

**TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL**

Matemaatika-loodusteaduskond

Meresüsteemide Instituut

**Soome lahe keskkonnaseisundi hindamine:  
erinevate meetodite võrdlus (eutrofeerumise  
valdkonnas)**

Magistritöö

**Stella-Theresa Stoicescu**

Juhendaja: Urmas Lips, Okeanograafia õppetool, rakendusokeanograafia professor

Maa-teadused

2014

*Deklareerin, et käesolev lõputöö on minu iseseisva töö tulemus ning kinnitan, et esitatud materjalide põhjal ei ole varem akadeemilist kraadi taotletud.*

*Kinnitan, et antud töö koostamisel olen kõikide teiste autorite seisukohtadele, probleemipüstitustele, kogutud arvandmetele jmt viidanud.*

*Stella-Theresa Stoicescu*

.....

Juhendaja:.....

Töö vastab magistritööle esitatavatele nõuetele.

.....

Kaitsmiskomisjoni esimees:

Lubatud kaitsmisele

.....

(nimi, allkiri, kuupäev)

## SISUKORD

SISSEJUHATUS .....	5
1. HINDAMISSÜSTEEMID .....	8
1.1. EL Veepoliitika Raamdirektiiv .....	8
1.1.1. Vesikonna majandamiskavad.....	12
1.2. Merestrateegia Raamdirektiiv .....	13
1.2.1. Eesti mereala keskkonnaseisundi esialgne hindamine; HKS indikaatorid ja keskkonnasihtide kogum.....	14
1.3. HELCOM.....	18
2. ANDMED JA METOODIKA .....	21
2.1. Avamereseire 2011-2013 .....	21
2.2. Rannikumereseire 2011-2013 .....	25
2.3. TTÜ MSI teadusprojektide andmed.....	29
2.4. Mõõdetavate parameetrite iseloomustus.....	31
2.4.1. Üldlämmastik ja üldfosfor .....	31
2.4.2. Lahustunud anorgaaniline lämmastik ja lahustunud anorgaaniline fosfor.....	32
2.4.3. Klorofüll-a ja fütoplanktoni biomass .....	32
2.4.5. Secchi sügavus .....	33
2.4.6. Halokliini alune hapnikudefitsiit.....	33
2.5. Võrreldavad meetodikad.....	34
2.5.1 Riikliku mereseire käigus kogutud andmete põhjal hinnangu andmiseks kasutatav tarkvara .....	36
2.5.2. HELCOM HEAT 3.0 .....	38
2.6. Meetodite erinevus.....	40
2.6.1. Ökoloogilise kvaliteedisuhte arvutamine.....	40
2.6.2. Indikaatorid .....	41
2.6.3. Indikaatorite norm- ehk sihtväärtused ja võrdlusarvud ehk foonid.....	42
2.6.4. Näitajate grupeerimine.....	44
2.6.5. Hinnangute usaldusväärsuse määramine.....	45
2.6.6. Andmete kvaliteedi tagamine.....	46
3. TULEMUSED .....	47

3.1. Rannikumeri.....	47
3.2. Avameri.....	48
3.3. Indikaatorite seisundiklasside võrdlustabelid .....	51
4. ARUTELU JA JÄRELDUSED .....	53
4.1. Üldlämmastik ja üldfosfor .....	53
4.2. Klorofüll-a ja fütoplanktoni biomass .....	56
4.3. Lahustunud anorgaaniline lämmastik ja lahustunud anorgaaniline fosfor .....	59
4.4. Secchi sügavus .....	59
4.5. Hapniku defitsiit.....	60
4.6. Üldised järeldused.....	60
KOKKUVÕTE .....	63
ABSTRACT.....	67
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU.....	70
LÜHENDID.....	76

## SISSEJUHATUS

Läänemere üldist seisukorda on aastakümneid mõjutanud eutrofeerumine (HELCOM, 2007), mis saab alguse suurenenud toitainete koguste sissevoolust merre. Fosfori ja lämmastiku, kui eutrofeerumist soodustavate ühendite, liigveekogus põhjustab intensiivseid fütoplanktoni õitsenguid, mille tulemusena väheneb vee läbipaistvus ja põhjataimestiku esinemissügavus. Sügavamates basseinides, kus esineb pikaajaline kihistatus, akumulereb merevee alumistesse kihtidesse fütoplanktoni biomass, mille lagunemisel tekib põhjalähedases kihis hapnikuvaegus. Hapnikuvaegus võib asendada anoksiliste tsoonidega piirkondades, millele on iseloomulik vähene veevahetus. Üheks selliseks piirkonnaks on Läänemeri, mille veevahetust piiravad mere lääneosas asuvad madalad Taani väinad. Aeglase veevahetuse ja pikaajalise kihistatuse tõttu on Läänemeri kergesti haavatav eutrofeerumise poolt, erilist kahju tekitavad potentsiaalselt toksiliste tsüanobakterite õitsengud, mis võivad mõju avaldada tervele toiduahelale (HELCOM, 2009).

Läänemere äärsete ja muude Euroopa Liidu (EL) riikidega seotud merede halvast/halvenevast seisukorrast lähtuvalt võttis Euroopa Parlament ja Nõukogu vastu direktiivi (Marine Strategy Framework Directive - MSFD), millega kehtestatakse ühenduse merekeskkonnapoliitika-alane tegevusraamistik (Anon., 2008). Direktiivis rõhutatakse merekeskkonna väärtuslikkust ja sellest tulenevat kaitsmisvajadust. Samuti antakse üldised juhised mere ökosüsteemi säilitamise temaatilise strateegia väljatöötamiseks ja rakendamiseks. Lähtuvalt MSFDst on HELCOM kokku pannud

Läänemere tegevuskava (Baltic Sea Action Plan - BSAP), mille üks alapunkt on eutrofeerumine (HELCOM, 2007). BSAP eutrofeerumise üldiste eesmärkide põhjal on välja töötatud eutrofeerumist kirjeldavad indikaatorid, mida mõõtes ja vastandades paika pandud normväärtustele (HELCOM, 2013a) antakse Läänemere keskkonnaseisundile hinnang. HELCOMi viimases eutrofeerumise hinnangu aruandes hinnati avamereosa keskkonnaseisundit HELCOMi süsteemi ja andmete järgi, rannikuosade hinnang pärines liikmesriikide Veepoliitika raamdirektiivi (Water Framework Directive - WFD) raames tehtud töödest. WFDs rõhutatakse vee säästva kasutamise ja kaitsmise olulisust. WFD raames peab määrama iga liikmesriik oma pinnaveekogude liigituse ning ökoloogilise ja keemilise seisundiklassi klassifitseerimiseks vajalikud kvaliteedielemendid. WFD raames on Eesti rannikumeri jagatud erinevateks pinnaveekogumiteks, mille keskkonnaseisundit hinnatakse vähemalt korra kuue-aastase tsükli jooksul (Keskkonnaminister, 2009).

Eestis on otsustatud, et MSFD nõuetele vastav keskkonnaseisundi hinnang antakse kogu mereala kohta kokku, mis tekitab probleeme kuna erinevatest indikaatoritest ja kvaliteedisüsteemidest tulenevalt ei ole selge, kuidas ühendada omavahel rannikuvete ja avamere seisundi hinnangu tulemusi. Nimelt WFD raames antakse hinnang veekogumite kaupa keskendudes rohkem eutrofeerumist kirjeldavatele bioloogilistele kvaliteedielementidele, füüsikalise-keemilised on ainult toetavaks osaks. MSFDst lähtuvates HELCOMi hinnangutes on füüsikalise-keemiliste ja bioloogiliste kvaliteedielementide alajaotused võrdse kaaluga. Lisaerinevusi kahe kvaliteedisüsteemi vahel tekitab erinevate indikaatorite ja normväärtuste kasutamine, indikaatorite erinev grupeerimine ja nende erinevad kaalud lõpphinnangu andmisel ning kasutatud andmete usaldusväärsuse määramine.

Käesolevas töös on vaadeldud direktiivide (WFD & MSFD) kohaselt olulisi eutrofeerumist iseloomustavaid kvaliteedinäitajaid **Secchi sügavus, toitainete kontsentratsioon veesambas, klorofüll-a sisaldus vees, fütoplanktoni biomass ja põhjalähedase veekihi hapniku kontsentratsioonid.**

Lähtuvalt MSFDst on Keskkonnaministeeriumi tellimusel ja eestvedamisel valminud Eesti merestrateegia esimene etapp, milles anti Eesti kogu merealale (rannikumeri ja avameri koos) keskkonnaseisundi esialgne hinnang, viidi läbi sotsiaalmajanduslik analüüs, määratleti mereala hea keskkonnaseisundi näitajad ja seati sihid hea keskkonnaseisundi saavutamiseks aastaks 2020 (Keskkonnaministeerium, 2012). Eesti mereala keskkonnaseisundi esialgse hindamise aruande (lähtuvalt MSFDst) põhjal määratakse (vastavalt WFDle) Eesti rannikuveekogumite ökoloogilised seisundiklassid bioloogiliste kvaliteedihindamiste kaudu. Hinnang antakse vastavalt halvimalle kvaliteedielemendi seisundihinnangule. Eesti mereala keskkonnaseisundi hindamise aruandes on rannikuveekogumite hinnanguks kasutatud ajavahemikus juunist septembrini kogutud rannikuvee proovide andmeid. Aruande kokkupanemise ajal oli avamere jaoks Eestis hindamissüsteem välja töötamata ja aruandes on kasutatud andmeid Läänemere eutrofeerumise ülevaatest (HELCOM, 2009). Eesti mereala keskkonnaseisundi esialgses aruandes (TÜ EMI, 2012b) kuulub, lähtuvalt HELCOMi aruandest (HELCOM, 2009), Soome laht kõikidest näitajatest tulenevalt väga halba, Narva laht kesisesse ja Tallinna laht halba seisundisse (skaala: väga hea, hea, kesine, halb, väga halb). Vastavalt 2013. aastal koostatud HELCOMi Läänemere eutrofeerumise hinnangule (hinnang jagunes kaheks – mereala eutrofeerumisest mõjutatud või mõjutamata), perioodiks 2007-2011, on terve Läänemeri, v.a. Botnia laht, eutrofeerunud. Rannikualadest on heas ökoloogilises seisukorras Orther Bucht (Saksamaa) ja Quark (Soome) (Pyhälä & Fleming-Lehtinen, 2013).

Töö eesmärgiks on võrrelda Eesti merealade seisundi hinnanguid. Esiteks vaadatakse rannikuosale perioodil 2011-2013 antud hinnanguid (TÜ EMI, 2012d, 2013b, 2014b) ja võrreldakse seda MSFDst lähtuva, HELCOMis rakendatava eutrofeerumise hinnanguga (HELCOM, 2014b). Teiseks vaadatakse Eesti avamereosa lähtuvalt Eesti ja HELCOMi indikaatoritest ning normväärtustest. Töös kasutatakse hinnangute andmisel erinevaid eutrofeerumist kirjeldavaid indikaatoreid, mis keskenduvad pelaagilisele ökosüsteemile. Indikaatorite mõõdetavad väärtused on kogutud Eesti riikliku merekeskkonnaseire programmi ja TTÜ MSI teadusprojektide raames.

## **1. HINDAMISSÜSTEEMID**

### **1.1. EL Veepoliitika Raamdirektiiv**

EL Veepoliitika Raamdirektiiv (WFD) loodi selleks, et välja töötada ühiseid põhimõtteid ja, et rakendada liikmesriikide kooskõlastatud jõupingutusi vee kaitsel, selle kvantiteedi ja kvaliteedi osas. Direktiivi üldisemateks eesmärkideks on vee säästva kasutamise soodustamine, vett puudutavate piiriüleste probleemide lahendamisele kaasa aitamine, veeökosüsteemide kaitsmine jne. WFD lõppeesmärk eutrofeerumise seisukohalt on toitainete kontsentratsiooni hoidmine loodusliku fooni lähedal merekeskkonnas (Anon., 2000).

Direktiivi kohaselt tuleb kehtestada vee seisundi kvalitatiivsed ja vajadusel ka kvantitatiivsed ühismääratlused ja keskkonnaalased eesmärgid, et saavutada pinna- ja põhjavee hea seisund. Hea seisundi saavutamiseks on liikmesriikidel vaja kindlaks määrata komplektsete meetmeprogrammide raames vajalikud meetmed ja neid rakendada, võttes arvesse ühenduse olemasolevaid nõudeid. Meetmeprogrammide väljatöötamiseks on vaja teha analüüse veekeskkonna seisundi ja inimtegevuse mõjude kohta. Vee seisundi arengut peaks jälgima süstemaatiliselt ja võrreldavalt, et oleks kindel alus kehtestatud eesmärkide saavutamiseks vajalike meetmeprogrammide väljatöötamiseks. Vee seisundi jälgimiseks kvaliteedi osas



tuleb sätestada ühised standardid saasteainerühmade või –liikide heite piirväärtuste osas (Anon., 2000).

WFD Lisa II kohaselt peavad liikmesriigid kindlaks määrama pinnaveekogude asukoha ja piiri. Lisas V on määratud ära ökoloogilise seisundiklassi määramiseks vajalikud kvaliteedielemendid, pinnavee ökoloogilise ja keemilise seisundi seire. Samuti kirjeldatakse ökoloogilise seisundi klasse ja nende normmääratlusi (Anon., 2000).

Eutrofeerumise seisukohast olulised ülemineku- ja rannikuvete kvaliteedielemendid jaotuvad **bioloogilisteks** (fütoplanktoni koosseis, arvukus ja biomass; põhjaloomastik ja -taimestik) ja neid toetavateks **füüsikalise-keemilisteks** elementideks (läbipaistvus, hapnikusisaldus, toitainetesisaldus) (Anon., 2000).

Ülemineku- ja rannikuvete ökoloogilise seisundi määratluste, mis puudutavad **fütoplanktonit**, järgi kuulub merevesi **väga heasse** seisundisse, kui fütoplanktoni taksonoomiline koosseis ja arvukus on sama, mis häirimatus olekus. Samuti peab taimse planktoni biomass ja õitsengute esinemine olema kooskõlas tüübispetsiifiliste füüsikalise-keemiliste tingimustega ega tohi muuta oluliselt tüübispetsiifilisi läbipaistvustingimusi. Ülemineku- ja rannikuvees esineva fütoplanktoni **head** ökoloogilist seisundit iseloomustavad kerged muutused võrreldes väga hea seisundiga ja **kesine** hinnang antakse pinnaveele, milles on täheldatud mõõdukaid muutusi. Sama loogikat võib järgida ökoloogilist seisundit iseloomustavate **füüsikalise-keemiliste** kvaliteedielementide üldtingimuste klassifitseerimisel. Nimelt, **väga häid** tingimusi iseloomustab ülemineku- ja rannikuvesi, kus elementide väärtused on sellised nagu veekogu häirimatus olekus ehk toitainete kontsentratsioon jääb tavapäraste näitajate piiresse. Temperatuuri, hapnikurežiimi ja läbipaistvuse tasemes ei ole märgata inimtegevusest põhjustatud häiringuid. **Head** seisundit iseloomustavad üldtingimused, mille tasemed ei ületa piire, mis takistaksid tüübispetsiifiliste ökosüsteemide funktsioneerimise. **Kesine** seisundi üldtingimused

on sellised, mille alusel ei ole bioloogiliste kvaliteedielementide heale seisundile vastavate väärtuste saavutamine võimalik (Anon., 2000).

**Keskkonnaministri 2009.aasta määruse nr. 44** (Pinnaveekogumite moodustamise kord ja nende pinnaveekogumite nimestik, mille seisundiklass tuleb määrata, pinnaveekogumite seisundiklassid ja seisuniklassidele vastavad kvaliteedinäitajate väärtused ning seisundiklasside määramise kord – RTL 2009, 64, 941) § 11s on kirjeldatud pinnaveekogumi **halva** ökoloogilise seisundiklassina veekogumit, mille **bioloogiliste kvaliteedinäitajate väärtused** kalduvad tugevasti kõrvale võrdlustingimustest või puudub suur osa veekogumis tavaliselt esinevast bioloogilisest kooslusest. **Väga halba** seisundiklassi iseloomustavad bioloogilised kvaliteedinäitajad, mille väärtused kalduvad tugevasti kõrvale võrdlustingimustest või puudub pinnaveekogumis elustik. Vastavalt keskkonnaministri 2009. aasta määruse nr. 44 § 35 punkt 1 kohaselt määratakse **füüsikalise-keemiliste kvaliteedinäitajate** ökoloogilise kvaliteedisuhte põhjal rannikuveekogumi ökoloogiline seisundiklass lähtudes sama määruse lisast 6. **Lisas 6** on toodud ka erinevate rannikuveekogumite ökoloogiliste seisundiklasside piirid **bioloogiliste kvaliteedielementide** järgi.

Vastavalt WFDle tuleb pinnavee ökoloogilise ja keemilise seisundi seireks moodustada pinnavee seirevõrk, mis võimaldaks veekogude jagamist viide kvaliteediklassi vastavalt normväärtustele. Pinnaveekogumid moodustatakse vastavalt keskkonnaministri määrusele (Keskkonnaminister, 2009). Nimetatud määruse § 6 lõikes 4 kuulub jagunevad rannikuveetüübid:

I – oligohaliinne, avatud rannikuvesi (Soome lahe kaguosa);

II – oligohaliinne, poolsuletud rannikuvesi (Pärnu laht);

III – mesohaliinne, sügav rannikuvesi (Soome lahe lääneosa);

IV – mesohaliinne, madal, lainetusele avatud rannikuvesi (Läänesaarte avamere rannikuvesi);

V – mesohaliinne, madal, varjatud, segunenud rannikuvesi (Väinameri);

VI – mesohaliinne, madal, varjatud, sesoonselt kihistunud rannikuvesi (Liivi laht).

Liikmesriigid peavad kehtestama kontrollseire ja operatiivseire programmi iga ajavahemiku kohta, mille suhtes kehtib vesikonna majandamiskava. **Kontrollseire** toimub igas vaatluspunktis vesikonna majandamiskava kehtimise ajavahemikus ühe aasta jooksul ning sel puhul jälgitakse eutrofeerumise seisukohalt olulisi parameetreid, mis iseloomustavad bioloogilisi ja füüsikalisi-keemilisi kvaliteedielemente. **Operatiivseire** on korraldatud selleks, et kindlaks teha nende veekogude seisund, mis võivad mitte vastata keskkonnalastele eesmärkidele. Proovide võtmine on reguleeritud CEN/ISO standarditega (Anon., 2000).

Et tagada seiresüsteemide võrreldavus, väljendatakse kasutatavate süsteemide tulemused ökoloogilise seisundi klassifitseerimiseks **ökoloogilise kvaliteedisuhtena**. Need kvaliteedisuhted peegeldavad olukorda pinnaveekogus täheldatud bioloogiliste parameetrite väärtuste ja selle veekogu suhtes kehtivate normtingimuste parameetrite väärtuste vahel. Kvaliteedisuhe on **numbriline väärtus, mis jääb nulli ja ühe vahele**, millest 0 iseloomustab väga halba ökoloogilist seisundit ja 1 väga head.

Keskkonnaseiret teostatakse Eestis vastavalt Keskkonnaseire seadusele (RT I 1999, 10, 154), mille § 6 lõike 5 alusel on vastu võetud riikliku keskkonnaseire allprogrammide teostamise kord, milles on üldiselt seletatud muude seirevaldkondade hulgas ka mereseire teostamise eesmärke, meetodikat, kogutud andmete säilitamise ja jagamise korda. Rannikumere seiret teostavate seirejaamade kohta leiab infot Keskkonnaregistri kodulehelt (Anon., 2014a), töös kasutatud jaamad on toodud kaartidel andmete kirjelduse juures.

### 1.1.1. Vesikonna majandamiskavad

Vastavalt WFD artikkel 14le peavad liikmesriigid koostama vesikonna majandamiskava iga nende territooriumi piires asuva valgala jaoks. Majandamiskava sisaldab pinnavee puhul veekogude asukohta, kindlaks määratud võrdlustingimusi, ülevaadet inimtegevusest tekkinud märkimisväärsest koormusest, mõjust jm. Eestis kehtivad hetkel veemajanduskavad, mis on tehtud perioodiks 2010-2015.

Eesti ala on jagatud kolmeks vesikonnaks: Lääne-Eesti, Ida-Eesti ja Koiva vesikond. Soome lahte puudutavad neist kaks esimest. Vesikondade alla kuuluvad ka rannikuveekogumid, mis hüdro-morfoloogilist eripära arvestades jagunevad Soome lahes kaheks – lahe lääneosa ja kaguosa.

Lääne-Eesti vesikonnas asuva **Soome lahe lääneosa** ökoloogiline seisund on vesikonna majanduskava kohaselt **kesises seisundis**. Soome lahe Lääne-Eesti vesikonda jäävatele rannikuveealadele ei ennustata majanduskava kohaselt kesise seisundi paranemist 2015. aastaks (tuginedes eksperdi hinnangule). Seisundi paranemist ei ennustata arvestades Läänemere veevahetuse kiirust (25-30 aastat), juba akumulunud toitainete suurt kogust ja meetmete rakendamisega kaasnevat ülemäära suuri kulusid.

