



Tallinna Tehnikaülikool

**Teaduspõhise ja regionaalselt koordineeritud
lähenemise tagamine Läänemere tegevuskava
eutrofeerumise valdkonna eesmärkide kaasajastamisel**

Lõpparuanne, 2026



Projekti number: RES.4.07.24-0029

Vastutav täitja: Stella-Theresa Luik (Stoicescu)

Versioon: 31.03.2026

Sisukord

Sissejuhatus.....	3
1. Projekti tegevused ja nende täitmine.....	4
1.1. Osalemine HELCOM töös.....	4
1.2. HOLAS 4-ks ettevalmistus.....	7
1.2.1. Hapnikuvõla indikaator.....	7
1.2.2. Madala mere hapnikuindikaator.....	10
1.3. Toitainete koormusega seotud eesmärkide saavutamiseks seotud tööd.....	11
1.4. Seminari korraldamine.....	12
1.5. Osalemine HELCOM töös – lähetused.....	12
Kokkuvõte.....	13
Viited.....	14

Sissejuhatus

Projekt "Teaduspõhise ja regionaalselt koordineeritud lähenemise tagamine Läänemere tegevuskava eutrofeerumise valdkonna eesmärkide kaasajastamisel" (RES.4.07.24-0029) eesmärk oli osalemine eutrofeerumisega seotud HELCOM ekspertrühmade ja töörühmade töös, Kliimaministeeriumi nõustamine vastavates eutrofeerumise alastes teemades ja indikaatorite ning hindamismetoodikate arendamine keskkonnaseisundi hinnanguteks eutrofeerumise valdkonnas. Projekti planeeritud kestus oli algselt 01.04.2024 - 31.12.2025, mida kokkuleppel KIK-iga pikendati kuni 31.03.2026.

Läbiviidud projekt on seotud Merestrateegia meetmekava meetmega (BALEE-M058: Merekeskkonnakaitse alases rahvusvahelises koostöös osalemine (D1-D11), rakendamiseks). Lisaks, on projekt otseselt seotud Merestrateegia meetmekava uuringuga BALEE-R031: Regionaalselt koordineeritud meetmete rakendamine toitainete koormuse vähendamise eesmärkide saavutamiseks.

Projekti käigus osaleti eutrofeerumisega seotud HELCOM ekspertrühmade ja töörühmade töös, nõustati Kliimaministeeriumi vastavates eutrofeerumise alastes teemades ja arendati indikaatoreid ning hindamismetoodikaid keskkonnaseisundi hinnanguteks eutrofeerumise valdkonnas. HELCOM ekspertrühmades ja töörühmades osalemine on vajalik, et Eesti huvid oleksid selgelt esindatud, ja et kasutatavad meetodid ja lähenemised oleksid teaduspõhised ja ühtsed. Projekti tegevusi viisid läbi TalTech meresüsteemide instituudi teadur Stella-Theresa Luik (Stoicescu) ja professor Urmas Lips.

HELCOM koostöö raames arendati edasi põhjalähedase hapnikusisaldusega seotud indikaatoreid (põhjalähedane hapnikusisaldus kuulub merestrateegia raamdirektiivi primaarse kriteeriumi alla). Indikaatorite arenduse ja harmoneerimise tulemusena tõuseb tulevaste seisundi hindamiste usaldusväärsus. Hinnangute usaldusväärsuse kasv omakorda annab teaduslikult põhjendatuma aluse täiendavate meetmete rakendamiseks, aga ka otsuste tegemiseks sinimajanduse projektide (sh mere kalakasvandused) arendamiseks Eesti merealal.

Olulise projekti osana osaleti HELCOM tasandil planeeritava rahvusvahelise projekti kujundamises ja sellesse panustati aktiivselt, et tihendada valdkonnas tegutsevate teadlaste koostööd, mis omakorda tagab teaduspõhised ja muuhulgas ka õiglasemad toitainete koormuste vähendamise normide kokku leppimise tulevikus.

Projekti peamine mõju avaldub Merestrateegia raamdirektiivi, Veepoliitika raamdirektiivi ja Helsingi konventsiooni ning nendega seotud siseriiklike regulatsioonide täitmisele. Kõikide nimetatud raamistike jaoks on oluline, et ettekujutus veekvaliteedist (kvaliteediklasside ja läviväärtuste kehtestamise kriteeriumid) oleks teaduslikult põhjendatud ja erinevate poliitikate vahel kooskõlas.

1. Projekti tegevused ja nende täitmine

1.1. Osalemine HELCOM töös

Projekti jooksul osaleti HELCOM ekspertgruppide, EG EUTRO ja EG RedCore, töödes. Lisaks nõustati Kliimaministeeriumit seoses tööühmade WG SOURCE TO SEA ja GEAR tööde/istungitega. Peamine osa antud tegevuse tööst moodustas koosolekuteks ettevalmistumine, et Eesti huvisid esindada.

