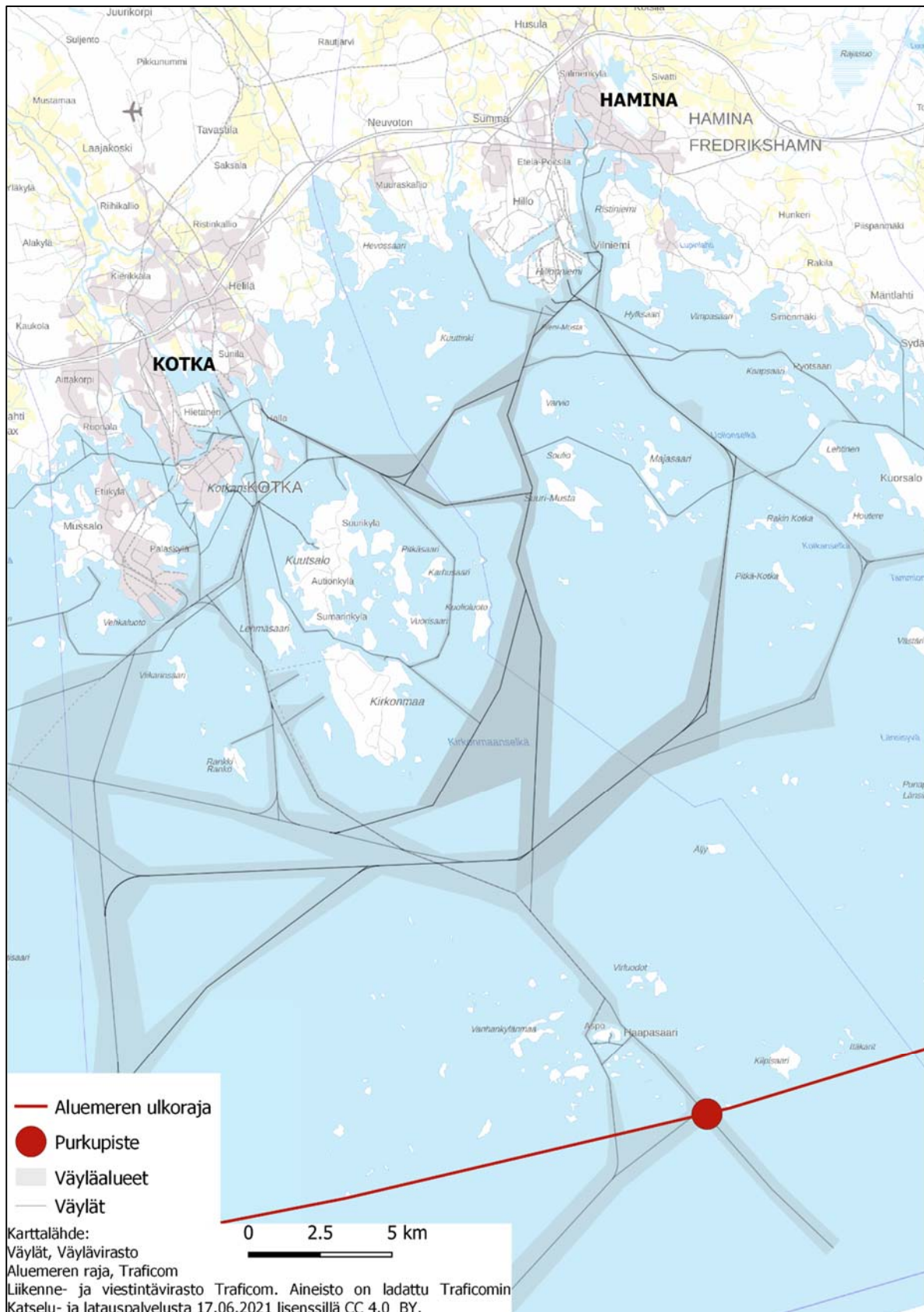
	BOD kg/v	kok. N kg/v	kok. P kg/v
Yhteensä	1 531	395	74