Veemajanduskava kohaselt on merele olulised survetegurid heitvesi (reovesi ja sademevesi), põllumajanduslik hajukoormus, veetransport (õnnetusjuhtumid), sisekoormus (varem veekogudesse settinud toitained) ja ballastvetega tulevad võõrliigid. Kesise seisundi paranemist aastaks 2015 ei prognoosita kuna selle ajani suureneb arvatavasti põllumajanduse (nii hajukoormus kui loomakasvatus) negatiivne mõju. Kesine hinnang on antud, kasutades perioodil 2000-2009 kogutud seireandmeid. Seisundi paranemist ei ennustata WFD art 4 lg4 p3 põhjal, mis toob veekogumi hea seisundi saavutamise pikendatud tähtaja põhjuseks selle, et veekogu looduslikud tingimused ei võimalda seisundi parandamist tähtajaks. Üheks piiravaks tingimuseks on asjaolu, et Lääne-Eesti vesikonna lähed moodustavad ühe osa Soome lahest ja seega ei saavutata soovitud tulemusi kui rakendada meetmeprogramme

ainult neile lahtedele. Sellest vaatepunktist lähtudes tuleb tervet Läänemerd korraga vaadata, mille tegemiseks on HELCOM vastu võtnud Läänemere tegevuskava (HELCOM, 2007), milles on kirjas täiendavad meetmed, mida tuleb rakendada aastaks 2016, et vähendada oluliselt vee ja õhu kaudu levivat reostuskoormust. Rannikuvee hea seisund loodetakse saavutada aastaks 2021 (Keskkonnaministeerium, 2010b).

Ida-Eesti vesikonna rannikuvete alla kuuluvad **Soome lahe kaguosas** asuvad Eru-Käsmu lahe ja Narva-Kunda lahe rannikuveed, mille mõlema seisund on **kesine**. Sarnaselt Lääne-Eesti vesikonna Soome lahe osadega, kasutades andmeid aastatest 2000-2009, ei ennustata ka Eru-Käsmu ja Narva-Kunda lahe seisundi paranemist aastaks 2015. Kesise hinnangu paranemist ei ennustata WFD art 4 lg4 p3 põhjal (Keskkonnaministeerium, 2010a).

## **1.2. Merestrategia Raamdirektiiv**

Merekeskkonnapoliitika-alane tegevusraamistik kehtestati kuna surve mere loodusressurssidele on sageli liiga suur ja see tõttu on vajalik mereakvatooriumi mõjutusi vähendada. Merekeskkonna säilitamisel ja kaitsel peetakse silmas bioloogilise ja ökoloogilise mitmekesisuse kindlustamist. MSFD eesmärgiks on dünaamilised ookeanid ja mered, mis on puhtad, terved ja produktiivsed (Anon., 2008).

MSFD raames peaksid liikmesriigid analüüsima oma mereakvatooriumi iseärasusi või parameetreid ja mõju sellele, et **teha kindlaks** merekeskkonda **survestavad tegurid**. Tuginedes nendele analüüsidele peaksid riigid oma mereala jaoks kindlaks **määrama hea keskkonnaseisundi parameetrite kogumi**. Järgmise etapina peaksid riigid **kehtestama seireprogramme**, et mereala korrapäraselt hinnata. Lisaks tuleb **rakendada meetmeprogramme**, mis aitaksid head keskkonnaseisundit saavutada või seda säilitada hiljemalt aastaks 2020 (Anon., 2008).

MSFD Lisas I, kus käsitletakse hea keskkonnaseisundi piiritlemise kvalitatiivseid tunnuseid, on kirjas, et inimtekkeline eutrofeerumine, eelkõige selle negatiivsed mõjud, peaks olema minimeeritud. Negatiivsete mõjudena nimetatakse bioloogilise mitmekesisuse vähenemist, ökosüsteemi seisundi halvenemist, vetikate kahjulikke õitsenguid ja hapnikunappust põhjavetes (Anon., 2008).

III Lisas on kirjeldatud veekogus mõõdetavate omaduste, survetegurite ja mõjude soovituslikku nimekirja. Eutrofeerumist puudutavad parameetrid on **toitainete** (DIN – lahustunud anorgaaniline lämmastik, N<sub>tot</sub> – kogu lämmastik, DIP – lahustunud anorgaaniline fosfor, P<sub>tot</sub> – kogu fosfor, TOC – kogu orgaaniline süsinik) ja **hapniku** ruumiline ja ajaline jaotus, **fütoplanktoni** koosluste kirjeldus (sh informatsioon liikide ning hooajaliste ja geograafiliste variatsioonide kohta). (Anon., 2008).

Seireprogrammide lisas (Lisa V) on öeldud seiremeetodite ja hindamisviiside kohta, et need peavad olema võrreldavad merepiirkondade ja/või allpiirkondade piires ja vahel (Anon., 2008).

Lähtuvalt komisjoni otsusest (Anon., 2010a), mis käsitleb mereakvatooriumi hea keskkonnaseisundi kriteeriumeid ja meetodikastandardeid, tuleb eutrofeerumise hindamisel arvesse võtta WFDst lähtuvaid suuniseid, mis kirjeldavad ranniku- ja üleminekuvete hindamist. Hindamisel tuleb siduda omavahel teave toitainete tasemete ja ökoloogiliselt oluliste otseste ja kaudsete mõjude ulatuste kohta.

### **1.2.1. Eesti mereala keskkonnaseisundi esialgne hindamine; HKS indikaatorid ja keskkonnasihtide kogum**

Vastavalt MSFD artikkel 8-le koostati Eesti mereala keskkonnaseisundi esialgse hinnangu (TÜ EMI, 2012b) aruanne, mis sisaldab Eestis **olemasoleva** avaliku info ja

riikliku seireprogrammide aruannete jms **informatsiooni** (HELCOMi eutrofeerumise aruanne (HELCOM, 2009)) **sünteesi**.

Eesti mereala keskkonnaseisundi esialgses hinnangus on rannikuveekogumitele määratud seisundiklassid vastavalt mõõdetud parameetritele. Nii on näiteks 2010-2011. aasta üldläämmastiku seireandmete põhjal Soome lahe lääneosa rannikuvee seisundiklass kesine ja lahe kaguosa hea. Üldfosfori seireandmetele (2010-2011) põhinedes hinnati Soome lahe lääneosa rannikuveekogumitest heasse seisundiklassi Pakri ja Hara laht, kesisesse seisundiklassi kuulusid Muuga-Tallinn-Kakumäe ja Kolga laht. Kaguosa rannikuveekogumitest oli Eru-Käsmu laht väga heas ja Narva-Kunda laht kesises seisundiklassis (TÜ EMI, 2012b). HELCOM (2009) kohaselt on Eesti avamereala tugevasti eutrofeerunud.

Vastavalt MSFD artiklitele 9 ja 10 **määrati** Eesti mereala Hea Keskkonnaseisundi (HKS) **indikaatorid ja keskkonnasihtide kogum**. Indikaatorite määramisel lähtuti põhimõttest, et valitud näitaja peab olema kergelt mõõdetav/määratav ja kasutatav tervel merealal. Võimaluse korral peaks kasutama juba olemasolevaid indikaatoreid (näiteks WFD järgi seire teostamisel kasutatavad indikaatorid, HELCOM CORESETi indikaatorid). HELCOM CORESET projekt (2010-2013) käivitati eesmärgiga tervele Läänemere merekeskkonnale sobilike ja sidusate hindamismeetodite väljatöötamiseks. Sellest lähtuvalt hinnatakse merekeskkonna seisundit hetketingimuste vastandamisel normväärtustele, mis peegeldavad head keskkonnaseisundit (HELCOM, 2013b). Enamik eutrofeerumist käsitlevad **indikaatorid** põhinevad **WFD nõuete täitmiseks teostatavast keskkonnaseire programmist** ja **HELCOMi Läänemere seisundi hinnangutest** (TÜ EMI, 2012a).

Eesti mereala Hea Keskkonnaseisundi indikaatorite ja keskkonnasihtide kogumis (TÜ EMI, 2012a) kirjeldab inimtekkelist eutrofeerumist tunnus number viis, mille puhul leiti üheksa Eesti mereala katvat indikaatorit koos andmestikuga, mis võimaldasid anda hinnangut HKS saavutamise/mittesaavutamise kohta. Kahe

indikaatori puhul puudus andmestik või hindamissüsteem ja kaks indikaatorit jäid hindamata kuna puudus vastav rahvuslik indikaator.

Viienda tunnuse 13 indikaatorist saavutati HKS 4 puhul, 5 indikaatorit näitasid hea keskkonnaseisundi mittesaavutamist. **HKS saavutamisele viitasid indikaatorid, mis hindavad rannikulähedase mereala seisundit, avamere andmestikule põhinevad indikaatorid viitasid HKS mittesaavutamisele** (Tabel 1.1.) (TÜ EMI, 2012a).



**Tabel 1.1.** Eutrofeerumise seisukohast olulised Hea Keskkonnaseisundi indikaatorid. HKS tulbas on numbriga märgitud HKS-i arvuline väärtus (ÖKS – ökoloogiline kvaliteedisuhe; ÖKS märgiti selle olemasolul; HKS väärtus märgib Eesti rannikuveekogumite seisundiklasside 'hea' ja 'kesise' klassi piiri (Keskkonnaminister, 2010) ning värviga on märgitud selle väärtuse saavutamine/mittesaavutamine Eesti mereala jaoks.) Punane – HKS pole saavutatud. Roheline – HKS on saavutatud. Hall – HKS-i saavutamist või mittesaavutamist ei ole võimalik mingil põhjusel määrata. Valge – indikaator puudub (TÜ EMI, 2012a).

Kriteerium	Indikaator	Eesti indikaator	Autor	HKS
Toitainete tasemed	Toitainete sisaldus veesambas	Üldlämmastiku suvine kontsentratsioon merevees	A. Jaanus	ÖKS väärtus >0,67
Toitainete tasemed	Toitainete sisaldus veesambas	Üldfosfori suvine kontsentratsioon merevees	A. Jaanus	ÖKS väärtus ≥0,67
Toitainete tasemed	Toitainete sisaldus veesambas	Anorgaanilise lämmastiku (NO <sub>3</sub> +NO <sub>2</sub> -N) talvine kontsentratsioon merevees	A. Jaanus	
Toitainete tasemed	Toitainete sisaldus veesambas	Fosfaatide (PO <sub>4</sub> -P) talvine kontsentratsioon merevees	A. Jaanus	
Toitainete tasemed	Toitainete suhe	Indikaator puudub		
Toitainetega rikastumise otsene mõju	Klorofüll	Merevee suvine klorofüll-i sisaldus	A. Jaanus	ÖKS väärtus ≥0,67
Toitainetega rikastumise otsene mõju	Klorofüll	Fütoplanktoni suvine biomass	A. Jaanus	ÖKS väärtus ≥0,67
Toitainetega rikastumise otsene mõju	Vee läbipaistvus	Merevee suvine läbipaistvus Secchi ketta järgi	A. Jaanus	ÖKS väärtus ≥0,75
Toitainetega rikastumise otsene mõju	Oportunistlike makrovetikaliikide ohtrus	Üheaastaste liikide osakaal põhjataimestikus	K. Torn, G. Martin	ÖKS keskmine 0,33
Toitainetega rikastumise otsene mõju	Nihked liigilises koosseisus	Põhjataimestiku sügavuslevik	K. Torn, G. Martin	ÖKS 0,5
Toitainetega rikastumise otsene mõju	Nihked liigilises koosseisus	Põisadru ( <i>Fucus vesiculosus</i> ) sügavuslevik	K. Torn, G. Martin	ÖKS 0,5
Toitainetega rikastumise kaudne mõju	Mitmeaastaste vetikate ja mererohu ohtrus	Mitmeaastaste liikide osakaal põhjataimestikus	K. Torn, G. Martin	ÖKS 0,5
Toitainetega rikastumise kaudne mõju	Lahustunud hapnik	Indikaator puudub		

### 1.3. HELCOM

HELCOM (Baltic Marine Environment Protection Commission – Helsinki Commission) on Läänemere merekeskkonnakaitse konventsiooni (Helsingi konventsioon) juhtiv osapool. Konventsiooni lepingulised osapooled on Taani, Eesti, Euroopa Liit, Soome, Saksamaa, Läti, Leedu, Poola, Venemaa ja Rootsi. HELCOM loodi 1974. aastal, et kaitsta, valitsustevahelise koostöö kaudu, Läänemerd reostuse eest. HELCOMi tulevikuvisioniks on bioloogiliselt mitmekesine, tasakaaluliselt funktsioneeriv Läänemere keskkond, mida iseloomustab hea ökoloogiline seisund. Olulisel kohal on ka mere jätkusuutlik majanduslik ja sotsiaalne kasutus (ohutu ja vähe saastav laevandus, ressursside säästev ja läbimõeldud kasutamine) (HELCOM, 2014d).

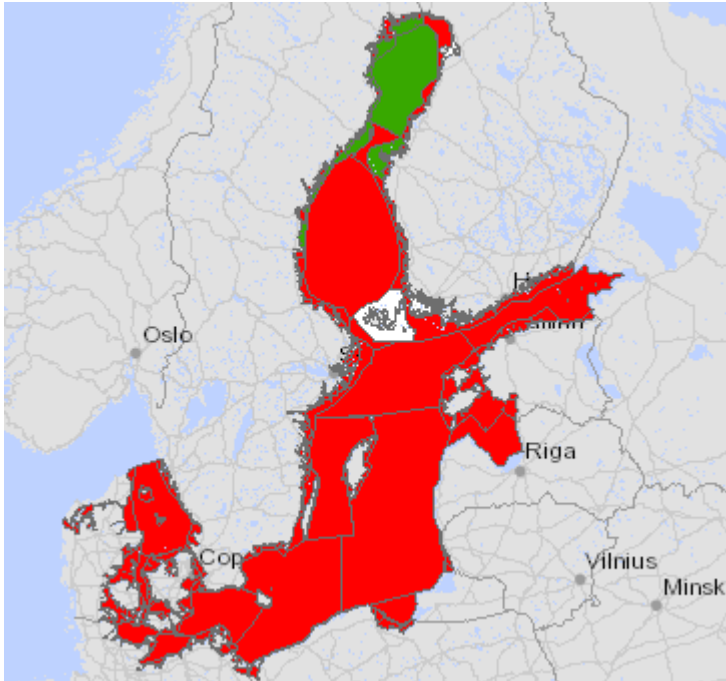
Aastal 2013 võttis HELCOM vastu uue vaatluste ja hinnangute strateegia, milles keskenduti hinnangute andmisel integreeritud temaatilisele lähenemisele, milles kirjeldati probleeme detailsemalt ja lahendustele orienteeritumalt kui varasemates merekeskkonna perioodilistes hinnangutes aastatel 1980, 1987, 1990, 1996, 2002, 2003 ja 2005 (HELCOM, 2013c).

HELCOMi Läänemere tegevusplaanis (**HELCOM Baltic Sea Action Plan - BSAP**) kirjeldatakse eutrofeerumist, kui ühte neljast põhilisest teemast, millele tuleb tähelepanu pöörata, et parandada Läänemere keskkonna olukorda. Vastavalt BSAPle nõustusid osapooled välja töötama ühist **HELCOMi hinnangu tööriista**, mida saaks kasutada kogu Läänemeres, et anda temaatiline hinnang nii rannikualade kui avamere eutrofeerumise tasemele. Läänemere eutrofeerumise kirjeldamisel keskendutakse järgmistele füüsikalise-keemilistele ja bioloogilistele kvaliteedi elementidele: toitained, fütoplankton, vee läbipaistvus, põhjataimestik, hapniku tingimused ja põhjaloomastik (HELCOM, 2007).

HELCOMi viimase mereala hinnangu järgi (Pyhälä & Fleming-Lehtinen, 2013) on **Soome lahe avaosa seisund** eutrofeerumise valdkonnas **halb**. 2013. aastal koostatud temaatiline hinnang on antud avamerealale perioodi 2007-2011 kohta ja on

tuumindikaatorite põhine. **Rannikualade hinnang** põhineb WFD raames tehtud uurimustele, mida viis oma merealal läbi iga liikmesriik ise. Tuumindikaatorid on mõõdetavad sihtväärtused, mis on välja töötatud, et hinnata eutrofeerumise eesmärkideni viivat progressi. HELCOMi delegatsioonijuhtide 39. kohtumisel 2012. aastal (HELCOM, 2012a) kinnitatud indikaatorite sihtväärtused töötati välja lähtudes HELCOMi TARGEV projekti tulemustest, arvesse võeti ka WFD põhjal tehtud töid. TARGREV projektis kombineeriti olemasolevaid andmeid ja modelleerimist (*hindcast modelling*) vastavalt veekogumite alajaotusele, et saada sihtväärtusi. (Pyhälä & Fleming-Lehtinen, 2013). MSFDst lähtuvad HELCOMi ökoloogilised eesmärgid eutrofeerumise valdkonnas on: **1) toitainete kontsentratsioonid on looduslikul tasemel; 2) puhas vesi; 3) vetikate õitsengud on looduslikul tasemel; 4) looduslik taimestiku ja loomastiku levik; 5) looduslikud hapniku kontsentratsioonid** (HELCOM, 2014a). Lõpliku hinnangu andmisel kasutati nendest eesmärkidest lähtuvaid tuumindikaatoreid (lahustunud anorgaaniline lämmastik - DIN, lahustunud anorgaaniline fosfor - DIP, klorofüll-a - Chl-a, Secchi sügavus ja hapnikunappus), vaatlusandmeid ja eutrofeerumise seisundi hinnangu tööriista HEAT 3.0 (HELCOM, 2014b).

HEAT 3.0s jaotatakse saadud hinnangud heaks keskkonnaseisundiks, mis koosneb **väga heast ja heast klassist**, ning keskkonnaseisundiks, mille puhul head seisundit ei ole veel saavutatud (**keskmine, halb ja väga halb klass**). Sama, viie-astmelist, jaotust on kirjeldatud ka WFDs. Aga kuna **MSFD nõuab ainult hea keskkonnaseisundi saavutamise või mitte saavutamise märkimist**, siis jagati ka HELCOMi 2013. aastal antud hinnangud kaheks (Joonis 1.1.) (HELCOM, 2014b).



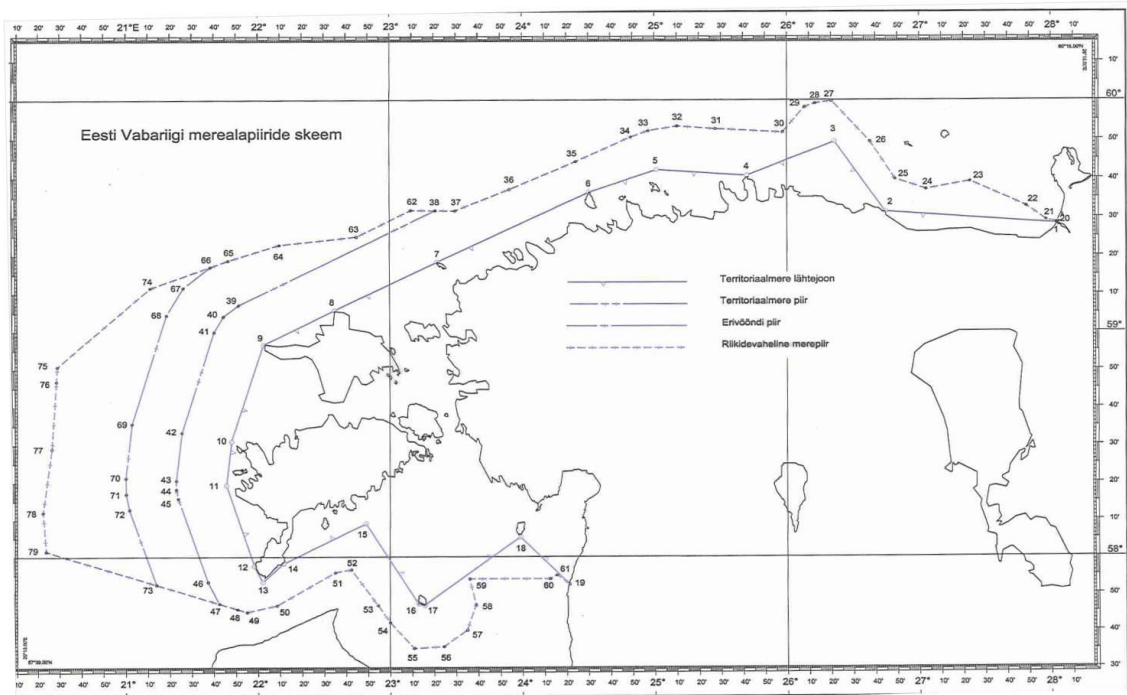
**Joonis 1.1.** Läänemere hea keskkonnaseisundi saavutamise hinnang eutrofeerumise valdkonnas perioodil 2007-2011. Rohelised alad on alad, kus hea keskkonnaseisund on saavutatud, punastel aladel ei ole head keskkonnaseisundit saavutatud (HELCOM, 2014e).