Osaletud koosolekud, nii ametlikud kui ka mitteametlikud, on toodud tabelis 1, koos lühikirjeldusega olulisemast. Koosolekutel Eesti poolt tehtud ettekanded on vormistatud lisana.

Tabel 1. Projekti käigus osaletud koosolekute nimekiri, osalejate nimed ja lühikokkuvõtte olulisemast.

Kuupäev	Koosolek	Osaaja(d)	Lühikokkuvõtte olulisemast
HELCOM ametlikud koosolekud			
03.09.2024	IC EG EUTRO 5-2024	U. Lips	Üks prioriteetidest on <i>pre-core</i> indikaatorite edasi arendamine. <i>Shallow water oxygen pre-core</i> indikaator on Soome lahes pindala/ruumalaga seotud indikaator ja Liivi lahes seotud hapniku miinimumväärtustega. Eesti edastas info valminud artikli kohta (Samlas et al., 2024), milles võrreldakse mudeltulemuste (<i>Copernicus Marine Service</i>) ja HELCOM andmete põhiseid seisundihinnanguid eutrofeerumise vallas. Hapnikuvõla (<i>Oxygen debt</i>) indikaatori edasi arendamine.
24-25.10.2024	IC WG SOURCE TO SEA 4-2024	U. Lips, S.-T. Luik	Toetati HOLAS RevDev tööplaanide prioritariseerimist.
16.01.2025	IC WS HEAT 1-2025	S.-T. Luik	Arutati HEAT arenduse üle, mida on vaja HOLAS 4-ks teha.
06.03.2025	IC WS OXYGEN 1-2025	S.-T. Luik	Eesti tegi ettekande mereseire ülevaatest ja tutvustas Merehundi projekti. Lisaks tutvustati hapnikuvõla indikaatori põhiküsimusi ning madala mere hapniku indikaatori hetkeseisu. Ettekanded lisas.
18.03.2025	IC EG EUTRO 6-2025	S.-T. Luik	Täpsustati indikaatorite arendusvajadusi.
05.05.2025	IC WS S2S APPROACH 1-2025	U. Lips, S.-T. Luik	Eesti tegi ettekande, tutvustas HELCOM Action tulemusi jt teemakohaste Eesti projektide tulemusi ja plaane. Koosoleku tulemusena tehti ettepanek GEAR-ile, et gruppide vahelist koostööd suurendada. Lisaks toonitati, et on vaja harmoniseerida toitainete piirväärtusi. Ettekanne lisas.

10.09.2025	IC EG EUTRO 7-2025	U. Lips, S.-T. Luik, S. Lainela	<p>Eesti tegi ettekande Eestis kasutusel olevatest autonoomsetest mõõteseadmetest ja Merehundi pilootfaasi ettepanekust. Ettekanne lisas</p> <p>Eesti tegi ülevaate hapnikuvõla indikaatori testimisest, tõi välja mõned kitsaskohad ja edasised plaanid tööks. Ettekanne lisas.</p> <p>Vaadati üle viimased HEAT juhendi täiendused (juhend avaldatud märtsis 2026: https://helcom.fi/wp-content/uploads/2026/03/HELCOM-Eutrophication-assessment-manual.pdf)</p>
12.09.2025	IC EG REDCORE 9-2025	U. Lips	<p>Soovitati esitada WG Source to Sea töörühmale dokument, kus pakkuda välja kahe-etapilne lähenemine MAI ja NIC uuendamisele. Esimeses osas keskenduda MAI täpsustamisele arvestades uusi teadmisi ja koormuse hinnanguid (mis on saadud peale TARGREV projekti).</p>
23-24.10.2025	IC WG SOURCE TO SEA 6-2025	S.-T. Luik	<p>Eutrofeerumise osas arutleti MAI/NIC väärtuste ülevaatamise üle. Täpsustati vajaminevaid/tehtud muudatusi HEAT juhendis.</p>
22.01.2026	IC EG REDCORE 10-2026	U. Lips	<p>Toimus pikem arutelu MAI ja NIC uuendamise teemal ja otsustati, et esimese etapi kohta koostab sekretariaat HELCOM aastakoosolekule lühidokumendi (mis seal ka kinnitati) ja minnakse edasi MAI täpsustamisega, et pikemas perspektiivis tegeleda ka NIC jaotusega (peale 2030. aastat). Kinnitati üle teemad, mis võiksid olla HORIZON projekti tegevusteks eutrofeerumise valdkonnas.</p>
13.03.2026	IC EG EUTRO 8-2026	U. Lips	<p>Anti ülevaade indikaatorite arengust, täpsustades, et hapnikuvõla indikaatori arendus on lõppjärgus.</p> <p>Arutati ja toetati BSAP MAI ja NIC uuendamise kahe-astmelist lähenemist. Esimeses faasis (kuni 2030) tehakse uued mudelarvutused arvestades, et 2013. aastal kasutati MAI modelleerimiseks ainult anorgaaniliste toitainete, klorofüll-a, Secchi sügavuse ja hapnikuvõlaga seotud indikaatoreid (mitte täielikult). Lisaks uutele indikaatoritele on nüüd</p>

