

Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut

Eesti merekeskkonna seireprogrammi täiendamise ettepanek

(Deliverable 5.1.1. Proposal for updating Estonian marine monitoring programme)

Teostatud projekti "Eesti mereala keskkonna ja loodusväärtuste hindamise ja
seire innovaatilised lahendused" raames

Leping: RITA1/02-60-01

Vastutav täitja: Georg Martin

Aruande koostaja: Georg Martin

Tallinn 2022



RITA

mereRITA

The logo for "mereRITA" features a stylized blue wave icon above the text "mereRITA".

Sisukord

Sisukord	2
Executive summary	3
1. Sissejuhatus	4
2. Praegune merekeskkonna seire ja selle puudujäägid	7
3. mereRITA projektis katsetatud innovaatilised seiremeetodid	24
3.1 Mõõtmised autonoomsetelt platvormidelt (Projekti aruanne 2.1.1.)	24
3.2 Anorgaanilise süsiniku mõõtmine ja hapestumise indikaator (Projekti aruanne 2.1.2.)	26
3.3 Klorofüllü ja primaarproduktiooni mõõtmised kaugseire abil (Projekti aruanded 2.2.1 ja 2.2.2)	27
3.4 Merepõhja geoloogia (projekti aruanne 2.3.2)	30
3.5 eDNA-põhiste meetodite kasutuselevõtt võõrliikide seires (projekti aruanne 2.4.1)	31
3.6 Merepõhja elupaigatüüpide seisundi hindamise metodika (Projekti aruanded 3.1.1. ja 3.2.1)	32
4. mereRITA projektis arendatud ja katsetatud merekeskkonna kaardistamise ja kalavarude uuringute meetodid	35
4.1 Optilise kaugseire kasutamise hinnang merepõhja elupaikade kaardistamisel (Aruanne 2.3.1.)	35
4.2 Otoliidi mikrokeemia meetodite kasutamine kalade täiendi tekkimise uurimisel. (Aruanne 2.5.1.)	37
4.3 Optilise kaugseire kasutamine kalade kude- ja turgutusvalade kaardistamisel. (Aruanne 2.6.1.)	39
4.3 DNA-põhise metodika välja töötamine ja tõhususe hindamine haugi efektiivse kudekarja suuruse seiramiseks (Aruanne 2.7.1.)	40
4.4 Koelmualade kvaliteedi hinnangud tüüpelupaikades (Aruanne 3.4.1.)	41
4.5 Survetegurite kumulatiivsete mõjude hindamise raamistik (Aruanne 4.1.1 ja 4.2.1.)	42
5. Seireprogrammi täiendamise soovitused ja võimalikud jätkuuringud	43
Kasutatud allikad	46

Executive summary

In mereRITA project several activities resulted in development of recommendations either to update current marine environmental monitoring programme or other data collection activities. In current report we analysed situation with previously identified gaps in Estonian marine monitoring programme and based on the results of the different activities of the project developed list of possible changes and additions to current monitoring programme and recommendations for further methodological developments.

This study was financially supported by the European Regional Development Fund within National Programme for Addressing Socio Economic Challenges through R&D (RITA).

1. Sissejuhatus

Keskkonnaseire on keskkonnaseire seaduse kohaselt keskkonnaseisundi ja seda mõjutavate tegurite järjepidev jälgimine, mis hõlmab keskkonnavaatlusi, vaatlusandmete kogumist, töötlemist ja säilitamist, vaatlustulemuste analüüsimist ning muutuste prognoosimist.

Merekeskkonna seire allprogramm on osa Eesti riiklikust keskkonnaseire programmist. Riikliku keskkonnaseire eesmärk on saada ülevaade riigi keskkonna seisundist ja selle pikaajalistest muutustest, tagada välislepingutest ning riigisisestest õigusaktidest tulenevate keskkonnaseisundi seirekohustuste täitmine ja hinnata riiklike tegevus-, arengu- ja korralduskavade täitmise mõju keskkonnaseisundile ja selle muutustele (KAUR, 2019).

Vastavalt Keskkonnaseire seaduse alusel kehtestatud keskkonnaministri määrusele nr 3 „Riikliku keskkonnaseire allprogrammide teostamise kord“ on mereseire ülesanded ja eesmärk:

- 1) Eesti mereala, sh sisemeri (rannikuvesi), territoriaalmeri ja majandusvöönd, vee kvaliteedi ja seisundi hindamine hüdroloogiliste, morfoloogiliste, füüsikalise-keemiliste, bioloogiliste, sh elustikus ja põhjasetetes määratavate näitajate kaudu, muutuste jälgimine ja prognoosimine, analüüsides nende põhjuslikke seoseid inimtegevuse ja looduslike protsessidega (sh kliimamuutuste mõju);
- 2) võimalike ohusituatsioonide kindlaks tegemine ja vältimine;
- 3) mererannikul inimtegevuse ja looduslike tegurite mõjul toimuvate protsesside, sh kulutus ja kuhjumine, jälgimine ja nende arengusuundade selgitamine, muutuste tuvastamine, ranniku arengu prognoosimine ja soovitude andmine ranniku maakasutuse optimaalseks planeerimiseks;
- 4) sisendi andmine rakendatud keskkonnakaitse meetmete tõhususe hindamiseks ja mereressursside kasutamiseks ning taustinformatsiooni andmine ehitiste keskkonnamõju hindamiseks ning majandus- ja puhketegevuse planeerimiseks.

Merekeskkonna ja –elustiku kaitsmist ning keskkonnaseisundi parandamist reguleeritakse mitme Euroopa Liidu direktiivi ja õigusakti kaudu, sh:

- 1) EL direktiiv 2008/56/EÜ (edaspidi: merestrateegia raamdirektiiv või MSRD), mille eesmärk on säilitada või saavutada hea keskkonnaseisund kõigi ühendusse kuuluvate riikide hallatavatel merealadel, muudetud Komisjoni direktiiviga (EL) 2017/845 (asendab MSRD lisa III) ning Komisjoni otsus (EL) 2017/848;
- 2) EL direktiiv 2000/60/EÜ (edaspidi: veepoliitika raamdirektiiv või VRD), mille eesmärk on saavutada pinnavee, sh rannikuvee hea seisund;
- 3) EL direktiiv 2008/105/EÜ, muudetud direktiiviga 2013/39/EL (edaspidi: keskkonnastandardite direktiiv), mis sätestab keskkonna kvaliteedi piirväärtused veekeskkonna kaitseks;
- 4) EL direktiiv 92/43/EMÜ (edaspidi: loodusdirektiiv), mis on suunatud liikide ja nende elupaikade (sh merekeskkonnas) kaitseks;

