



KESKKONNAAGENTUUR

2023

Ohtlike ainete baaskoormused merre

Aastakeskmised Cd, Pb ja Hg
reostuskoormused Soome lahte, Liivi lahte ja
Läänemere avaossa perioodil 1997-2003

juuni 2023

www.keskkonnaagentuur.ee

Sisukord

Sissejuhatus	4
Reostuskoormused maismaalt	6
Andmed	6
Metoodika	10
Tulemused	14
Reostuskoormused atmosfäärist	19
Andmed	19
Metoodika	20
Tulemused	21
Reostuskoormused otselaskmetest	24
Andmed	24
Metoodika	25
Tulemused	27
Kokkuvõte	30
LISAD	31
LISA 1	31
LISA 2	35
LISA 3	37



Aruanne

Aruanne valmis Keskkonnaagentuuris 2023. aastal. Aruande koostasid Laura Ventsel ja Peep Jürmann. Maismaalt pärineva koormuse arvutasid Kristi Uudeberg ja Eero Pihelgas.

Sissejuhatus

Läänemere merekeskkonna kaitse komisjoni (HELCOM) üks sihte on oluliste ohtlike ainete inimtekkeliste koormuste järkjärguline vähendamine merekeskkonda. Sihi täitmise hindamiseks on vajalik leida tuumindikaatoriks olevate ohtlike ainete reostuskoormuste baastasemed, mis iseloomustavad Läänemerre jõudvat reostuskoormust perioodil 1997-2003. Leitud väärtusi kasutatakse aastakoormuste muutuste ja ohtlike ainete ohjamiseks rakendatavate meetmete tõhususe hindamisel HELCOMi ja Euroopa Liidu merestrateegia raamdirektiivi (MSRD) raames.

HELCOM merekeskkonna ohtlike ainete tuumindikaatoriteks on raskmetallid kaadmium (Cd), elavhõbe (Hg) ja plii (Pb) ning reostuskoormuste arvutused Läänemerre on HELCOMi hindamisüksuste põhised. Antud analüüsis leitakse reostuskoormused Soome lahte, Liivi lahte ja Läänemere avaossa Eesti territooriumil perioodil 1997-2003. Ohtlike ainete reostuskoormuste baastaseme leidmiseks kasutatav ajaperiood on valitud HELCOMi liikmesriikide poolt ühiselt.

Raskemetallide reostuskoormuste hindamine on käesolevas analüüsis jaotatud kolme peatükki:

- reostuskoormused maismaalt,
- reostuskoormused atmosfäärist ning
- reostuskoormused heitvee otselaskudest merre.

Maismaalt merre jõudvate reostuskoormuste arvutamisel kasutatakse riikliku keskkonnaseire andmeid ja EstModeli seirepõhiseid hinnanguid. Atmosfäärist pärinevad reostuskoormused leitakse Öhusaaste kauglevi seire ja hindamise Euroopa koostööprogrammi (EMEP) poolt koostatud aruande väljundite põhjal ning heitvee otselaskudest suubuvate raskemetallide reostuskoormused arvutatakse toetudes HELCOMi poolt välja töötatud metoodikale.

Antud analüüsis esitatakse maismaalt ja otselaskudest suubuvate ning atmosfäärist sadenevate raskemetallide hinnangud mitmes erinevas variandis andmete vähese esinduslikkuse tõttu sel ajaperioodil. Lõpliku raskemetallide reostuskoormuste baastasemete leidmiseks summeerib töö tellija ise kolme allika reostuskoormuste hulga.



Reostuskoormused maismaalt

Reostuskoormused maismaalt

Andmed

Maismaalt pärinevate raskmetallide reostuskoormuste arvutamisel kasutati EstModeli¹ seirepõhiseid hinnanguid. Raskmetallide reostuskoormuste hindamisel eristati reostuskoormuseid seiratult alalt ehk jõgede hüdrokeemia seirejaamade lävendites ja seiramata alalt ehk alalt, mis ei jää mõõtmisi teostanud hüdrokeemia seirejaamade valglasse. Seiramata ala reostuskoormus kaasati analüüsi eelkõige selleks, et sama näitaja erinevate aastate koormused oleks omavahel võrreldavad ning reostuskoormuse hinnang oleks antud kogu Eesti maismaalt. Eriti oluline on see Läänemere avaossa jõudva reostuskoormuse hinnangu andmisel, kuna sinna suubuvatel jõgedel ei tehta Eestis ei hüdrokeemilisi ega hüdroloogilisi pidevmõõtmisi.

Seiratud ja seiramata alalt pärit raskemetallide reostuskoormuse hindamiseks kasutati hüdrokeemia seirejaamades mõõdetud raskemetallide kontsentratsioone ja hüdromeetria seirejaamades mõõdetud päevaseid vooluhulkasid.

- **Raskemetallide kontsentratsioonide andmed:** Eestis määratakse raskemetallide kontsentratsioone vooluveekogudes jõgede hüdrokeemilise seiretöö raames. Kogutud andmestikud on leitavad Keskkonnaseire infosüsteemist² (KESE). Antud töös kasutati kokku 51 hüdrokeemia püsiseirejaamas (Lisa 1, tabel 14) ja kahes lisa seirejaamas (Jägala, Sauga) mõõdetud seirenäitajate elavhõbe (N100000719), plii (N100001753) ja kaadmium (N100001226) kontsentratsioone perioodil 1996-2004. Nendest 51st jaamast oli andmeid vastaval perioodil 27 jaamas ning reostuskoormus seirejaama põhiselt oli võimalik välja arvutada 17 jaamas (kõikidel aastatel ei olnud seiratud ala alati sama). Jaamad, kus oli võimalik välja arvutada reostuskoormus, on esitatud joonisel 1.

Sel ajaperioodil kasutati hüdrokeemiliste proovide analüüsimisel vaid filtreerimata proove. See tähendab, et enne keemilise analüüsi teostamist pinnaveet eelnevalt ei filtreeritud. Hilisemal ajaperioodil on analüüsid teostatud peamiselt filtreeritud pinnaveest.

¹ <https://estmodel.app/et/#/estimates>

² <https://kese.envir.ee/kese/welcome.action>

Peale konsulteerimist Eesti Keskkonnauuringute Keskusega jäeti analüüsist välja seirejaama Purtse jõgi: suue (SJA9900000) plii mõõtmine kuupäeval 27.01.1997, sest mõõtmistulemus 330 µg/l on ebarealistlikult kõrge.

- **Vooluhulkade andmed:** Hüdroloogilised mõõtmised toimuvad Keskkonnaagentuuri hüdromeetria seirejaamades ja jõgede päeva keskmised vooluhulgad on leitavad ilmasteenistuse kodulehelt³. Antud analüüsis kasutati 55 hüdromeetria seirejaamas (Lisa 1, tabel 15) perioodil 1997-2003 leitud päeva keskmiseid vooluhulkasid.

Andmehulgad varieeruvad tugevasti aastate lõikes (tabel 1). 2000. aasta on andmete osas suurima esinduslikkusega, sest see oli HELCOMi jaoks PLC (*Pollution Load Compilation*) võrdlusaasta. See tähendab, et raporteerimised olid sel aastal koormuste osas palju detailseimad kui teistel aastatel. 2000. aastal analüüsiti kokku 354 kaadmiumi, elavhõbeda ja plii proovi, kaheksas jões vähemalt 10 proovi metalli kohta aastas. Kõige vähem mõõtmisi teostati 2001. aastal, kus raskmetalli kontsentratsioonid on teada vaid kuuel jõel ja enamikel nendest vaid korra aastas (kolme metalli proove kokku 21). Teiste aastate proovide hulgad (kolme metallid proovid kokku) jäävad vahemikku 44-119 proovi aastas.