			saadaval ka paremad toitainete koormuse rekonstruktsioonid. Uues modelleerimises tuleks paremini arvesse võtta ranniku- ja avamere vastastikmõju.
Muud koosolekud			
02.09.2024, 10.10.2024; arutelud EG EUTRO raames; Peale HORIZON-MISS-2026-03-OCEAN eelteate avaldamist detsembris 2025 on toimunud mitmed koosolekud vastava alateema valikuks ja konsortsiumi kokku panemiseks: 21.01.2026, 10.02.2026, 11.03.2026, 19.03.2026 ja 24.03.2026	<i>Further planning for the project on Improving coherence of nutrient input targets and thresholds between the basins</i>	U. Lips, S.T. Luik	<p>Valmistada ette taotlus ja osaleda kavandatavas projektis.</p> <p>Projekti potentsiaalsed töopakettid:</p> <p>WP1: <i>Coherence in the open sea (Lead: BNI, contributing: FI, EE)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Revising GES targets;</i> - <i>Modelling indicators, revisiting reference load to the Baltic Sea</i> - <i>Biodiversity and eutrophication interactions, sensitivity approach?</i> - <i>Basin division</i> - <i>Taking climate change into account</i> <p>WP2: <i>Coherence between open sea, coastal waters and catchment (Lead: FI, Contributing: DE, DK, EE, SE (SMHI))</i></p> <p>WP3: <i>Case studies (Lead: DE)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Case study 1 Investigating the role of lagoons</i> - <i>Case study 2 Estimating natural background losses</i> - <i>Case study 3 Aligning threshold values in the Western Baltic Sea/Danish Straits</i> <p>WP4: <i>Developing a set of measures to reach the BSAP nutrient reduction targets (for the Baltic Proper)</i></p>
03.12.2024	<i>Drafting group meeting (The brochure on messages from the PLC-8 Effectiveness of measures and 2021 BSAP action E1 report).</i>	U. Lips	<p>Idee oli kokku panna lühike kokkuvõte, et kirjeldada kui kaugel ollakse toitainete koormuse vähendamise eesmärkide täitmisega ja, et millised on väljavaated nende eesmärkide täitmiseks aastaks 2030.</p> <p>Sõnum/pealkiri: „<i>Despite achieved and expected reductions, targets to reduce nutrient inputs will not be reached by 2030</i>“.</p> <p>Avaldatud novembris 2025: https://helcom.fi/wp-content/uploads/2025/11/Reducing-nutrient-inputs-to-the-Baltic-Sea_2025.pdf</p>
04.04.2025	<i>Oxygen indicator and monitoring meeting</i>	U. Lips, S.-T. Luik	Tegime ülevaate, kaugel hapniku indikaatorite arendusega oleme ja rääkisime edasistest plaanidest

1.2. HOLAS 4-ks ettevalmistus

HOLAS 4-ks ettevalmistuse käigus analüüsiti kogu HOLAS 3 protsessi ja tehti lähtuvalt sellest muudatusi ja muudatusettepanekuid. Töö sisaldas HELCOM töörühmades osalemist järgmistel vajalikel arendusteemadel: toitainete koormuse hinnangu integreerimine eutrofeerumise valdkonna seisundihinnangusse, sh koormuste ja inimtegevuse (nt toitainete bilansid põllumajanduse) parem seostamine eutrofeerumise seisundihinnanguga. Suure osa antud tegevusest moodustas eutrofeerumise indikaatorite arendus. HELCOM indikaatoritest, eutrofeerumise vallas, on Eesti vastutav hapnikuvõla (*Oxygen debt*) puhul ja on seotud madala mere hapniku indikaatoriga (*Shallow water oxygen*) Soome lahe idaosas ja Liivi lahe avaosas. Osaleti ka kevadise klorofüllsi sisalduse indikaatori ja tsüanobakterite vohamise indikaatorite arenduses.