- 5) EL direktiiv 79/409/EMÜ (linnudirektiiv), mille raames linnustiku seiret tehakse eluslooduse seire allprogrammi alusel ja mis sätestab looduslikult esinevate linnuliikide (sh merelindude) kaitsmise, majandamise ja seire;
- 6) Euroopa Parlamendi ja Nõukogu 22. oktoobri 2014. a määrus (EL) nr 1143/2014 looduslikku tasakaalu ohustavate võõrliikide sissetoomise ja levimise ennetamise ja ohjamise kohta, mis kohustab liikmesriike hindama looduslikku tasakaalu ohustavate võõrliikide esinemist ja levikut ning varakult avastama uusi võõrliike (sh meres);

Eesti merekeskkonna seire allprogrammi arendamisel on väga oluline roll olnud just rahvusvaheliselt kokku lepitud merekeskkonna kaitsmise ja seisundi hindamise kohustustel nagu 1992.a vastu võetud Läänemere piirkonna merekeskkonna kaitse konventsioon ja tänapäeval erinevad EL direktiivid:

- 1) Läänemere piirkonna merekeskkonna kaitse konventsioon kohustab kaitsma Läänemere merekeskkonda kõigi reostusallikate eest ja taastama ning kaitsma selle ökoloogilist tasakaalu, milleks on välja töötatud seire- ja hindamisstrateegia (koos vastavate seire juhendmaterjalidega) ja Läänemere hea keskkonnaseisundi taastamise tegevuskava (Baltic Sea Action Plan, BSAP).
- 2) Merestrateegia raamdirektiivi artikkel nr 11 kohustab liikmesriike kehtestama ja rakendama koordineeritud seireprogrammi oma mereakvatooriumi keskkonnaseisundi pidevaks hindamiseks vastavalt direktiivi III lisas toodud parameetritele (mis hõlmavad vee füüsikalisi-keemilisi omadusi, elupaigatüüpe, bioloogilisi omadusi ja muid näitajaid, sh kemikaalidega saastumine) ja direktiivi V lisas toodud seirevajadustele ning toetudes kehtestatud keskkonnavaldele sihtidele.
- 3) Veepoliitika raamdirektiivi artikkel 8 kohustab liikmesriike kehtestama seireprogrammid vee seisundi hindamiseks, mis pinnavee puhul hõlmavad mahtu, taset või vooluhulka, niivõrd kui see on asjakohane ökoloogilise ja keemilise seisundi ning ökoloogilise potentsiaali puhul, ning ökoloogilist ja keemilist seisundit ning ökoloogilist potentsiaali.
- 4) Loodusdirektiivi artikkel 11 kohustab teostama looduslike elupaikade ja liikide kaitsestaatus seirekontrolli, pöörates erilist tähelepanu esmatähtsatele looduslikele elupaigatüüpidele ja esmatähtsatele liikidele.

Merekeskkonna seire on ressursimahukas ja väga kompleksne tegevus hõlmates väga erinevate valdkondade ekspertiisi ja logistikat. Seireprogrammi optimeerimine ja kaasajastamine on pidev tegevus, millesse on hõlmatud nii keskkonnavaldkonna ametkonnad (Keskkonnaministeerium, Keskkonnaagentuur, Keskkonnaamet) kui vastavad erialaekspertiisi omavad asutused (Tartu Ülikool, Tallinna Tehnikaülikool, Eesti Keskkonnauuringute Keskus jt.). mereRITA projekti üheks eesmärgiks oli analüüsida Eesti kehtivat merekeskkonna riikliku seire allprogrammi ja pakkuda sellele täiendusi kulutõhusate innovaatiliste seiremeetodite rakendamise kaudu. Käesolevas aruandes on välja toodud spetsiifilised soovitused uute meetodite rakendamiseks merekeskkonna seire allprogrammis.

Aruande koostas TÜ Eesti Mereinstituudi professor Georg Martin mereRITA projekti alategevuste aruannete põhjal. Aruannet kommenteerisid Eda Andresmaa Keskkonnaministeeriumist, Anastasiia Kovtun-Kante Keskkonnaagentuurist ja Kai Ginter Keskkonnaametist. Aruannet täiendasid alategevuste autorid.

Uuringu tellis ja uuringut rahastab Eesti Teadusagentuur Euroopa Regionaalarengu Fondist toetatava programmi „Valdkondliku teadus- ja arendustegevuse tugevdamine“ (RITA) tegevuse 1 „Strateegilise TA tegevuse toetamine“ kaudu. Uuring valmis Keskkonnaministeriumi eesmärkide elluviimiseks.

2. Praegune merekeskkonna seire ja selle puudujäägid

Merekeskkonna seire on üks kaheteistkümnest riikliku keskkonnaseire allprogrammist. Selleks, et saada ülevaade riigi merekeskkonna seisundist ja selle pikaajalistest muutustest ja täita muid õigusaktidest tulenevaid eesmärgesid, on mereseire jagatud järgmisteks tegevusteks:

- rannikumere seire (ökoloogilise seisundi ülevaateseire ja võõrliikide seire);
- avamere seire (avamere sesoonse seire ja Ferrybox seire);
- merekeskkonna ohtlike ainete seire (keemilise seisundi ülevaateseire);
- mere kaugseire;
- rannikumere ja mererannikute hüdro-morfoloogiline seire.

Praegune merekeskkonna seire allprogramm on kujunenud ajapikku kogu Eesti iseseisvuse aja vältel. Üheksakümne aastal oli merekeskkonna seire aluseks HELCOMi rahvusvaheline Läänemere seireprogramm ja selle meetodilised lahendused. Kui alguses oli merekeskkonna seire keskendunud vaid avamere seirele, siis üheksakümne aastate teises pooles lisandusid ka rannikumere seire komponendid (rannikumere tiheseire jaamad nn „hot spot“ piirkondades, põhjataimestiku koosluste seire). Kahetuhand aastate alguses ja keskel toimus merekeskkonna seire allprogrammi revisjon ja täiendamine lähtudes VRD nõuetest. Sellega kujunes välja praeguse Eesti rannikumere seires kasutatav pelaagiliste jaamad ja põhjakoolsuste seirealade võrgustik ja ka seiratavate parameetrite loend. Järkjärgult lisati programmi ka kaugseire meetodiliste arenduste moodul ja ka võõrliikide seire (just eelkõige HELCOMi vastavate arengute mõjutusel). Viimastel aastatel on riikliku seireprogrammi optimeeritud ja täiendatud vastamaks MSRD merekeskkonna seisundi hindamise vajadustele. Seiretegevuste maht on suurenenud, lisandunud on uusi seiratavaid parameetreid ja ka valdkondi (näiteks mereprügi seire). Suurenenud vajaduste tõttu kaetakse osad valdkonnad projektipõhise rahastusega, mis tekitab mõningast ebakindlust seiretööde pidevuse ja jätkumise osas.