³ <https://www.ilmasteenistus.ee/siseveed/ajaloolised-vaatlusandmed/vooluhulgad/>



Saarjõgi: Kaansoo	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	3																9	
Sauga jõgi: Nurme	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	3																9	
Selja jõgi: suue	4	4	4	12	1	1	1	3	1	1	1	3	6	6	6	18	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	3	45
Tagajõgi: Tudulinna	2	2	2	6	1	1	1	3									2	2	2	6								15	
Valgejõgi: Loksa jalakäijate sild	1	1	1	3																								15	
Vodja jõgi: Vodja	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	3																9	
Võhandu jõgi: Himmiste															1	1	1	3										3	
Võhandu jõgi: Räpinast allavoolu, Ristipalo küla																												3	
Väike Emajõgi: Pikasilla																										12		12	12
Vääna jõgi: suue, Vääna-Jõesuu sild	1	1	1	3																								15	
Üldkokkuvõte	40	40	39	119	14	15	15	44	18	18	18	54	118	118	118	354	7	7	7	21	40	28	28	96	29	29	29	87	775

Metoodika

Raskemetallide reostuskoormuste leidmisel järgiti HELCOM PLC-Water Guidelines 2022⁴ juhiseid ja arvutati vastavalt valemile:

$$L = \sum_{1}^{n} Q_t * C_t * 10^{-6}$$

L - aastane reostuskoormuse hinnang (kg),

Q_t - päeva vooluhulk (m³),

C_t - raskemetalli päeva kontsentratsioon seirejaamas (µg/l),

n - päevade arv aastas.

Kui hüdrokeemia ja hüdromeetria seirejaamad ei asunud samas asukohas, siis reostuskoormuse hinnang leiti hüdrokeemia seirejaamas, milleks oli esmalt vaja leida hinnanguline vooluhulk ka hüdrokeemia seirejaamas. Kui mõõtmiste aastases aegreas oli auke, siis täideti need lineaarse interpoleerimisega.

Kui mõõtmine oli alla määramispiiri, siis kontsentratsiooni hinnati valemiga:

$$C = ((100\% - A) * LOQ)/100$$

C - hinnatav kontsentratsioon (µg/l),

A - alla määramispiiri mõõtmiste protsent aastas,

LOQ - määramispiir (µg/l).

Kui üle 50% mõõtmistest oli alla määramispiiri, siis kasutati kontsentratsiooni hindamiseks valemit:

$$C = LOQ/2.$$

C - hinnatav kontsentratsioon (µg/l),

LOQ - määramispiir (µg/l).

Raskemetallide reostuskoormuste hindamiseks kasutati EstModeli seirepõhiseid hinnanguid, mille põhjal on viimastel aastatel raporteeritud HELCOM PLC iga-aastase

⁴ <https://helcom.fi/wp-content/uploads/2022/04/HELCOM-PLC-Water-Guidelines-2022.pdf>



raporti Eesti seiratud ja seiramata alade reostuskoormuseid. Antud analüüsi puhul ei saanud kasutada avalikku lahendust, vaid tuli teha erilahendus, sest analüüsi sooviti kaasata lisa seirejaamu, raskemetallide filtreerimata seirenäitajaid ja kontsentratsioonide sisendina ka statistilisi (keskmise, mediaan) väärtusi.

Andmete esinduslikkuse suure varieeruvuse tõttu valmisid raskemetallide reostuskoormuste hinnangud kuuel erineval meetodil:

1. **Seireandmete põhised (M1)** - reostuskoormused põhinevad seire raames mõõdetud raskemetallide kontsentratsioonidel ja vooluhulkadel perioodil 1997-2003;
2. **2000. aasta seirepõhised (M2)** - reostuskoormused põhinevad 2000. aasta seire raames mõõdetud raskemetallide kontsentratsioonidel ja vooluhulkadel aastal 2000;
3. **2000. aasta keskmine (M3)** - reostuskoormused põhinevad 2000. aasta seire raames mõõdetud raskemetallide keskmistel kontsentratsioonidel ja perioodil 1997-2003 mõõdetud vooluhulkadel;
4. **2000. aasta mediaan (M4)** - reostuskoormused põhinevad 2000. aasta seire raames mõõdetud raskemetallide mediaan kontsentratsioonidel ja perioodil 1997-2003 mõõdetud vooluhulkadel;
5. **1997-2003 keskmine (M5)** - reostuskoormused põhinevad perioodil 1997-2003 seire raames mõõdetud raskemetallide keskmistel kontsentratsioonidel ja perioodil 1997-2003 mõõdetud vooluhulkadel;
6. **1997-2003 mediaan (M6)** - reostuskoormused põhinevad perioodil 1997-2003 seire raames mõõdetud raskemetallide mediaankontsentratsioonidel ja perioodil 1997-2003 mõõdetud vooluhulkadel.

Variandid 2-4 koostati eelkõige 2000. aasta andmete suurima esinduslikkuse tõttu (tabel 1). 2000. aasta oli HELCOMi jaoks PLC perioodilise hindamise aasta ehk siis seirati ja raporteeriti koormusi kõige detailsemalt.

Statistilised väärtused leiti kogu perioodi kohta seirejaamade põhiselt ja leitud väärtus iseloomustab selle seirejaama kõiki päevi vastaval perioodil. Kõik erinevate meetoditega saadud hinnangud esitatakse Keskkonnaministeeriumile ning Keskkonnaministeerium teeb ise lõpliku valiku, milline variant hakkab esindama raskemetallide baaskoormust jõgedest.

EstModeli seirepõhiste hinnangute reostuskoormuseid hinnati HELCOMi hindamisüksuste põhiselt ehk leiti reostuskoormused Soome lahte, Liivi lahte ja Läänemere avaossa (joonis 1).

Seiratud alalt reostuskoormuste hindamiseks leiti HELCOMi alambasseini põhiselt kõik hüdrokeemia seirejaamad, kus vastaval aastal vastavat näitajat oli mõõdetud. Kui üks seirejaam asus teise seirejaama valglas, siis seiratud ala reostuskoormuse hinnangus kasutati merepoolsema seirejaama koormushinnangut. Näiteks Keila jõel paiknevad seirejaamad Keila-Joa, mis on suudmepoolsem seirejaam, ja Keila linna seirejaam. Kui mõõtmisi oli teostatud mõlemas seirejaamas, siis seiratud ala reostuskoormuse hinnangus arvestati ainult Keila-Joa seirejaama lävendisse leitud koormushinnangut. Kui Keila-Joal ei ole mõõtmisi, siis arvestati seiratud ala reostuskoormusesse Keila linna lävendi hinnangut.

Seiramata alalt reostuskoormuste hindamiseks kasutati hüdrokeemia seirejaamade (v.a Narva jõe hüdrokeemia seirejaamad) koormusmooduleid, milleks on reostuskoormus seirejaamas jagatud seirejaama valgla pindalaga. HELCOMi hindamisüksuste maismaalade seiramata ala reostuskoormust hinnati aasta, näitaja ja alamvesikondade põhiselt. Seega esiteks leiti alamvesikonna hüdrokeemia seirejaamad, kus oli reostuskoormus hinnatud, ja nende koormusmoodulid. Teiseks leiti alamvesikonna koormusmoodul, mis arvutati alamvesikonna suudmepoolsete seirejaamade järgi. Kui alamvesikonnas ei olnud ühtegi hüdrokeemia seirejaama, siis otsiti neid vesikonnast ning kui ka vesikonnas ei olnud ühtegi, siis kasutati kogu Eesti seirejaamu.