## **2. ANDMED JA METOODIKA**

### **2.1. Avamereseire 2011-2013**

Soome laht on pikliku kujuga Läänemere kirdeosa alambassein, ca 300 km läänest itta ja pindala 29 600 km<sup>2</sup>. Soome lahe ja Läänemere avaosa vaheline piir asub kokkuleppeliselt Osmussaare ja Hanko poolsaare vahel. Soome laht on hüdroloogiliselt keerukas süsteem, mida mõjutavad Läänemere avaosast tulevad soolasema vee sissevoolud ja peamiselt lahe idaosa jõgedest pärinev magevesi. Soome lahe kesk- ja lääneossa lisandub oluliselt toitaineid Neeva jõest, mille sissevool moodustab 15% kogu Läänemere magevee sissevoolust (Alenius, Myrberg, & Nekrasov, 1998).

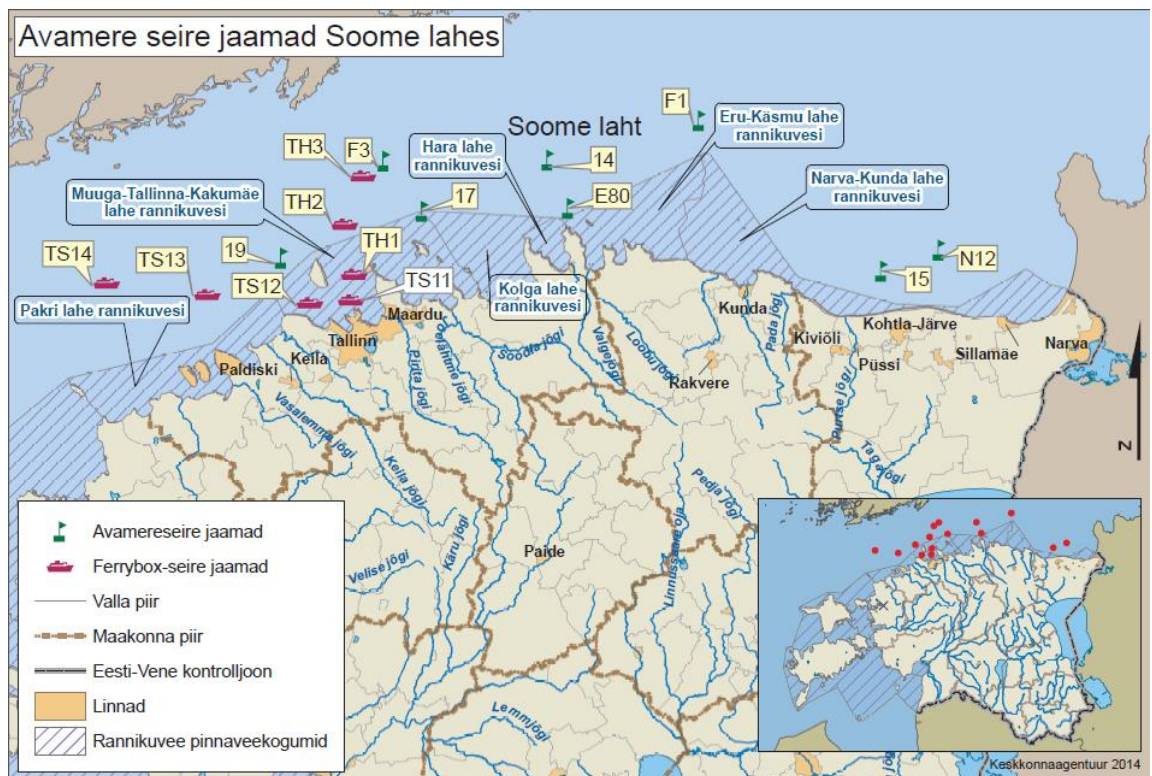
Eesti avamereseire katab mereala, mis jääb rannikuvee välimisest piirist majandusvööndi välispiirini (Joonis 2.1) ning selle raames kogutakse andmeid merevett iseloomustavate näitajate (füüsikalised-keemilised ja hüdrobioloogilised) osas, et hinnata Läänemere seisundit tervikuna.



**Joonis 2.1.** Eesti Vabariigi merealapiiride skeem (Anon., 2010b).

Riiklike keskkonnaseire andmeid kasutades jagati Eesti hinnangu süsteemi (**Eesti indikaatorid ja normväärtused**) kasutamiseks Soome lahe avamereosa kaheks – lahe lääne- ja kaguosa. Seda sellepärast, et Eesti süsteemi järgi hinnangute andmisel kasutati avamere lääneosas rannikumere lääneosa normväärtusi ja avamere kaguosas rannikumere kaguosa normväärtusi (normväärtused pärinevad - (Keskkonnaminister, 2010)).

Soome lahe kaguosa andmed on kogutud uurimislavaga seirejaamadest. Kaguosa jaamad (14, E80, F1, 15, N12) on näidatud joonisel 2.2. Soome lahe lääneosast kogutakse lisaks seirejaamadele veel tiheda ajasammuga andmeid automaatsete mõõtmis- ja proovikogumisseadmete (**Ferrybox**) abil (Joonis 2.2.) (TTÜ MSI & TÜ EMI, 2014b).



**Joonis 2.2.** Avamere seire jaamad Soome lahes (Põder, 2014a).

Lahe kaguosa andmed, mida kasutati Eesti süsteemi järgi hinnangute andmisel on toodud tabelis 2.1, kus nad on esitatud vastava parameetri ja mõõtmiste arvu järgi perioodil 2011-2013 (TTÜ MSI & TÜ EMI, 2012a, 2013a, 2014a).

**Tabel 2.1.** Perioodil 2011-2013 avamereseire käigus kogutud andmete mõõtmiste arv Soome lahe avamere kaguosas (TTÜ MSI & TÜ EMI, 2012a, 2013a, 2014a).

Parameeter	2011	2012	2013	KOKKU
Üldlämmastik	23	30	30	<b>83</b>
Üldfosfor	23	30	30	<b>83</b>
Klorofüll-a	8	10	10	<b>28</b>
Fütoplanktoni biomass	4	4	4	<b>12</b>
Secchi sügavus	-	8	-	<b>8</b>

Perioodil 2011-2013 koguti andmeid lahe lääneosas avamereseire jaamade ja Tallinn-Helsingi ning Tallinn-Stockholmi liini *Ferrybox*-seire jaamade veeproovidest. *Ferrybox*-jaamadest valiti avamerealal asuvad jaamad, välja jäeti

rannikumeres asuvad jaamad (Joonis 2.2.). Tabelis 2.2 on näha perioodil 2011-2013 kogutud proovide arvud näitajate kaupa (TTÜ MSI & TÜ EMI, 2012a, 2013a, 2014a).

**Tabel 2.2.** Perioodil 2011-2013 avamereseire käigus kogutud andmete arv Soome lahe avamere lääneosas. <sup>1</sup>- seirejaamad, <sup>2</sup>-*Ferrybox*-liinid (TTÜ MSI & TÜ EMI, 2012a, 2013a, 2014a).

Periood	Parameeter	Veeproovid <sup>1</sup>	Tallinn-Helsinki <sup>2</sup>	Tallinn-Stockholm <sup>2</sup>	KOKK U
2011	Üldlämmastik	12	14	18	44
	Üldfosfor	12	14	18	44
	Klorofüll-a	6	14	32	52
	Fütoplanktoni biomass	2	14	16	32
	Secchi sügavus	-	-	-	-
2012	Üldlämmastik	18	10	15	43
	Üldfosfor	12	2	14	28
	Klorofüll-a	6	10	14	30
	Fütoplanktoni biomass	2	10	16	28
	Secchi sügavus	2	-	-	2
2013	Üldlämmastik	18	6	16	40
	Üldfosfor	12	22	24	58
	Klorofüll-a	6	11	28	45
	Fütoplanktoni biomass	2	11	16	29
	Secchi sügavus	-	-	-	-
2011-2013	Üldlämmastik	48	30	49	<b>127</b>
	Üldfosfor	36	38	56	<b>130</b>
	Klorofüll-a	18	35	74	<b>127</b>
	Fütoplanktoni biomass	6	35	48	<b>89</b>
	Secchi sügavus	2	-	-	<b>2</b>

**HELCOMi süsteemi järgi** avamerd hinnates, kasutati Eesti riikliku avamereseire andmetest (2011-2013) lahustunud anorgaanilist lämmastikku (DIN), lahustunud anorgaanilist fosforit (DIP), Secchi sügavust, hapnikku defitsiiti ja klorofüll-a sisaldust. HELCOMi süsteemi järgi hinnangu andmisel kasutatud näitajate proovide arvud leiab tabelist 2.3 (TTÜ MSI & TÜ EMI, 2012a, 2013a, 2014a). 2013. ja 2014.



aasta andmetest jäeti välja DIP väärtused, kuna 2013.a. talviste proovide analüüsid ebaõnnestusid (EMI analüsaator ei olnud korras) ja 2014.a. talvised väärtused on seireandmebaasi esitatud ilmselt valede ühikutes (järelalus tehtud TTÜ MSI samaaegsete mõõtmiste tulemusi arvestades).

**Tabel 2.3.** Perioodil 2011-2013 riikliku avamereseire käigus kogutud andmete mõõtmiste arv, mida kasutati HELCOMi süsteemi järgi hinnangu andmisel. <sup>1</sup>-seirejaamad, <sup>2</sup>-Ferrybox-liinid. (TTÜ MSI & TÜ EMI, 2012a, 2013a, 2014a)

Periood	Parameeter	Veeproovid1	Tallinn-Helsingi2	Tallinn-Stockholm2	KOKKU
2011	DIN	18	-	-	18
	DIP	18	-	-	18
	Klorofüll-a	14	14	32	60
	Secchi sügavus	-	-	-	-
	Hapniku defitsiit	8	-	-	8
2012	DIN	21	-	2	23
	DIP	21	2	2	25
	Klorofüll-a	16	10	14	40
	Secchi sügavus	10	-	-	10
	Hapniku defitsiit	13	-	-	13
2013	DIN	24	-	2	26
	DIP	-	6	2	8
	Klorofüll-a	16	11	28	55
	Secchi sügavus	-	-	-	-
	Hapniku defitsiit	13	-	-	13
2014	DIN	23	-	-	23
	DIP	-	2	-	2
	Klorofüll-a	-	-	-	-
	Secchi sügavus	-	-	-	-
	Hapniku defitsiit	-	-	-	-
2011-2014	DIN	86	-	4	<b>90</b>
	DIP	39	10	4	<b>53</b>
	Klorofüll-a	46	35	74	<b>155</b>
	Secchi sügavus	10	-	-	<b>10</b>
	Hapniku defitsiit	34	-	-	<b>34</b>

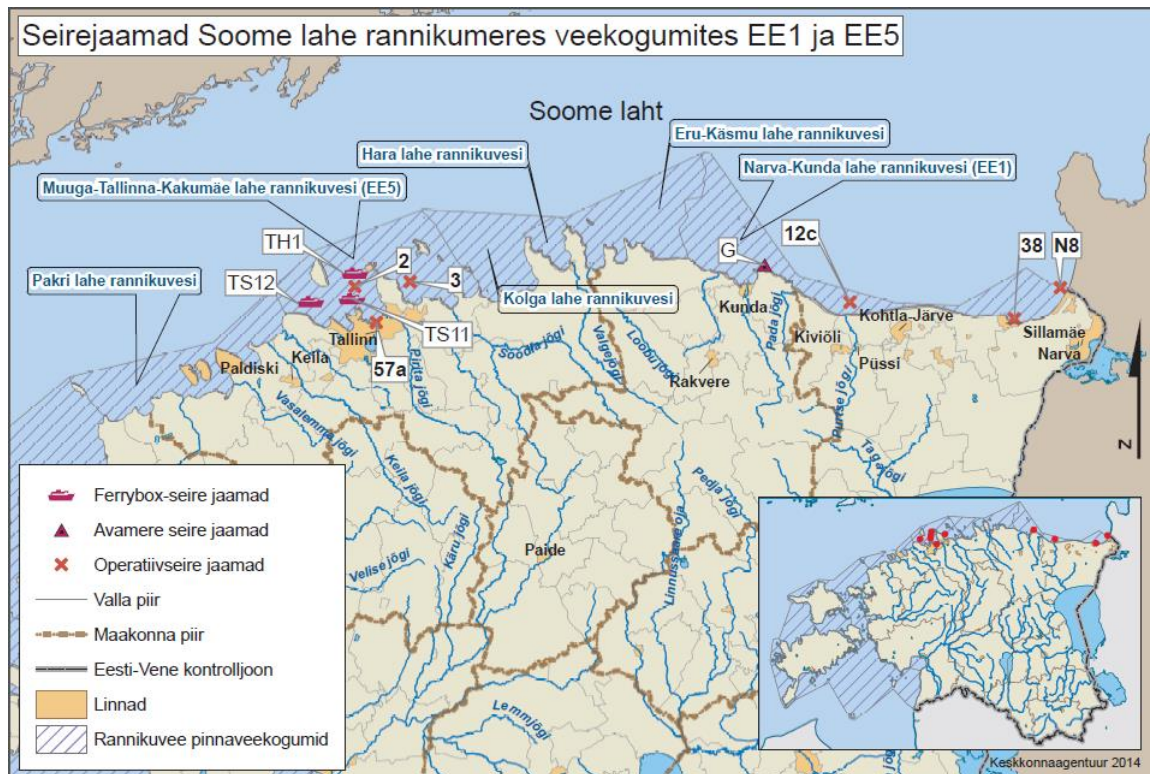
## 2.2. Rannikumereseire 2011-2013

Ülevaateseire käigus koguti andmeid Eru-Käsmu (2011-2013) ning Pakri lahe (2011) veekogumist. (TÜ EMI, 2012e). Kuna ülevaate seire käigus anti hinnang Soome lahe rannikuvetes asuvale Eru-Käsmu lahele (TÜ EMI, 2010), Pakri lahele (TÜ EMI, 2012e), Hara lahele (TÜ EMI, 2010) ja Kolga lahele (TÜ EMI, 2008) andmete põhjal, mida ei kogutud perioodi 2011-2013 kõikidel aastatel, siis valiti hinnangute

andmiseks 2011-2013. aasta operatiivseire andmete põhjal hinnatud Muuga-Tallinn-Kakumäe (EE5) ja Narva-Kunda laht (EE1).

Operatiivseire käigus koguti andmeid Soome lahe idaossa jäävast Narva-Kunda lahest ja lääneossa jäävast Muuga-Tallinna-Kakumäe lahest. Narva-Kunda piirkond on oma avatuse tõttu hea veevahetusega, mida mõjutavad hoovused ning lainetus kannavad piirkonnas asuvatele madalatele aladele palju orgaanilist materjali, mistõttu väheneb vee läbipaistvus kohati väga palju. Narva-Kunda laht on Soome lahe lõunaosa kõige suurema reostuskoormusega, mis on tingitud peamiselt Narva, Pühajõe ja Purtse jõe sissevooludest. Soolsus varieerub 3-6 psu vahel. Muuga-Tallinna-Kakumäe laht sisaldab endas Tallinna, Kakumäe, Kopli, Paljassaare, Muuga ja Ihasalu lahte. Lahe põhjaosas asub süvik, mistõttu jõuab sügavamate kihtide vesi antud lahte. Soolsus on vahemikus 5,5-9,5 psu (TÜ EMI, 2012d).

Perioodil 2011-2013 koguti rannikumeres seire andmeid kolmest seirejaamast (2, 3, 57a) Muuga-Tallinna-Kakumäe lahest ja neljast seirejaamast (12c, 38, N8, G; viimane on formaalselt avamere seire jaam, kuid asub analüüsitavas rannikumere osas) Narva-Kunda lahest (Joonis 2.3). Lahtedest koguti veeproove nii bioloogiliste elementide kui füüsikalise-keemiliste näitajate kohta (TTÜ MSI & TÜ EMI, 2012b, 2013b; TÜ EMI, 2012d, 2013b, 2014b).



**Joonis 2.3.** Seirejaamad Soome lahe rannikumere veekogumites EE1 ja EE5 (Põder, 2014b).

Operatiivseire käigus kogutud aastatel 2011-2013 andmetest kasutati andmeanalüüsis mõlema lahe riikliku keskkonnaseire andmeid, kuna need sisaldasid antud töös kasutamiseks valitud eutrofeerumist iseloomustavaid näitajaid. Lisaks valiti Muuga-Tallinn-Kakumäe lahele andmeid Tallinn-Helsingi liini Ferrybox jaamast TH1 ja Tallinn-Stockholm liini Ferrybox jaamadest TS11 ja TS12 (Joonis 2.3). Töös kasutatud andmete proovide arvud Muuga-Tallinn-Kakumäe lahe kohta on toodud tabelis 2.4. Tabel 2.5 sisaldab Narva-Kunda lahes mõõdetud veeproovide arve, mida töös kasutati.

**Tabel 2.4.** Perioodil 2011-2013 Muuga-Tallinn-Kakumäe lahest riikliku rannikumere operatiivseire käigus kogutud andmete mõõtmiste arvud. <sup>1</sup>- seirejaamad, <sup>2</sup>-Ferrybox-liinid. (TÜ EMI, 2012c, 2013a, 2014a) (TTÜ MSI & TÜ EMI, 2012a, 2013a, 2014a)

	<b>Parameeter</b>	<b>Veeproovid<sup>1</sup></b>	<b>Tallinn-Helsingi<sup>2</sup></b>	<b>Tallinn-Stockholm<sup>2</sup></b>	<b>KOKKU</b>
<b>2011</b>	Üldlämmastik	56	7	18	81
	Üldfosfor	56	7	18	81
	Klorofüll-a	21	7	32	60
	Fütoplanktoni biomass	21	7	16	44
	Secchi sügavus	-	-	-	-
<b>2012</b>	Üldlämmastik	42	5	16	63
	Üldfosfor	42	1	14	57
	Klorofüll-a	21	5	16	42
	Fütoplanktoni biomass	21	5	16	42
	Secchi sügavus	18	-	-	18
<b>2013</b>	Üldlämmastik	56	6	16	78
	Üldfosfor	56	16	16	88
	Klorofüll-a	21	8	28	57
	Fütoplanktoni biomass	19	8	16	43
	Secchi sügavus	21	-	-	21
<b>2011 - 2013</b>	Üldlämmastik	154	18	50	<b>222</b>
	Üldfosfor	154	24	48	<b>226</b>
	Klorofüll-a	63	20	76	<b>159</b>
	Fütoplanktoni biomass	61	20	48	<b>129</b>
	Secchi sügavus	18	-	-	<b>39</b>

**Tabel 2.5.** Perioodil 2011-2013 Narva-Kunda lahest riikliku rannikumere operatiivseire käigus kogutud andmete mõõtmiste arvud (TÜ EMI, 2012c, 2013a, 2014a).

<b>Parameeter</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>KOKKU</b>
Üldlämmastik	60	96	55	<b>211</b>
Üldfosfor	60	96	55	<b>211</b>
Klorofüll-a	21	36	21	<b>78</b>
Fütoplanktoni biomass	21	20	21	<b>62</b>
Secchi sügavus	-	30	15	<b>45</b>

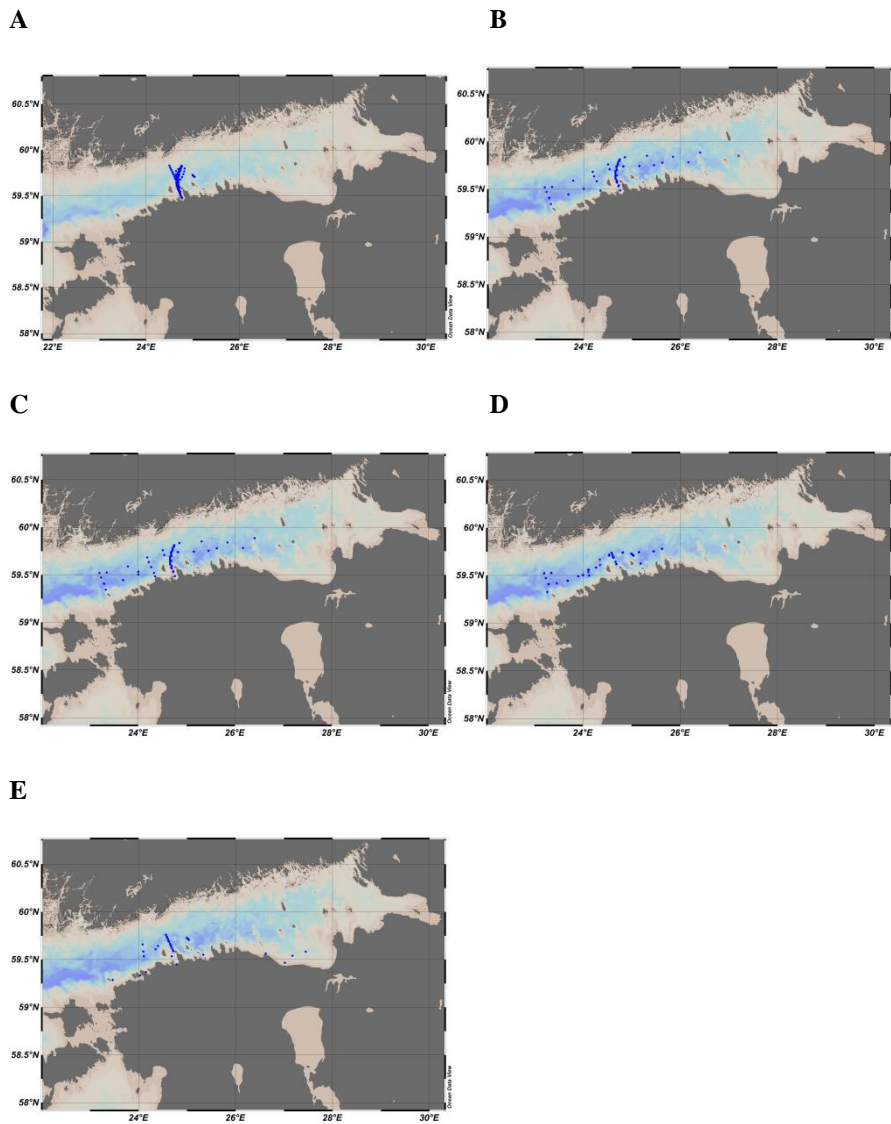
### 2.3. TTÜ MSI teadusprojektide andmed

TTÜ MSI teadusprojektide andmetest kasutati töös hinnangute andmisel DIN, DIP, klorofüll-a, fütoplanktoni biomassi, Secchi sügavuse ja hapniku andmeid, mida koguti erinevate reiside käigus Soome lahe piirkonnas (Joonis 2.4. järgmisel lehel). Kogutud andmete mõõtmiskorrad on toodud tabelis 2.6.