Riikliku mereseire allprogrammi arendus on toimunud pidevalt – on püütud vastata nii suurenevale andmemahu vajadusele kui muutustele seireprogrammi rahastamise võimalustes. Selle protsessi käigus on toimunud ka seireprogrammi analüüs ja optimeerimine. Viimaste aastate jooksul on seireprogrammi vajadusi ja puudujääke analüüsitud nii riikliku seireprogrammi täiendamise käigus (KAUR 2019) kui MSRD aruandluse käigus (keskkonnaministri 12.10.2020 käskkirjaga nr 1-2/20/387 kinnitatud „Merestrategia seire ja andmekogumise programmi uuendamine“)

Allpool on esitatud nendes kahes dokumendis välja toodud merekeskkonna seire täiendamise vajadused ja kirjeldatud nende täiendusvajaduste hetkeseisu (käesoleva aruande koostamise hetkeks e seisuga jaanuar 2022).

Varasemates dokumentides väljatoodud puudujäägid ja täiendusvajadused Eesti merekeskkonna seire allprogrammis

2019. aastal koostatud merekeskkonna seire programmis (LISA 5. RIIKLIKU KESKKONNASEIRE PROGRAMMI MERESEIRE ALLPROGRAMM) on detailselt välja toodud selle dokumendi koostamise hetkeks kaardistatud programmi täiendamisvajadused (Tabel 1.). Osa nendest vajadustest on ka juba leidnud rakendust igapäevaselt läbiviidavate seiretegevuste käigus (sõlmitud seirelepingud ja 2022.-2023. aasta mereseire hanke lähteülesanne).

Tabel 1. 2019. aastal koostatud Mereseire allprogrammis välja toodud seiretegevuste täiendamisvajadused koos kommentaariga täienduste rakendamiseks 2022. aasta jaanuari seisuga.

Seire teemavaldkond	Täiendusvajadus seisuga 2019	Olukord 2022
Rannikumere seire ja Avamere seire	Pelaagilistes jaamades tuleb proovivõttu teostada rohkematel horisontidel (vastavalt HELCOMi metoodikale) vähemalt jaamades N12, 17, H2, 32 ja G1	Osaliselt rakendatud. Vastavalt HELCOM protokollile, veekeemia proove tuleb võtta ja analüüsida oluliselt rohkematest kihtidest kogu veesamba ulatuses. Nõuetekohast seiret teostatakse ainult valitud avamere seirejaamades N12, 17, H2, 32 ja G1. Rannikumere seire toimub seni rakendatava metoodika järgi (veeproovid 1, 5 ja 10 m sügavuselt ning põhjalähedasest kihist).
Seiresageduse ja ruumilise lahutuse piisavus	Riikliku keskkonnaseire mereseire allprogrammi kontekstis seirevõrgustik vajab revideerimist ja optimeerimist. On vaja analüüsida seiresagedusi, seirejaamade valikule kehtestada pindalised kriteeriumid. Vajadusel rakendada autonoomseid mõõtmeseadmeid ja matemaatilist modelleerimist.	Osaliselt rakendatud. Automaatmõõtmised on seireprogrammi osa Ferrybox seirekomponendi näol. Seirevõrgustiku revideerimise ja optimeerimisega on alustatud vastavalt ekspertide poolt tehtud ettepanekutele (TÜ EMI, 2016 (Eesti rannikuveekogumite seirejaamade esinduslikkuse analüüs) ja uutele teadmistele (nt Skepast&Puhkim, 2019 (Haapsalu lahe rannikuveekogumi seisundi eksperthinnang)), protsess jätkub.
Fütoplanktoni ja zooplanktoni seire	Fütoplanktoni puhul pole kasutatud Ferrybox-i andmeid, mis annaks olulist uut infot eelkõige Soome lahe avaosa ja Läänemere põhjaosa kohta. Zooplanktoni indikaatorit tuleb hakata kasutama	Ferryboxi andmeid kasutatakse Soome lahe seisundi hindamisel. Zooplanktonit ülevaateseires ei kasutata (samas ei ole parameeter kohustuslik VRD hindamiskeemi järgi. Samuti on osa kogumitest liiga madalad zooplanktoni proovide võtmiseks senise metoodika alusel.

	<p>võimalusel lisaks püsiseirele ka sisendi andmiseks ülevaateseiresse.</p> <p>Uute indikaatorite kasutusele võtmise korral tuleb korrigeerida seire sagedust või ruumilist lahtust.</p>	<p>Parameeter vajalik MSRD hindamisraamistikus – toetab toiduvõrgustike hindamist.</p>
Põhjakoosluste seire	<p>Seire tulemusel peaks olema võimalik anda pindalalisi hinnanguid järgmistele näitajatele:</p> <ul style="list-style-type: none"> • D5C6: oportunistlike suurvetikate rohkuse või ruumilise katvusega seotud ökoloogiline kvaliteedisuhe – eutrofeerumisest põhjustatud kahjuliku mõju ulatus ruutkilomeetrites (km²) või osakaal (%) hindamispiirkonnas; • D5C7: makrofüütide liigilist koosseisu ja suhtelist rohkust käsitlevate hinnangute või makrofüütide kasvu maksimaalse sügavusega seotud ökoloogiline kvaliteedisuhe – eutrofeerumisest põhjustatud kahjuliku mõju ulatus ruutkilomeetrites (km²) või osakaal (%) hindamispiirkonnas; • D5C8: merepõhja makrofauna liigilise koosseisu ja suhtelise rohkuse hinnangutega seotud ökoloogiline kvaliteedisuhe – eutrofeerumisest põhjustatud kahjuliku mõju ulatus ruutkilomeetrites (km²) või osakaal (%) hindamispiirkonnas; • D6C3 – hindamispiirkonna merepõhja füüsilisest kaost või häiringust 	<p>Sisendandmeid kogutakse, lisavajadused pindalaliste hinnangute andmiseks on kirjeldatud mereRITA projekti aruannetes koos meetoodiliste ettepanekutega 3.1.1 Mereliste elupaigatüüpide seisundi hindamise meetoodika 3.2.1. Mereliste elupaigatüüpide seisundi hindamise meetoodika testimine pilootalal</p>