1.2.1. Hapnikuvõla indikaator

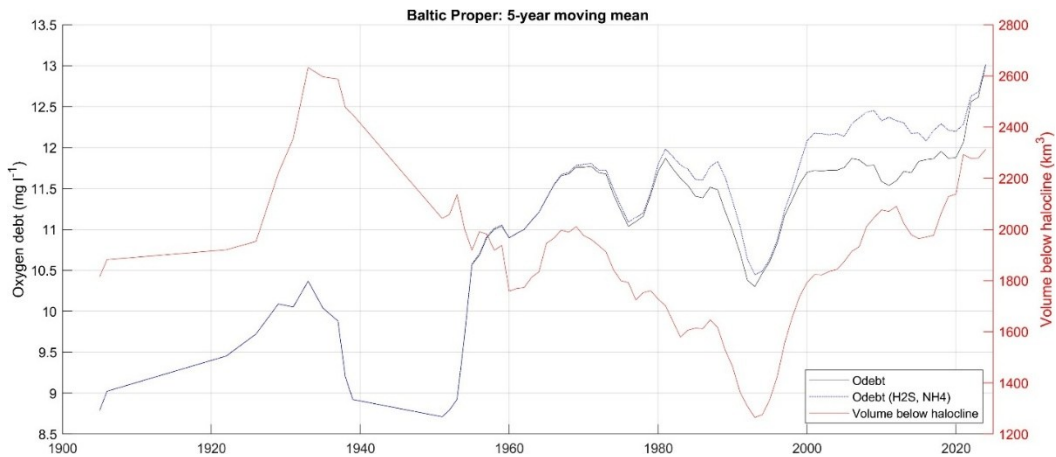
Hapnikuvõla indikaatori arendusvajadusi on käsitletud mitmetel ekspertgruppide koosolekul. Täpsem ülevaade arendusvajadustest ja arutelu ekspertgrupi, EG EUTRO, sees leidis aset 06.03.2025 korraldatud nn hapniku töötoas. Nimetatud koosolekul tegi Eesti ettekande mh ka hapnikuvõla potentsiaalsete arendusvajaduste kohta (20250306_IC WS OXYGEN 1-2025_Oxygen debt.pdf).

EG EUTRO koosolekul, 10.09.2025, tegi Eesti ülevaate hapnikuvõla indikaatori testimisest, tõi välja mõned kitsaskohad ja edasised plaanid tööks. Täpsem ülevaade selle kohta on toodud lisas (20250910_IC EG EUTRO 7-2025_3-4 Testing oxygen debt indicator.pdf).

Edasise tööna ajakohastati hapnikuvõla arvutuseks loodud koodi RStudio keskkonnas ja tekitati GitHub repositoorium (https://github.com/STLuik/ODEBT_test_1year_example.git), kus kood on kättesaadav ka teistele. Lisaks kommenteeritud koodilõikudele leiab repositooriumist ka ülevaate faili, mis sisaldab lühikest kirjeldust iga koodiosa kohta ja toob välja olulisemad meetodilised muudatused.

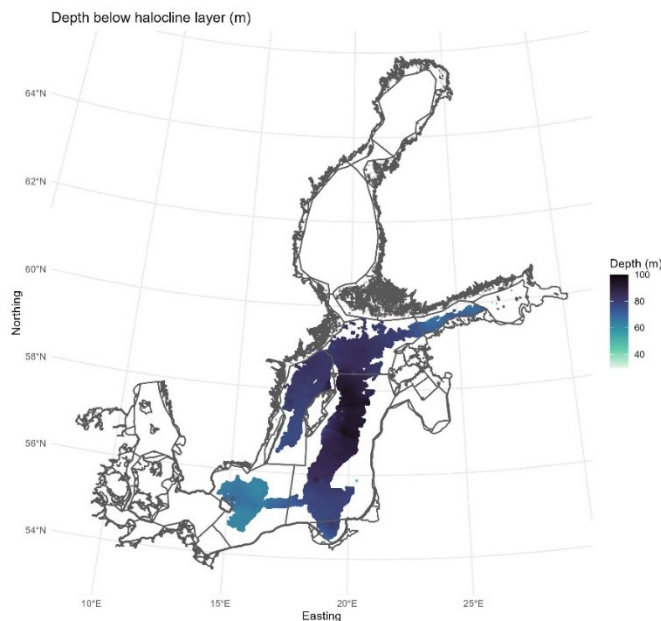
Põhilised meetodilised muudatused, mida hapnikuvõla indikaatori puhul tehti, on H₂S ja NH₄⁺ kontsentratsioonide arvestamine negatiivse hapnikuna, et indikaatoris oleks paremini esindatud inimõju arvesse võtmine. H₂S-i ja NH₄⁺ põhjal arvutatud negatiivset hapnikku kasutati, kuna see võimaldab hinnata süsteemi latentset hapnikutarvet (e.g., Rolff et al., 2022). Nimetatud redutseeritud ühendid kuhjuvad hapnikuvaestes tingimustes ning nende oksüdeerimine nõuab täiendavat O₂. Kuna nimetatud ühendite kuhjumine on sageli seotud tugeva antropogeense toitainete ja orgaanilise aine koormusega sobib neid kasutada hapnikupuuduse sügavuse ja ulatuse iseloomustamiseks indikaatori kontekstis.