7 ARVIO JÄTEVESIEN VAIKUTUKSISTA MERIYMPÄRISTÖÖN

Itämeri on melko matala ja vesi vaihtuu hitaasti. Itämeren ympärillä on tiheä asutus ja mereen kulkeutuu runsaasti ravinteita jokivesien, jätevesien ja valumavesien mukana. Itämeri on rehevöitynyt ja kärsii myös sisäisestä kuormituksesta. Rehevöitymisen merkkejä ovat esimerkiksi heikentynyt näkösyvyys sekä levien ja vesikasvien liiallinen kasvu. Ravinteista erityisesti typpi ja fosfori rehevöittävät Itämeren (HELCOM 2010 ja HELCOM 2018). Myös ravinteiden suhteet meressä säätelevät perustuotantoa. Rajoittava ravinne tai minimiravinne on se ravinne mikä loppuu ensimmäisenä, ja se rajoittaa perustuotantoa. Toisin sanoin, kun jokin välttämätön ravinne loppuu vedestä, levien kasvu estyy. Itämerellä minimiravinne voi vaihdella tyyppistä fosforiin esimerkiksi vuodenaikojen mukaan (Itämeri.fi-sivusto 2021). Ravinteiden saatavuus säätelee levien kasvua etenkin kasvukaudella, koska silloin valoa ja lämpöä on riittävästi saatavilla. Lisääntynyt perustuotanto lisää pohjalla tapahtuvaa hajotustoimintaa. Ja lisääntynyt hajotustoiminta kuluttaa happea, minkä seurauksena voi syntyä happikato pohjanläheisessä vedessä. Ravinteiden lisäksi myös orgaaninen aines vahvistaa rehevöitymisen aiheuttamia ongelmia. Rehevöitymisen seurauksena alueen lajikoostumus voi muuttua ja siten myös koko ravintoverkko (HELCOM 2010 ja HELCOM 2018).

Arvioitaessa alusten jätevesien vaikutuksia meriympäristöön keskitytään Haminan ja Kotkan edustan merialueeseen. Tässä selvityksessä oletetaan, että alusten jätevedet puretaan kertapäästönä 12 merimailia lähimmästä rannasta. Kyseessä on lähin piste, jossa alukset voivat purkaa käsittelemättömiä käymälävesiä MARPOL-yleissopimuksen mukaan. Selvityksessä oletetaan, että alukset purkavat sekä käsittelemättömiä että käsiteltyjä käymälävesiä 12 merimailia lähimmästä rannasta.

Suomen aluemerren ulkoraja on 12 merimailia lähimmästä rannasta, joten Hamina–Kotkasääntuloväylän ja Suomen aluemerren ulkorajan leikkauspiste on satamaan nähden lähin purkupaikka. Syvyys vaihtelee purkupaikalla noin 10 metrin ja 40 metrin välillä. Purkupaikan lähellä on muutamia kareja, joiden ympärillä vesi on matalampaa. Ulompana syvyyttä on yleisesti yli 50 metriä (Kuva 4, Liite 5). Haminan ja Kotkan edustan merialueen ekologinen tila on suurimmaksi osaksi arvioitu tyydyttäväksi vesienhoidon 3. suunnittelukaudella (Ympäristöhallinnon Hertta-järjestelmä). Merialue kuului vuoden 2020 kasvukauden keskimääräisen klorofyllipitoisuuden perusteella rannikkovesien rehevyysluokittelun mukaan rehevään luokkaan (Nakari ja Anttila-Huhtinen 2021, Pitkänen 1994).



Kuva 4. Kartta oletetusta purkupaikasta. Purkupaikka käsittelemättömille mustille vesille pitää MARPOL-yleissopimuksen liitteen IV mukaan olla vähintään 12 meripeninkulman etäisyydellä lähimmästä rannasta.