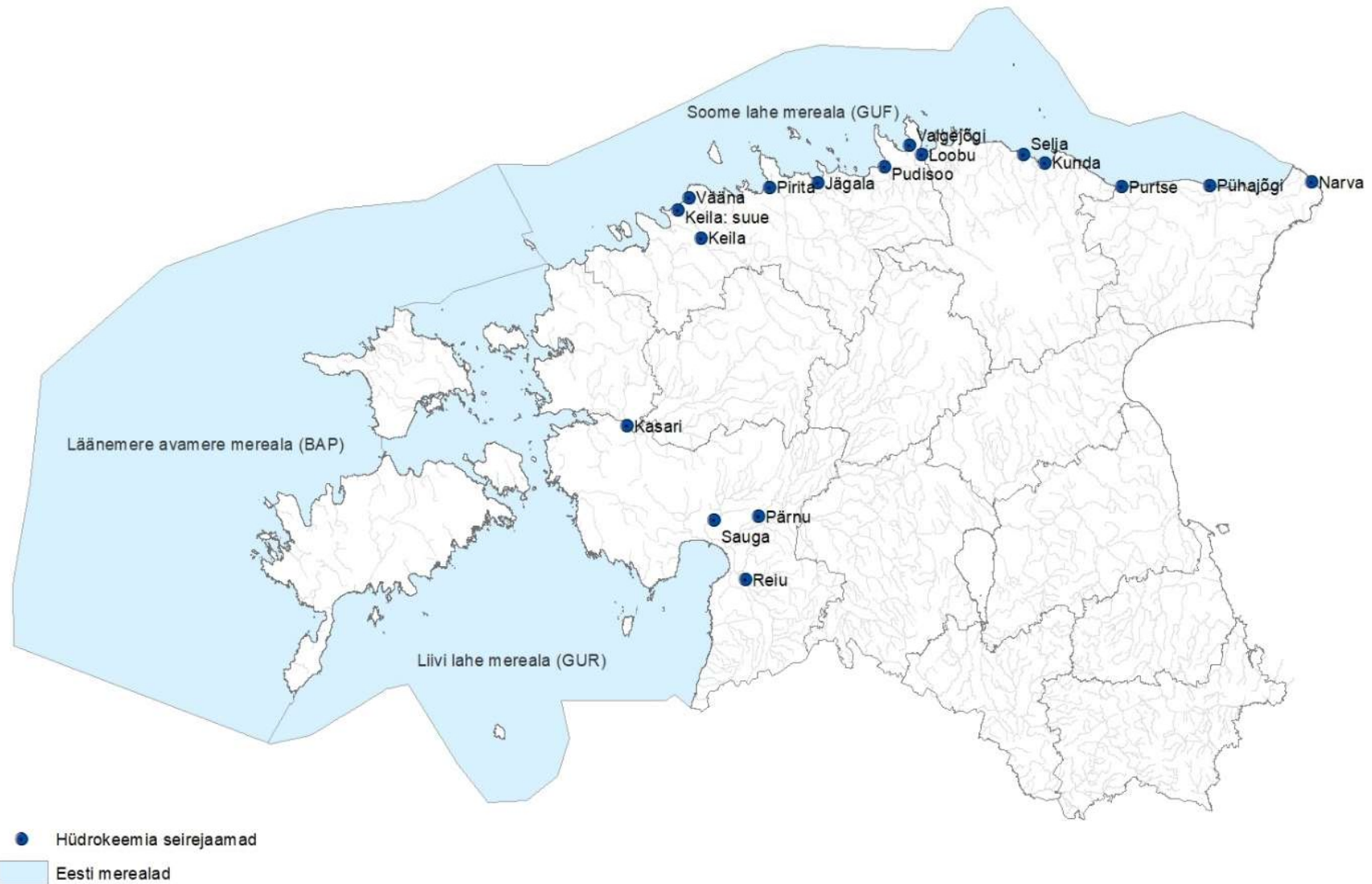
Seiramata alalt hinnati reostuskoormusi valemiga:

$$L=M*S$$

L - aastane reostuskoormuse hinnang (kg),

M - koormusmoodul (kg/km²),

S - seiramata ala pindala (km²).



Joonis 1. HELCOM Eesti mereala hindamisüksused ja hüdrokeemia seirejaamad, kus arvutati välja seiratud ala raskmetallide reostuskoormus perioodil 1997-2003 (mõõtmised varieerusid aastate lõikes).

Tulemused

Järgnevalt on esitatud tulemused kaadmiumi, elavhõbeda ja plii kogukoormustest (seiratud ja seiramata ala koos) Läänemere avaossa, Soome lahte ja Liivi lahte aastatel 1997-2003 kuue erineva arvutusmeetodi põhjal (tabelid 2-4). Lisas 2 on lahti kirjutatud analüüsiga kaasnevate ülevaatlike andmetabelite kirjeldused. Ülevaatlikes andmetabelites on lisaks kogukoormusele võimalik vaadata ka seiratud ja seiramata ala koormushinnanguid ning seiratud ja seiramata alade pindalasisid näitajate ja meetodite põhiselt.

Tabel 2. Kuue erineva meetodiga (M1-M6) leitud kaadmiumi (Cd) kogukoormus Läänemere avaossa (BAP), Soome lahte (GUF) ja Liivi lahte (GUR) aastatel 1997-2003. Ühik: kg/a.

Näitaja	Piirkond	Aasta	M1: kõik seireandmed	M2: 2000. a seire andmed ja vooluhulgad	M3: 2000. a keskmised ja 1997-2003. a vooluhulgad	M4: 2000.a mediaanid ja 1997-2003. a vooluhulgad	M5: 1997-2003. a keskmised ja 1997-2003. a vooluhulgad	M6: 1997-2003. a mediaanid ja 1997-2003. a vooluhulgad
Cd	BAP	1997	17	-	6	6	18	8
		1998	122	-	7	7	22	9
		1999	55	-	6	6	19	8
		2000	7	7	6	6	18	7
		2001	10	-	7	7	21	9
		2002	58	-	5	5	16	7
		2003	15	-	4	4	13	5
		Keskmine	41	7	6	6	18	8
	GUF	1997	1011	-	261	120	446	242
		1998	894	-	377	171	621	343
		1999	466	-	331	147	526	300
		2000	235	235	246	116	433	230
		2001	126	-	288	137	519	270
		2002	837	-	241	110	391	222
		2003	665	-	278	127	495	255
		Keskmine	605	235	289	133	490	266
	GUR	1997	201	-	62	60	161	80
		1998	1281	-	73	70	202	96
		1999	684	-	66	64	175	86
		2000	68	68	57	55	153	75
		2001	106	-	70	68	183	91



		2002	244	-	57	56	147	74
		2003	79	-	42	40	113	55
		Keskmine	381	68	61	59	162	80
	BAP+GUF+GUR	Keskliste summa	1026	310	356	197	670	353

Tabel 3. Kuue erineva meetodiga (M1-M6) leitud elavhõbeda (Hg) kogukoormus Läänemere avaosas (BAP), Soome lahte (GUF) ja Liivi lahte (GUR) aastatel 1997-2003. Ühik: kg/a.

Näitaja	Piirkond	Aasta	M1: kõik seireandmed	M2: 2000. a seire andmed ja vooluhulgad	M3: 2000. a keskmised ja 1997-2003. a vooluhulgad	M4: 2000. a mediaanid ja 1997-2003. a vooluhulgad	M5: 1997-2003. a keskmised ja 1997-2003. a vooluhulgad	M6: 1997-2003. a mediaanid ja 1997-2003. a vooluhulgad
Hg	BAP	1997	16	-	20	20	19	20
		1998	26	-	26	26	23	25
		1999	12	-	22	22	20	21
		2000	19	19	20	20	18	19
		2001	33	-	24	24	22	23
		2002	19	-	19	19	17	18
		2003	15	-	15	15	13	14
		Keskmine	20	19	21	21	19	20
	GUF	1997	555	-	364	323	598	329
		1998	1935	-	519	460	851	468
		1999	1734	-	450	397	728	403
		2000	360	360	355	318	576	324
		2001	435	-	418	375	684	382
		2002	522	-	335	297	540	302
		2003	1936	-	382	339	665	347
		Keskmine	1068	360	403	359	663	365
	GUR	1997	194	-	221	221	204	209
		1998	273	-	269	269	246	253
		1999	125	-	239	239	220	226
		2000	202	202	208	208	191	196
		2001	350	-	252	252	232	238
		2002	212	-	204	204	188	193
		2003	153	-	153	153	140	144
		Keskmine	216	202	221	221	203	209

	BAP+GUF+GUR	Keskliste summa	1304	581	645	600	885	593
--	--------------------	------------------------	-------------	------------	------------	------------	------------	------------

Tabel 4. Kuue erineva meetodiga (M1-M6) leitud plii (Pb) kogukoormus Läänemere avaossa (BAP), Soome lahte (GUF) ja Liivi lahte (GUR) aastatel 1997-2003. Ühik: kg/a.

Näitaja	Piirkond	Aasta	M1: kõik seireandmed	M2: 2000. a seire andmed ja vooluhulgad	M3: 2000. a keskmised ja 1997-2003. a vooluhulgad	M4: 2000.a mediaanid ja 1997-2003. a vooluhulgad	M5: 1997-2003. a keskmised ja 1997-2003. a vooluhulgad	M6: 1997-2003. a mediaanid ja 1997-2003. a vooluhulgad
Pb	BAP	1997	219	-	43	41	178	66
		1998	699	-	55	51	226	84
		1999	1031	-	47	45	197	73
		2000	175	175	43	41	179	66
		2001	217	-	52	49	215	79
		2002	62	-	40	38	166	61
		2003	183	-	32	30	134	49
		Keskmine	369	175	45	42	185	68
	GUF	1997	7718	-	896	646	3495	1691
		1998	8574	-	1288	920	4868	2341
		1999	11603	-	1113	794	4100	1989
		2000	2439	2439	876	636	3495	1676
		2001	2403	-	1030	750	4186	2001
		2002	3348	-	830	594	3132	1525
		2003	5120	-	938	678	3920	1897
		Keskmine	5886	2439	996	717	3885	1874
	GUR	1997	2269	-	447	443	1735	656
		1998	7374	-	544	538	2108	815
		1999	10054	-	482	478	1876	711
		2000	1096	1096	420	415	1631	620
		2001	2288	-	509	503	1977	744
		2002	373	-	412	408	1599	600
		2003	2262	-	309	306	1205	460
		Keskmine	3674	1096	446	441	1733	658
	BAP+GUF+GUR	Keskliste summa	9929	3709	1486	1200	5803	2600

Erinevate meetoditega saadud raskemetallide reostuskoormuste hinnangud on visualiseeritud **Baaskoormuste veebilehel**⁵. Veebilehel on tulemused toodud HELCOMi alambasseinide (seiratud ja seiramata alad koos) ja näitaja põhiselt. Vastavalt piirkonna valikule kuvatakse ka selle piirkonna hüdrokeemia seirejaamade raskemetallide reostuskoormuste hinnangud.