	<p>põhjustatud iga kahjulikult mõjutatud elupaigatüübi ulatus ruutkilomeetrites (km²) või osakaal (%) elupaiga looduslikust koguulatusest.</p>	
Võõrliikide seire	<p>Uute võimalike riskialade ilmnmisel kaaluda nende lisamist riskialade võõrliikide seireprogrammi.</p> <p>On vajalik registreerida võõrliikide esmaleiud, võõrliikide levikuulatus ja kohalike liigirühmade see osa või selliste elupaikade ulatus, millele võõrliigid on tekitanud kahjulikke muutusi.</p> <p>Ballastvete konventsiooni ratifitseerimisega 2018. a tekkinud kohustus korraldada seiret, et jälgida ballastvete käitlemise mõju riigi jurisdiktsiooni all olevates vetes, sh laevade ballastvee kaudu üle kantud organismide ja haigustekitajate põhjustatud kahjulikku mõju.</p>	<p>Võõrliikide seire viiakse läbi kahel riskialal (Muuga ja Sillmäe sadama piirkond). Lisaks tehakse võõrliikide uuringuid projektipõhiselt (ballastvee konventsiooni rakendamise tagamiseks).</p> <p>Ballastvete seire ei ole riikliku mereseire allprogrammi osa kuid võiks kaaluda võõrliikide seire osana mh jälgida, et liigid ja organismid, mis võivad olla kahjulikud merekeskkonnale ei leviks laevadest kaugemale või täpsemini kui kaugele need juba levinud on.</p> <p>mereRITA projektis koostatud ettepanekud seireprogrammi ja ballastvete järelvalve tõhustamiseks: aruanne 2.4.1 eDNA meetodi väljaarendamine (krüptiliste) võõrliikide varajaseks tuvastamiseks</p>
Merekeskkonna ohtlike ainete seire	<ul style="list-style-type: none"> • Ülevaatesesirest puudu Pärnu laht ja Väinamere piirkond. • Avamere poolt tulenevate koormuste iseloomustamiseks on vaja seirata ka Soela väina ja Kihelkonna rannikuveekogumeid. • Vajalik registreerida ka saasteainetest mõjutatud liikide arvukus ning mõjutatud elupaikade ulatus. • VRD ja prioriteetsete ainete direktiivi uuendamistega on pikenenud ka määratavate näitajate nimistu, mida 	<p>Merekeskkonna ohtlike ainete seire on käivitatud: üldiste muutuste hindamiseks valiti 4 rannikuveekogumit, mis katavad ära kõik suuremad merealad ja kus on reostuskoormuse tuvastamine tõenäolisem: Narva-Kunda lahe, Muuga-Tallinna-Kakumäe lahe, Pärnu lahe ja Väinamere rannikuvesi. Nendes seire toimub tihedama seiresammuga, st teostatakse trendide jälgimiseks seiret vähemalt kolm korda veemajanduskava perioodil (iga kahe aasta tagant). Ülejäänud rannikuveekogumite seire toimub rotatsiooni alusel. Detailsem seireprogrammi kirjeldus on Veemajanduskavade eelnõus (Lisa 5) Veemajanduskavad 2022-2027 (eelnõu) Keskkonnaministeerium (envir.ee).</p> <p>Seireperioodil 2022–2027. a jätkatakse keemilise seisundi ülevaatesesires kõikide VRD 2013/39 direktiivis nimetatud ainete seirega. Seni toimunud ohtlike ainete seire aruanded on avalikult kättesaadavad keskkonnaseire infosüsteemis KESE.</p>

	<p>erinevates maatriksites seirata tuleb.</p>	
<p>Merepõhja setete seire</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Soovitatakse Soome lahes teostada merepõhja setete seiret vähemalt kuues avamere seirekohas (SedGoF). • Kogu mereala põhjasetete saasteainete kontsentratsioonid jälgimiseks on vajalik välja pakkuda sobivad seirekohad ka Eesti mereala ülejäänud osades. Seirekohtades tuleb määrata iga kolme aasta järel setete lõimis, Pb, Cd, Cu, As, Hg, Ni, Co, Cr, Sn, Zn, P, U, Ra, Tl, As, Se, Mo, Na, Cl, Nüld ja Corg, orgaanilise aine, naftaproduktide ja fenoolide sisaldus. 	<p>Avameres ei ole seni setete ohtlike ainete seire korrapäraselt seires olnud, kuid vajadus ja plaan on uue VMK perioodi seireprogrammis kirjas: Veemajanduskavade eelnõu, Lisa 5 (veeseireprogramm) Veemajanduskavad 2022-2027 (eelnõu) Keskkonnaministeerium (envir.ee). Vajadus leida esinduslikumad seirekohad jääb alles.</p> <p>Rannikumere keemilise ülevaatesire käigus seiratakse 3 maatriksit – vesi, setted, elustik, seega rannikumeres seiratavates kogumites kogutakse setteproove saasteainete kontsentratsioonide määramiseks ja jälgimiseks neljas kogumis iga 2 aasta tagant ja ülejäänud rotatsiooniga), ained vastavalt dir. 2013/39.</p> <p>mereRITA projektis käsitletud teema: 2.3.2. Merepõhja geoloogia: geofüüsikalised kaugseire meetodid ja setteuringud</p>
<p>Mere kaugseire</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Eesmärk on analüüsida autonoomsete mõõtmiste ja kaugseire meetodite efektiivsemat rakendamist seireprogrammis, sh regionaalse koostööna. • Edaspidi on eutrofeerumise mõjude hindamise kontekstis vajalik registreerida ka veeõitsengute ulatus ja kestus. Veeõitsengute registreerimiseks on olemas toimivad kaugseire rakendused. • Samuti on oluline hinnata jääkatte teket ja kestust merel, mida vajame kliimamuutuste mõju hindamisel ning elustiku seisundi tõlgendamisel (nt viigerhülged jt). See võiks toimida koostöös 	<p>Käimaoleva kaugseire allprogrammi eesmärgiks on klorofüll, temperatuuri ja vee läbipaistvuse ruumiste hinnangute koostamine. Lisaks on käimas rida arendusprojekte.</p> <p>Operatiivne teenus käivitatud https://jaakaart.envir.ee/, lisaks hoiustatakse andmeid ja koostatakse statistikat <i>Baltic Sea Ice Services</i> https://www.bsis-ice.de/statistik/Stationindex.html</p> <p>mereRITA projektis koostatud vastav analüüs ja ettepanek seire täiendamiseks: 2.2.1 Läänemere klorofüll-a algoritm</p>