Jätevesillä on rehevöittävä vaikutus, ja jätevesien ravinteet lisäävät levätuotantoa. Lisääntynyt ravinnekuormitus, etenkin lämpimän veden aikaan, voi myös lisätä sinilevätuotantoa. Tämä vaikuttaa suoraan esimerkiksi merialueen virkistyskäyttöön. Jätevedet sisältävät myös runsaasti orgaanista ainesta. Jätevesien orgaaninen aines kuluttaa paljon happea, mikä saattaa jopa aiheuttaa hapettomuutta alemmissa vesikerroksissa, missä vesi ei vaihdu (HELCOM 2018). Kotkan ja Haminan edustan merialue oli kasvukaudella 2020 yleisesti yhteisrajoitteinen, eli typpi ja fosfori olivat kummatkin minimiravinteita. Ulommalla merialueella typpi oli kasvukaudella 2020 ajoittain kasvua rajoittava tekijä (Nakari ja Anttila-Huhtinen 2021). Alusten jätevesien tuoma typpikuormitus voi tällöin lisätä levätuotantoa ja paikallisesti edistää rehevöitymistä. On arvioitu, että laivojen ravinnekuormitus on 0,3 % Itämereen kulkeutuvasta kokonaisfosforikuormasta ja 1,25–3,3 % Itämereen kulkeutuvasta kokonaistyppikuormasta (Wilewska-Bien ym. 2019, Raudsepp ym. 2019). Suurin osa Itämeren typpi- ja fosforikuormasta kulkeutuu mereen jokien mukana (HELCOM 2018).

Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueen fosforikuormitus oli n. 690 kg/vrk ja typpikuormitus oli n. 18 800 kg/vrk vuonna 2020. Kuormituksessa on huomioitu alueelle laskevien jokien kuormitus ja rannikon pistekuormittajat Pyhtäältä Haminaan (Nakari ja Anttila-Huhtinen 2021). Rahtialusten osuus Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueelle tulevasta kokonaiskuormituksesta oli fosforin osalta 0,04 % ja typen osalta 0,01 %. Julkaisussa Nakari ja Anttila-Huhtinen 2021 huomioidaan kuormittajia laajemmalla alueella kuin Haminan ja Kotkan edustalta. Alusten kokonaiskuormitus oli myös pientä verrattuna Haminan ja Kotkan edustan merialueen pistekuormittajien kuormitukseen (Nakari ja Anttila-Huhtinen 2021). Alusten kuormitus voi hetkellisesti ja paikallisesti olla merkittävä. Tässä selvityksessä on kuitenkin huomioitu vain yhden alueen aluksia ja niiden kuormitusta. Itämerellä liikkuu päivittäin lukuisia aluksia, joiden yhteenlaskettu kuormitus on huomattavasti suurempi.

Veden vaihtuminen alueella vaikuttaa jätevesien leviämiseen ja sekoittumiseen. Suomen rannikko on yleisesti rikkonainen, mikä heikentää veden vaihtumista (Suomen ympäristökeskus 2004). Haminan ja Kotkan edustan merialueen virtaukset riippuvat lähinnä tuuli- ja kerrostuneisuusoloista, ja kesäkerrostuneisuuden aikana virtausten suunta noudattaa yleisesti vallitsevan tuulen suuntaa (Nakari ja Anttila-Huhtinen 2021). Jätevedet leviävät ja sekoittuvat eri tavalla meriveteen eri purkupaikoilla ja erilaisissa olosuhteissa. Alukset voivat purkaa jätevesiään joko kertapäästönä tai jatkuvana päästönä. Purkutapa vaikuttaa jätevesien sekoittumiseen ja leviämiseen.