Kuigi reostuskoormuste hinnangud on leitud kõikide näitajate ja aastate jaoks ühesuguse arvutusmetoodikatega, siis tulenevalt sisendandmete väärtustest, kasutatud analüüsimeetodi määramispiirist ja mõõtmiste hulgast varieeruvad ainult mõõtmistel põhinevad tulemused tugevasti. Kuna tihti esines olukordi, kus näitaja mõõtmisi seirejaamas ühes aastas oli alla nelja, siis on raske hinnata, kui hästi kirjeldavad leitud reostuskoormuste hinnangud tegelikku olukorda. Lisaks tasub silmas pidada, et kõikidest raskemetallide kontsentratsioonide mõõtmistest perioodil 1997-2003 oli 50% kaadmiumi, 62% plii ja 76% elavhõbe mõõtmistest alla määramispiiri. Alla määramispiiri jäänud väärtused asendati poole määramispiiriga, mistõttu sõltuvad reostuskoormuste hinnangud väga tugevalt kasutatud analüüsimeetodist ehk labori võimekusest ja võivad pigem kirjeldada laborimeetodi määramispiiri kui tegelikku olukorda vooluveekogus.

Kuue erineva meetodi põhjal leitud kaadmiumi reostuskoormused jäid kõikide Eesti mereosade summana vahemikku 197-1026 kg/a. Suurim reostuskoormus saadi meetodiga 1, kus kasutati kõiki olemasolevaid seireandmeid ning väikseim meetodiga 4, mille puhul kasutati 2000.a mõõtmistulemuste mediaanväärtusi ja 1997-2003. a vooluhulkasi. Elavhõbeda puhul jäid reostuskoormused vahemikku 581-1304 kg/a. Suurim reostuskoormus saadi samuti meetodiga 1 ja väikseim meetodiga 2. Meetod 2 arvestas vaid 2000. a seire andmed ja vooluhulkasid. Plii reostuskoormused kogu Eesti maismaalt jäid vahemikku 1200-9929 kg/a. Suurim reostuskoormus tuli sarnaselt teiste raskemetallide arvutustega meetodiga 1 ning väikseim sarnaselt kaadmiumi arvutustega meetodiga 4.

Lisaks on oluline pöörata rõhku mitmel juhul väga suurele erinevusele mediaanväärtuse ja aritmeetilise keskmiste põhjal arvutatud reostuskoormustele samal ajaperioodil. Erinevused mediaanväärtuste või aritmeetiliste keskmistega arvutatud tulemuste vahel näitavad mõõtmistulemuste suurt varieeruvust.

⁵ <https://public.tableau.com/app/profile/estmodel/viz/Baaskoormus/Baaskoormus>



Reostuskoormused atmosfäärist

Reostuskoormused atmosfäärist

Andmed

Atmosfäärist pärinevate raskmetallide reostuskoormused Eesti mereala osadele arvutati EMEPi poolt HELCOMile koostatud aruande „*Atmospheric Supply of Nitrogen, Cadmium, Lead, Mercury, and PCDD/Fs to the Baltic Sea in 2017*”⁶ põhjal. Vastav aruanne valiti, sest see on uusim avalik raport, kus on esitatud kõigi kolme raskmetalli modelleeritud tulemused ühes aruandes. Kaadmiumi, elavhõbeda ja plii depositsioon on esitatud perioodil 1990-2017 kõikide aastate ja Läänemere osade lõikes. Tulemused on saadud MSCE-HM⁷ mudeli viimase versiooni abil, mis kasutab looduslikke ja inimtekkelisi raskmetallide emissioone ning modelleerib sadestumise arvestades nii raskmetallide kuiv- kui ka märgdepositsiooni.

Eesti andmetest on mudelis kasutatud EMEPile raporteeritud Lahemaa ja Vilsandi jaamade andmeid, mis on mõõdetud riikliku keskkonnaseire sademete keemia ja välisõhu kvaliteedi seiretööde raames.

Tabel 5. EMEPi poolt HELCOMile koostatud aruandes esitatud kaadmiumi (Cd), elavhõbeda (Hg) ja plii (Pb) depositsioon Läänemere avaosas (BAP), Soome lahte (GUF) ja Liivi lahte (GUR) tervikuna aastatel 1997-2003⁸. Ühik t/a.

Näitaja	Cd			Hg			Pb		
	BAP	GUF	GUR	BAP	GUF	GUR	BAP	GUF	GUR
1997	4,598	0,563	0,337	1,852	0,254	0,166	174,2	23,37	16,91
1998	4,769	0,688	0,397	2,154	0,293	0,176	177,6	27,04	18,17
1999	4,891	0,755	0,475	1,991	0,265	0,159	173,7	27,81	18,98
2000	4,994	0,662	0,488	1,983	0,294	0,175	172,8	25,65	19,65
2001	4,125	0,630	0,345	1,968	0,285	0,169	134,5	24,19	14,83
2002	4,269	0,535	0,339	1,816	0,216	0,14	142,1	19,28	14,28
2003	4,074	0,647	0,347	1,88	0,283	0,161	134,5	22,69	14,37
Keskmine	4,531	0,640	0,390	1,949	0,270	0,164	158,5	24,29	16,74

⁶ <https://emep.int/publ/helcom/2019/index.html>

⁷ http://www.msceast.org/reports/6_2005.pdf

⁸ https://emep.int/publ/helcom/2019/D_BSEFS_HM_dep_v3.pdf

Metoodika

Kaadmiumi, elavhõbeda ja plii õhust sadenevad koormused HELCOMi Läänemere hindamisüksustes tervikuna aastatel 1997-2003 saadi eelnevalt viidatud aruandes modelleerimise teel. Käesolevas analüüsis leiti Eesti merealale langev raskmetallide koormus korrutades Läänemere osade reostuskoormused (tabel 5) läbi protsentidega, mis kuuluvad igast Läänemere osast Eesti territooriumile (tabel 6).

Tabel 6. Läänemere avaosa (BAP), Soome lahe (GUF) ja Liivi lahe (GUR) tervikpindalad, nendest Eesti territooriumile kuuluv pindala ja Eestile kuuluva mereala protsent tervikpindalast.

Nimi	Tervikpindala, km ²	Eestile kuuluv pindala, km ²	Eesti mereala protsent tervikpindalast
BAP	209258,3	17342,8	8,3%
GUF	29997,9	8478,9	28,3%
GUR	18646,0	10800,4	57,9%
Kokku	257902,1	36622,1	14,2%

Tulemused

Atmosfäärist pärinevad raskmetallide reostuskoormused Eestile kuuluvale Läänemere avaosale, Soome lahele ja Liivi lahele on välja toodud tabelis 7. Atmosfäärset reostuskoormust mõjutab asjaolu, et sellesse panustavad ka teised riigid, kus tekkinud emissioonid kanduvad ja sadenevad ka Eesti mereosadele.

Tabel 7. Kaadmiumi (Cd), elavhõbeda (Hg) ja plii (Pb) atmosfäärist pärinev reostuskoormus Eestile kuuluvatele Läänemere osadele (BAPEE – Eestile kuuluv Läänemere avaosa; GUFEE - Eestile kuuluv Soome lahe osa; GUREE – Eestile kuuluv Liivi lahe osa) aastatel 1997-2003. Ühik kg/a.