Kuigi esialgse indikaatori versiooni kirjelduses oli inimõju arvesse võtmiseks arvestatud nii lämmastiku sissekannet, suurte sissevoolude mõju (*Major Baltic Inflows*) ja ka H₂S andmeid, siis analüüsi tulemustena selgus, et 1) H₂S andmeid ei arvestatud ikkagi; 2) lämmastiku sissekande ega ka sissevoolude arvestamine ei omanud olulist mõju lõpptulemusele. Praeguse meetodika tulemusi on näha jooniselt 1, kus on toodud nii tavalise ruumalapõhise hapnikuvõla tulemused kui ka H₂S + NH₄⁺ variandi tulemused.



Joonis 1. Musta joonega on toodud ruumalapõhise hapnikuvõla väärtused Läänemere avaosas hinnangualalt, sinise katkendjoonega ruumalapõhise hapnikuvõla väärtused, kus on arvestatud ka H₂S ja NH₄⁺ saadud negatiivse hapniku väärtusi (vasakpoolne y-telg). Punase joonega on toodud halokliini aluse veemassi ruumala (parempoolne y-telg). Joonisel toodud andmed on keskmistatud 5-aastase libiseva keskmisega.

Indikaatori meetodikas muudeti ka ruumilise interpoleerimise meetodikat, et üksikute profiilide tulemusi laiendada tervele hinnangualale. Näiteks on toodud siinkohal kaart halokliini sügavustest aastal 2007 (Joonis 2).



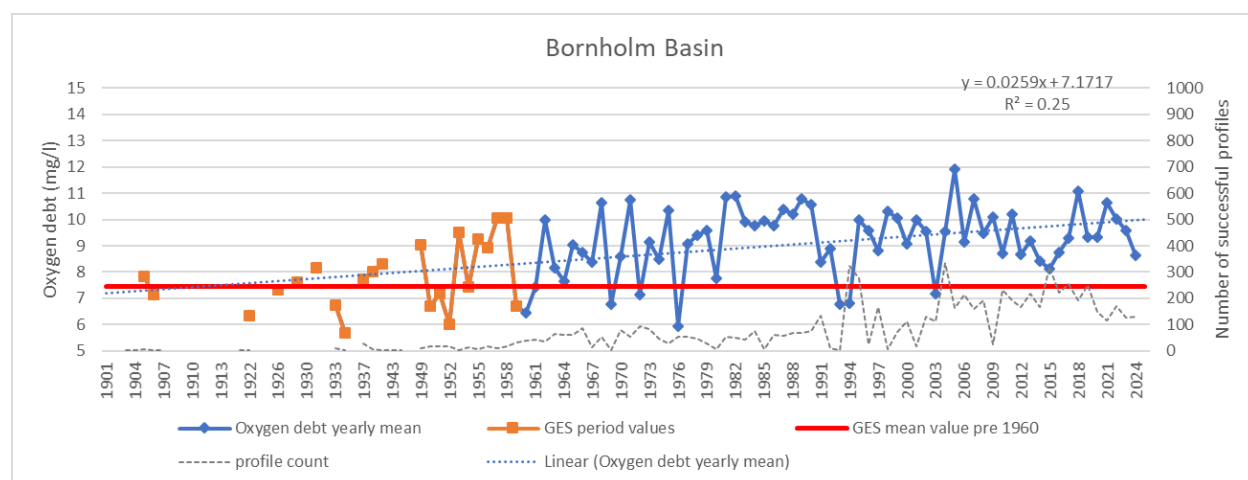
Joonis 2. Halokliini sügavus (m) aastal 2007.

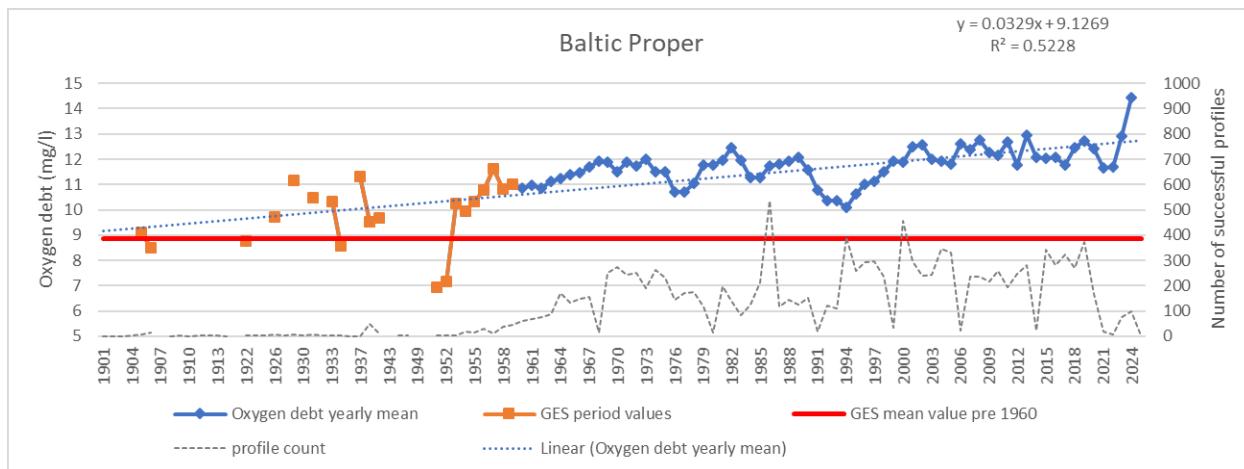
Ühe olulise osana töötati välja esialgne usaldusväärsuse meetodika, mis varasemalt antud indikaatori puhul puudus. Välja töötatud usaldusväärsuse meetodika lähtus hetkel HELCOM tuumindikaatorite puhul kasutuses olevatest meetodikatest (nt: <https://indicators.helcom.fi/indicator/dissolved-inorganic-nitrogen/>).