Selvityksen ensimmäisen vaiheen analyysitulosten perusteella alusten harmaat jätevedet sisälsivät hyvin paljon bakteereita. Bakteerit kertovat veden hygieenisestä laadusta. Bakteerien selviytyminen luonnonvesissä riippuu pitkälti ulkoisista tekijöistä, kuten esimerkiksi veden lämpötilasta, UV-säteilystä, hapen määrästä, pH:sta ja ravinteiden määrästä. Suolistoperäiset taudinaiheuttajamikrobit eivät yleensä pysty lisääntymään ilman isäntäeläintä. Vedessä ne voivat kuitenkin selviytyä pitkiä aikoja oikeissa olosuhteissa (Hokajärvi 2008). Eri bakteerilajit vaativat erilaisia olosuhteita selviytyäkseen. Suomen

luonnonvesien lämpötila on suurimman osan vuodesta melko alhainen, eivätkä esimerkiksi suolistoperäiset taudinaiheuttajabakteerit yleensä lisäänty luonnonvesissä (Hokajärvi 2008). Suolistomikrobit selviävät kuitenkin luonnonvesissä. Bakteerit ja muut taudinaiheuttajat voivat vahingoittaa UV-säteilyn vaikutuksesta. Suomen olosuhteissa UV-säteily vaikuttaa bakteerien selviytymiseen etenkin kesällä, jolloin UV-säteily on voimakkaimmillaan (Hokajärvi 2008). Alusten jätevesien sisältämät bakteerit vaikuttavat etenkin alueen virkistyskäyttöön. Luonnonvesissä elävät selkärangattomat eliöt käyttävät veden mikrobeja ravinnokseen (Hokajärvi 2008), ja siten jätevesien sisältämät bakteerit ja muut mikrobit päätyvät meren ravintoverkkoon.

8 YHTEENVETO

Rahtialuksista, jotka olivat vuoden 2020 aikana vierailleet HaminaKotkan satamassa, muodostui arviolta yhteensä noin 4 300 m³/v harmaita jätevesiä. Harmaiden vesien BOD-kuormitus oli huomattavasti suurempi kuin mustien vesien. Sen sijaan mustien vesien tyyppikuormitus oli hieman suurempi kuin harmaiden vesien. Rahtialusten osuus Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueen kokonaiskuormituksesta oli tyyppien osalta 0,01 % ja fosforin osalta 0,04 %. Alusten kokonaiskuormitus oli myös pientä verrattuna Haminan ja Kotkan edustan merialueen pistekuormittajien kuormitukseen. Alusten kuormitus voi hetkellisesti ja paikallisesti olla merkittävä. Laivojen ravinnekuormitusta voidaan pienentää vähemmällä vaivalla kuin esimerkiksi jokien tuomaa ravinnekuormitusta. Selvityksessä on kuitenkin vain huomioitu yhden alueen aluksia ja niiden kuormitusta. Itämerellä liikkuu päivittäin lukuisia aluksia, joiden yhteenlaskettu kuormitus on huomattavasti suurempi.

Jätevesien rehevöittävä vaikutus voi näkyä esimerkiksi lisääntyneenä levätuotantona, ja jätevesien orgaaninen aines voi aiheuttaa hapen kulumista ja jopa hapettomuutta. Veden vaihtuminen ja virtaukset jätevesien purkualueella vaikuttavat jätevesien leviämiseen ja sekoittumiseen. Jätevedet sisältävät myös runsaasti bakteereja, jotka vaikuttavat veden hygieeniseen laatuun. Suolistoperäiset taudinaiheuttajamikrobit voivat selviytyä jopa luonnonvesissä jos olosuhteet sallivat.

Lisätutkimuksia tarvitaan, jotta saadaan enemmän tietoa laivojen jätevesien sisällöstä. Tarvitaan enemmän näytteitä jätevesistä, sekä laivojen mustista että harmaista vesistä. Lisäksi tarvitaan tietoa todellisesta vedenkäytöstä laivoilla, jotta laivojen kuormitusta voidaan arvioida tarkemmin. Tarvitaan myös tietoa laivojen jätevedenkäsittelylaitteistojen toimivuudesta ja niiden puhdistustuloksista. Laivojen harmaavesipäästöt eivät ole rajoitettuja, joten olisi tärkeää tutkia harmaita vesiä ja saada enemmän tietoa harmaiden vesien kuormituksesta.