	<p>meteoroloogilise ja hüdrooloogilise seire ning eluslooduse seire allprogrammi töödega.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selgitada kaugseire mitmekülgset kasutamisevõimalust ning proovida kaugseire rakendamist rannikute ja madalate merealade kinnikasvamise jälgimiseks (rannikuroostiku pindala), reostusjuhtumite kiirtuvastamiseks ja nendele operatiivseks reageerimiseks. 	
Mereprügi	<ul style="list-style-type: none"> • on kohustuslik jälgida makroprügi rannajoonel (D10C1), täiendavalt võib seda teha ka veesamba pealmises osas ja merepõhjas. Mikroprügi (osakesed <5 mm; D10C2) tuleb jälgida veesamba pealmises osas ja merepõhja setetes ning täiendavalt võib seda jälgida rannal. • Mereprügi seire meetoodika ja rakendamise kava on väljatöötamisel. Praeguseks on läbi viidud/käimas või planeeritud projektid merekeskkonna mikroprügi ning makroprügi seirekava ettepanekute väljatöötamiseks. • Senini on mereprügi seire teostatud projektipõhiselt, kuid tulevikuperspektiivis pole välistatud selle lisamist riikliku keskkonnaseire 	<p>Nii mikroprügi seire kui makroprügi seire on hangitava seiretöö osa. Täiendavalt on mikro- ja makroprügi levikut uuritud projektipõhiselt. Rannaprügi seire toimub endiselt projektipõhiselt.</p> <p>Kuigi lõplikud seire juhendmaterjalid ei ole veel avalikustatud, kõik ei ole ka koostatud, teemaga aktiivselt tegeletakse nii EL kui Läänemere tasandil. Praeguseks on leitud floating litter ja seabed litter peatükkide viimased mustandvariandid, kinnitatud rannaprügi läviväärtused, töö mikroprügi ja sisseneelatud alamate osas jätkub, samuti jätkub töö läviväärtuste arendamisel kuna see eeldab ka andmete olemasolu suuremas mahus, kui praegu on.</p> <p>MSFD Technical Group on Marine Litter (europa.eu)</p>

	programmi mereseire allprogrammi.	
Loodusdirektiivi mereelupaigad	<ul style="list-style-type: none"> • On vaja tagada pidev, süsteemne mereelupaikade seisundi jälgimine, mis võimaldaks anda hinnangu mereelupaikade ja kaitsealuste liikide seisundi ja nende mõjutatuse kohta 6-aastase perioodi tagant. • Elupaikade (1130, 1160) seisundi seiremetoodika vajab väljatöötamist. • On puudu andmed kahjulikult mõjutatud ja hävinud elupaikade ulatuse ja osakaalu kohta elupaigatüüpide koguulatuses. • Tulevikuplaanis seirevõrgustiku optimeerimisel tuleb arvestada põhjakoosluste seire ja loodusdirektiivi seirevajadustele vastavate tööde omavahelise integreerimise võimalustega, kaaluda meetodikate ja hindamisaluste ühtlustamist (vajadusel tuleb uuesti arutada praeguste seirejaamade asukoha nihutamist), mis tagaks seiretööde optimaalse läbiviimise ja katab nii loodusdirektiivi kui VRD vajadusi. 	<p>Elupaikade seiremetoodika on välja töötatud.</p> <p>Eraldi seire on teostamisel projektipõhiselt.</p>
Veealune müra	<ul style="list-style-type: none"> • Pole veel lõpuni kindlaks tehtud inimtekkelise müra mõju Eesti mereala elustikule. Valjude, madala ja keskmise sagedusega impulsshelide 	<p>Alates 2022 on veealuse pidevmüra seire hangitava seiretöö osa. Varasemalt toimus projektidest.</p> <p>Veealuse pidevmüra uuringuid käivitati 2018 https://envir.ee/keskkonnakasutus/merekeskkonnakaitse/uuringud#veealuse-mra-uuring (projektina), seejärel jätkati seirega (2020.a ja edasi)</p>

	seiremetoodika on väljatöötamisel. Ettepanekute valmimise järel otsustatakse, kuidas toimub veealuse müra seire rakendamine ning mis tegevused teostatakse riikliku mereseire allprogrammi raames (mõju elustikule).	https://adr.envir.ee/et/document.html?id=92ff06b7-e1bb-492c-b9d8-b25131d79859 .
--	--	---

2020. aastal koostatud ja keskkonnaministri käskkirjaga kinnitatud „Eesti mereala seire ja andmekogumise programm perioodiks 2021-2026“ sisaldab endas ülevaadet kõikidest merekeskkonna kohta kogutavatest andmetest ja töödest, mis on vajalik mereala MSRD-kohase seisundihinnangu andmiseks. Siia kuuluvad nii riikliku merekeskkonna seire allprogrammi tööd kui ka teiste ministeeriumite ja asutuste poolt läbiviidavad tegevused merekeskkonnaga seotud andmete kogumisel ja analüüsil. Aluseks on MSRD poolt kasutatav merekeskkonna Hea Keskkonnaseisundi (HKS) tunnuste süsteem. Dokumendis välja toodud kaardistatud seiretegevuste puuduste ja arendusvajaduste koond on toodud ära tabelis 2.

Tabel. 2 Merekeskkonna seire puudujäägid ja arendusvajadused dokumendis „EESTI MEREALA SEIRE JA ANDMEKOGUMISE PROGRAMM PERIOODIKS 2021-2026“

Seire teemavaldkond/allprogramm	Täiendusvajadus seisuga 2020	Olukord 2021/2022
Bioloogiline mitmekesisus - linnud	kaaspüügi ja püügivahenditesse kinnijäämisel hukkamise seire/andmete kogumise süsteemi puudulikkus	Lõppemas on kaaspüügi uuring (2022 algus). Muus osas olukord endine
Bioloogiline mitmekesisus – mereimetajad	hüljeste kaaspüügi ja püügivahenditesse kinnijäämisel hukkamise seire/andmete kogumise süsteemi puudulikkus	Lõppemas on kaaspüügi uuring (2022 algus). Muus osas olukord endine

	Puudub käsitiivaliste seire	
Bioloogiline mitmekesisus – kalad	Eesti merealal ei viida läbi seiret järgmiste liikde osas, mis on MSRD kriteeriumi D1C4 osas olulised: hink, võldas, jõesilm, meres kudev hõredapiiline siig ja europa angerjas. Puudu on ka seisundi hindamise indikaatorid.	Olukord endine
Bioloogiline mitmekesisus – pelaagilised elupaigad	<p>Ülevaateseire senine sagedus rannikumeres (ühel aastal 6-aastase perioodi jooksul, välja arvatud püsiseire alad) ei taga piisava usaldusväärsusega hinnangut inimtegevusest tingitud muutuste kohta fütoplanktoni liigilises koosseisus, arvukuses ja biomassis.</p> <p>Seire ei kata täielikult mikrozooplanktonit ning zooplanktoni proovivõtumeetodid pole kasutatavad väga madalates piirkondades.</p> <p>Fütoplanktoni dominantrühmade sesoonse dünaamika ja Zooplanktoni keskmine kaal ja kogubiomassi indikaatoritel ei ole kõikides hinnatavates alambasseinides määratud ja kokku lepitud läviväärtusi.</p> <p>Seiresageduse suurendamiseks uute meetodite</p>	<p>Olukord endine</p> <p>Olukord endine. Metoodilised arengud toimuvad HELCOMi koostöös raames (alates 2021 uus tööühm EG ZOO)</p> <p>Olukord endine</p> <p>Olukord endine. mereRITA projektis koostatud ettepanekud seire tõhustamiseks ja täiendamiseks</p> <p>Olukord endine (rahvusvaheline koostöö HELCOMi tööühmade kaudu.</p>