Näitaja	Cd			Hg			Pb		
	BAPEE	GUFEE	GUREE	BAPEE	GUFEE	GUREE	BAPEE	GUFEE	GUREE
1997	381	159	195	153	72	96	14440	6610	9790
1998	395	194	230	179	83	102	14720	7640	10520
1999	405	213	275	165	75	92	14400	7860	10990
2000	414	187	283	164	83	101	14320	7250	11380
2001	342	178	200	163	81	98	11150	6840	8590
2002	354	151	196	151	61	81	11780	5450	8270
2003	338	183	201	156	80	93	11150	6410	8320
Keskmine	376	181	226	162	76	95	13130	6870	9700
Mereosade keskmiste summa (BAPEE+GUFEE+GUREE)	783			333			29700		

Kaadmiumi sadestumine atmosfäärist jäi maismaalt pärineva reostuskoormusega võrreldes samasse vahemikku. Atmosfäärist sadenev reostuskoormus kolme mereala peale kokku oli kaadmiumi puhul keskmiselt 783 kg/a ning maismaalt pärinev reostuskoormus vahemikus 197-1026 kg/a. Hg puhul oli atmosfäärist sadenev reostuskoormus 333 kg/a, mis on vähem kui maismaalt pärinev reostuskoormus (581-1304 kg/a). Suurim erinevus oli plii reostuskoormusega, kus hinnanguliselt langes atmosfäärist Eesti merealadele mitmeid kordi rohkem pliid kui jõudis maismaalt vooluveekogudega merre (reostuskoormused vastavalt 29700 kg/a ja 1200-9929 kg/a).

Kui suure osa põhjustas Eesti ise aastatel 1997-2003 oma merealade atmosfäärsest depositsioonist ei ole teada, sest sellised mudeliandmed puuduvad. Küll aga on eelnevalt viidatud EMEPi aruandes modelleeritud kõikide Euroopa riikide panus kolme raskmetalli atmosfäärse depositsiooni kohta Läänemere osade lõikes 2017. aastal.

Lisaks on EMEPi modelleerimisandmed riikide raskmetallide atmosfäärsete reostuskoormuste panustest olemas veel mitme teise varasema aasta kohta (Cd - 2004, 2015, 2016, 2018 ja 2020; Hg - 2004, 2015, 2016 ja 2018; Pb- 2004, 2015)⁹.

Uuematest modelleerimistulemustest kajastub, et Eesti panus Läänemere avaosa ja Liivi lahe atmosfäärsele sadenemiskoormusele tervikuna on väga väike. Soome lahe atmosfäärses sadenemiskoormuses on Eesti panus suurem. Eesti reostuspanus Läänemere osade atmosfäärsele depositsioonile erines 2004. aasta modelleerimise põhjal uuema aja modelleerimistulemustest väiksema panuse tõttu Soome lahte ja suurema panuse tõttu Liivi lahte. Täpsemad joonised Eesti panusest Läänemere merealade raskmetallide atmosfäärsele depositsioonile on välja toodud Lisas 3.

⁹ https://www.emep.int/mscw/mscw_publications.html#1997



Reostuskoormused otselaskmetest

Reostuskoormused otselaskmetest

Andmed

Otselaskmeks loetakse heitvee juhtimist otse merre (nt süvamereelask). 1997-2003 perioodi kohta soovitud andmed riiklikes andmebaasides puuduvad. Otselaskmetest pärinevate raskmetallide andmete leidmiseks huvipakkuval perioodil kontrolliti üle andmebaasid KESE ja KOTKAS¹⁰ ning ajaloolised andmebaasid HEIAN ja Keskkonnaregister, kuid vajalikke raskmetallide heiteandmed neis ei leidunud. Lisaks uuriti, kas ettevõtete omaseire andmeid võib leida Eesti Keskkonnauuringute Keskuse andmebaasides, kuid ka neil andmed puudusid. Samuti ei ole säilinud Keskkonnaametil saastetasude andmeid selle ajaperioodi kohta. Kõige varasemad andmed saastetasudest on olemas aastast 2014 ning andmebaasist HEIAN oli võimalik pärida vajalikke andmeid aastast 2007.

Järgnevas võeti ühendust 2021. aastal HELCOM PLCle raporteeritud otse merre suubuvate punktallikate kontaktidega, mis hõlmavad tööstuse ja munitsipaalheitvee otselaskmeid ning vesiviljelust. Sademevee ja kaevandustest tekkinud heitvee koormust HELCOM PLCle ei raporteerita. 31-st HELCOM PLCle raporteeritavatest kontaktidest andis ainukesena positiivse vastuse AS Tallinna Vesi, kelle otselask suubub Soome lahte. Neil olid olemas Tallinna reoveepuhasti kõigi kolme raskmetalli kontsentratsioon korra nädalas ja heitvee hulk kuus perioodil 2002-2003.

AS Tallinna Vesi poolt esitatud andmetest selgus, et kõik Hg ja Pb proovid olid sel perioodil alla määramispiiri (määramispiirid esitatud tabelis 8). Vaid 2003. aastal oli 7 Cd proovi üle määramispiiri.

Tabel 8. Kaadmiumi (Cd), elavhõbeda (Hg) ja plii (Pb) määramispiirid AS Tallinna Vesi heitveeproovide analüüsimisel aastatel 2002-2003.

	Cd	Pb	Hg
Määramispiir	0,02 mg/l	2002 0,1 mg/l	0,0005 mg/l
	alates okt 2002 0,01 mg/l	2003 0,2 mg/l	alates okt 2002 0,002 mg/l

¹⁰ <https://kotkas.envir.ee/>

Metoodika

Otselaskmetega suubuvate raskmetallide reostuskoormuste arvutamisel Läänemerre kasutati teiste andmete puudumise tõttu vaid AS Tallinna Vesi andmed aastatel 2002-2003 ning HELCOM PLC-Water Guidelines 2022¹¹ metoodikat. Vastavas juhendis väljatoodud valem lihtsustati vastavalt olemasolevatele andmetele ning selle analüüsi raames kasutati punktallika reostuskoormuse arvutusel valemit:

$$L = 10^{-6} * \sum_{i=1}^n Q_i * C_i$$

L - aastane reostuskoormus (t/a),

Q_i - kuu vooluhulk (m³),

C_i - kuu keskmine kontsentratsioon (mg/l),

n - 12 (kuude arv aastas).

Lisaks on HELCOM PLC-Water Guidelines 2022 metoodikas välja toodud valem, kus alla määramispiiri jäänud kontsentratsioonid tuleb heitvee puhul asendada järgneva:

$$C = ((100\% - A) * LOQ) / 100$$

C - hinnatav kontsentratsioon (mg/l),

A - alla määramispiiri jäänud proovide protsent aastas,

LOQ – määramispiir (mg/l).

Märkusena on aga lisatud, et kui üle poole proovidest ühel aastal on alla määramispiiri, siis tuleb kasutada proovide kontsentratsioonide väärtuseks pool määramispiiri (määramispiiride väärtused tabelis 8).

Enne 2022. aastat võimaldasid HELCOM PLC-Water juhendid (nt HELCOM PLC-Water Guidelines 2019¹²) reostuskoormuse lugeda nulliks kui kõik mõõtmised olid alla määramispiiri. Kui mõned mõõtmised olid üle määramispiiri, siis võis kasutada alla määramispiiri jäänud mõõtmiste asendamiseks valemit $C = ((100\% - A) * LOQ) / 100$. Varasemates juhendites puudus märge, mille kohaselt peaks kontsentratsiooni asendada poole määramispiiriga kui alla määramispiiri jäänud mõõtmisi oli rohkem kui 50%.

¹¹ <https://helcom.fi/wp-content/uploads/2022/04/HELCOM-PLC-Water-Guidelines-2022.pdf>

¹² <https://helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/PLC-Water-Guidelines-2019.pdf>

Selleks, et võrrelda, kuivõrd erinevad on tulemused 2022. aasta ja 2019. aasta HELCOM PLC-Water juhiste põhjal saadud tulemused, tehti arvutused läbi ka vanemale juhendile tuginedes. Lisaks kolmanda variandina asendati alla määramispiiri jäänud väärtused ka nulliga.