VIITTEET

- Furstenberg S., Mohn H., Sverud T., 2009. Study on discharge factors for legal operational discharges to sea from vessels in Norwegian waters, DNV report NO. 2009-0284, Hovik, Norway.
- HELCOM 2010. Ecosystem Health of the Baltic Sea 2003–2007: HELCOM Initial Holistic Assessment. Baltic Sea Environment Proceedings No. 122.
- HELCOM 2011. The Fifth Baltic Sea Pollution Load Compilation (PLC-5) Baltic Sea Environment Proceedings No. 128.
- HELCOM 2018. HELCOM Thematic assessment of eutrophication 2011-2016. Baltic Sea Environment Proceedings No. 156.
- HELCOM, 2019 and references cited therein. Technical Guidance for the handling of wastewater in Ports of the Baltic Sea Special Area under MARPOL Annex IV. Baltic Marine Environment Protection Commission, Helsinki Commission.
- Hokajärvi A.-M., Pitkänen T., Torvinen E., Miettinen I.T., 2008 ja sen viitteet. Suolistoperäisten taudinaiheuttajamikrobien esiintyminen luonnonvesissä. Kirjallisuuskatsaus terveysriskeistä ja niiden suuruteen vaikuttavista tekijöistä. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja 1/2008.
- IMO, 2021a. Prevention of Pollution by Sewage from Ships. www.imo.org->Home->Our Work->Environment->Prevention of Pollution by Sewage from Ships. International Maritime Organization. 2.6.2021.
- IMO, 2021b. Prevention of Pollution by Garbage from Ships. www.imo.org->Home->Our Work->Environment->Prevention of Pollution by Garbage from Ships. International Maritime Organization. 16.7.2021.
- Itämeri.fi-sivusto 2021. Ravinteet ja niiden suhteet. www.itameri.fi->Etusivu->Luonto ja sen muutos->Itämeren tila->Rehevöityminen->Ravinteet ja niiden suhteet. 15.7.2021.
- Kuntaliitto 2021. Kuntien ja kaupunkien lukumäärät ja väestötiedot. www.kuntaliitto.fi->Etusivu->Tietotuotteet ja palvelut->Kaupunkien ja kuntien lukumäärät ja väestötiedot. 1.7.2021.
- Nakari H., ja Anttila-Huhtinen M., 2021. Pyhtää-Kotka-Hamina-merialueen vesistötarkkailun yhteenveto vuodelta 2020. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 302/2021.
- Oravainen R., 1999. Vesistötulosten tulkinta - Opasvikonen. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys r.y.
- Pitkänen, H. 1994. Eutrophication of the Finnish coastal Waters: Origin, fate and effects of riverine nutrient fluxes. – Publications of the Water and Environment Research Institute.
- Raudsepp U., Maljutenko I., Köuts M., Granhag L., Wilewska-Bien M., Hassellöv I.-M., Eriksson K.M., Johansson L., Jalkanen J.-P., Karl M., Matthias V., Moldanova J., 2019. Shipborne nutrient dynamics and impact on the eutrophication in the Baltic Sea.
- Suomen Ympäristökeskus 2004. Rannikko- ja avomerialueiden tila vuosituhatosen vaihteessa. Suomen Itämeren suojeluohjelman taustaselvitykset. Suomen ympäristö 669.
- Ympäristöhallinnon verkkopalvelu 2019. Jätevesikuormituksen vähentäminen. www.ymparisto.fi->Etusivu->Rakentaminen->Rakennushanke->Talotekniset järjestelmät (LVI)->Kiinteistön jätevesien käsittely->Syventävää tietoa->Puhdistamosivusto jätevesien käsittelymenetelmistä->Jätevesikuormituksen vähentäminen. 1.7.2021.