	<p>(automatiseeritud pildianalüüs, HPLC pigmentanalüüs, DNA sekveneerimine jm.) kasutuselevõtuks on vajalik teha täiendavaid uuringuid ja pilootseiret.</p> <p>Kaaluda uute indikaatorite lisamist, näiteks HELCOM koostöös arendatav tuumindikaator Zooplanktoni liigiline mitmekesisus (<i>Zooplankton species diversity</i>).</p>	
<p>Võõrliigid</p>	<p>Potentsiaalsed levikuteed, mida seireprogramm ei kata, on laevaliiklus läbi Paldiski sadama, lõbusõidulaevad (pealiskasv) ja vesiviljelus.</p> <p>Puudub teatud võõrliikide rühmade (sh mikroorganismid ja parasiidid) regulaarne seire.</p> <p>Zooplanktoni seire sagedus on liiga väike, sama kehtib fütoplanktoni kohta, kui tulevikus juhtub lisanduma võõrfütoplanktoniliike.</p> <p>Mobiilse epifauna (põhjalähedase eluviisiga kalad, mereselgrootud) seiret peab laiendama.</p>	<p>Olukord endine (seire projektipõhine).</p> <p>mereRITA projektis koostatud ettepanekud seire tõhustamiseks: 2.4.1 eDNA meetodi väljaarendamine (krüptiliste võõrliikide varajaseks tuvastamiseks)</p>

<p>Toiduvõrgud / bioloogiline mitmekesisus – Ökosüsteemid</p>	<p>Edasiarendamist ja kehtestamist vajavad HKS indikaatorid toiduvõrkude seisundi hindamiseks veelindude, imetajate ja teiste ökosüsteemi komponentide andmete põhjal, eelistatult HELCOM koostöö raames.</p>	<p>Olukord endine (olemas arengud näiteks HELCOMi töөрühma näol, kuhu kuuluvad ka Eesti eksperdid ning HELCOMi poolt käivitatud BLUES Project, mille plaani järgi osaliselt teemat käsitletakse https://blues.helcom.fi/activities/#A2,</p>
<p>Eutrofeerumine</p>	<p>Toitainete analüüside kogumine tuleb üle viia HELCOMi standardsügavustele kõikide jaamades.</p> <p>Praegusel kujul puuduvad andmed, et hinnata sisemist toitainete koormust põhjasetetest ja toitainete kannet Eesti merealale teistelt merealadelt. pCO₂ regulaarne seire puudub; ainult pH analüüside põhjal veeproovidest ei ole võimalik usaldusväärset kirjeldada merekeskkonna hapestumist ning pCO₂ pidevmõõtmised võimaldavad hinnata produktsiooni.</p> <p>Avamere seiresagedus (6 korda aastas) ei võimalda välja töötatud klorofüll-a indikaatori kasutamist piisava usaldusväärsusega seisundi hindamiseks.</p> <p>Mitmes piirkonnas ei ole rannikumere veekogumite</p>	<p>Toitainete standardsügavused: osaliselt teostatud avamere seires valitud seirejaamades, rannikumeres olukord endine</p> <p>mereRITA projektis koostatud ettepanekud olukorra parandamiseks: 2.1.2 Anorgaanilise süsinikuringe seiramise soovitused eesti merealal ja hapestumise indikaator</p> <p>Põhjaloostiku seirejaamad olid lisatud/asendatud vastavalt ettepanekutele (seirejaamade esinduslikkuse analüüs),</p>

	<p>põhjaloostastiku seirejaamade ja põhjataimestiku transektide arv piisav, et anda kõrge usaldusväärsusega hinnanguid veekogumi ökoloogilise seisundi kohta.</p> <p>Ava-Läänemere põhjaosas puudub seiretransekt balti lamekarbi sügavusleviku hindamiseks.</p> <p>Vajalik kaugseire meetodite arendamine kui perspektiivne ja efektiivne lähenemine eutrofeerumise mõju seires (kriteeriumid D5C2 ja D5C3, aga ka D5C4 ja D5C6).</p>	<p>põhjataimestiku videotransektid lisatud praegu ainult Pärnu lahes.</p>
<p>Merepõhja terviklikkus/bioloogiline mitmekesisus – Merepõhja elupaigad</p>	<p>Merepõhja füüsilist kadu ja häiringut põhjustavate inimtegevuste andmed on puudulikult georeferentid või puuduvad, st on olemas info keskkonnalubade kohta vastavateks töödeks, kuid ei koguta andmeid andmebaasidesse tegevuse tegeliku toimumise ja ulatuse kohta. Vaja organiseerida keskkonnalubadele vastavate tegevuste läbiviimise ja seire andmestik.</p> <p>Rannikumere veekogumite seirejaamade ja</p>	<p>Olukord suures osas endine.</p> <p>Töö andmebaaside parendamiseks käib.</p> <p>HELCOM HOLAS ja MSRDR aruandluse tarbeks koondatakse andmestik 1x6 aastase vahemikuga.</p>

	<p>transektide arv ei ole piisava usaldusväärsusega veekogumi ökoloogilise seisundi hinnangu andmiseks enamasti piisav.</p> <p>Merepõhja elupaiga põhitüüpide hindamise sisendiks olev loodusdirektiivi elupaigatüüpide seire on projektipõhine. Ei teostata loodusdirektiivi elupaikade regulaarset seiret (ettepanek meetodikaks olemas NEMA projekti aruandes).</p> <p>Läänemere avaosa põhjasseinis puuduvad seirejaamad balti lamekarbi sügavusleviku hindamiseks (indikaator on sisendiks tsirkalitoraali elupaiga põhitüüpide hindamisel).</p> <p>Ida-Gotlandi basseinis tuleks mõõta süvavee hapniku sisaldus vähemalt 2-3 jaamas (indikaator on sisendiks tsirkalitoraali elupaiga põhitüüpide hindamisel).</p> <p>Kaaluda kaugseire meetodite kasutamist merepõhja elupaikade seireks madalas meres.</p>	<p>KIKi projekt, aruanne valmib 2023.</p> <p>Uues seirelepingus lisatud hapniku mõõtmise sondiga ka sügavamates jaamades.</p>
<p>Hüdrograafilised muutused</p>	<p>Puuduvad pidevseirejaamad veetemperatuuri ja</p>	<p>Olukord suures osas endine.</p>