**Tabel 2.6.** Perioodil 2011-2014 TTÜ MSI teadusprojektide käigus kogutus andmete arvud.

Parameeter	2011	2012	2013	2014	KOKKU
DIN	19	8	6	49	82
DIP	19	8	6	54	87
Klorofüll-a	153	168	81	-	402
Secchi sügavus	37	54	28	-	119
Hapniku defitsiit	39	88	34	38	199

DIN andmete puhul puudusid mõningatel juhtudel  $\text{NH}_4$  väärtused, seega kasutati nendel juhtudel ainult  $\text{NO}_2+\text{NO}_3$ . DIN, DIP ja klorofüll-a andmetest kasutati kõiki TTÜ MSI laboris analüüsitud andmeid, mille puhul märkus protokollis kvaliteedi võimaliku kõrvalekalde (näiteks filter määrdunud, rooste vmt) kohta puudus. Analoogne informatsioon seire andmebaasist võetud andmetel kahjuks puudub ja näiteks DIP väärtused aastatest 2013 ja 2014 jäeti välja, kuna andmed olid selgelt valed.



**Joonis 2.4.** TTÜ MSI teadusprojektide mõõtejaamad (2011-2014). A – klorofüll-a; B – DIN; C – DIP; D – hapniku defitsiit; E – Secchi sügavus.

## 2.4. Mõõdetavate parameetrite iseloomustus

### 2.4.1. Üldlämmastik ja üldfosfor

Üldlämmastiku (N<sub>tot</sub>) mõõtmisel arvestatakse kõiki lämmastiku (N) orgaanilisi ja anorgaanilisi ühendeid. Üldfosfori (P<sub>tot</sub>) hulka kuuluvad kõik orgaanilised ja anorgaanilised fosforiühendid. Suur osa N ja P ühenditest on seotud veeorganismide rakkudes ja kudedes, mille tõttu saab määrata merevee fosfori- ja lämmastikusisaldust ka bioloogiliselt aktiivsel ajal. Anorgaanilised lämmastiku (nitraadid, nitritid ja ammooniumsoolad) ja fosforiühendid (orto- ja polüfosfaadid) ühendite kontsentratsioonid on bioloogiliselt aktiivsel ajal väga väikesed, sageli allpool analüütilist määramispiiri. Eesti vetes kasutatakse üldlämmastiku ja -fosfori suviseid kontsentratsioone keskkonnaseisundi indikaatoritena. Veeproove kogutakse 1, 5 ja 10 meetri sügavuselt. Üldlämmastiku ja -fosfori sisaldus analüüsitakse erinevatel horisontide ning hinnangu aluseks olev väärtus saadakse kõigi väärtuste aritmeetilisest keskmisest elementide kaupa (TÜ EMI, 2012a). *Ferrybox*-seire käigus koguti proove automaatsete proovikogujatega 4-5 meetri sügavuselt (TTÜ MSI & TÜ EMI, 2012b, 2013b, 2014b). Töös kasutatud N<sub>tot</sub> ja P<sub>tot</sub> väärtused on võetud sügavustelt 1-10 meetrit.

Üldlämmastikku ja üldfosforit kasutatakse Eestis rannikuveekogumite keskkonnaseisundi hindamisel. Avamerealadele ei saa antud indikaatorite järgi hinnangut anda, kuna mõõtmisagedus jääb alla nõutava miinimumi (TÜ EMI, 2012a).

#### **2.4.2. Lahustunud anorgaaniline lämmastik ja lahustunud anorgaaniline fosfor**

Lahustunud anorgaanilise lämmastiku (DIN) alla kuuluvad ammooniumühendid, nitraadid ja nitritid. Lahustunud anorgaanilise fosfori (DIP) alla kuuluvad peamiselt ortofosfaadid. Talvine (mõõdetakse detsembrist veebruarini) DIN sisaldus merevees määrab fütoplanktoni kevadõitsengu potentsiaali kuna fütoplanktoni jaoks on Läänemeres peamiseks limiteerivaks toitaineks lämmastik. DIN ja DIP proovid kogutakse pindmisest veekihi, 1, 5 ja 10 meetri sügavuselt (TÜ EMI, 2012a). *Ferrybox*-seire käigus koguti proove automaatsete proovikogujatega 4-5 meetri sügavuselt (TTÜ MSI & TÜ EMI, 2012b, 2013b, 2014b). DIN ega ka DIP ei ole Eesti mereala keskkonna seisundi indikaatorid veel, kriteeriumid loodetakse välja töötada ja kasutusse panna hiljemalt aastaks 2018 (TÜ EMI, 2012a). Töös kasutatud DIN ja DIP väärtused on võetud sügavustelt 1-10 meetrit.

#### **2.4.3. Klorofüll-a ja fütoplanktoni biomass**

Klorofüll-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) on fütoplanktoni pigment, mis esineb kõigis rakkudes kui peamine fotosünteesiline pigment, mida kasutatakse kui ligikaudset mõõdikut, sest klorofüll-a esindab osa biomassi. Fütoplanktoni biomass ( $\text{mg l}^{-1}$ ) on täpsem indikaator kui klorofüll-a. Seda sellepärast, et biomassis arvestatakse erinevate põhipigmentidega ja toitumisviisidega organismirühmi. Eesti vetes kasutatakse indikaatorina klorofüll-a ja fütoplanktoni biomassi suvist (juuni kuni september) mediaankontsentratsiooni, mis saadakse 1, 5 ja 10 meetri sügavuselt kogutud veeproovide integreeritud proovist näitajate kaupa (TÜ EMI, 2012a). *Ferrybox*-seire käigus kogutakse proove automaatsete proovikogujatega 4-5 meetri sügavuselt (TTÜ MSI & TÜ EMI, 2012b, 2013b, 2014b). Klorofüll-a ja fütoplanktoni biomassi indikaatoreid kasutatakse Eesti rannikuveekogumite keskkonnaseisundi hindamisel. Avamerealadele ei saa antud indikaatorite järgi ainult seireandmete põhjal hinnangut anda, kuna mõõtmisagedus jääb alla nõutava miinimumi (TÜ EMI, 2012a). Töös kasutatud klorofüll-a väärtused on võetud sügavustelt 1-10 meetrit.



#### **2.4.5. Secchi sügavus**

Merevee läbipaistvust mõõdetakse Secchi kettaga, kuna see on lihtsaim, odavaim ja üks vanimaid vahendeid vee läbipaistvuse määramiseks. Secchi sügavust kasutatakse Eesti rannikuveekogumite keskkonnaseisundi hindamisel. Avamerealadele ei saa antud indikaatori järgi ainult seireandmeid kasutades hinnangut anda, kuna mõõtmisagedus jääb alla nõutava miinimumi (TÜ EMI, 2012a).

#### **2.4.6. Halokliini alune hapnikudefitsiit**

Hapniku defitsiit saadakse kui mõõdetud hapniku kontsentratsioon lahutada hapniku küllastunud kontsentratsioonist. Küllastunud kontsentratsioon arvutatakse kasutades samas punktis mõõdetud soolsusest ja temperatuurist. Hapniku defitsiit on parem näitaja kui hapniku kontsentratsioon kuna viimane on varieeruv sõltuvalt soolsuse ja temperatuuri muutustest. Halokliini alune punkt valitakse sellepärast, et hapniku kontsentratsioonid vähenevad halokliini piirkonnas sügavusega väga kiiresti. Hapniku defitsiidi määramiseks ei sobi halokliini alguspunkt, kuna seal on hapniku kontsentratsioon küllastusele lähedal. Välja arvatakse ka eufootne kiht, kuna seal on O<sub>2</sub> fütoplanktoni kasvu ajal üleküllastunud. Halokliinist allapoole jäävad sügavused jäetakse välja kuna seal võivad O<sub>2</sub> kontsentratsioonid sügavusega kas suureneda või väheneda. Töös kasutatud hapniku defitsiidi määramiseks valiti sügavus 80 meetrit, kuna Soome lahe halokliin asub üldiselt 60-80 meetri (TÜ EMI, 2012b) sügavusel. Soolsuse vertikaalsete profiilide analüüsi tulemusel (aastad 1987-2008) oli halokliini suurima vertikaalse gradiendiga sügavus 67 m (Liblik & Lips, 2011).

## **2.5. Võrreldavad meetodikad**

Töös kasutatavad meetodid merealade keskkonnaseisundi hindamiseks erinevad üksteisest hinnangu põhimõtete ja kasutatava tarkvara alusel. Tarkvara põhjal võib meetodid jagada kaheks. Esimesena vaadatakse WFD raames tehtavate tööde käigus kasutatavat tarkvara, millega on antud riiklikes seirearuannetes, operatiivseire andmetele põhinedes, hinnang Muuga-Tallinn-Kakumäe lahe ja Narva-Kunda lahe rannikuvetele. Teiseks tarkvaraks on HELCOMi poolt välja töötatud eutrofeerumise tööriist HEAT 3.0 (HELCOM Eutrophication Assessment Tool).

HEAT 3.0 rakendati (1) rannikumere operatiivseire ja (2) riikliku avamere-seire andmetele, kasutades Eesti süsteemi indikaatoreid ja paika pandud normväärtusi (hea ja kesise klassi piir – Tabel 2.7.). Tabelis 2.7. märgitud normväärtused on saadud rakendades paika pandud fooniväärtustele (Anon., 2003) lubatud kõrvalekalde protsenti, mis on Secchi sügavuse puhul 25%, ülejäänud indikaatorite puhul 50%. Kuna Soome lahe avamereosal puuduvad paika pandud normväärtused, siis kasutati lahe avamere lääneosas Soome lahe rannikumere lääneosa normväärtusi ja kaguosa avameres rannikumere kaguosa normväärtusi.

**Tabel 2.7.** Soome lahe rannikuvee hea ökoloogilise seisundiklassi piir bioloogiliste ja füüsikalise-keemiliste kvaliteedielementide järgi. (Keskkonnaminister, 2010).

Näitaja	Ühik	Soome lahe lääneosa	Soome lahe kaguosa
		Hea ja kesise klassi piiri normväärtused	
Klorofüll-a	mg/m <sup>-3</sup>	2,7	3,7
Fütoplanktoni biomass	mg/l <sup>-1</sup>	0,42	0,67
Üldlämmastik	µmol/l <sup>-1</sup>	22,8	26,8
Üldfosfor	µmol/l <sup>-1</sup>	0,72	0,84
Secchi sügavus	meeter	4,5	3,6

Riiklike avamereseireandmete põhjal rakendati ka (3) HELCOM indikaatorite süsteemi, normväärtused põhinesid sel puhul HELCOMis Soome lahe jaoks välja töötatud normväärtustel (Tabel 2.8.) (HELCOM, 2014b). Normväärtused on saadud, rakendades fooniväärtustele lubatud kõrvalekalde protsenti, mis on Secchi sügavuse puhul 25% ja teiste indikaatorite puhul 50% (HELCOM, 2006, 2009, 2013a). HEAT 3.0 rakendati ka (4) TTÜ MSI teadusprojektide andmetele, indikaatorid ja normväärtused valiti HELCOM põhised.

**Tabel 2.8.** HELCOMi indikaatorid ja normväärtused Soome lahe jaoks (HELCOM, 2014b).

Näitaja	Ühik	Normväärtus
DIN	µmol/l <sup>-1</sup>	3,80
DIP	µmol/l <sup>-1</sup>	0,59
Klorofüll-a	µg/l <sup>-1</sup>	2,00
Secchi sügavus	m	5,50
Hapniku defitsiit	mg/l <sup>-1</sup>	8,66

## 2.5.1 Riikliku mereseire käigus kogutud andmete põhjal hinnangu andmiseks kasutatav tarkvara

Eesti riikliku mereseire käigus kogutud andmete põhjal kasutati rannikuveekogumite ökoloogilise seisundi hindamiseks tarkvara (Joonis 2.5.), mis baseerub HELCOM HEAT tarkvaral, sellega arvutati välja ökoloogilise kvaliteedisuhte indeks (ÖKS) (TÜ EMI, 2014b).

**Joonis 2.5.** Mereseire andmetel põhineva hinnangu andmiseks kasutatav tarkvara (TÜ EMI, 2014b).

<b>Rannikuveekogumi ökoloogilise seisundi hinnang</b>						
<b>Veekogum: Muuga-Tallinn-Kakumäe laht Tüüp III: Soome lahe lääneosa</b>						
<b>Plankton</b>	<b>Foon</b>	<b>Ühik</b>	<b>Mõju</b>	<b>Seisund</b>	<b>ÖKS</b>	<b>Seisundi klass</b>
Klorofüll a	1.8	µg/l	+	5.0	0.391	
Fütoplanktoni biomass	0.28	mg/l	+	0.98	0.295	
					0.343	<b>Kesine</b>
<b>Põhjataimestik</b>	<b>Foon</b>	<b>Ühik</b>	<b>Mõju</b>	<b>Seisund</b>	<b>ÖKS</b>	
Põhjataimestiku sügavuslevik	15.00	m	-	6.8	0.451	
Põisadru sügavuslevik	7.00	m	-	3.83	0.548	
Mitmeaastaste liikide proportsioon	90.00	%	-	61	0.679	
					0.559	<b>Hea</b>
<b>Põhjaloomasik</b>	<b>Foon</b>	<b>Ühik</b>	<b>Mõju</b>	<b>Seisund</b>	<b>ÖKS</b>	
ZKl <sub>1</sub>	1.00		-	0.455	0.455	
FDI	1.00		-	0.558	0.558	
KPI	1.00		-	0.776	0.776	
					0.596	<b>Hea</b>
<b>Ökoloogilise seisundi klass:</b>						<b>KESINE</b>
<b>Füüsikalised-keemilised parameetrid</b>	<b>Foon</b>	<b>Ühik</b>	<b>Mõju</b>	<b>Seisund</b>	<b>ÖKS</b>	
Üldlämmastik (aasta keskmine)	15.3	µmol/l	+	20.2	0.765	<b>Hea</b>
Üldfosfor (aasta keskmine)	0.47	µmol/l	+	1.20	0.429	<b>Kesine</b>
Secchi ketta nähtavus	6.0	m	-	3.8	0.636	<b>Kesine</b>

Kvaliteedisuhte indeksite keskmistamisel elementide kaupa saadakse veekogumi ökoloogilise seisundi hinnang. **Aruandes antav koondhinnang lähtub bioloogiliste näitajate kõige madalamast seisundi klassist, füüsikalised-keemilised üldtingimuste määrangud on täiendavaks infoks** (TÜ EMI, 2012e). ÖKS klassipiirid on vastavuses Keskkonnaministri 28. juuli 2009. a määruse nr.44 (Keskkonnaminister, 2009) lisa 6 (Keskkonnaminister, 2010) toodud piiridega.

Lisas 6 on ka kirjas, et pinnaveekogude ökoloogilise seisundklassi määramiseks kasutatakse juunist septembrini kogutud näitajate proovide andmeid. 2013. aasta operatiivseire aruandes on kirjas, et üldlämmastiku ja üldfosfori põhjal antud keskkonnaseisundi hinnang on antud kasutades nimetatud parameetrite juunist kuni septembrini kogutud proove, sügavuselt 1, 5 ja 10 meetrit. Samas on 2013. aasta operatiivseire aruande joonistel kirjas, et üldlämmastiku ja üldfosfori puhul on võetud aasta keskmised väärtused (Joonis 2.5.).

Perioodil 2011-2013 kogutud rannikumereseire andmete põhjal ja kasutades HELCOM HEAT tarkvaral põhinevat tarkvara, milles märgitud kvaliteedielementide piirid lähtuvad Keskkonnaministri 28. juuli 2009. a määruse nr.44 (Keskkonnaminister, 2009) lisast 6 (Keskkonnaminister, 2010), on aruannetes antud Narva-Kunda ja Muuga-Tallinna-Kakumäe lahele 2011. ja 2012. aastal kesine hinnang (Tabel 2.9.). Aastal 2013 viidi läbi põhjataimestiku ja –loomastiku hindamissüsteemide klassipiiride interkalibratsioon, mille tulemusena muudeti klassipiire rangemaks. Sellest lähtuvalt on Muuga-Tallinna-Kakumäe lahel kaks hinnangut (Tabel 2.9.). Esimene (kesine) hinnang põhineb hetkel kehtival määrusel (Keskkonnaminister, 2009). Teine hinnang lähtub Euroopa Komisjoni 20. detsembri 2013 otsusest 2013/480/EU (Anon., 2013) (TÜ EMI, 2014b). Narva-Kunda lahe 2013. aasta hinnangus kasutati ka muudetud põhjataimestiku ja –loomastiku klassipiire, aga need ei muutnud hinnangut.

**Tabel 2.9.** Rannikumere operatiivseire (2011-2013) käigus hinnatud ja aruannetes esitatud Soome lahe veekogumite hinnangud. <sup>1</sup>- põhjaloomastiku ja –taimestiku interkalibreeritud klassipiiridega saadud hinnang (TÜ EMI, 2012d, 2013b, 2014b).

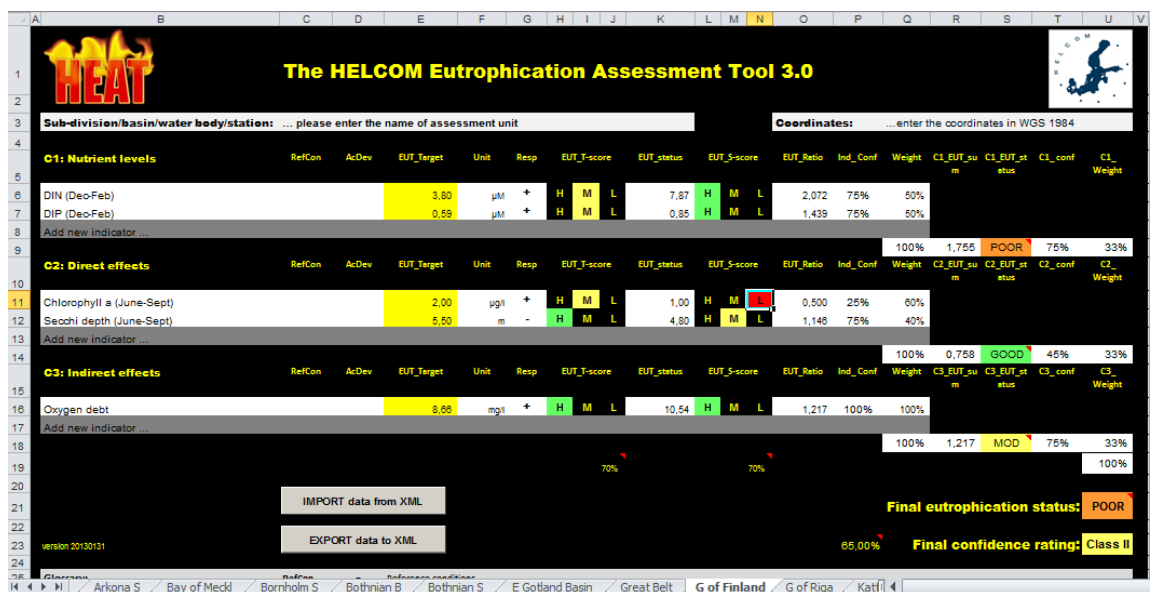
	2011		2012		2013		
	Narva-Kunda laht	Muuga-Tallinna-Kakumäe laht	Narva-Kunda laht	Muuga-Tallinna-Kakumäe laht	Narva-Kunda laht	Muuga-Tallinna-Kakumäe laht	Muuga-Tallinna-Kakumäe laht <sup>1</sup>
Plankton	hea	kesine	kesine	kesine	kesine	kesine	kesine
Põhjataimestik	kesine	hea	kesine	hea	kesine	hea	kesine
Põhjaloostik	hea	hea	hea	hea	hea	hea	halb
Üldlämmastik	hea	kesine	väga hea	hea	hea	hea	hea
Üldfosfor	hea	kesine	kesine	kesine	kesine	kesine	kesine
Secchi sügavus	kesine	kesine	kesine	hea	kesine	kesine	kesine
<b>Ökoloogilise seisundi klass</b>	<b>KESINE</b>	<b>KESINE</b>	<b>KESINE</b>	<b>KESINE</b>	<b>KESINE</b>	<b>KESINE</b>	<b>HALB</b>

Eesti seireprogrammi raames avamereseirealadel kogutud andmete põhjal ökoloogilise kvaliteedi seisundi hindamist aruannetes (TTÜ MSI & TÜ EMI, 2012b, 2013b, 2014b) läbi ei viidud, kuna Eestil puudub avamere jaoks tüpologia (TÜ EMI, 2012b).