Wilewska-Bien M., Granhag L., Jalkanen J-P., Johansson L., Andersson K., 2019. Phosphorus flows on ships: Case study from the Baltic Sea. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part Journal of Engineering for the Maritime Environment, 223 (2).

Sampling instruction for grey water

In principal ships have two (2) types of holding tanks for ship grey water

Type 1: grey water storage tank located in ships double bottom

Type 2: gray water tank located inside engine room on one of the engine platform deck, or similar

Sampling rules from Type 1 gray water tank

Rule #1 Grey water tank should not be discharged prior to sampling.

Rule #2 Opening of grey water manhole cover while tank is partially full or almost full. Take tank sample using clean jug that can be submerged 30-50cm below liquid surface. Alternatively, for collecting sample from tank, use pipe with a non-return ball valve as shown in the picture below to pull sample from the tank. The grey water sample can be filled directly from the jug or the pipe to sample bottles

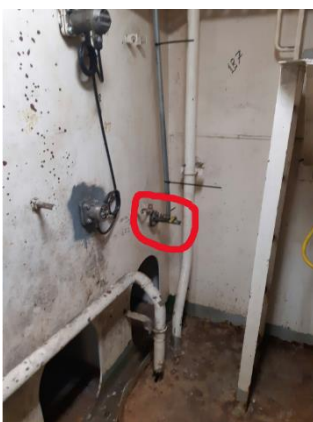


Sampling from Type 2 gray water tank

Rule #1 Grey water tank should not be discharged prior to sampling.

Rule #2 Opening of manhole cover while tank is partially full or almost full is most likely not possible.

Therefore take sample trough a separate tank bulkhead valve. Alternatively, if tank is fitted with manual tank level gauging as shown in the picture below, draw sample from tank level gauging valve. Before taking the sample, drain (~5 liters) of gray water to bucket or jug and empty to bilge. The grey water sample can be filled to sampling bottles or via a clean jug. Jug should be rinsed with gray water to ensure there is no contaminant on the jug.



Bottles for each sample are, 2x 1.0 liter plastic bottle and one (1) small bacteria sample bottle (blue cap). Bacteria bottle is sterile so the opening of the bottle and the inside of the cap should not be touched and keep away from any other contact than the gray water itself. Some air gap should be left in the sample bottles. Filling until the bottle "shoulder" is good.

After collection of samples (3pcs) fill in the document form which is supplied with the bottles. Following parts of the sample form should be filled:

- ship name
- date
- person responsible for sampling
- point where the samples are taken (name of tank).

Harmaavesinäytteiden analyysitulokset.