Hinnanguperioodi usaldusväärsuse lõpphinnang koosneb ajalisest, ruumilisest, meetodilisest usaldusväärsusest ja hinnangu täpsusest. Ajaline usaldusväärsus sõltub aasta jooksul andmetega kaetud kuudest. Ruumiline usaldusväärsus arvestab unikaalsete jaamade arvu ja õnnestunult modelleeritud profiilide arvu. Meetodiline usaldusväärsus põhineb sellel, kas andmete kogumisel on lähtutud regionaalselt kokkulepitud meetodikatest. Hinnangu täpsus arvestab hinnanguperioodi keskmist väärtust ja standardhälvet ning hea keskkonnaseisundi piirväärtust (HKS). Hinnangu täpsuseks saadakse väärtus, mis iseloomustab kui usaldusväärselt hinnanguperioodi keskmine väärtus kuulub siis kas HKS või mitte-HKS väärtuste hulka.

Kogu hinnangu usaldusväärsus on erinevate usaldusväärsuse aspektide keskmine ja kui leitud väärtus on $\geq 75\%$, siis hinnangu usaldusväärsus on KÕRGE, kui ≥ 50 ja < 75 , siis KESKMINE ja kui < 50 , siis MADAL. Täpsem meetodika on toodud koodis.

Kuna indikaatori meetodika ei ole täpselt sama kui esialgses tuumindikaatori versioonis, siis on pakutud välja ka uued HKS piirid mõlemale hinnangualale. Esialgse meetodika puhul leiti HKS väärtused kasutades andmeid enne 1940. aastat. Praegune ettepanek on kasutada pikemat perioodi ja vaadata andmeid kuni 1959. aastani (Joonis 3). Perioodi 1900-1959 HKS väärtus oleks 7.8 mg/l Bornholmi basseini ja 9.7 mg/l Läänemere avaosa (*Baltic Proper*) jaoks. Kui arvestada andmete olemasolu ehk leida perioodi keskmine väärtus, kasutades profiilide arvu kaaluna (ehk siis mitte tavaline keskvärtus, vaid kaalutud keskvärtus, kus lõpptulemusele avaldavad rohkem mõju aastad, mille keskvärtus on leitud rohkemate profiilide põhjal), oleks Bornholmi HKS väärtus 7.4 mg/l ja Läänemere avaosa 8.8 mg/l. Et vähendada üksikutest mõõtmistest tekkida võivad suurt mõju lõpptulemusele on otstarbekam HKS piirina kasutada kaalutud keskmist väärtust.





Joonis 3. Aasta keskmised ruumalapõhise hapnikuvõla väärtused, kus on arvestatud ka H₂S ja NH₄⁺ saadud negatiivse hapniku väärtusi. Oranžiga on märgitud väljapakutud HKS perioodi väärtused. Punase joonega on toodud perioodi 1900-1959 keskmine HKS väärtus, kus on arvestatud andmete olemasolu (kaalutud keskmine). Halli katkendjoonega ja paremal y-teljel on toodud õnnestunult modelleeritud profiilide arv aastas.

1.2.2. Madala mere hapnikuindikaator

Madala mere hapnikuindikaatori areng HELCOMis on liikunud esialgselt meetodika- ja harmoniseerimise aruteludelt praktilisema lahenduse suunas. 2024. aastal arutati indikaatori tõstmist *pre-core* tasemelt tuumindikaatori tasemele ning toodi välja peamine probleem: madalad rannikualad on ajas väga muutlikud ja senise seiresagedusega ei pruugi lühiajalised hapnikupuuduse episoodid hästi nähtavale tulla. Seetõttu ei mindud kohe üle ühe Läänemere-ülese meetodika peale, vaid lepiti kokku, et eri piirkondades võib arendada erinevaid lähenemisi, mida samal ajal järk-järgult ühtlustatakse.