### 2.5.2. HELCOM HEAT 3.0

Läänemere eutrofeerumise seisundi viimane hinnang erinevatele merealadele on antud kasutades HELCOMi eutrofeerumise hinnangu tööriista (HELCOM Eutrophication Assessment Tool – HEAT). HEAT on eutrofeerumise hinnangu abivahend ja töötab Excelis (Joonis 2.6.). HEAT võrdleb eutrofeerumise iseloomustamiseks valitud indikaatori kokkulepitud sihtväärtusi vaatlustulemustest pärinevate hetkväärtustega. Iga indikaatori jaoks arvutatakse välja nn eutrofeerumise suhe, mis jäädes alla 1.00 peegeldab **head keskkonna seisundit** ja jäädes üle 1.00, iseloomustab indikaator olukorda, kus **hea keskkonna seisund pole veel saavutatud**. Saadud eutrofeerumise suhe vastab seisundile *HIGH*, kui suhte väärtus jääb vahemikku

0...0,5, vahemikus >0,5...1 on seisund *GOOD*, >1...1,5 on seisund *MODERATE*, >1,5...2 on seisund *POOR* ja >2 on seisund *BAD*. Iga kriteeriumi puhul arvutatakse indikaatorite kaalutud keskmine, mis annab kriteeriumile vastava väärtusele, kas üle 1.00 või alla selle. Lõpphinnang veekogu eutrofeerumisele kujuneb põhimõttel **üks-väljas-kõik-väljas**, mis tähendab, et kui kasvõi ainult ühel kriteeriumil on väärtus üle 1.00, ehk head keskkonnaseisundit pole saavutatud, siis jääb see tulemus iseloomustama tervet veekogu (Pyhälä & Fleming-Lehtinen, 2013).



**Joonis 2.6.** HELCOMi eutrofeerumise hinnangu tööriist – HEAT 3.0 (HELCOM, 2014c).

## 2.6. Meetodite erinevus

### 2.6.1. Ökoloogilise kvaliteedisuhte arvutamine

HELCOMi viimase eutrofeerumise hinnangu andmisel Läänemerele kasutati tarkvara HEAT 3.0 (HELCOM, 2014b). Eesti rannikumereseire käigus kogutud andmete põhjal anti veekogumitele ökoloogilise seisundi hinnang kasutades HELCOM HEAT tarkvaral põhinevat tarkvara (TÜ EMI, 2012d, 2012e, 2013b, 2014b). HEAT tarkvarades võrreldakse mõõdetud kvaliteedielementide keskmisi väärtusi ja lähtudes paika pandud normväärtustest/foonidest arvutatakse välja ökoloogiline kvaliteedisuhe. Eestis kasutatavas süsteemis vaadatakse parameetri fooni (paikapandud väärtus, mis iseloomustab parameetri väärtust vähese inimtegevuse mõjuga ajal) ja mõõteandmete keskmist väärtust.

Eestis kasutatavas süsteemis arvutatakse ÖKS järgmise valemi järgi:

$$\text{ÖKS} = \frac{(P_x - P_l) \times (E_u - E_l)}{P_u - P_l} + E_l$$

$P_x$  – parameetri mõõdetud väärtus

$P_l$  – parameetri madalam klassipiir

$P_u$  – parameetri kõrgem klassipiir

$E_l$  – vastava ÖKSi madalam klassipiir

$E_u$  – vastava ÖKSi kõrgem klassipiir

Saadud ÖKS jääb vahemikku 0...1, millest null iseloomustab väga halba keskkonnaseisundit ja üks väga head. Veekogu ökoloogilist seisundit hinnatakse skaalal väga hea, hea, kesine, halb ja väga halb. ÖKS suhte piirid on paika pandud keskkonnaministri määruse nr.44 lisas 6. ÖKSide klassipiirid erinevad natuke lähtuvalt rannikuveekogumitest ja mõõdetavatest parameetritest (Keskkonnaminister, 2010).



HEAT 3.0s on võimalus märkida parameetri foon ja lubatud kõrvalekalde protsent, millest arvutatakse hea ja kesise klassi piir ehk normväärtus. Samas võib ka sisestada paikapandud normväärtuse, millest arvutatakse eutrofeerumise suhe jagades mõõdetud keskmise väärtuse normväärtusega.

Eesti süsteemi ökoloogilise seisund hinnang **väga hea** vastab HELCOMi süsteemi hinnangule **HIGH**, **hea** – **GOOD**, **kesine** – **MODERATE**, **halb** – **POOR**, **väga halb** – **BAD**.

### **2.6.2. Indikaatorid**

Mõlema meetodika ja tarkvara puhul on ühised kasutatavad bioloogilised ja füüsikalise-keemilised kvaliteedielemendid klorofüll-a ja Secchi kettaga mõõdetud vee läbipaistvus.

Mõlemas verisoonis on kasutusel ka toitainete näitajad. Eesti süsteemi puhul kasutatakse üldlämmastiku ja üldfosfori suviseid mediaankontsentratsioone. HELCOMi hinnangutes kasutatakse lahustunud anorgaanilise lämmastiku (DIN) ja fosfori (DIP) kontsentratsioone, mida mõõdetakse talvel.

Eesti versiooni järgi hindamisel on arvestatud ka fütoplanktoni biomassi ning põhjataimestiku- ja loomastiku kvaliteedinäitajaid.

HELCOMis on lisaks ka halokliini alune hapniku defitsiit, mis Eestis indikaatorina ei ole kasutusel.

### 2.6.3. Indikaatorite norm- ehk sihtväärtused ja võrdlusarvud ehk foonid

Indikaatorite foonid on võrdlusarvud, mis iseloomustavad väärtusi ajast, kus inimtegevuse mõju ei olnud väga suur. Foonid määratakse pikaajaliste seireandmete põhjal (nende olemasolul), modelleerimise ja seireandmete kombineerimise teel või eksperdi hinnangul. Paika pandud norm- ehk sihtväärtused märgivad hea ja kesise seisundiklassi piiri, mis saadakse kui foonile rakendatakse lubatud kõrvalekalde protsenti.

**Eestis** paika pandud klorofüll-a ja fütoplanktoni biomassi **foonväärtused** lähtuvad valikaladel perioodi 1993-2005 andmetest, mille sagedusjaotuse tulemustest eeldati, et saadud väärtused langevad 20% juhtudest vahemikku, mis on iseloomulikud inimtegevusest puutumata aladele (Anon., 2003). Eesti Mereala Hea Keskkonnaseisundi indikaatorite ja keskkonnasihtide kogumis on kirjas, et üldlämmastiku foon on leitud suveperioodi (1990-2008) mõõtmiste põhjal. Võrdlusarv määrati Tallinna, Pärnu ja Narva lahe seireandmete põhjal 10 % protsentiiliga kõikidest mõõtmistest. Tüübispetsiifiline võrdlusarv üldfosforile on leitud suveperioodi (1990-2005) mõõtmiste põhjal. Võrdlusarv määrati Tallinna, Pärnu ja Narva lahe seireandmete põhjal 20 % protsentiiliga kõikidest mõõtmistest. Klorofüll-a, fütoplanktoni biomassi, Ntot ja Ptot hea ja kesise klassi piiri määrab 50 % kõrvalekalle võrdlusarvust. Secchi sügavuse foon määrati perioodi 1993-2005 seireandmete sagedusjaotuse põhjal, kui eeldati, et saadud tulemused langevad 20 % juhtudest vahemikku, mis on iseloomulikud inimtegevusest puutumata aladele (Anon., 2003). Secchi puhul on lubatud kõrvalekalle 25% paika pandud selle järgi, et Secchi sügavus kui mõõdetav parameeter on muutub aeglasemalt kui näiteks klorofüll-a (TÜ EMI, 2012a).

**HELCOMi** indikaatorite **sihtväärtused** pandi paika HELCOM MONAS (*Monitoring and Assessment group*) HELCOM CORE EUTRO 7/2012 protsessi käigus. CORE EUTRO 7/2012 käigus võrreldi TARGREV ja EUTRO-PRO projekti pakutud normväärtusi ning BNI (*Baltic Nest Institute*) BALTSEM mudelis kasutatud

norme, millega arutati maksimaalne lubatud koormus, mis vastaks BSAP eesmärkide saavutamisele (*Maximum Allowable Input (MAI) of the BSAP*). Klorofüll-a sihtväärtuseks lepiti kokku  $2,0 \mu\text{g/l}^{-1}$  ( $\mu\text{g/l}^{-1} = \text{mg/m}^{-3}$ ), mis tulenes EUTRO-PRO pakutud  $1,8 \mu\text{g/l}^{-1}$  väärtusest ja sellest, et 1970. iseloomustas tugev eutrofeerumine ja juba siis oli klorofüll-a keskmiseks väärtuseks  $2,2 \mu\text{g/l}^{-1}$ . Kõrvale jäeti TARGREVi käigus pakutud  $4,03 \mu\text{g/l}^{-1}$ , kuna Eesti ja Soome rannikualadele olid kehtestatud juba madalamad sihtväärtused, mis ei läinud kokku klorofüll-a ruumilise jaotusega, mida iseloomustab ranniku ja avamere vaheline gradient (HELCOM, 2012b). HELCOM lubab klorofüll-a puhul 50% ulatuses kõrvalekallet foonitingimustest, et veekogu seisundit saaks veel heaks hinnata (HELCOM, 2006).

HELCOM CORE EUTRO 7/2012 norm lahustunud anorgaanilisele lämmastikule ( $3,8 \mu\text{mol/l}^{-1}$ ) lähtub EUTRO-PRO projektist. BALTSEM mudeliga saadud väärtus ( $4,21 \mu\text{mol/l}^{-1}$ ) jäeti kõrvale kuna mudel keskendus ruumilises mõttes rohkem Soome lahe idaosale (kus esinevad suuremad DIN kontsentratsioonid), jättes lääneosa piisava tähelepanuta. TARGREVi projektist lähtuv väärtus ( $6,31 \mu\text{mol/l}^{-1}$ ) jäeti kõrvale kuna Soome lahe lääneosa rannikualadele määratud normid olid sellest väärtusest väiksemad ja seega ei sobiks pakutud  $6,3 \mu\text{mol/l}^{-1}$  lähtuvalt DIN ruumilise jaotuse gradiendile (rannik-avameri). TARGREVi pakutud normile rääkis ka see vastu, et juba 1960. aastatel oli DIN sisaldus merevee pinnakihis  $4,5 \mu\text{mol/l}^{-1}$ . HELCOMi DIP normväärtus pandi paika lähtuvalt TARGREVi projekti tulemustest (HELCOM, 2012b).

HELCOMi norm ( $5,5 \text{ m}$ ) Secchi sügavuse jaoks pandi paika lähtudes TARGREVi projektist, kus arvestati CDOM (*Coloured Dissolved Organic Matter*) mõju vee läbipaistvusele. CDOM koos fütoplanktoni jm aitavad kaasa valguse hajumisele merekeskkonnas. CDOM mõju arvestati sellepärast, et CDOM võib merekeskkonnas püsida pikka aega, isegi siis kui maismaalt tulev toitainete voog ei ole pidev. Erinevalt CDOMist näitab fütoplankton otsest suhet antropogeensete toitainete sissevooluga rannikusüsteemides (HELCOM, 2013a). Kõige varajasemad andmed

õigustaksid 6,0 m väärtusega normi (Fleming-Lehtinen & Laamanen, 2012), aga siiski arvestati CDOM mõju suurusjärgus 0,5 m.

Hapniku defitsiidi normväärtus määrati TARGREVi projekti käigus, kus modelleeriti soolsusprofiile, et kindlaks teha halokliini alust punkti. Diskreetne hapniku profiil interpoleeriti, kasutades soolsust, kui interpolatsiooni kovarieeruvat. Hapniku modelleeriti soolsuse järgi, kuna terves veesambas mõõdetud hapniku profiile oli liiga vähe. Leitud halokliini aluse punkti sügavust kasutati modelleeritud hapniku profiilist õige sügavuse juurde jääva hapniku defitsiidi kontsentratsiooni määramiseks (HELCOM, 2013a).

#### **2.6.4. Näitajate grupeerimine**

Lisaks erinevate indikaatorite kasutamisele erineb ka näitajate grupeerimine kahes tarkvaras. HEAT 3.0s grupeeritakse mõõdetavad näitajad kolme alaossa, milleks on toitainete tasemed (DIN ja DIP), otsesed mõjud (klorofüll-a, Secchi sügavus) ja kaudsed mõjud (hapnikudefitsiit). HEAT 3.0s omavad kõik alajaotused võrdset kaalu lõpphinnangu andmisel. Alajaotuste siseselt saab indikaatorite kaalu muuta. Enamasti on toitainete grupi indikaatoritel võrdne kaal (50 % ja 50 %). Mõnes basseinis on otseste mõjude alla kuuluva Secchi sügavuse kaal 40 % ja klorofüll-a kaal 60 % (HELCOM, 2014b). Eestis kasutatavas tarkvaras antakse hinnang bioloogilistest kvaliteedielementidest lähtuvalt (mille keskmiste väärtuste leidmisel kasutatakse mediaankeskmist), füüsikalise-keemilised tingimused on toetavaks määranguks. Eesti süsteemi järgi moodustavad põhihinnangu planktoni, põhjataimestiku ja põhjaloomastiku alajaotused. Igale alajaotusele arvutatakse ÖKS, mis saadakse indikaatorite ÖKSide aritmeetilise keskmise leidmisel. Sellest tulenevalt on kõikidel bioloogilistel parameetritel võrdne kaal lõpphinnangu andmisel (TÜ EMI, 2012d).

### **2.6.5. Hinnangute usaldusvärsuse määramine**

Erineb ka kahe tarkvaraga antud hinnangute usaldusvärsus. Nimelt Eesti hinnangute usaldusvärsus määratakse kolmeastmelisel skaalal. Kõrge usaldusvärsuse saab seisundiklassi määramine, mille puhul on kvaliteedielementide kohta viimase kuue aasta veeuuringu andmed ja puuduvad vasturääkivused kvaliteedinäitajate klassimäärangute vahel. Keskmise usaldusvärsuse saab seisundiklassi määrang, mille kõigi kvaliteedielementide kohta ei ole veeuuringu andmeid, esinevad vasturääkivused kvaliteedinäitajate klassimäärangute vahel või on määrangud klassipiirile väga lähedal. Madala usaldusvärsuse saab seisundiklassi määrang, mille andmed viimase kuue aasta kohta puuduvad ning mille seisundiklass on määratud eksperdiarvamuse põhjal (Keskkonnaminister, 2009).

HEAT 3.0s on kasutusel normväärtuste ja mõõdetud parameetrite keskvaartuse usaldusvärsuse hinnangud. Indikaatorid jagunevad normväärtuste usaldusvärsuse järgi kahte gruppi vastavalt nende määramiseks kasutatud andmetest. Esimese grupi moodustavad indikaatorid (hapniku defitsiit, Secchi sügavus), mille jaoks oli võimalik välja arvutada pikaajalisi trende ja mis sisaldasid andmeid perioodist, millal inimõju oli oletatavasti madal. Teise grupi moodustavad indikaatorid (Chl-a, DIP, DIN), mille määramisel oli kasutada vähe andmeid eel-eutrofeerumise perioodist ja mille määramisel kasutati modelleerimist (HELCOM, 2013a). Riikliku avamereseire andmete puhul HEAT 3.0 kasutades, Eesti indikaatorite ja normväärtuste järgi, määrati normväärtuste usaldusklass keskmiseks. Seda sellepärast, et normväärtuste määramisel kasutati andmeid ainult perioodist 1993-2005, ehk varasemaid andmeid ei kasutatud (Anon., 2003).

HEAT 3.0s on kasutusel ka indikaatorite mõõdetud väärtuste usaldusklassid. Need jagunevad kolmeks. Kõrge usaldusvärsuse saavad need indikaatorid, mille andmete puhul on igal aastal vähemalt üle 15 mõõtmise. Andmed peavad olema ka ruumilises mõttes enam-vähem ühtlaselt jaotunud. Keskmise usaldusvärsuse saavad indikaatorid, mille andmeid koguti igal aastal viiel kuni 15 korral. Madal

usaldusväärsus iseloomustab indikaatoreid, mille puhul koguti andmeid ühel või mitmel aastal alla viie korra.

HEAT 3.0s määrab lõpphinnangu usaldusväärse indikaatorite kaalutud keskmine usaldusväärsus, mis lähtub normväärtuste ja mõõdetud keskmiste väärtuste usaldusväärsest. Indikaatorite kaalutud keskmine usaldusväärsus jääb klassi I, kui tulemus on üle 75 %, klassi II, kui tulemus on <75...>50% ja klassi III kui tulemus jääb alla 50 %.

#### **2.6.6. Andmete kvaliteedi tagamine**

HELCOMi viimane eutrofeerumise hinnang on antud kasutades HEAT 3.0. Kogutud andmed ja nende töötlemine on vastavuses HELCOM COMBINE kvaliteedinõuetega (HELCOM, 2014f). COMBINE juhiseid jälgitakse ka Eesti avamereseiret tehes, mis kindlustab kogutud andmete võrreldavuse.

TÜ Eesti Mereinstituudi Merebioloogia osakonna labor oli Eestis esimeseks oma valdkonnas EAK (Eesti Akrediteerimiskeskus) poolt kompetentseks tunnistatud katselabor. Laboris viiakse läbi analüüse merekeemia ja merebioloogia valdkonnas vastavalt nõutud standarditele EVS-EN ISO/IEC 17025:2005 "Katse- ja kalibreerimislaborite kompetentsuse üldnõuded". Lisaks merevee keemiliste analüüside teostamisele kuulub labori pädevusse ka füto- ja zoobentose ning füto- ja zooplanktoni liigilise koosseisu, arvukuse ja biomassi määramine (TTÜ MSI & TÜ EMI, 2014b). TTÜ MSI (Tallina Tehnikaülikooli Meresüsteemide Instituut) Mereökoloogia labor on EAK poolt tunnustatud katselabor (registreerimisnumber L257). Labor vastab EN ISO/IEC 17025:2005 nõuetele, mis reguleerivad mere- ja pinnavee füüsikaliste, keemiliste ja bioloogiliste omaduste mõõtmisi ja merevee proovivõtmise korda (Anon., 2014c).

### **3.TULEMUSED**

#### **3.1. Rannikumeri**

Rannikumere veekogumite (Muuga-Tallinn-Kakumäe laht – EE5, Narva-Kunda laht – EE1) hindamisel kasutati HEAT 3.0 tarkvara ja Eesti indikaatoreid ja neile vastavaid normväärtusi. Eesti süsteemi indikaatoritest kasutati toitainete alajaotuse (C1) alla sobivaid suvised üldläämmastiku ja üldfosfori aritmeetiliste keskmiste kontsentratsioonide. Otseste mõjude (C2) alla pandi klorofüll-a ja fütoplanktoni biomassi suviste kontsentratsioonide mediaankeskmised ja Secchi ketta sügavuse suvised aritmeetilised keskmised väärtused. Kaudsete mõjude (C3) alajaotus jäi tühjaks kuna Eestis puudub hapniku indikaator ja sellele vastavad normväärtused.

Kasutades riiklikke rannikumere operatiivseire andmeid (2011-2013) Soome lahe Muuga-Tallinn-Kakumäe lahe rannikuveekogumile (EE5), saadi Eesti indikaatorite ja normväärtuste järgi keskkonnaseisundi hinnanguks kesine (Tabel 3.1.). Narva-Kunda lahe rannikuveekogumi keskkonnaseisundi hinnanguks kujunes samuti kesine.