	<p>soolsuse vertikaalse jaotuse registreerimiseks ning seirejaamad regulaarseteks lainetuse ja hoovuste mõõtmisteks.</p> <p>Vajalik on mererannikute seirealade süstemaatiline mõõdistamine uuendatud seire meetodidkaga.</p> <p>Kaaluda võimalust madala rannikumere kaardistamiseks kaugseire meetoditega ja teostada vastavad pilootuuringud.</p> <p>D7 indikaatorid vajavad välja arendamist ja kehtestamist. HKS kriteeriumi D7C2 Püsivate hüdrograafiliste muutuste poolt kahjulikult mõjutatud põhjaelupaiga ulatus all tuleb välja arendada häiritud elupaigatüübi ulatuse indikaatorid infralitoraali ja tsirkalitoraali elupaigatüüpide jaoks.</p>	<p>Alustati veealuse rannanõlva mõõditamisega, kuid mitte kõikidel aladel. Lisaks sellele, mereRITA andis mõningaid täpsustusi ja lisajuhiseid setteproovide vajalikkuse osas, aruanne 2.3.2 Merepõhja geoloogia: geofüüsikalised kaugseire meetodid ja setteuuringud</p> <p>Kaetud mereRITA raames tehtud uuringutega: 3.1.1 Mereliste elupaigatüüpide seisundi hindamise meetodika 3.2.1. Mereliste elupaigatüüpide seisundi hindamise meetodika testimine pilootalal?</p>
Saasteained	Eestis ei toimu ohtlike ainete seire piisava sagedusega (vähemalt kolm korda 6-aastase hindamisperioodi jooksul), et tulemusi saaks kasutada HELCOM tuumindikaatorite	Olukord endine Ohtlike ainete seire vähemalt 3x6.a perioodi jooksul toimub valitud rannikuveekogumites ja avamere aladel (detailne tabel seirekohtade ja sagedustega on esitatud VMK eelnõus lisa 5 (seireprogramm)).

	<p>põhistes seisundihinnangutes.</p> <p>Vajalik on teostada sekundaarse reostuse seiret, sh koondada arendustööde ning süvendus- ja kaadamistööde seire andmed avalikesse andmebaasidesse.</p> <p>Ohtlike ainete Läänemere-spetsiifilised settenormid vajavad väljatöötamist.</p>	<p>Teemaga tegeletakse vastavas HELCOM töögrupis (EG HAZ), Eestipoolsete ekspertide osalusel.</p>
Saasteained inimtarbimiseks ette nähtud mereandides	<p>Andmeid on kogutud projektipõhiselt, vajalik rakendada iga-aastane toiduohutuse seire kaladest vähemalt norme ületanud näitajate suhtes (nt dioksiinid).</p>	<p>Olukord endine. Toimub pisteline seire PTA poolt.</p>
Mereprügi	<p>Makroprügi seire merepõhjas tuleks läbi viia koordineeritult rannikumere põhjakoosluste seirega. Praegune merepõhja makroprügi seire metoodika hõlmab vaid madalat rannikumerd ega koguta andmeid sügavamate merealade kohta.</p> <p>Merepõhja setete mikroprügi seire ei toimu regulaarselt. Mikroprügi seiret ei tehta randades (HKS otsuses soovituslik seire) ja mereelustikus (vajalik mõjuhinnanguteks)</p>	<p>Seire alustatud 2020. Mereprügi seire lisatud hangitava seiretöö koosseisu (2022-2023)</p>

<p>Energia, veealune müra</p>	<p>Impulssmüra esinemise ja taseme hindamiseks inimtegevuse andmete põhjal (arendustööd, nagu vaiade rammimine jmt) on vajalik läbi viia impulsshelide pisteline mõõtmine.</p> <p>Surve hindamiseks on vajalik helimaastiku modelleerimine, milleks kasutatakse mudelit oleks otstarbekas valideerida rohkemate mõõtmistulemustega. Oluliseks puuduseks on, et pole piisavat infot ja teadmisi veealuse müra mõjust erinevatele liikidele ning indikaatorite läviväärtused on alles välja arendamisel nii EL kui regionaalsel tasandil.</p>	<p>Veealuse pidevmüra seire alates 2020. Veealuse müra seire lisatud hangitava seiretöö koosseisu (2022-2023).</p>
<p>Teemade ülesed arendusvajadused</p>	<p>Arendamist vajab kaitsealade seire programm, mis peaks sisaldama nii linnustiku, imetajate, kalastiku, merepõhjaelustiku ja elupaikade, aga ka pelaagiliste koosluste komponente.</p>	<p>Olukord endine</p>

mereRITA projektis käsitletud teemad panustavad paljude varasemalt analüüsidest välja toodud lünkade täitmisse. Projekti käigus läbiviidud uuringute eesmärgiks oli eelkõige otsida võimalusi täiendada olemasoleva seireprogrammi kulutõhusalt kasutades innovaatilisi meetodilisi lahendusi, mida varasemalt polnud Eestis võimalik katsetada. Välja pakutud lahendused on eelkõige täienduseks olemasolevale programmile, mitte niivõrd mõeldud asendada olemasolevaid seiretegevusi. Läbi katsestatud lahendused põhinevad kulutõhusatel innovaatilistel meetodilistel lahendustel, mis on enamuses juba mujal, ka Läänemere piirkonnas, kasutusel. Järgnevas peatükis on ära toodud mereRITA projektis käsitletud meetodilised arendused ning hinnatud nende kulutõhusust ja efektiivsust varem leitud lünkade täitmisel.