Tulemused

AS Tallinna Vesi raskemetallide reostuskoormuste hinnangud on esitatud tabelis 9. Esmalt asendati alla määramispiiri jäänud väärtused poole määramispiiri väärtusega, sest 2022. aasta HELCOM PLC-Water metoodika nõuab seda juhul, kui üle poole möötmiste aastas on alla määramispiiri. Lisaks kasutatakse poole määramispiiri nõuet Euroopa Liidu direktiivis 2009/90¹³ artiklis 5, mille kohaselt võetakse määramispiirist allpool olevate füüsikalise-keemiliste või keemiliste mõõdetavate suuruste keskvaartuste arvutamise aluseks möötmistulemus, mis on asjaomase määramispiiri väärtusest poole väiksem. Sama nõude on üle võtnud ka Keskkonnaministerium määrusega 23 (§8)¹⁴.

Tabel 9. Kaadmiumi (Cd), elavhõbeda (Hg) ja plii (Pb) reostuskoormus Tallinna reoveepuhastis aastatel 2002 ja 2003, kui alla määramispiiri jäänud väärtused asendati poole määramispiiriga. Ühik kg/a.

Reostuskoormus Tallinna reoveepuhastist	Cd	Hg	Pb
2002	400	22	2298
2003	350	45	4503
Keskmine	375	34	3401

Väärtuste asendamisel poole määramispiiriga sõltuvad tulemused tugevalt määramispiirist endast. Näiteks tõuseb plii reostuskoormus 2003. aastal poole võrra vaid katselabori analüüsimetoodika muutuse tõttu (2002 <0,1 mg/l ; 2003 <0,2 mg/l).

2019. aasta PLC-Water Guidelines juhendi järgi arvatud tulemused on esitatud tabelis 10. Sel juhul olid nii 2002. kui 2003. aasta elavhõbeda ja plii reostuskoormused nullid, kuna kõik proovid olid mõlemal aastal alla määramispiiri. Kaadmiumi puhul oli 2002. aastal reostuskoormus samuti null ja 2003. aastal asendati alla määramispiiri jäänud kontsentratsioon väärtusega $C = ((100\% - A) * LOQ) / 100 = 0,00135$ mg/l.

¹³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0090>

¹⁴ <https://www.riigiteataja.ee/akt/102072021006?leiaKehtiv>

Tabel 10. Kaadmiumi (Cd), elavhõbeda (Hg) ja plii (Pb) reostuskoormus Tallinna reoveepuhastis aastatel 2002 ja 2003, kui on kasutatud 2019. aasta PLC-Water Guidelines juhendit. Ühik kg/a.

Reostuskoormus Tallinna Reoveepuhastist	Cd	Hg	Pb
2002	0	0	0
2003	205	0	0
Keskmine	102,5	0	0

Arvutusmeetodi muutuse tõttu on tabelis 10 esitatud tulemused oluliselt väiksemad kui tulemused tabelis 9. Seetõttu on ka varasemate aastate HELCOM PLC raportites¹⁵ Eesti keskmised reostuskoormused palju väiksemad kui ainult AS Tallinna Vesi 2002-2003 aasta andmete ja 2022. aasta PLC-Water juhiste põhjal arvutatud reostuskoormused.

Metoodikatest tulenevate tulemuste võrdluseks on lisaks välja toodud tulemused, kui kõik alla määramispiiri jäänud väärtused asendati nulliga (tabel 11).

Tabel 11. Kaadmiumi (Cd), elavhõbeda (Hg) ja plii (Pb) reostuskoormus Tallinna reoveepuhastis aastatel 2002 ja 2003, kui alla määramispiiri jäänud väärtused asendati nulliga. Ühik kg/a.

Reostuskoormus Tallinna reoveepuhastist	Cd	Hg	Pb
2002	0	0	0
2003	151	0	0
Keskmine	76	0	0

Varasemaid kui 2022. aasta HELCOM PLC-Water juhendeid või metoodikat, kus kontsentratsioonide väärtused asendatakse nulliga, juhul kui kõik mõõtmised on alla määramispiiri, toetab ka Keskkonnaameti praktika, mille kohaselt ei pea veeloa omaja keskkonnatasu deklareerima, kui kõikide saasteaine proovide sisaldus suublasse juhitas vees on alla määramispiiri.

Võrdlemaks 2002-2003 aasta määramispiire, on välja toodud AS Tallinna Vesi 2023. aasta määramispiirid tabelis 12. Kümne aastaga on määramispiirid muutunud mõnel

¹⁵ <https://helcom.fi/wp-content/uploads/2021/09/Inputs-of-hazardous-substances-to-the-Baltic-Sea.pdf>



juhul kuni tuhat korda (nt Cd määramispiir oli 2002 aasta alguses 0,02mg/l ja 2023. aastal 0,02 µg/l).

Tabel 12. Kaadmiumi (Cd), elavhõbeda (Hg) ja plii (Pb) määramispiirid AS Tallinna Vesi heitveeproovide analüüsimisel aastal 2023.

	Cd	Hg	Pb
Määramispiir 2023	0,02 µg/l	0,1 µg/l	0,05 µg/l

Kokkuvõte

Antud analüüsi eesmärgiks oli koondada perioodil 1997-2003 mõõdetud kaadmiumi, elavhõbeda ja plii mõõtmistulemused ning leida nende põhjal reostuskoormuste hinnangud Soome lahte, Liivi lahte ja Läänemere avaossa Eesti territooriumil. Raskmetallide reostuskoormusi hinnati kolmest allikast: maismaalt, atmosfäärist ja heitvee otselaskmetest.

Andmete vähesuse ja aastate lõikes suure varieeruvuse tõttu arvutati maismaalt ja otselaskmetest pärinevad reostuskoormused mitme erineva meetodikaga. Lisaks sõltusid tulemused sel perioodil kasutusel olevast laborivõimekusest, mis oli üldjoontes oluliselt madalam kui praegu. Nende asjaolude tõttu on raske hinnata raskmetallide tegelikku Eesti reostuskoormust Läänemerre perioodil 1997-2003.

Valiku kasutatud meetodikatest ja tulemustest, mida kasutada edaspidiste hinnangute aluseks, teeb töö tellija. Üldine kokkuvõtlik tabel kolme allika ja kolme mereosa keskmiste summast on esitatud tabelis 13.

Tabel 13. Kaadmiumi (Cd), elavhõbeda (Hg) ja plii (Pb) hinnangulise reostuskoormuse summa maismaalt, atmosfäärist ja otselaskmetest perioodil 1997-2003 (Läänemere avaosa, Soome lahe ja Liivi lahe reostuskoormused kokku). Ühik: kg/a.

Hinnanguline reostuskoormus	Cd	Hg	Pb
Maismaalt	197-1026	581-1304	1200-9929
Atmosfäärist	783	333	29700
Otselaskmetest	76-375	0-34	0-3401
Kokku	1056-2184	914-1671	30900-43030

LISAD

LISA 1

Analüüsis kasutatud hüdrokeemia ja hüdromeetria seirejaamad on esitatud tabelites 14 ja 15.

Tabel 14. Analüüsis kasutatud hüdrokeemia seirejaamad ja nende HELCOMi alambasseini kuuluvus.

Seirejaama KKR kood	Seirejaama nimi	HELCOMi alambassein
SJA0664000	Ahja jõgi: Kiidjärve	Soome lahe vesikond
SJA7675000	Ahja jõgi: Lääniste sild	Soome lahe vesikond
SJA8127000	Alajõgi: Griini (Alajõe)	Soome lahe vesikond
SJA8211000	Avijõgi: Mulgi	Soome lahe vesikond
SJA8007000	Emajõgi: Kavastu	Soome lahe vesikond
SJA2302000	Emajõgi: Rannu-Jõesuu	Soome lahe vesikond
SJA7982000	Emajõgi: Tartu (Kvissental)	Soome lahe vesikond
SJA6180000	Jägala jõgi: Jägala juga	Soome lahe vesikond
SJA2203000	Jägala jõgi: Linnamäe (suue)	Soome lahe vesikond
SJA8358000	Jänijõgi: Jäneda	Soome lahe vesikond
SJA4483000	Kasari jõgi: Kasari sild	Liivi (Riia) lahe vesikond
SJA6896000	Keila jõgi: Keila linn	Soome lahe vesikond
SJA5960000	Keila jõgi: suue, Keila-Joa	Soome lahe vesikond
SJA5768000	Kullavere jõgi: hüdrokeemia - Tartu-Mustvee mnt sild	Soome lahe vesikond
SJA8841000	Kunda jõgi: suue	Soome lahe vesikond
SJA2115000	Linnusaare oja: Linnusaare	Soome lahe vesikond
SJA5258000	Loobu jõgi: Jõekäär (Vihasoo)	Soome lahe vesikond
SJA7631000	Mustjõgi: Tsigumäe	Liivi (Riia) lahe vesikond
SJA9741000	Narva jõgi: Narvast allavoolu	Soome lahe vesikond
SJA4328000	Narva jõgi: Vasknarva	Soome lahe vesikond
SJA2802000	Oostriku jõgi: Oostriku	Soome lahe vesikond
SJA0301000	Pedja jõgi: Jõgeva sordiaretusjaam	Soome lahe vesikond
SJA0430000	Pedja jõgi: Tõrve	Soome lahe vesikond
SJA5140000	Pirita jõgi: Lükati sild	Soome lahe vesikond
SJA9977000	Piusa jõgi: Värsk-Saatse mnt.	Soome lahe vesikond
SJA3124000	Porijõgi: Reola - Vana-Kuuste tee (Uhti)	Soome lahe vesikond
SJA4253000	Preedi jõgi: Varangu	Soome lahe vesikond
SJA9316000	Pudisoo jõgi: Pudisoo	Soome lahe vesikond
SJA9900000	Purtse jõgi: suue (Tallinn-Narva mnt)	Soome lahe vesikond
SJA7946000	Põltsamaa jõgi: Rutikvere	Soome lahe vesikond
SJA8483000	Pärnu jõgi: Oore	Liivi (Riia) lahe vesikond
SJA8617000	Pärnu jõgi: Türi-Alliku	Liivi (Riia) lahe vesikond