**Tabel 3.1.**

HEAT 3.0 tulemused Eesti seireandmetega (2011-2013) ning Eesti indikaatorite ja piiridega		Rannikumeri	
		Lääneosa EE5	Kaguosa EE1
Kriteerium	Parameeter	Seisund	Seisund
C1	Üldlämmastik	KESINE	KESINE
	Üldfosfor		
C2	Klorofüll-a	KESINE	KESINE
	Fütoplanktoni biomass		
	Secchi sügavus		
C3	-	-	-
KOKKU	-	<b>KESINE</b>	<b>KESINE</b>
Hinnangu usaldusväarsus		Klass II	Klass II
Indikaatorite kaalutud keskmine usaldusväarsus		70 %	70 %

### 3.2. Avameri

#### **Riiklikud seireandmed, HEAT3.0, Eesti indikaatorid ja nende normväärtused**

Soome lahe avamereosa esimeseks hinnanguks kasutati HEAT 3.0 tarkvara, perioodi 2011-2013 riikliku avamereseire andmeid, Eesti süsteemi indikaatoreid ja neile vastavaid normväärtusi. Eesti süsteemi indikaatorid jagati HEAT 3.0s samamoodi alajaotustesse nagu rannikumere hinnangu puhul. Kuna avamereosa jaoks puudub Eestis tüpoloogia, siis jagati avamere osa kaheks ja lääneosale rakendati rannikumere lääneosa normväärtusi ja kaguosale rannikumere kaguosa normväärtusi. Kasutades HEAT 3.0i ja Eesti süsteemi, saadi nii avamere mõlema osa lõpphinnanguks kesine (Tabel 3.2.).



**Tabel 3.2.**

HEAT 3.0 tulemused Eesti seireandmetega (2011-2013) ning Eesti indikaatorite ja piiridega		Avameri	
		Kaguosa	Lääneosa
Kriteerium	Parameeter	Seisund	Seisund
C1	Üldlämmastik	HEA	KESINE
	Üldfosfor		
C2	Klorofüll-a	KESINE	KESINE
	Fütoplanktoni biomass		
	Secchi sügavus		
C3	-	-	-
KOKKU	-	KESINE	KESINE
Hinnangu usaldusväärsus		Klass II	Klass II
Indikaatorite kaalutud keskmine usaldusväärsus		55 %	70 %

Mõlema avamere osa hinnangu usaldusklass on keskmine, samas on kaguosa indikaatorite kaalutud keskmine usaldusväärsus madalam kui lääneosas. Seda sellepärast, et kaguosas oli vähem klorofüll-a, fütoplanktoni biomassi ja Secchi sügavuse andmeid, mis muutsid indikaatorite andmete usaldusväärset vastavalt keskmiseks, madalaks ja madalaks.

### **Riiklikud seireandmed, HEAT 3.0, HELCOMi indikaatorid ja neile vastavad normväärtused**

Kasutades riiklike avamereseire andmeid HEAT 3.0s HELCOMi indikaatorite ja neile vastavate normväärtuste järgi saadi lõpphinnanguks halb (Tabel 3.3.).

**Tabel 3.3.**

HEAT 3.0 tulemused Eesti avamereseire andmetega (2011-2014) ning HELCOMi indikaatorite ja piiridega		
Kriteerium	Parameeter	Seisund
C1	DIN	HALB
	DIP	
C2	Klorofüll-a	HALB
	Secchi sügavus	
C3	Hapniku defitsiit	KESINE
KOKKU	-	<b>HALB</b>
Hinnangu usaldusväärsus		Klass II
Indikaatorite kaalutud keskmine usaldusväärsus		55,00%

### TTÜ MSI teadusprojektide andmed, HEAT 3.0, HELCOMi indikaatorid ja neile vastavad normväärtused

Kasutades TTÜ MSI teadusprojektide andmeid (2011-2014), HELCOMi indikaatoreid ja piire, saadi Soome lahe avaosa seisundi hinnanguks halb (Tabel 3.4.).

**Tabel 3.4.**

HEAT 3.0 tulemused TTÜ MSI teadusprojektide seireandmetega (2011-2014); HELCOMi indikaatorid ja piirid		
Kriteerium	Parameeter	Seisund
C1	DIN	HALB
	DIP	
C2	Klorofüll-a	HALB
	Secchi sügavus	
C3	Hapniku defitsiit	KESINE
KOKKU	-	<b>HALB</b>
Hinnangu usaldusväärsus		Klass II
Indikaatorite kaalutud keskmine usaldusväärsus		70 %

### 3.3. Indikaatorite seisundiklasside võrdlustabelid

Tabelites 3.5. ja 3.6. on hinnatud veekogumite indikaatorite keskmised väärtused ja HEAT 3.0i ning Eesti süsteemi järgi saadud kvaliteedisuhted. Tabelis 3.5. on veekogumid, mida hinnati Eesti indikaatorite ja normide järgi HEAT 3.0s. Tabelis 3.6. on veekogumid, mida hinnati HELCOMi indikaatorite ja normide järgi HEAT 3.0s.

Tabelites 3.5. ja 3.6. on esitatud HEAT 3.0i seisundihinnangud WFDst lähtuvate seisundiklassi hinnangute nimetustena (*high* – väga hea, *good* – hea, *moderate* – keskine, *poor* – halb, *bad* – väga halb).

**Tabel 3.5.** HEAT 3.0 ja Eesti süsteemi klassipiiridest (keskmise väärtuse põhjal) lähtuvad seisundiklassid veekogumitele, mille seisundiklassi hindamiseks kasutati Eesti indikaatoreid ja klassipiire. EE1 – Narva-Kunda lahe rannikuvesi; EE5 – Muuga-Tallinn-Kakumäe lahe rannikuvesi.

Hinnatav ala	Meetod		Ntot	Ptot	Klorofüll-a	Fütoplanktoni biomass	Secchi sügavus
Rannikumeri	EE5	Keskmine	20,83	1,01	3,70	0,60	4,10
		Eesti Hinnang	HEA	KESINE	KESINE	KESINE	KESINE
		HEAT Kvaliteedi suhe	0,914	1,403	1,37	1,438	1,098
		<b>Hinnang</b>	<b>HEA</b>	<b>KESINE</b>	<b>KESINE</b>	<b>KESINE</b>	<b>KESINE</b>
	EE1	Keskmine	23,73	1,20	4,30	0,69	2,60
		Eesti Hinnang	HEA	KESINE	HEA	HEA	KESINE
HEAT Kvaliteedi suhe		0,886	1,429	1,162	1,028	1,385	
	<b>Hinnang</b>	<b>HEA</b>	<b>KESINE</b>	<b>KESINE</b>	<b>KESINE</b>	<b>KESINE</b>	
Avameri	Lääs	Keskmine	21,26	1,31	3,90	0,58	3,25
		Eesti Hinnang	HEA	KESINE	KESINE	KESINE	KESINE
		HEAT Kvaliteedi suhe	0,932	1,819	1,444	1,381	1,385
		<b>Hinnang</b>	<b>HEA</b>	<b>HALB</b>	<b>KESINE</b>	<b>KESINE</b>	<b>KESINE</b>
	Kagu	Keskmine	20,39	0,82	3,88	0,76	3,48
		Eesti Hinnang	VÄGA HEA	HEA	HEA	KESINE	HEA
HEAT Kvaliteedi suhe		0,761	0,967	1,049	1,134	1,036	
	<b>Hinnang</b>	<b>HEA</b>	<b>HEA</b>	<b>KESINE</b>	<b>KESINE</b>	<b>KESINE</b>	

**Tabel 3.6.** HEAT 3.0 ja Eesti süsteemi klassipiiridest (keskmise väärtuse põhjal) lähtuvad seisundiklassid veekogumitele, mille seisundiklassi hindamiseks kasutati HELCOMi indikaatoreid ja klassipiire. Võrdluseks on toodud Eesti klassipiiridest lähtuvad hinnangud.

Ava- meri	Meetod		DIN	DIP	Chl-a (lääneosa piirid)	Chl-a (kagu- osa piirid)	Secchi sügavus (lääneosa piirid)	Secchi sügavus (kaguosa piirid)	Hapnik
Riikliku seire andmed		Keskmine	7,64	1,10	3,88		3,43		10,61348
	Eesti	Hinnang	X		KESINE	HEA	KESINE	HEA	X
	HEAT	Kvaliteedi suhe	2,010	1,864	1,940		1,603		1,226
		Hinnang	<b>VÄGA HALB</b>	<b>HALB</b>	<b>HALB</b>		<b>HALB</b>		<b>KESINE</b>
MSI andmed		Keskmine	6,88	0,89	4,46		4,08		9,49
	Eesti	Hinnang	X		KESINE	HEA	KESINE	VÄGA HEA	X
	HEAT	Kvaliteedi suhe	1,811	1,514	2,229		1,349		1,096
		Hinnang	<b>HALB</b>	<b>HALB</b>	<b>VÄGA HALB</b>		<b>KESINE</b>		<b>KESINE</b>

## **4. ARUTELU JA JÄRELDUSED**

### **4.1. Üldlämmastik ja üldfosfor**

Kasutades riiklikke rannikumere operatiivseire andmeid HEAT 3.0s, Eesti indikaatorite ja piiridega, saadi nii Muuga-Tallinn-Kakumäe lahe kui Narva-Kunda lahe rannikuveekogumite keskkonnaseisundi hinnanguks kesine. Mõlema lahe indikaatorite kaalutud keskmine usaldusväärsus oli 70 %, mis asetas kogu hinnangu keskmisesse usaldusväärsuse klassi. Kesise hinnangu said mõlemas lahes toitainete (Ntot, Ptot) ja otseste mõjude alajaotus (klorofüll-a, fütoplanktoni biomass ja Secchi sügavus). Indikaatoritest heasse klassi jäi mõlemas lahes üldlämmastik ning Muuga-Tallinn-Kakumäe lahes klorofüll-a. Ülejäänud indikaatorid said mõlemas lahes kesise hinnangu.

Operatiivseire aruannetes (2011-2013) on Ntot samuti valdavalt heasse klassi kuuluv indikaator, ülejäänud indikaatoreid iseloomustab pigem kesine seisund (Tabel 4.1.) (TÜ EMI, 2012d, 2013b, 2014b).

**Tabel 4.1.** Riiklike rannikumere operatiivseire aruannetest (TÜ EMI, 2012d, 2013b, 2014b) saadud ökoloogilised kvaliteedisuhted (ÖKS) ja neile vastavad kvaliteediklassid indikaatorite kaupa. Kvaliteedi klassid on keskkonnaministri 2009. aasta määruse lisast 6 (Keskkonnaminister, 2010).

Narva-Kunda laht	2011		2012		2013	
	ÖKS	klass	ÖKS	klass	ÖKS	klass
Klorofüll-a	0,662	kesine	0,574	kesine	0,645	kesine
Fütoplanktoni biomass	0,805	hea	0,544	kesine	0,659	kesine
Üldlämmastik	0,707	hea	0,904	väga hea	0,772	hea
Üldfosfor	0,666	hea	0,54	kesine	0,552	kesine
Secchi sügavus	0,731	kesine	0,583	kesine	0,521	kesine
Muuga-Tallinn-Kakumäe laht	2011		2012		2013	
	ÖKS	klass	ÖKS	klass	ÖKS	klass
Klorofüll-a	0,586	kesine	0,536	kesine	0,391	kesine
Fütoplanktoni biomass	0,512	kesine	0,468	kesine	0,295	halb
Üldlämmastik	0,659	kesine	0,808	hea	0,765	hea
Üldfosfor	0,631	kesine	0,516	kesine	0,429	kesine
Secchi sügavus	0,702	kesine	0,75	kesine	0,636	kesine

Ntot ja Ptot puhul tuleb määrata juuni-september perioodi andmete põhjal aritmeetiline keskmine, mida vastandatakse paika pandud foonidele. 2013. aasta operatiivseire aruandes on Ntot ja Ptot väärtuseks vastavalt 23,5  $\mu\text{mol/l}^{-1}$  ja 1,22  $\mu\text{mol/l}^{-1}$  (Narva-Kunda lahes) ja 20,2  $\mu\text{mol/l}^{-1}$  ja 1,20  $\mu\text{mol/l}^{-1}$  (Muuga-Tallinn-Kakumäe lahes). Narva-Kunda lahe keskmised Ntot ja Ptot väärtused erinevad 2013. aasta aruandesiseselt vähesel määral. 2013. aasta operatiivseire aruande andmelisa põhjal arvutatud Ntot ja Ptot aastased aritmeetilised keskmised erinevad aga pisut aruannetes esitatutest (Tabel 4.2.).

**Tabel 4.2.** Soome lahe rannikuvete Ntot ja Ptot keskmised väärtused 2013. aasta operatiivseire aruande ja aruande andmelisa põhjal (TÜ EMI, 2014b)(TÜ EMI, 2014a). <sup>1</sup>- töö koostaja arvutatud väärtused 2013. aruande andmelisa põhjal.

Aruande andmelisa <sup>1</sup>					Aruanne (väärtus tekstis/väärtus seisundi hinnangu tabelis)
Muuga-Tallinn-Kakumäe laht					
Proovivõtu aeg:	juuni-september		kogu aasta		
Sügavus:	1-10m	1,5,10m	1-10m	1,5,10m	1,5,10m
Ntot ( $\mu\text{mol/l}^{-1}$ )	19,99	19,86	20,08	20,08	<b>20,20/20,2</b>
Ptot ( $\mu\text{mol/l}^{-1}$ )	1,21	1,18	1,21	1,21	<b>1,20/1,2</b>
Narva-Kunda laht					
Proovivõtu aeg:	juuni-september		kogu aasta		
Sügavus:	1-10m	1,5,10m	1-10m	1,5,10m	1,5,10m
Ntot ( $\mu\text{mol/l}^{-1}$ )	23,61	24,54	22,96	23,90	<b>23,5/23,4</b>
Ptot ( $\mu\text{mol/l}^{-1}$ )	1,22	1,26	1,32	1,34	<b>1,22/1,21</b>

Ette on nähtud analüüsida Ntot ja Ptot tulemusi 1,5 ja 10 meetri sügavuselt võetud proovidest, võrdlusmomentiks lisasin tabelisse 4.2. ka kõikide proovide keskmised, mis mõõdeti vahemikus 1-10 meetrit. Töö koostaja poolt tabelis 4.2. arvutatud keskmised, nii suveperioodi ja kogu aasta kohta, erinevad mõningal määral 2013. aasta aruannetes esitatutest, aga mitte nii palju, et muutuks indikaatori seisundiklass. Ideaalis peaksid 2013. aasta aruandes esitatud keskmised olema sellised, mida saab ka aruande andmelisast arvutada, aga kahjuks ei õnnestunud samu keskmisi väärtusi Ntot ja Ptot puhul produtseerida.

Kasutades riiklikke avamere-seire andmeid HEAT 3.0s, Eesti indikaatorite ja piiridega, saadi avamere mõlema osa, lääne- ja kaguosa, keskkonnaseisundi hinnanguks kesine. Kaguosa indikaatorite kaalutud keskmine usaldusväärsus oli 55 % ja lääneosa oma 70 %. Kaguosa usaldusväärsust vähendas fütoplanktoni biomassi andmete vähesus. Avamere lääneosas sai toitainete (Ntot, Ptot) alajaotus kesise ja kaguosas hea hinnangu. Otseste mõjude (klorofüll-a, fütoplanktoni biomass ja Secchi sügavus) alajaotus sai mõlemas avamereosas kesise hinnangu. Toitainete kesine tulemus sõltus lääneosas Ntoti heast ja Ptoti halvast seisundist. **Lääneosa Ptoti halb seisund on põhjustatud HEAT 3.0s kasutatavatest ökoloogilise seisundiklassi**

**piiridest**, Eesti piiride järgi jääb Ptoti keskmine tulemus ( $1,31 \mu\text{mol/l}^{-1}$ ) kesise klassi piiresse (Keskkonnaminister, 2010). Kaguosa toitainete kontsentratsioonid said hinnanguks hea (Ptot) ja väga hea (Ntot). **Kaguosa Ntoti hea seisund on põhjustatud HEAT 3.0s kasutatavatest ökoloogilise seisundiklassi piiridest**, Eesti piiride järgi jääb Ntoti keskmine tulemus ( $20,39 \mu\text{mol/l}^{-1}$ ) väga heasse klassi (Keskkonnaminister, 2010). **Siin peab aga ka silmas pidama seda, et töös on kasutatud rannikumerele mõeldud normväärtusi avamere hindamisel.**

#### **4.2. Klorofüll-a ja fütoplanktoni biomass**

Valides riiklikest avamere-seire andmetest suviste toitainete asemel talvised DIN ja DIP, kasutades HEAT 3.0i ja HELCOMi grupeerimist ning normväärtusi, saadi kogu avamereosa keskkonnaseisundi hinnanguks halb. Indikaatoritest halba klassi jäid DIP, klorofüll-a ja Secchi sügavus, hapniku defitsiit jäi kesisesse ning DIN väga halba klassi.

Kasutades TTÜ MSI avamere-seire andmeid HEAT 3.0s, HELCOMi indikaatorite ja normväärtustega, saadi kogu avamereosa keskkonnaseisundi hinnanguks väga halb. Indikaatoritest halba klassi jäi DIN ja DIP. Klorofüll-a jäi väga halba klassi, ning Secchi sügavus ja hapniku defitsiit kesisesse.

Nii TTÜ MSI kui ka riiklike avamere-seire andmete puhul on näha, et HEAT 3.0s tulevad HELCOMi normidega kehvemad tulemused toitainete alajaotusele ja klorofüll-a indikaatorile. HEAT 3.0i oma rannikualadel testinud sakslased on jõudnud esmaste järeldusteni, kus öeldakse, et HEAT 3.0. hinnangud toitainete ja otseste mõjude alajaotustele muudavad koguhinnangu halvemaks. Koguhinnang muutub halvemaks võrreldes WFD käigus tehtud hinnangutega (Anon., 2014b).

Kasutades HELCOMi indikaatoreid ja norme HEAT 3.0s ja sellest lähtuvalt võrreldes riiklike avamere seireandmete ning klorofüll-a väärtust HEAT 3.0s, siis on näha, et **HELCOMi järgi on tulemus halb, Eesti normide järgi kesine**



(avamere lääne- ja kaguosa hinnang). TTÜ MSI andmete puhul tuli klorofüll-a mediaanväärtuseks  $4,46 \text{ mg/m}^{-3}$ , mis HELCOMi normi järgi annab väga halva klassi, Soome lahe rannikuveekogumite kagu- ja lääneosale kehtestatud Eesti normide järgi (Keskkonnaminister, 2010) kuuluks selline väärtus lääneosa piiride järgi kesisesse ja kaguosa piiride järgi heasse klassi. **Siinkohal tuleb seisundiklassi erinevus lähtuvalt kasutatud erinevatest normväärtustest**, kuna kogu avamere klorofüll-a kesised hinnangud Eesti normide järgi on saadud  $3,88 \text{ mg/m}^{-3}$  mediaankeskmise järgi. Avamere lääne- ja kaguosa keskmised olid vastavalt  $3,90 \text{ mg/m}^{-3}$  ja  $3,88 \text{ mg/m}^{-3}$  ja andsid samuti Eesti normide järgi hinnanguks kesise.

Võrreldes HEAT 3.0s saadud klorofüll-a ja fütoplanktoni biomassi hinnanguid (Eesti normväärtustega) ja Eesti süsteemi järgi saadud hinnanguid (vastavalt keskmistele väärtustele), siis on näha, et kolmel juhul kaheksast saavad indikaatorid Eesti süsteemi järgi hea hinnangu ja HEAT 3.0i järgi kesise hinnangu. Ülejäänud juhtudel saavad mõlemad indikaatorid mõlema süsteemi järgi kesise hinnangu. **Kui liigutada HELCOMi hea ja kesise klassi piiri praeguse 1,0 asemel 1,38 peale, siis oleksid fütoplanktoni biomassi ja klorofüll-a seisundi hinnangud mõlema süsteemi järgi võrdsed Eesti normväärtuste puhul.** Piiride liigutamine aga ei muudaks avamere kaguosa Ntoti hinnanguid võrreldavaks.

Rannikuvee tüüpide interkalibreerimise aruandes on pakutud välja, et HELCOMi poolt pakutud  $1,2 \text{ } \mu\text{g/l}^{-1}$  klorofüll-a foon on liiga madalale seatud või on lubatud kõrvalekalle (50%) foonist liiga väike (TÜ EMI, 2005). Sama loogikat võib rakendada praeguse HELCOMi poolt paika pandud normväärtuse (hea ja kesise klassi piir) ( $2,0 \text{ } \mu\text{g/l}^{-1}$ ) suhtes. Aruandes pakutakse välja klorofüll-a fooniks  $1,5 \text{ mg/m}^{-3}$  ja lubatud kõrvalekaldeks 2,5-3 kordne erinevus (TÜ EMI, 2005). Klassipiiride muutmist kahe korra võrra on soovitanud ka Rootsi oma rannikuvete hindamisel (Samuelsson, Edler, Hajdu, & Andersson, 2004). Praegusel hetkel kehtivad Eestis Soome lahe lääne- ja kaguosale klorofüll-a normväärtused (hea-kesise klassi piir) vastavalt  $2,7 \text{ mg/m}^{-3}$  ja  $3,7 \text{ mg/m}^{-3}$  (Keskkonnaminister, 2010), mis koos HELCOMi pakutud piiriga ( $2,0 \text{ } \mu\text{g/l}^{-1}$ ) järgib fütoplanktoni ruumilise jaotuse

gradienti. Siiski vaadates seda, et rannikualade ja avamere hinnang Eesti normide järgi HEAT 3.0s annab klorofüll-a tulemuseks kesise, tuleb mõelda selle peale, kas oleks mõistlik muuta HELCOMi pakutud klorofüll-a normväärtuse lubatud kõrvalekalde protsenti. Ehk siis kasutada 50% asemel 100%, mis muudaks klorofüll-a tasemed avamereosas (HELCOMi normide järgi hinnatud alal) kesisesse klassi kuuluvaks ja ühtlustaks sellega avamereosa (riikliku seire andmed) ja rannikumereosa hinnanguid. Siin peaks siis lubatud kõrvalekalde protsenti suurendama HELCOMi normväärtuse puhul. Kui suurendada seda ka Eesti normväärtuste puhul, siis lähevad saadud rannikumere ja avamere hinnangud paigast ära.