Nimi	Alustyyppi	Pvm	Lämpökestoiset									Laboratorio
			BOD5 mg/l	BOD5 ATU mg/l	COD(Cr) mg/l	Kiintoaine mg/l	Kloridi mg/l	pH	Kok. N mg/l	Kok. P mg/l	kolim. bakt. pmy/100ml	
LAIVA1	rahti	4.11.2020		1300	2400	570	120	5,8	100	14	3 300 000	Metropolilab
LAIVA1	rahti	11.11.2020		400	760	74	100	7,0	27	3,4	160 000	Metropolilab
LAIVA1	rahti	12.10.2020		870	1600	450	150	6,8	65	7,5	11 000 000	Metropolilab
LAIVA1	rahti	23.10.2020		570	1200	260	130	6,8	35	4,9	12 000 000	Metropolilab
LAIVA1	rahti	28.10.2020		390	840	180	110	10,1	41	4,4	180 000	Metropolilab
LAIVA2	matkustaja	7.1.2021		230	670	250	20	7,1	17	3,8	160 000	Metropolilab
LAIVA2	matkustaja	11.1.2021		59	220	85	12	7,3	12	1,2	1 000	Metropolilab
LAIVA2	matkustaja	11.2.2021		92	200	370	17	7,0	13	0,42	16 000	Metropolilab
LAIVA2	matkustaja	13.1.2021		92	250	72	19	6,9	12	0,54	11 000	Metropolilab
LAIVA2	matkustaja	18.1.2021		130	400	210	14	6,7	15	1,7	270 000	Metropolilab
LAIVA2	matkustaja	20.1.2021		58	140	23	13	7,0	13	0,24	18 000	Metropolilab
LAIVA2	matkustaja	25.1.2021		140	320	53	15	6,9	6,1	0,39	2 000	Metropolilab
LAIVA3	matkustaja	7.1.2021		250	520	83	19	6,7	27	3,2	3 400 000	Metropolilab
LAIVA3	matkustaja	11.2.2021		64	190	75	20	6,8	9,6	0,77	5 200 000	Metropolilab
LAIVA3	matkustaja	18.1.2021		320	610	70	32	6,2	18	10	3 600 000	Metropolilab
LAIVA3	matkustaja	20.1.2021		630	980	410	70	6,5	21	3,1	33 000 000	Metropolilab
LAIVA3	matkustaja	25.1.2021		520	900	130	40	6,3	16	2,6	170 000 000	Metropolilab
LAIVA4	rahti	6.11.2020		590	820	140	29	6,2	17	2,9	52 000 000	Metropolilab
LAIVA4	rahti	13.11.2020		650	990	220	38	6,2	25	9,6	5 200 000	Metropolilab
LAIVA4	rahti	20.11.2020		210	570	160	330	7,3	110	18	6 100 000	Metropolilab
LAIVA4	rahti	22.10.2020		320	640	140	72	9,3	32	5	460 000	Metropolilab
LAIVA4	rahti	30.10.2020		530	620	180	30	6,8	22	4,3	18 000 000	Metropolilab
LAIVA5	rahti	1.3.2021	680		1300	340	120	7,1	160	17	>10 000 000	Kymlab
LAIVA5	rahti	8.3.2021	560		990	310	110	7,2	150	20	3 200 000	Kymlab
LAIVA5	rahti	18.1.2021	250		1000	170	110	7,0	140	17	3 000 000*	Kymlab
LAIVA5	rahti	18.2.2021	800		1200	330	110	6,7	130	16	2 600 000	Kymlab
LAIVA5	rahti	24.2.2021	820		1100	460	110	6,9	130	20	5 700 000	Kymlab
LAIVA6	rahti	11.3.2021	380		660	120	58	6,5	17	6,5	3 900 000	Kymlab
LAIVA6	rahti	15.2.2021	290		600	97	29	6,5	17	4,8	3 400 000	Kymlab
LAIVA7	rahti	2.10.2020		203	470	200	160	7,4	10	1,9	190 000	Metropolilab
LAIVA7	rahti	2.10.2020		14	47	9,5	6,4	7,6	1,7	0,15	22 000	Metropolilab
LAIVA7	rahti	7.12.2020		430	870	310	850	7,5	25	6,6	330 000	Metropolilab
LAIVA7	rahti	11.1.2021		100	490	420	680	7,3	15	3,9	8 000	Metropolilab
LAIVA8	rahti	15.12.2020	240		440	62	430	7,0	67	48	>100 000	Kymlab
LAIVA8	rahti	20.1.2021	240		470	99	160	7,1	52	22	4 000 000	Kymlab
LAIVA8	rahti	23.2.2021	380		1300	640	160	7,1	110	24	140 000	Kymlab
LAIVA9	rahti	10.2.2021	300		460	99	42	6,8	29	5,4	800 000*	Kymlab
LAIVA9	rahti	20.4.2021	280		1200	580	140	7,8	140	20	600 000*	Kymlab
LAIVA10	rahti	17.2.2021	53		170	3,9	450	6,8	110	74	<100	Kymlab
LAIVA10	rahti	14.1.2021	5,1		270	4,9	430	6,7	140	85	<10	Kymlab
LAIVA10	rahti	23.3.2021	< 3		350	1,9	380	6,3	100	88	0	Kymlab
LAIVA11	rahti	2.3.2021	460		2300	76	21	10,6	36	6,9	4 100	Kymlab

*arvio

Rahti- ja matkustaja-alusten harmaiden vesien eri parametrien keskimääräiset pitoisuudet, minimiarvot ja maksimiarvot.