SJA1934000	Pühajõgi: suue	Soome lahe vesikond
SJA1361000	Rannapungerja jõgi: Mustvee mnt sild	Soome lahe vesikond
SJA8438000	Reiu jõgi: Lähkma	Liivi (Riia) lahe vesikond
SJA7093000	Saarjõgi: Kaansoo	Liivi (Riia) lahe vesikond
SJA4736000	Sauga jõgi: Nurme	Liivi (Riia) lahe vesikond
SJA3956000	Selja jõgi: suue	Soome lahe vesikond
SJA6231000	Taebla jõgi: Saunja sild	Liivi (Riia) lahe vesikond
SJA5321000	Tagajõgi: Tudulinna	Soome lahe vesikond
SJA4484000	Tänassilma jõgi: Kõrtsi (Oiu)	Soome lahe vesikond
SJA6880000	Valgejõgi: Loksa jalakäijate sild	Soome lahe vesikond
SJA9895000	Valgejõgi: Porkuni, Oruveski talust põhjasuunas	Soome lahe vesikond
SJA8444000	Velise jõgi: Valgu	Liivi (Riia) lahe vesikond
SJA2051000	Vihterpalu jõgi: Vihterpalu	Soome lahe vesikond
SJA6742000	Vodja jõgi: Vodja	Liivi (Riia) lahe vesikond
SJA7548000	Võhandu jõgi: Himmiste	Soome lahe vesikond
SJA7164000	Võhandu jõgi: Räpinast allavoolu, Ristipalo küla	Soome lahe vesikond
SJA0106000	Võisiku pkr: enne Võisiku paisjärve	Soome lahe vesikond
SJA6005000	Väike Emajõgi: Pikasilla	Soome lahe vesikond
SJA7837000	Vääna jõgi: suue, Vääna-Jõesuu sild	Soome lahe vesikond
SJA4377000	Õhne jõgi: Sõõriknurme (Suislepast allavoolu)	Soome lahe vesikond
SJA2589000	Õhne jõgi: Tõrvast ülesvoolu, Roobe sild	Soome lahe vesikond

Tabel 15. Analüüsis kasutatud hüdromeetria seirejaamad.

Seirejaama KKR kood	Seirejaama nimi
SJA8821000	Ahja jõgi: Ahja
SJA9946000	Alajõgi: Alajõe
SJA9683000	Audru jõgi: Audru
SJA2401000	Avijõgi: Separa
SJA7196000	Elva jõgi: Elva
SJA5524000	Emajõgi: Rannu-Jõesuu
SJA7331000	Emajõgi: Tartu
SJA1593000	Esna jõgi: Põhjaka I
SJA4385000	Halliste jõgi: Riisa
SJA3814000	Jägala jõgi: Kehra
SJA2259000	Kääpa jõgi: Kääpa
SJA9179000	Kasari jõgi: Kasari
SJA4444000	Keila jõgi: Keila
SJA1098000	Kunda jõgi: Sämi
SJA1582000	Leivajõgi: Pajupea
SJA7798000	Loobu jõgi: Arbavere
SJA6159000	Lõve jõgi: Uue-Lõve
SJA7233000	Luguse jõgi: Luguse
SJA7746000	Mustajõgi: Narva karjäär
SJA6683000	Mustjõgi: Taheva
SJA4515000	Narva jõgi: Narva linn
SJA2718000	Narva jõgi: Vasknarva
SJA6334000	Navesti jõgi: Aesoo
SJA2835000	Õhne jõgi: Tõrva
SJA4401000	Pärlijõgi / Pudisoo jõgi: Pudisoo
SJA2731000	Pärnu jõgi: Oore
SJB3766000	Pärnu jõgi: Särevere
SJA0234000	Pärnu jõgi: Tahkuse
SJB4152000	Pärnu jõgi: Türi-Alliku
SJA3204000	Pedja jõgi: Tõrve
SJA6279000	Pirita jõgi: Kloostrimetsa
SJA5928000	Piusa jõgi: Korela
SJA8256000	Põltsamaa jõgi: Pajusi
SJA8796000	Porijõgi / Reola jõgi: Reola
SJA4084000	Prandi jõgi: Tori
SJA5604000	Pühajõgi: Toila-Oru
SJA2129000	Purtse jõgi: Lügause
SJA2558000	Rannapungerja jõgi: Roostoja
SJA9057000	Reiu jõgi: Laadi
SJA7595000	Saarjõgi: Kaansoo
SJA4331000	Sargvere peakraav: Põhjaka II
SJA4907000	Sauga jõgi: Nurme
SJA8909000	Selja jõgi: Varangu
SJA8056000	Tagajõgi: Tudulinna

SJA6842000	Tänassilma jõgi: Tänassilma
SJA8903000	Tarvastu jõgi: Tarvastu
SJA2072000	Vääna jõgi: Hüüru
SJA3413000	Väike Emajõgi: Tõlliste
SJA8764000	Valgejõgi: Vanaküla
SJA8799000	Velise jõgi: Valgu
SJA9204000	Vigala jõgi: Konuvere
SJA3959000	Vihterpalu jõgi: Vihterpalu
SJA1133000	Vodja jõgi: Vodja
SJA5230000	Võhandu jõgi: Kirumpää
SJA4456000	Võhandu jõgi: Röpina

LISA 2

Maismaalt pärinevate raskemetallide reostuskoormuse hinnangud erinevate meetoditega on esitatud järgnevas analüüsiga kaasnevas Exceli failides:

- **baaskoormused.xlsx** - seire raames mõõdetud raskemetallide kontsentratsioonidel ja vooluhulkadel perioodil 1997-2003 põhinevad reostuskoormuse hinnangud (**M1-M2**). Fail sisaldab nelja lehte:

- Reostuskoormus – näitaja, aasta ja HELCOMi ala põhiselt raskemetallide koormushinnangud nii seiratud, seiramata kui ka kogu ala kohta;
- Reostuskoormus seirejaamas – näitaja ja aasta põhiselt hüdrokeemia seirejaamade reostuskoormus hinnangud;
- Mõõtmised seirejaamas – näitaja ja aasta põhiselt hüdrokeemia seirejaamades mõõtmiste ja alla määramispiiri mõõtmiste arv;
- Mõõtmistulemused seirejaamas – hinnangute andmiseks kasutatud raskemetallide kontsentratsioonide mõõtmised hüdrokeemia seirejaamas 1997-2003 baasperioodil.

- **baaskoormused_2000.xlsx** - 2000. aasta seire raames mõõdetud raskemetallide keskmistel kontsentratsioonidel ja perioodil 1997-2003 mõõdetud vooluhulkadel põhinevad reostuskoormuse hinnangud (**M3**). Fail sisaldab kolme lehte:

- Reostuskoormus – näitaja, aasta ja HELCOMi ala põhiselt raskemetallide koormushinnangud nii seiratud, seiramata kui ka kogu ala kohta;
- Reostuskoormus seirejaamas – näitaja ja aasta põhiselt hüdrokeemia seirejaamade reostuskoormus hinnangud;
- Mõõtmised seirejaamas – näitaja ja aasta põhiselt hüdrokeemia seirejaamade keskmised kontsentratsioonid.