TTÜ MSI teadusprojektide klorofüll-a väärtuse ( $4,46 \text{ mg/m}^{-3}$ ) tõstaks suurendatud lubatud kõrvalekalde protsent väga halvast klassist halba klassi. Siit võiks järeldada (arvestades mõõtekordade arvu) seda, et riikliku seire käigus kogutakse liiga vähe klorofüll-a andmeid. Samas peab arvestama ka seda, et TTÜ MSI kogutud klorofüll-a andmed saadi suhteliselt piiratud alal.

Teine variant oleks muuta HELCOM normväärtust suuremaks, aga kuna klorofüll-a normi määramiseks puuduvad pikaajalised andmerekad, mis ulatuksid nõ eel-eutrofeerumise perioodi (~1900.a) (HELCOM, 2013a), siis oleks esialgu hea piirduda hea-kesise klassipiiri liigutamise ja kõrvalekalde protsendi muutmise abil. Võib olla oleks hea Eesti normväärtused üle vaadata kuna nende paikapanemisel on kasutatud valikalade mõõtetulemusi. Üldises plaanis ei sobi Läänemere puhul kasutada valikalasid kuna merealad on olnud mitmeid aastaid mõjutatud kalastamisest (ülalt alla kontroll), toit- ja saasteainete sissevoolust ning füüsikalistest muutustest (Jackson et al., 2011). Eelnevat toetab ka eutrofeerumise taseme mõõtmise artikkel, kus on öeldud, et Läänemeres ei eksisteeri enam selliseid puutumata piirkondi, kus saaks määrata parameetrite foonväärtusi (Andersen et al., 2010). Tuleb ka arvestada seda, et klorofüll-a tulemused sõltuvad tugevasti mõõtmiste ajast (lühikesed kevadõitsengu perioodid), mis tõttu ei ole mõistlik

normväärtusi suuremaks muuta, vaid pigem suurendada klassipiire ja mõõtmisagedust lähtuvalt klorofüll-a sesoonsest muutlikkusest.

#### **4.3. Lahustunud anorgaaniline lämmastik ja lahustunud anorgaaniline fosfor**

Avamereseire ja TTÜ MSI andmete põhjal arvatud DIN talvised aritmeetilised keskmised on vastavalt  $7,64 \mu\text{mol/l}^{-1}$  ja  $6,88 \mu\text{mol/l}^{-1}$ . Saadud tulemusi arvesse võttes viiks lubatud kõrvalekalde protsendi suurendamine (50%-lt 100%-le viies oleks kesise/halva klassi piir  $7,6 \mu\text{mol/l}^{-1}$ ) MSI keskmise väärtuse seisundi halvast kesisesse klassi. Riikliku avamereseire käigus saadud DIN keskmine tulemus liiguks väga halvast klassist halba. Siinkohal võib olla seisundi hinnangute erinevus olla tingitud sellest, et MSI andmed olid lahes parema katvusega. Nimelt riikliku avamereseire käigus koguti valdav osa DIN andmetest üksikutes seirejaamades, MSI mõõtmised toimusid rohkemates punktides. Kuigi nii riikliku avamereseire kui ka MSI andmete põhjal tuli DIP seisundiks halb, tuleb siin samuti arvestada seda, et MSI puhul oli kasutada andmeid rohkematest jaamadest, millega saab seletada HEAT 3.0s arvatud kvaliteedisuhte mõningast erinevust.

#### **4.4. Secchi sügavus**

Kasutades Eesti normväärtust HEAT 3.0s saadi nii ava- kui ka rannikumere lääne- ja kaguosa Secchi sügavuse hinnanguks kesine. Leides saadud keskmistest Eesti piiride järgsed hinnangud, saadi kõikide alade, v.a. avamere kaguosa, Secchi sügavuse hinnanguks kesine. Rannikumere lääneosa ja avamere kaguosa puhul olid HEAT 3.0i väärtused mõlemal juhul suhteliselt lähedal hea klassi piirile. Kasutades HEAT 3.0s HELCOMi normväärtust Secchi sügavusele, saadi riiklike avamereseire andmete põhjal seisundi hinnanguks halb. Saades keskmisest väärtusest (3,43 m) Eesti piiride järgse hinnangu, saadi lääneosa iseloomustavate piiride järgi tulemuseks kesine, kaguosa puhul tuli hinnanguks hea. Siinkohal tuleb arvestada aga seda, et riikliku avamereseire andmete puhul oli kasutada ainult kümme Secchi sügavuse mõõdetud

tulemust. TTÜ MSI andmete puhul saadi Secchi sügavuse hinnanguks kesine, mis on usaldusväärsem, kuna kasutada oli 119 mõõdetud väärtust. Võrreldes Eesti normide järgi HEAT 3.0s arvutatava seisundi enamasti kesist ja HELCOM normide järgi saadud tulemust halb (avamere andmed) ja kesine (MSI andmed), võib öelda, et **Secchi sügavuse puhul on HELCOMi avamere norm (5,5 m) HEAT 3.0s sobiv Eesti avamere jaoks**. Pigem tuleks ümberhinnata Eesti kaguosa normväärtus, aga selle jaoks vaja täiendavaid uuringuid. HEAT 3.0 on ka sakslased oma rannikuvetes testinud ja nemad on jõudnud esialgsetele järeldustele, kus nad arvavad, et peavad oma Secchi sügavuse normväärtuse määramise meetodika üle vaatama (Anon., 2014b).

#### **4.5. Hapniku defitsiit**

Kasutades riiklike avamereseire andmeid HEAT 3.0s, HELCOMi indikaatorite ja normide järgi, saadi hapniku defitsiidi seisundi hinnanguks kesine. Kuna töös kasutati hapniku mõõdetud väärtusi 80 m sügavuselt, mitte ei modelleeritud hapniku profiili kasutades soolsuse profiili, et paika panna halokliini alust punkti, siis ei ole saadud hapniku defitsiit täielikult võrreldav HELCOMi paika pandud normväärtusega. Et kasutada hapnikku indikaatorina oleks tunduvalt lihtsam vaadata mõõdetud hapniku profiile ja teha kindlaks, mis sügavusest alates langeb hapniku sisaldus alla 2 mg/l (alla 2 mg/l – hüpoksilised tingimused). Mõõdetud profiilide piisava ruumilise jaotuse ja ajalise tiheduse juures saaks välja arvutada näiteks merepõhja pindala, mis on mõjutatud anoksilistest tingimustest.

#### **4.6. Üldised järeldused**

Kuna rannikumeri ja ka avameri said hinnanguks kesine, kasutades HEAT 3.0i ja Eesti normväärtusi ja piire, siis on need tulemused võrreldavad rannikumerele antud Eesti süsteemi hinnanguga – kesine. Avamere kaguosa sai toitaivate puhul hinnanguks hea, aga see võib tuleneda sellest, et kaguosas oli võrreldes lääneosaga

vähem mõõtejaamu ja vähem andmeid. Kasutades HEAT 3.0 nii avamere kui rannikumere hindamisel on saadud tulemused võrreldavad üldjoontes, kuigi avamere kaguosas peaks mõõtmiste arvu suurendama näiteks rohkemate jaamade näol. Avamereosadel oli ka Secchi sügavust suhteliselt vähe mõõdetud riikliku seire korras, see muudab üldhinnangu tulemused ebausaldusväärsemaks. Secchi sügavuse indikaatori mõõdetud tulemuste usaldusväärsus oli mõlemal juhul madal. Lisaks Secchi sügavusele peaks avamere kaguosas suurendama klorofüll-a ja fütoplanktoni mõõtmiste arvu, kuna need said HEAT 3.0s indikaatori usaldusväärsus hinnanguks vastavalt keskmise ja madal.

Kasutades HELCOMi indikaatoreid Eesti avamere riiklike seireandmetega saadi hinnanguks halb. Indikaatoritest jäi väga halba seisundisse DIN, aga kuna toitainete grupi hinnang saadakse mõlema toitainete kaalutud keskmise järgi, siis tuli toitainete grupi üldhinnanguks halb. Hinnangu usaldusväärsus jäi keskmisesse klassi (indikaatorite kaalutud keskmine usaldusväärsus – 55 %). Usaldusväärst saaks tõsta kui suurendada Secchi mõõtmiste arvu ja terve veesamba ulatuses tehtavate hapnikuprofiilide arvu. Usaldusväärst vähendas ka 2013. aasta DIP andmete puudumine, mis sõltus sellest, et uuringuid teostava EMI analüsaator oli katki. TTÜ MSI andmete põhjal jäi samuti avameri halba seisundiklassi. Hinnangu usaldusväärsus oli aga 70 %, mis tulenes klorofüll-a, Secchi sügavuse ja hapniku andmete arvust.

Kuna Eesti normide järgi saadud klorofüll-a hinnang oli kõikidel juhtudel kesine ja HELCOM normide järgi väga halb, siis võib oletada, et Eesti avamere jaoks on paika pandud HELCOMi norm liiga range. Sama ei saa öelda Secchi sügavuse indikaatori normi kohta, see tundub pigem sobivat, kui arvestada ka seda, et Eesti kaguosa normväärtust peaks korrigeerima.

DIN ja DIP kohta puuduvad Eestis normid, aga arvestades seda, et Ntot ja Ptot kuulusid kolmel juhul neljast kesisesse klassi, siis võib oletada, et määratud DIN ja DIP normid on liiga ranged. Kuna kui talviste toitainete kontsentratsioon on suur, siis

peaks see ka suviseid Ntot ja Ptot koguseid iseloomustama. Aga kui arvesse võtta, et Soome lahes võib osa suvisest fütoplanktonist vajuda veesambas allapoole 10 m, sügavusele, kust mõõtmisi riikliku seire puhul enam ei teostata, siis võib ka üldainete (ja klorofüll-a ning biomassi) hinnang ülemises kihis olla väiksem, kui eeldada talviste toitainete väärtuste põhjal (Lips & Lips, 2014).

Kahe hinnangusüsteemi vahelisi erinevusi tuleks ka edasipidi proovida vähendada. Selle jaoks on esmatahtis tihedamate, nii ajas kui ruumis, andmeridade kogumine, et suurendada hinnangute usaldusväärsust. Lisaks tuleb uusi indikaatoreid välja töötada. Eesti peaks töötama välja DIN, DIP ja hapniku indikaatorid. HELCOM peaks lõpuni välja töötama põhjataimestiku ja –loomastiku indikaatorid. Kogu mereala tuleb hinnata ikkagi ühise süsteemi järgi, seega oleks mõistlik kasutada ka rannikualadel HEAT 3.0 süsteemi, kus alajaotustel on võrdne kaal lõpphinnangu kujundamisel. HEAT 3.0i peaks lisama juurde ka indikaatoreid.

## KOKKUVÕTE

Läänemere seisundit on aastakümneid mõjutanud eutrofeerumine. Mere halba/halvenevat seisukorda püütakse parandada vastu võetud direktiividega jms. WFD puhul keskendutakse mere rannikualadele, MSFD puhul vaadatakse tervet mereala korraga. WFDst lähtuvate tööde käigus hinnatakse rannikualade seisundit keskendudes bioloogilistele parameetritele. MSFD hinnangutes on nii bioloogilistel kui ka füüsikalis-keemilistel näitajatel võrdne kaal lõpphinnangu kujunemisel. Kahe hinnangusüsteemi erinevus seisneb praegu Eesti jaoks indikaatorites, normväärtustes ja kvaliteedisuhte arvutamises. Mereala keskkonnaseisundi ühtse hinnangu andmiseks on vajalik kasutada võrreldavaid hindamissüsteeme.

Lähtudes Eesti mereala keskkonnaseisundi esialgsest hindamisest (TÜ EMI, 2012b) on näha, et kasutatavad hindamissüsteemid ei anna võrreldavat tulemust. Eesti rannikumerd iseloomustavad bioloogilised parameetrid näitasid hea keskkonnaseisundi saavutamist (TÜ EMI, 2012b), HELCOMi hinnangul (HELCOM, 2009) aga avamereosas head keskkonnaseisundit ei saavutatud.

Töö eesmärgiks on võrrelda Eesti merealade seisundi hinnanguid. Esiteks vaadatakse rannikuosale perioodil 2011-2013 antud hinnanguid (esitatud operatiivseire aruannetes - (TÜ EMI, 2012d, 2013b, 2014b)) ja võrreldakse seda MSFDst lähtuva, HELCOMis rakendatava eutrofeerumise hinnanguga, kasutades hinnangu tööriista HEAT 3.0 (HELCOM, 2014b). Teiseks vaadatakse Eesti avamereosa lähtuvalt Eesti

ja HELCOMi indikaatoritest ning normväärtustest. Töös kasutatakse hinnangute andmisel erinevaid eutrofeerumist kirjeldavaid indikaatoreid, mis keskenduvad pelaagilisele ökosüsteemile. Indikaatorite mõõdetavad väärtused on kogutud Eesti riikliku merekeskkonnaseire programmi ja TTÜ MSI teadusprojektide raames.

Eesti normväärtuste järgi hindamisel kasutati indikaatoritest klorofüll-a, fütoplanktoni biomassi, üldlämmastiku ja -fosfori sisaldusi pinnakihis ning Secchi kettaga mõõdetud vee läbipaistvust. HELCOMi normväärtuste järgi kasutati samuti klorofüll-a sisaldust veesambas ja Secchi sügavust. Toitainete asemel kasutati lahustunud anorgaanilist lämmastikku ja lahustunud anorgaanilist fosforit. Samuti lisandus veesambas mõõdetud hapnikusisaldusest arvatud hapniku defitsiit 80 meetri sügavusel.

Kasutades Eesti normväärtusi HEAT 3.0s avamere ja rannikumere indikaatoritele, saadi mõlema süsteemi järgi hinnanguks kesine. Kasutades HEAT 3.0 nii avamere kui rannikumere hindamisel on saadud tulemused võrreldavad üldjoontes Eesti süsteemi hinnangutega, kuigi avamere kaguosas peaks mõõtmiste arvu suurendama näiteks rohkemate jaamade näol. Lisaks Secchi sügavusele peaks avamere kaguosas suurendama klorofüll-a ja fütoplanktoni mõõtmiste arvu, kuna need said HEAT 3.0s indikaatori usaldusväärsus hinnanguks vastavalt keskmise ja madal.

Kasutades HELCOMi indikaatoreid ja norme Eesti riiklike avamere andmetega saadi seisundi hinnanguks halb. HELCOMi indikaatorite ja normide rakendamisel TTÜ MSI andmetele saadi seisundi hinnanguks samuti halb. Halva hinnangu põhjustasid mõlemal juhul toitainete ja otseste mõjude alajaotused. Võrreldes Eesti süsteemi järgi kasutatavaid  $N_{tot}$  ja  $P_{tot}$  väärtusi, siis on näha, et HELCOMi DIN ja DIP hinnatakse neist halvemasse klassi. DIN ja DIP kohta puuduvad Eestis normid, aga arvestades seda, et  $N_{tot}$  ja  $P_{tot}$  alajaotus kuulus kolmel juhul neljast kesisesse klassi (ava- ja rannikumere hindamine Eesti normide järgi), siis võib oletada, et määratud DIN ja DIP normid on liiga ranged. Otseste mõjude alajaotusest sai halva hinnangu klorofüll-a. Klorofüll-a puhul oli Eesti normide järgi saadud hinnang kõikidel



juhtudel kesine ja HELCOM normide järgi halb (riikliku seire andmed) ja väga halb (TTÜ MSI andmed), sellest võib oletada, et Eesti avamere jaoks on paika pandud HELCOMi norm liiga range. Lähtuvalt fütoplanktoni sesoonselt muutlikkusest ei oleks mõistlik HELCOMi normi muuta, pigem tuleks suurendada lubatud kõrvalekalde protsenti ja mõõtmise sagedust. HELCOMi pakutud Secchi sügavuse indikaatori norm tundub sobivat meie avamerealadele, kui arvestada Eesti lääneosa norme. Kaguosa normide järgi tekib antud hinnangutes erinevus, seda ehk sellepärast, et kaguosa norm on võib-olla liiga leebe.

Kuigi kasutades riikliku avamereseire andmeid ja TTÜ MSI andmeid olid lõpphinnangud samasugused, tekkisid erinevused järgmiste indikaatorite puhul – DIN, klorofüll-a ja Secchi sügavus. DIN hinnangu erinevus võis olla tingitud sellest, et riikliku seire puhul oli paar mõõtejaama ka Narva-Kunda lahe läheduses, samal ajal kui TTÜ MSI andmed on kogutud rohkem Soome lahe kesk- ja lääneosas. Klorofüll-a väga halb hinnang TTÜ MSI andmete puhul võis olla tingitud sellest, et andmed koguti suhteliselt piiratud alalt. Secchi sügavuse puhul on adekvaatsem MSI hinnang kuna kasutatavaid andmeid oli umbes kümme korda rohkem kui riikliku avamereseire puhul.

Lõpphinnangu andmisel ei teki erinevusi MSI ja riiklike avamere seire andmete vahel. Hinnangu erinevus on tingitud osade indikaatorite keskmiste väärtuste erinevusest, mida saaks ühtlustada kui koguda piisava ajalise ja ruumilise lahutusega andmeid. Suhteliselt vähese andmehulga tõttu jäi riikliku avamereseire hinnangu (HELCOM normid) usaldusväärsus keskmise klassi alumisse otsa (55 %). Usaldusväärsust saaks tõsta kui suurendada Secchi mõõtmiste arvu ja terve veesamba ulatuses tehtavate hapnikuprofiilide arvu. Usaldusväärsust vähendas ka 2013. aasta DIP andmete puudumine. MSI hinnangu usaldusväärsus jäi samuti keskmisesse klassi, aga selle ülemisse otsa (70 %).

Kahe hinnangusüsteemi vahelisi erinevusi tuleks ka edasipidi proovida vähendada. Selle jaoks on esmatähtis nii ajas kui ruumis andmeridade tiheduse suurendamine.

Lisaks tuleb uusi indikaatoreid välja töötada. Eesti peaks töötama välja DIN, DIP ja hapniku indikaatorid. HELCOM peaks lõpuni välja töötama põhjataimestiku ja –loomastiku indikaatorid. Kogu mereala tuleb hinnata ikkagi ühtse süsteemi järgi, seega oleks mõistlik kasutada ka rannikualadel HEAT 3.0 süsteemi, kus alajaotustel on võrdne kaal lõpphinnangu kujundamisel. HEAT 3.0i peaks lisama juurde ka indikaatoreid, mis koos, loodetavasti tihedamate, mõõtmistega, annavad adekvaatsemaid ja usaldusväärsemaid hinnanguid.

## **ABSTRACT**

For decades now Baltic Sea has been affected by eutrophication. In order to improve the state of the marine environment many directives and regulations have been developed in the EU (European Union). WFD (Water Framework Directive) directs the management and protection of surface and ground waters as well as coastal areas. MSFD (Marine Strategy Framework Directive) regulates protection and management of marine environment focusing on both coastal and open waters. Both directives stress the need to assess the state of the marine environment in order to evaluate whether good environmental or ecological status is achieved or not. At this moment Estonia's coastal waters are assessed according to WFD and open waters rely on assessments produced by HELCOM. HELCOM's system is based on methodological standards which are similar to those outlined in MSFD. Unfortunately the assessment systems differ from each other. Coastal areas are being assessed using biological indicators. Physical-chemical indicators have a supporting role. Eutrophication status of the open sea areas is assessed using equally weighted physical-chemical and biological parameters grouped as nutrient conditions, direct effects and indirect effects.

In the present work assessments are given to the Estonian coastal and open areas in the Gulf of Finland using HEAT 3.0 (HELCOM Eutrophication Assessment Tool 3.0). Given assessments for coastal areas are compared to environmental status assessments presented in the national monitoring reports. Open seas assessments are

compared using two different assessment schemes – one based on Estonian system in the coastal waters and the other based on HELCOM Eutrophication assessment, and two different data sets. Used data is from national monitoring programmes and TUT MSI (Tallinn University of Technology, Marine Systems Institute) research projects. Data is from the period 2011-2013. The focus is on the pelagic zone (mostly 1-10 meters surface layer, except oxygen). Indicators include DIN, DIP, Ntot, Ptot, Chl-a, phytoplankton biomass, Secchi depth and deep layer oxygen debt.