2025. aastal korraldatud hapnikutöötoa peamine tulemus oli arusaam, et hapnikupõhise hindamise täielik harmoniseerimine ühtseks süsteemiks ei ole 2026. aasta lõpuks realistlik. Selle asemel soovitati jätkata olemasoleva mitme lähenemisega indikaatori arendamist ja liikuda tuumindikaatori staatuse suunas, samal ajal jätkates harmoniseerimist HOLAS 5 jaoks. Eesti seisukohalt on see oluline, sest see loob võimaluse arendada Liivi lahe ja Soome lahe idaosa jaoks piirkonnale sobivat rakendust, ilma et peaks tingimata üle võtma mõne teise Läänemere piirkonna lahendust.

Praeguse versioonina kasutatakse Soome lahe idaosas pindala/ruumala põhise indikaatorit (Stoicescu et al., 2024). Nimetatud indikaatori puhul proovitakse inimõju arvesse võtta läbi selle, et hapnikuandmeid korrigeeritakse soolsusega. Selle põhjenduseks on, et antud piirkonnas on statistiliselt oluline seos soolsuse ja hapniku vahel pinnaaluses veekihis, mis tähendab seda, et madalad hapnikutingimused võidakse piirkonda tuua läbi adveksiooni läänepoolsematelt aladelt. Läbi soolsuse ja hapniku seose saame korrigeerida hapnikuandmeid, mis seejärel peaksid peegeldama lokaalselt mõjutatud tingimusi. Antud indikaator, lähtudes indikaatorite kasutatavuse põhimõttest, on liiga keeruline ja vajaks arendust ja/või meetodika muudatust. Liivi lahe avaosas kasutatakse hapniku miinimumväärtustel põhinevat indikaatorit. Antud indikaator ei võta arvesse inimõju ja vajab seetõttu arendust.

Teistes Läänemere piirkondades kasutatakse erinevaid lähenemisi madala mere hapnikuindikaatori raames (HELCOM, 2023). Botnia lahe ja mere piirkonnas kasutatakse põhjalähedase hapniku sisaldust juuli-oktoober vahemikus ja, et inimõjuga arvestada, korrigeeritakse hapnikuväärtusi temperatuurist tuleneva muutusega (läbi hapniku küllastuskontsentratsiooni). *Pomeranian Bay* piirkonnas kasutati põhjalähedase hapniku indikaatorit, mis on põhimõtteliselt sama, mis Liivi lahes. Aga nüüd soovitakse üle minna ruumalapõhisele hindamisele kasutades numbrilisi mudeleid.

Projekti perioodi tulemuste põhjal võib öelda, et Eestis on madala vee hapnikunäitaja arendamisel tehtud oluline eeltöö: olemas on asjakohased andmed, arendusvõimekus ja osalus piirkondlikus koostöös. Samas vajab edasist tööd see, et Liivi lahe ja Soome lahe idaosa jaoks kujuneks metoodiliselt selge, lihtsalt rakendatav ja inimõjuga arvestav lahendus. Edasiste sammudena oleks vajalik proovida läbi teiste riikide lähenemisi ja/või arendada midagi täiesti uut. Kuna kõige paremini sobiks indikaatoriks pindala/ruumala kasutatav lahendus, mis iseloomustab ka madalate hapnikutingimuste kestust hinnanguladel, siis on olulisel kohal ajas ja ruumis tihedad, tervet veesammast katvad mõõtmised. Olulisel kohal on ka benthiliste elupaikade informatsiooni sidumine hapnikuindikaatoriga.

1.3. Toitainete koormusega seotud eesmärkide saavutamiseks seotud tööd

Töö sisaldas Eestipoolse sisendi kokkupanemist planeeritud HELCOM/regionaalseks projektiks. Kavandatava projekti eesmärk on parandada Läänemere eutrofeerumise hindamise ja ohjamise sidusust erinevatel ruumiskaaladel, alates avamerest kuni rannikumere ja valgaladeni. Projekt keskendub nii hea keskkonnaseisundi sihtide ja indikaatorite ajakohastamisele kui ka teaduspõhiste meetmete väljatöötamisele, mis omakorda toetaksid Läänemere tegevuskava toitainekoormuse vähendamise eesmärkide saavutamist. Eraldi tähelepanu pööratakse avamere ja rannikumere seoste paremale mõistmisele, kliimamuutuse arvestamisele ning piirkondlike eripärade käsitlemisele juhtumiuuringute kaudu. Nii aitab projekt luua ühtsema ja praktilisema aluse Läänemere eutrofeerumise hindamiseks ning tõhusamate meetmete kavandamiseks.