Kaikki alukset

	BOD mg/l	BOD ATU mg/l	COD mg/l	Kiintoaine mg/l	Kloridi mg/l	pH	Kok N mg/l	Kok P mg/l
min	< 3	14	47	1,9	6,4	5,8	1,7	0,15
maks	820	1300	2400	640	850	11	160	88
keskiarvo	359	352	751	203	142	7,1	53	14

Rahtialukset

	BOD mg/l	BOD ATU mg/l	COD mg/l	Kiintoaine mg/l	Kloridi mg/l	pH	Kok N mg/l	Kok P mg/l
min	< 3	14	47	1,9	6,4	5,8	1,7	0,15
maks	820	1300	2400	640	850	10,6	160	88
keskiarvo	359	470	871	224	189	7,2	68	19

Matkustaja-alukset

	BOD ATU mg/l	COD mg/l	Kiintoaine mg/l	Kloridi mg/l	pH	Kok N mg/l	Kok P mg/l
min	58	140	23	12	6,2	6,1	0,2
maks	630	980	410	70	7,3	27	10
keskiarvo	215	450	153	24	6,8	15	2,3

Matkustaja-alukset

		BOD5						
		ATU	COD	Kiintoaine	Kloridi		Kok. N	Kok. P
		kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk	pH	kg/vrk	kg/vrk
LAIVA2	7.1.2021	9,4	27,5	10,3	0,8	0,3	0,7	0,2
	11.1.2021	3,0	11,0	4,3	0,6	0,4	0,6	0,1
	13.1.2021	3,5	9,5	2,7	0,7	0,3	0,5	0,02
	18.1.2021	6,5	20,1	10,5	0,7	0,3	0,8	0,1
	20.1.2021	2,2	5,3	0,9	0,5	0,3	0,5	0,01
	25.1.2021	2,4	5,4	0,9	0,3	0,1	0,1	0,01
	11.2.2021	3,0	6,5	12,0	0,6	0,2	0,4	0,01
LAIVA2	Keskiarvo	4,3	12,2	5,9	0,6	0,3	0,5	0,1
LAIVA3	7.1.2021	11,5	23,9	3,8	0,9	0,3	1,2	0,1
	18.1.2021	31,0	59,1	6,8	3,1	0,6	1,7	1,0
	20.1.2021	29,5	45,9	19,2	3,3	0,3	1,0	0,1
	25.1.2021	8,8	15,2	2,2	0,7	0,1	0,3	0,04
	11.2.2021	2,0	6,1	2,4	0,6	0,2	0,3	0,02
LAIVA3	Keskiarvo	16,6	30,0	6,9	1,7	0,3	0,9	0,3

Rahtialukset

		BOD5						
		BOD 5	ATU	COD	Kiintoaine	Kloridi	Kok. N	Kok. P
		kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk
LAIVA1			0,5	0,9	0,2	0,1	0,03	0,00
LAIVA4			2,0	3,1	0,7	0,4	0,2	0,03
LAIVA5	1,3			2,3	0,7	0,2	0,3	0,04
LAIVA6	0,7			1,3	0,2	0,1	0,04	0,01
LAIVA7			0,4	0,9	0,5	0,8	0,03	0,01
LAIVA8	0,8			2,1	0,8	0,7	0,2	0,1
LAIVA9	0,8			3,4	2,4	0,3	0,2	0,04
LAIVA10	0,1			0,8	0,0	1,2	0,3	0,2
LAIVA11	1,3			6,6	0,2	0,1	0,1	0,02

Kartta oletetusta purkupaikasta, joka sijaitsee Suomen alumeren ulkorajan ja Hamina - Kotka sisääntuloväylän leikkauspisteessä.