Two different kinds of assessments are made. Estonian systems uses the following indicators and target values - Ntot, Ptot, Chl-a, phytoplankton biomass and Secchi depth values. Assessment of the status of open sea waters where data from national open sea monitoring and TUT MSI research projects is used, according to the HELCOM indicators (DIN, DIP, Chl-a, Secchi depth and oxygen debt) and target values.

Conclusions are that using Estonian target values in HEAT 3.0 in coastal areas the assessments are comparable to ones given in national reports. The problem arises when HELCOM indicators are used for open sea areas. For example the assessment based on chl-a, results in a bad status. While using Estonian target values and class boundaries chl-a's status is between good and moderate. It seems that HELCOM target value is set too low. This can be solved by increasing indicators acceptable deviation from 50 % to 100 %.

For DIN and DIP there are no target values in Estonia, but looking at the mainly good to moderate assessments for Ntot and Ptot it can be said that DIN and DIP target values are also set too low.

Out of all the indicators, Secchi depth was most comparable through two different ecological quality ratios and target values. From this it can be said, that HELCOM target value for Secchi depth seems to be set on a comparable level in Estonian open waters. From the work done it can be concluded that Estonia's target value for South-East coastal sea must be revised.

Oxygen debt indicator's methodology used in this work is not exactly comparable to target values set by HELCOM. It can be suggested that oxygen profiles instead of individual water sample analyses should be used.

Overall conclusions are that in order to get more adequate status assessments more indicators need to be developed and put in to appropriate use in HEAT 3.0. Also some indicator target values need to be revised. To increase assessment confidence more data should be made available. For that a larger number of spatially well-distributed monitoring stations are needed. Also it is necessary to revise monitoring frequency, keeping in mind the high natural variability of parameters that are used for indicators.

## KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

- Alenius, P., Myrberg, K., & Nekrasov, A. (1998). The physical oceanography of the Gulf of Finland: a review. *Boreal Environment Research*, 3, 97–125.
- Andersen, J. H., Axe, P., Backer, H., Carstensen, J., Claussen, U., Fleming-Lehtinen, V., ... Villnäs, A. (2010). Getting the measure of eutrophication in the Baltic Sea: towards improved assessment principles and methods. *Biogeochemistry*, 106, 137–156.
- Anon. (2000). Euroopa Parlamendi ja Nõukogu Direktiiv 2000/60/EÜ, 23. oktoober 2000, millega kehtestatakse ühenduse veepoliitika alane tegevusraamistik. URL (17.02.2014) <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=DD:15:05:32000L0060:ET:PDF>
- Anon. (2003). EU-Approximation and Institutional Strengthening of the Estonian Marine Monitoring System (EISEMM). Task report B: Establishment of quantitative environmental quality standards for Estonian coastal waters. DHI Water & Environment, Estonian Marine Institut.
- Anon. (2008). Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv 2008/56/EÜ, 17. juuni 2008, millega kehtestatakse ühenduse merekeskkonnapoliitika-alane tegevusraamistik (merestrategie raamdirektiiv). URL (17.02.2014) <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:164:0019:01:ET:HTML>
- Anon. (2010a). Komisjoni otsus, 1. september 2010. 2010/477/EL. URL (12.03.2014) <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:232:0014:0024:ET:PDF>

- Anon. (2010b). Veeseaduse ja ehitusseaduse muutmise seaduse eelnõu - SELETUSKIRI. URL (08.05.2014)  
[https://www.osale.ee/konsultatsioonid/files/consult/156\\_Seletuskiri.pdf](https://www.osale.ee/konsultatsioonid/files/consult/156_Seletuskiri.pdf)
- Anon. (2013). COMMISSION DECISION of 20 September 2013 establishing, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, the values of the Member State monitoring system classifications as a result of the intercalibration exercise and repeal. URL (24.04.2014) <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:266:0001:0047:EN:PDF>
- Anon. (2014a). Keskkonnaregister. URL (01.03.2014)  
<http://register.keskkonnainfo.ee/>
- Anon. (2014b). Preliminary findings of testing HEAT 3.0 in German coastal waters. URL (02.06.2014) [http://portal.helcom.fi:81/meetings/EUTRO-OPER%202014-124/MeetingDocuments/EUTRO-OPER%202014\\_4-1%20Preliminary%20findings%20of%20testing%20HEAT%203\\_0%20in%20German%20coastal%20waters.pdf](http://portal.helcom.fi:81/meetings/EUTRO-OPER%202014-124/MeetingDocuments/EUTRO-OPER%202014_4-1%20Preliminary%20findings%20of%20testing%20HEAT%203_0%20in%20German%20coastal%20waters.pdf)
- Anon. (2014c). TTÜ MSI Mreökoloogia labori kvaliteedi tunnustatus. URL (01.06.2014) <http://www.ttu.ee/mereokoloogia-labor-6/77872/eak-akrediteering/>
- Fleming-Lehtinen, V., & Laamanen, M. (2012). Long-term changes in Secchi depth and the role of phytoplankton in explaining light attenuation in the Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 102-103, 1–10.
- HELCOM. (2006). Development of tools for assessment of eutrophication in the Baltic Sea. *Balt. Sea Environ. Proc. No. 104*.
- HELCOM. (2007). HELCOM Baltic Sea Action Plan. Krakow, Poland. URL (17.02.2014) [http://helcom.fi/Documents/Baltic sea action plan/BSAP\\_Final.pdf](http://helcom.fi/Documents/Baltic%20sea%20action%20plan/BSAP_Final.pdf)
- HELCOM. (2009). Eutrophication in the Baltic Sea - An Integrated thematic assessment of the effects of nutrient enrichment and eutrophication in the Baltic Sea region. *Balt. Sea Environ. Proc. No. 115B*, 148.
- HELCOM. (2012a). MINUTES OF THE 39TH MEETING OF HEADS OF DELEGATION. URL (04.03.2014)  
[http://meeting.helcom.fi/c/document\\_library/get\\_file?p\\_l\\_id=18975&folderId=2026592&name=DLFE-52345.pdf](http://meeting.helcom.fi/c/document_library/get_file?p_l_id=18975&folderId=2026592&name=DLFE-52345.pdf)
- HELCOM. (2012b). Outcome of HELCOM CORE EUTRO 7/2012. URL (26.05.2014)

[http://meeting.helcom.fi/c/document\\_library/get\\_file?p\\_l\\_id=18975&folderId=2026592&name=DLFE-52109.pdf](http://meeting.helcom.fi/c/document_library/get_file?p_l_id=18975&folderId=2026592&name=DLFE-52109.pdf)

HELCOM. (2013a). Approaches and methods for eutrophication target setting in the Baltic Sea region. *Balt. Sea Environ. Proc. No. 133*.

HELCOM. (2013b). HELCOM core indicators. Final report of the HELCOM CORESET project. *Balt. Sea Environ. Proc. No. 136*, 71.

HELCOM. (2013c). HELCOM Monitoring and Assessment Strategy. URL (20.02.2014) [http://helcom.fi/Documents/Ministerial2013/Ministerial\\_declaration/Adopted\\_endorsed\\_documents/Monitoring\\_and\\_assessment\\_strategy.pdf#search=bsap assessment](http://helcom.fi/Documents/Ministerial2013/Ministerial_declaration/Adopted_endorsed_documents/Monitoring_and_assessment_strategy.pdf#search=bsap%20assessment)

HELCOM. (2014a). Core Eutrophication Indicators. URL (04.03.2014) <http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/eutrophication/indicators/>

HELCOM. (2014b). Eutrophication status of the Baltic Sea 2007-2011. A concise thematic assessment. *Balt. Sea Environ. Proc. No. 143*.

HELCOM. (2014c). HEAT 3.0. URL (20.02.2014) <http://helcom.fi/baltic-sea-trends/eutrophication/latest-status/>

HELCOM. (2014d). HELCOM - About us. URL (29.04.214) <http://helcom.fi/about-us>

HELCOM. (2014e). HELCOM Map and Data Service. URL (29.04.2014) [maps.helcom.fi](http://maps.helcom.fi)

HELCOM. (2014f). Manual for Marine Monitoring in the COMBINE Programme of HELCOM. URL (17.02.2014) [http://helcom.fi/Documents/Action\\_areas/Monitoring\\_and\\_assessment/Manuals\\_and\\_Guidelines/Manual\\_for\\_Marine\\_Monitoring\\_in\\_the\\_COMBINE\\_Programme\\_of\\_HELCOM.pdf](http://helcom.fi/Documents/Action_areas/Monitoring_and_assessment/Manuals_and_Guidelines/Manual_for_Marine_Monitoring_in_the_COMBINE_Programme_of_HELCOM.pdf)

Jackson, J. B. C., Kirby, M. ., Berger, W. H., Bjorndal Karen, A., Botsford Louis, W., Bourque, B. J., ... Warner, R. R. (2011). Historical Overfishing and the Recent Collapse of Coastal Ecosystems. *Science*, 293, 629–638.

Keskkonnaministerium. (2010a). Ida – Eesti vesikonna veemajanduskava. URL (01.03.2014) [http://vesikonnad.keskkonnaamet.ee/static/files/184.IdaEesti\\_vesikonna\\_veemajanduskava.pdf](http://vesikonnad.keskkonnaamet.ee/static/files/184.IdaEesti_vesikonna_veemajanduskava.pdf)



- Keskkonnaministeerium. (2010b). Lääne – Eesti vesikonna veemajanduskava. URL (01.03.2014)  
[http://vesikonnad.keskkonnaamet.ee/static/files/187.LaaneEesti\\_vesikonna\\_veemajanduskava.pdf](http://vesikonnad.keskkonnaamet.ee/static/files/187.LaaneEesti_vesikonna_veemajanduskava.pdf)
- Keskkonnaministeerium. (2012). Eesti merestrateegia. URL (27.02.2014)  
<http://envir.ee/merestrategie>
- Keskkonnaminister. Pinnaveekogumite moodustamise kord ja nende pinnaveekogumite nimestik, mille seisundiklass tuleb määrata, pinnaveekogumite seisundiklassid ja seisundiklassidele vastavad kvaliteedinäitajate väärtused ning seisundiklasside määramise kord - RT I, 25.11.20 (2009).
- Keskkonnaminister. (2010). Rannikuvee pinnaveekogumite ökoloogiliste seisundiklasside piirid bioloogiliste ja füüsikalise-keemiliste kvaliteedielementide järgi - RT I, 25.11.2010, 7 - jõust. 28.11.2010.
- Liblik, T., & Lips, U. (2011). Characteristics and variability of the vertical thermohaline structure in the Gulf of Finland in summer. *Boreal Environ. Res*, 16A, 73–83.
- Lips, U., & Lips, I. (2014). Bimodal distribution patterns of motile phytoplankton in relation to physical processes and stratification (Gulf of Finland, Baltic Sea). *Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 101, 107–119.
- Pöder, A. (2014a). Keskkonnaagentuuri avamere seirejaamade kaart.
- Pöder, A. (2014b). Keskkonnaagentuuri rannikumere seirejaamade kaart.
- Pyhälä, M., & Fleming-Lehtinen, V. (2013). Eutrophication status of the Baltic Sea 2007-2011. A concise thematic assessment. URL (20.02.2014)  
[http://helcom.fi/Documents/Baltic sea trends/Eutrophication/Eutrophication assessment 2007-2011\\_web.pdf](http://helcom.fi/Documents/Baltic%20sea%20trends/Eutrophication/Eutrophication%20assessment%202007-2011_web.pdf)
- Samuelsson, K., Edler, L., Hajdu, S., & Andersson, A. (2004). Bedömningsgrunder för kust och hav enligt EUs ramdirektiv. Växtplankton. Käsikiri.
- TTÜ MSI, & TÜ EMI. (2012a). Avamere-seire (2011) aruande andmelisa. URL (22.04.2014)  
[http://eelis.ic.envir.ee/seireveeb/aruanded/13304\\_aru11\\_Avamere-seire\\_andmelisa.xlsx](http://eelis.ic.envir.ee/seireveeb/aruanded/13304_aru11_Avamere-seire_andmelisa.xlsx)

- TTÜ MSI, & TÜ EMI. (2012b). Avamereseire 2011. URL (22.04.2014)  
[http://eelis.ic.envir.ee/seireveeb/aruanded/13298\\_aruanne\\_avameri\\_2011.pdf](http://eelis.ic.envir.ee/seireveeb/aruanded/13298_aruanne_avameri_2011.pdf)
- TTÜ MSI, & TÜ EMI. (2013a). Avamereseire (2012) aruande andmelisa. URL  
 (22.04.2014)  
[http://seire.keskkonnainfo.ee/attachments/article/2974/14072\\_andmelisa\\_avame  
 ri\\_parandatud.xlsx](http://seire.keskkonnainfo.ee/attachments/article/2974/14072_andmelisa_avame<br/>
  ri_parandatud.xlsx)
- TTÜ MSI, & TÜ EMI. (2013b). Avamereseire 2012. URL (22.04.2014)  
[http://eelis.ic.envir.ee/seireveeb/aruanded/14041\\_Avamereseire\\_2012.docx](http://eelis.ic.envir.ee/seireveeb/aruanded/14041_Avamereseire_2012.docx)
- TTÜ MSI, & TÜ EMI. (2014a). Avamereseire (2013) aruande andmelisa. URL  
 (22.04.2014) [http://seire.keskkonnainfo.ee/attachments/article/3172/2013  
 avamereseire\\_andmelisa.xls](http://seire.keskkonnainfo.ee/attachments/article/3172/2013<br/>
  avamereseire_andmelisa.xls)
- TTÜ MSI, & TÜ EMI. (2014b). Avamereseire 2013. URL (22.04.2014)  
[http://seire.keskkonnainfo.ee/index.php?option=com\\_content&view=article&id  
 =3142%3Aavamere-seire-2013-etapp-iii-vahearuanne](http://seire.keskkonnainfo.ee/index.php?option=com_content&view=article&id<br/>
  =3142%3Aavamere-seire-2013-etapp-iii-vahearuanne)
- TÜ EMI. (2005). Rannikuvee tüüpide interkalibreerimine. URL (26.05.2014)  
[http://www.envir.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=1098676/Rannikuvee  
 \\_t%FC%FCpide\\_interkalibreerimine\\_aruanne.pdf](http://www.envir.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=1098676/Rannikuvee<br/>
  _t%FC%FCpide_interkalibreerimine_aruanne.pdf)
- TÜ EMI. (2008). Rannikumere Ülevaateseire 2008. URL (20.05.2014)  
[http://eelis.ic.envir.ee/seireveeb/aruanded/9154\\_aruanne\\_ylevaate\\_2008.doc](http://eelis.ic.envir.ee/seireveeb/aruanded/9154_aruanne_ylevaate_2008.doc)
- TÜ EMI. (2010). Rannikumere Ülevaateseire 2009. URL (20.05.2014)  
[http://eelis.ic.envir.ee/seireveeb/aruanded/10384\\_ylevaateseire2009.pdf](http://eelis.ic.envir.ee/seireveeb/aruanded/10384_ylevaateseire2009.pdf)
- TÜ EMI. (2012a). *Eesti mereala Hea Keskkonnaseisundi indikaatorid ja  
 keskkonnasihtide kogum*. URL (17.02.2104)  
[http://www.envir.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=1188075/HKS\\_KS\\_+  
 aruanne.pdf](http://www.envir.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=1188075/HKS_KS_+<br/>
  aruanne.pdf)
- TÜ EMI. (2012b). Eesti mereala keskkonnaseisundi esialgne hindamine. Tallinn.  
 URL (17.02.2014)  
[http://www.envir.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=1188071/IA\\_aruanne.  
 pdf](http://www.envir.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=1188071/IA_aruanne.<br/>
  pdf)
- TÜ EMI. (2012c). Rannikumere operatiivseire (2011) aruande andmelisa. URL  
 (20.04.2014)  
[http://eelis.ic.envir.ee/seireveeb/aruanded/13293\\_aru11\\_Seireandmelisa\\_op\\_ja\\_  
 uv.xlsx](http://eelis.ic.envir.ee/seireveeb/aruanded/13293_aru11_Seireandmelisa_op_ja_<br/>
  uv.xlsx)

- TÜ EMI. (2012d). Rannikumere Operatiivseire 2011. URL (20.04.2014)  
[http://eelis.ic.envir.ee/seireveeb/aruanded/13070\\_Operatiivseire\\_2011.pdf](http://eelis.ic.envir.ee/seireveeb/aruanded/13070_Operatiivseire_2011.pdf)
- TÜ EMI. (2012e). Rannikumere Ülevaateseire 2011. URL (20.04.2014)  
[http://eelis.ic.envir.ee/seireveeb/aruanded/13071\\_Ylevaateseire\\_2011.pdf](http://eelis.ic.envir.ee/seireveeb/aruanded/13071_Ylevaateseire_2011.pdf)
- TÜ EMI. (2013a). Rannikumere operatiivseire (2012) aruande andmelisa.
- TÜ EMI. (2013b). Rannikumere Operatiivseire 2012. (20.04.2014)  
[http://eelis.ic.envir.ee/seireveeb/aruanded/13875\\_Operatiivseire\\_2012.doc](http://eelis.ic.envir.ee/seireveeb/aruanded/13875_Operatiivseire_2012.doc)
- TÜ EMI. (2014a). Rannikumere operatiivseire (2013) aruande andmelisa.  
(20.04.2014)  
[http://seire.keskkonnainfo.ee/attachments/article/3037/Operatiivseire andmelisa 2013.xlsx](http://seire.keskkonnainfo.ee/attachments/article/3037/Operatiivseire_andmelisa_2013.xlsx)
- TÜ EMI. (2014b). Rannikumere Operatiivseire 2013. (20.04.2014)  
[http://seire.keskkonnainfo.ee/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2964:avamere-seire-2013-vahearuanne-i-etapp&catid=1291:mereseire-2013-&Itemid=5769](http://seire.keskkonnainfo.ee/index.php?option=com_content&view=article&id=2964:avamere-seire-2013-vahearuanne-i-etapp&catid=1291:mereseire-2013-&Itemid=5769)

## LÜHENDID

Art	artikkel
BALTSEM	<i>Baltic Sea Long-Term Large Scale Eutrophication</i>
BNI	<i>Baltic Nest Institute</i>
C1	HEAT 3.0 toitainete alajaotus
C2	HEAT 3.0 otseste mõjude alajaotus
C3	HEAT 3.0 kaudsete mõjude alajaotus
CDOM	<i>Coloured Dissolved Organic Matter</i> - lahustunud orgaaniline aines
Chl-a	klorofüll-a
DIN	lahustunud anorgaaniline lämmastik
DIP	lahustunud anorgaaniline fosfor
EAK	Eesti Akrediteerimiskeskus
EE1	Narva-Kunda lahe rannikuveekogum
EE5	Muuga-Tallinn-Kakumäe lahe rannikuveekogum
EL	Euroopa Liit
EU	<i>European Union</i> – Euroopa Liit
HEAT 3.0	<i>HELCOM Eutrophication Assessment Tool 3.0</i> - HELCOMi entrofeerumise hinnangu tööriist HEAT 3.0
HELCOM	<i>Baltic Marine Environment Protection Commission - Helsinki Commission</i>
HELCOM BSAP	<i>HELCOM Baltic Sea Action Plan</i> - HELCOMi Läänemere tegevuskava
HELCOM COMBINE	HELCOMi seiretegevuse manuaal
HELCOM CORESET	HELCOMi projekt tuumindikaatorite väljatöötamiseks
HELCOM CORE-EUTRO	HELCOMi tuumindikaatorite määramise protsess
HELCOM EUTRO-PRO	HELCOMi projekt merealale integreeritud temaatilise hinnangu väljatöötamiseks
MONAS	<i>HELCOM Monitoring and Assessment Group</i>
psu	<i>Practical salinity unit</i> – soolsuse ühik
TARGREV	HELCOMi projekt normväärtuste väljatöötamiseks
HKS	Hea Keskkonna Seisund
Lg	lõige
MAI	<i>Maximum Allowable Input</i> – maksimaalne lubatud koormus BSAP eesmärkide täitmiseks
MSFD	<i>Marine Strategy Frame Directive</i> - Merestrategie raamdirektiiv
N	lämmastik
NH <sub>4</sub>	ammoniaak
NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub>	nitrit + nitraat
N <sub>tot</sub>	üldlämmastik
O <sub>2</sub>	hapnik
p	punkt
P	fosfor
PO <sub>4</sub>	fosfaat
P <sub>tot</sub>	üldfosfor

RT	Riigi Teataja
TH	Tallinn-Helsingi liini <i>Ferrybox</i> -jaamad
TOC	kogu orgaaniline süsinik
TS	Tallinn-Stockholmi liini <i>Ferrybox</i> -jaamad
TTÜ MSI	Tallinna Tehnikaülikooli Meresüsteemide Instituut
TÜ EMI	Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut
WFD	<i>Water Framework Directive</i> - Veepoliitika raamdirektiiv