- **baaskoormused_2000_mediaan.xlsx** - 2000. aasta seire raames mõõdetud raskemetallide mediaan kontsentratsioonidel ja perioodil 1997-2003 mõõdetud vooluhulkadel põhinevad reostuskoormuse hinnangud (**M4**). Fail sisaldab kolme lehte:

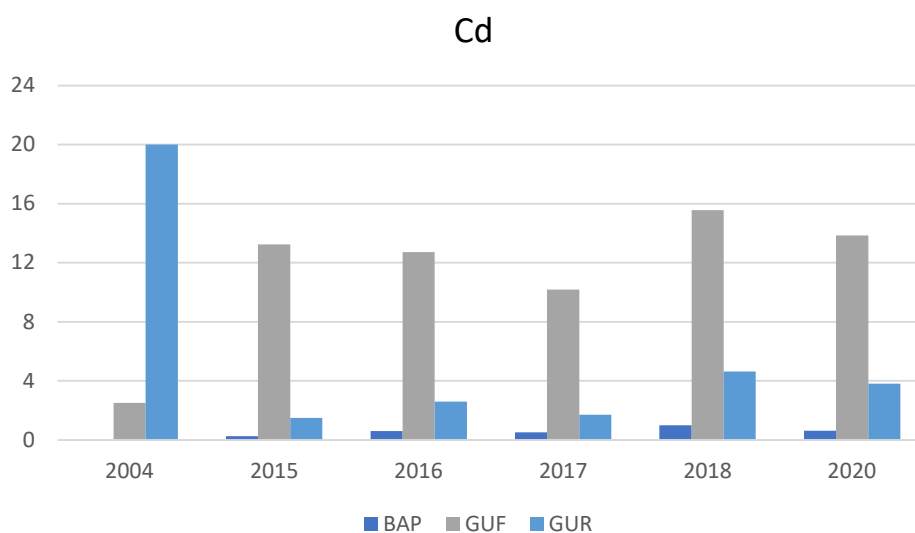
- Reostuskoormus – näitaja, aasta ja HELCOMi ala põhiselt raskemetallide koormushinnangud nii seiratud, seiramata kui ka kogu ala kohta;
- Reostuskoormus seirejaamas – näitaja ja aasta põhiselt hüdrokeemia seirejaamade reostuskoormus hinnangud;
- Mõõtmised seirejaamas – näitaja ja aasta põhiselt hüdrokeemia seirejaamade mediaan kontsentratsioonid.

- **baaskoormused_1997-2003.xlsx** – perioodi 1997-2003 seire raames mõõdetud raskemetallide keskmistel kontsentratsioonidel ja perioodil 1997-2003 mõõdetud vooluhulkadel põhinevad reostuskoormuse hinnangud (**M5**). Fail sisaldab kolme lehte:
 - Reostuskoormus – näitaja, aasta ja HELCOMi ala põhiselt raskemetallide koormushinnangud nii seiratud, seiramata kui ka kogu ala kohta;
 - Reostuskoormus seirejaamas – näitaja ja aasta põhiselt hüdrokeemia seirejaamade reostuskoormus hinnangud;
 - Mõõtmised seirejaamas – näitaja ja aasta põhiselt hüdrokeemia seirejaamade keskmised kontsentratsioonid.

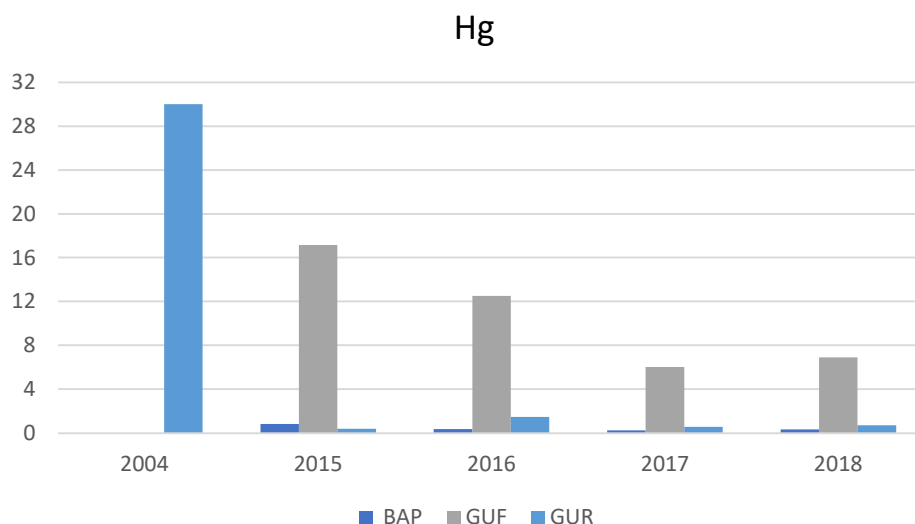
- **baaskoormused_1997-2003_mediaan.xlsx**– perioodi 1997-2003 seire raames mõõdetud raskemetallide keskmistel kontsentratsioonidel ja perioodil 1997-2003 mõõdetud vooluhulkadel põhinevad reostuskoormuse hinnangud (**M6**). Fail sisaldab kolme lehte:
 - **Reostuskoormus** – näitaja, aasta ja HELCOMi ala põhiselt raskemetallide koormushinnangud nii seiratud, seiramata kui ka kogu ala kohta;
 - **Reostuskoormus seirejaamas** – näitaja ja aasta põhiselt hüdrokeemia seirejaamade reostuskoormus hinnangud;
 - **Mõõtmised seirejaamas** – näitaja ja aasta põhiselt hüdrokeemia seirejaamade keskmised kontsentratsioonid.

LISA 3

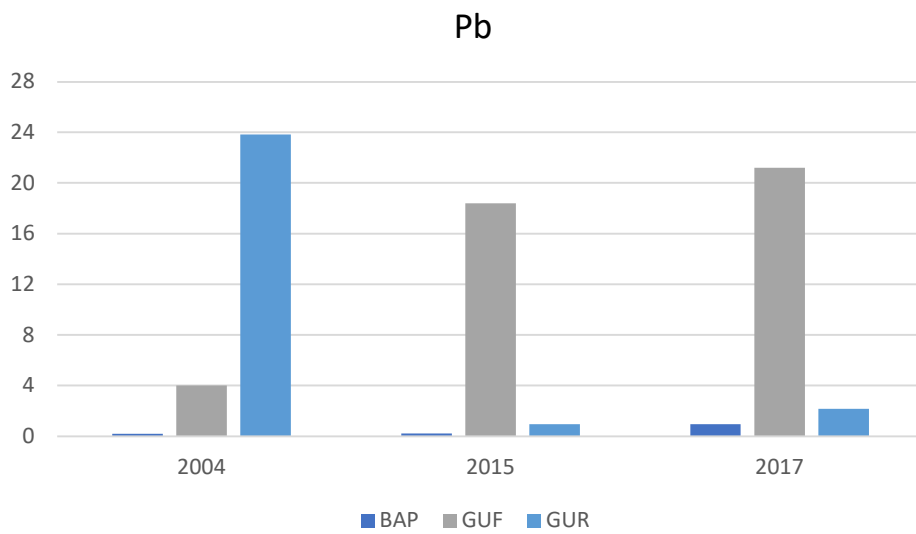
Eesti panus (%) Läänemere osade atmosfäärsele depositionsioonile on välja toodud joonistel 2-4.



Joonis 2. Eesti panus (%) kaadmiumi (Cd) atmosfäärsele depositionsioonile Läänemere avaossa (BAP), Soome lahte (GUF) ja Liivi lahte (GUR) aastatel 2004 ja 2015-2020.



Joonis 3. Eesti panus (%) elavhõbeda (Hg) atmosfäärsele depositionsioonile Läänemere avaossa (BAP), Soome lahte (GUF) ja Liivi lahte (GUR)) aastatel 2004 ja 2015-2018.



Joonis 4. Eesti panus (%) plii (Pb) atmosfäärsele depositsioonile Läänemere avaosas (BAP), Soome lahte (GUF) ja Liivi lahte (GUR) aastatel 2004, 2015 ja 2017.



#Keskkonnateadlikud valikud iga ilmaga



KESKKONNAAGENTUUR

Kontakt

Keskkonnaagentuur
Mustamäe tee 33, Tallinn

Email : kaur@envir.ee

www.keskkonnaagentuur.ee