Projekti kavandamiseks on läbiviidud mitmeid koosolekuid (vt. tabel 1), pakutud potentsiaalsed tööpaketid, leitud võimalik rahastuse allikas ja kokku lepitud konsortsium. Välja pakutud tööpaketid keskendusid HKS piiride ja referentsväärtuste ülevaatamisele. Lisaks soovitakse arvestada kliimamuutuste mõju, parandada sidusust valglast avamereni. Soovitakse läbi viia erinevaid pilootuuringuid, sh loodusliku koormusega seotud uuringuid. Ja tahetakse välja töötada meetmeid, mis aitaksid kaasa Läänemere tegevuskavas seatud toitainete koormuse vähendamisele.

Potentsiaalne rahastuse allikas on *HORIZON-MISS-2026-03-OCEAN-05: Regional (sea-basins) components of the EU Digital Twin Ocean*, mille jaoks on taotluse esitamise tähtaeg 21. september 2026. Konsortsium on peaaegu koos. Eesti, st TalTech juhib taotluse kokku kirjutamist ja koordineerib projekti, kui saadakse rahastus.

Kavandatava projekti sisu peab olema laiem kui pakutud EUTRO teemad, lisama peaks BSII (*Baltic Sea Impact Index*) jt HELCOM töös kasutatavad nn mudelid või andmeanalüüsi meetodid. Lisaks HELCOM sekretariaadile peab kaasama projekti ka vastavate OSPAR tööühmade esindajad. Arvestada tuleb ka, et konsortsiume, kes valmistavad ette taotlusi on ca 6-7 (Läänemere-Põhjamere regioonis).

1.4. Seminari korraldamine

Seminari korraldamise eesmärk oli projekti tulemuste ja soovituste edastamine ja arutelud Kliimaministeeriumiga, ametkondade esindajatega ja HELCOM koostöös osalevate ekspertidega. Kokku korraldati kaks seminari, üks 2024. a lõpus (19.12.2024) ja teine 2026. a I pooles (30.03.2026). Seminaride tagasiside oli positiivne.

1.5. Osalemine HELCOM töös – lähetused

Projekti taotluses oli kirjeldatud eraldi tegevusena osalemine ekspertgruppide (EG EUTRO, EG RedCore) ja tööühmade (WG SOURCE TO SEA, GEAR) koosolekutel kohapeal, aga kuna enamus koosolekutest toimusid veebi teel, siis ei olnud vajadust lähetustel käia.

Kokkuvõte

Projekti tulemuseks on antud sisend HELCOM-i vastavatesse töörühmadesse, eutrofeerumise seisundi indikaatorite arendus ja toitainete koormusega seotud projekti planeerimine ja konsortsiumi kokku panemine.

Projekti tulemist lähtuvalt soovitatakse HELCOM-is kaaluda uuendatud hapnikuvõla indikaatori kasutuselevõttu. Madala mere hapnikuindikaatori puhul on vajalik edasine arendus ja võimalusel piirkonnaülene võrdlus teiste madala mere hapnikuindikaatori vahel. Indikaatorite arendust ja hinnangute usaldusväärsust toetaks kindlasti ajas ja ruumis tihedate andmete kogumine. Olulisel kohal on madala mere hapnikuindikaatori seostamine bentiliste elupaikade teadmiste/andmetega.

Kuigi projekti keskmes olid hapnikuindikaatorid, tegeleti HELCOM-i koosolekute raames ka klorofülliga seotud indikaatoritega. Klorofülliga seotud indikaatorite üheks nõrkuseks on andmete vähesus. Probleemi lahendamiseks soovitakse kasutada, ja ositi kasutataksegi, satelliidiandmeid, aga nende puhul on probleeme väljundi kvaliteediga. Et parandada klorofüllil põhinevate hinnangute usaldusväärsust oleks vajalik kasutada ruumis tihedamaid andmeid, nt autonoomsete vertikaalselt profiile registreerivate mõõteseadmete ja Ferryboxi andmeid.

Viited

HELCOM (2023). Shallow water oxygen. HELCOM core indicator report. Online. [30.03.2026], <https://indicators.helcom.fi/indicator/shallow-water-oxygen/>.

Rolff, C., Walve, J., Larsson, U. et al. (2022) How oxygen deficiency in the Baltic Sea proper has spread and worsened: The role of ammonium and hydrogen sulphide. *Ambio* 51, 2308–2324
<https://doi.org/10.1007/s13280-022-01738-8>.

Samlas, O., Luik, S.-T., Korabel, V., She, J., Lips, U. (2025) Applicability of Copernicus marine service products for the eutrophication status assessment of the Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin*, Volume 216, 117975, ISSN 0025-326X, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2025.117975>.

Stoicescu, S.-T., Hoikkala, L., Fleming, V., Lips, U. (2024) Continuing long-term expansion of low-oxygen conditions in the Eastern Gulf of Finland, *Oceanologia*, Volume 66, Issue 1, Pages 139-152, ISSN 0078-3234, <https://doi.org/10.1016/j.oceano.2024.02.002>.