3. mereRITA projektis katsetatud innovaatilised seiremeetodid

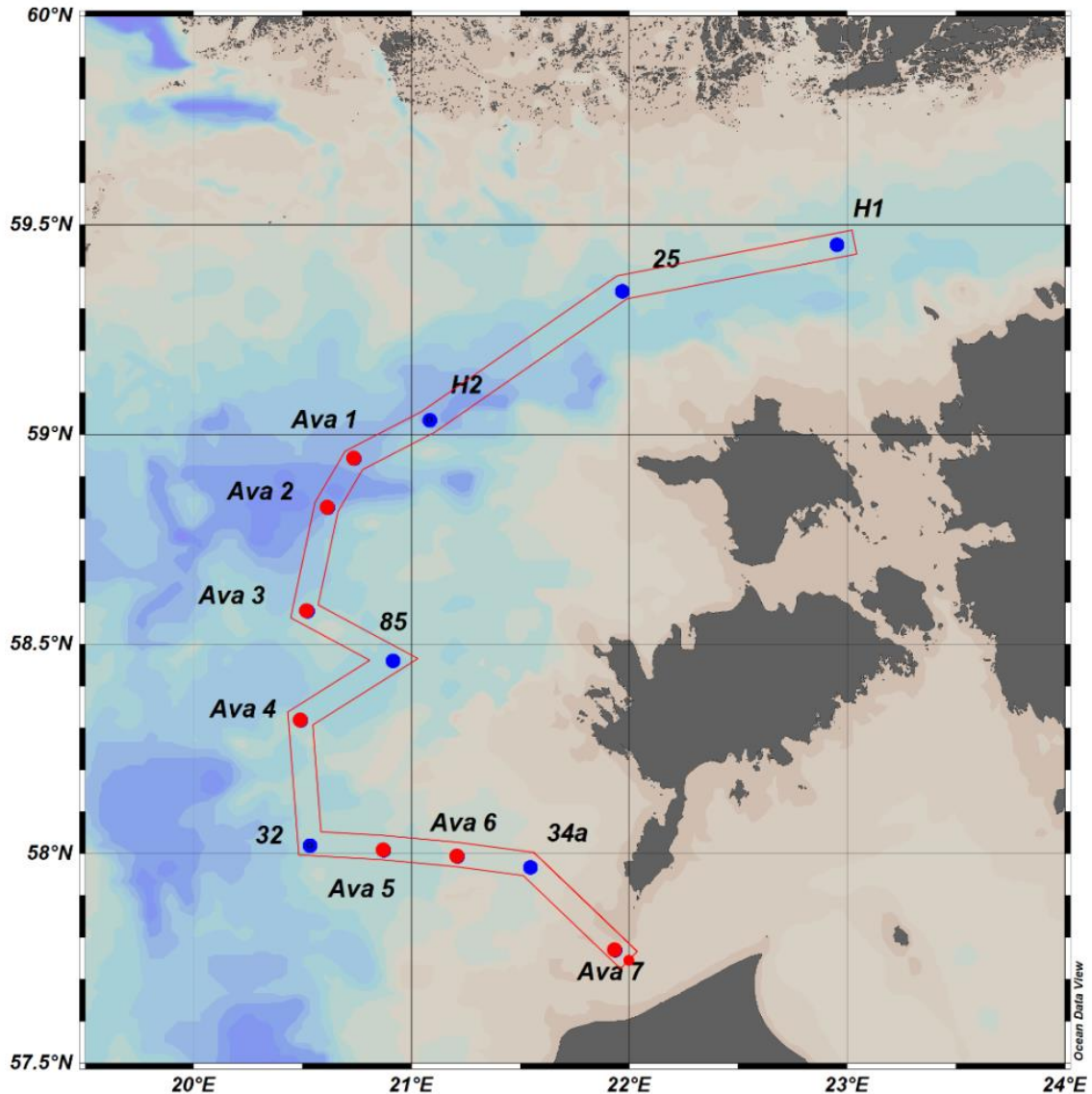
3.1 Mõõtmised autonoomsetelt platvormidelt ([Projekti aruanne 2.1.1.](#))

Klassikalised, uurimislaevalt tehtud vaatlused on pikaajaliselt hästi sisse töötatud seiremetoodika, mis on läbi HELCOMi riikidevahelise koostöö regionaalselt harmoniseeritud ja aktsepteeritud. Viimastel aastakümnetel on mereuuringutes oluliselt kasvanud autonoomsete platvormide ja kaugseire roll. Suhteliselt hästi on mõõtmistega kaetud Soome lahe keskosa. Risti lahte domineerivad protsessid on pinnakihis edukalt jälgitavad Tallinn-Helsingi ferrybox süsteemiga, piki lahte gradiendid Tallinn-Stockholmi ferryboxiga ning veesamba vertikaalse struktuuri aegread Keri jaama profileerija abil. Avamere seire uurimislaevalt täiendab autonoomseid vaatluseid 3D ruumiliste hetkevaadetega kuus korda aastas. Võib öelda, et Soome lahe keskosas võimaldab olemasolev seire küllalt hästi elupaiga ajalis-ruumilise muutlikkuse ära kirjeldada. Ülejäänud Eesti merealadel, sh. käesoleva projekti pilootalal, ei ole seis nii hea.

Soovitame kaaluda järgmisi uuendusi seireprogrammis:

- Laiendada avamere seire jaamade võrku nii, et see oluliselt ei pikendaks avamere seire reise ajalist kestvust. Soovitame lisada avamere seire jaamade hulka täiendavad CTD jaamad CTD, klorofüll-a ja hapniku profiilide registreerimiseks, et jaamade vahe ei ületaks 25-30 km. Näiteks on joonisel 1 toodud võimalikud jaamad Ava2, Ava4, Ava5_6 (üks jaam Ava5 ja Ava6 asemel) ja Ava7. Mainitud jaamad annavad võimaluse oluliselt täpsemalt hinnata Läänemere avaosa ja Soome lahe suudmeosa veesamba mõõdetavate parameetrite dünaamikat ja oluliselt suurendavad nende andmete põhjal tehtavate hinnangute usaldusväärsust. Sarnane analüüs tuleks teha ka muude Eesti avamere piirkondade kohta (jätkuuring).
- Avamere alade pelaagiliste parameetrite ruumilise varieeruvuse hindamiseks tuleks lülitada avamere seire programmi uurimislaeval läbivoolusüsteemiga andmete kogumine seirereisi käigus (sarnaselt praegu toimuva Ferrybox programmiga). Selleks on vajalik, et ka tulevikus oleks seiret teostav uurimislaev varustatud vastava läbivoolusüsteemiga. Selline andmekogumine suurendaks paljude hinnatavate parameetrite ja ka nende andmete põhjal tehtavate hinnangute usaldusväärsust.
- Kaaluda Saaremaast läänes asuva liuguri püsitranssekti lisamist seireprogrammi regulaarselt temperatuuri, soolsuse, hapniku ja klorofüll-a sisalduse registreerimiseks. Käivitamine vajab investeeringut mahus 150 000 – 300 000 eurot.
- Alustada veesamba parameetrite (vähemalt temperatuur, soolsus ja hapniku sisaldus) pidevmõõtmisi seitsmes asukohas: basseinide süvikutes (Narva lahes; Liivi lahes; Läänemere avaosa põhjabasseinis (jaam H2 läheduses) ja lõunaosas (jaam 32 läheduses); rannikunõlval (käesoleva projekti piirkonnas, Läänemere avaosas); väinades (Irbe väin, Väinamere keskosa seirejaam V15). Käivitamine vajab investeeringut mahus 210 000 eurot, millest pool on olemas või taotlemisel.
- Alustada Eesti merealadel pidevate hoovusmõõtmistega (võimalusel kogu veesamba ulatuses), soovituslikult samades asukohtades, mis toodud eelmises punktis ja Keri avamere jaamas. Mõõtmiste eesmärgiks on piisavalt täpsete ainete transpordi hinnangute tegemine nii basseinide vahel (mõõtmised Irbe väinas) kui basseinide erinevatel

sügavustel. Muuhulgas on mõõtmised vajalikud, et parendada numbriliste mudelite abil tehtud hinnanguid.



Joonis 1. Avamere seire jaamade asukohad merealal Soome lahe suudmest Liivi lahe suudmeni. Kaardil märgitud nii kehtiva avamere seire programmi jaamad kui täiendavad jaamad (välja pakutud mereRITA projekti poolt).

Lisaks käesolevas töös testitud platvormidele võib kaaluda mereseire täiendamist fikseeritud profileerijatega, nagu on varasemates analüüsid soovitatud (vt näiteks TTÜ, 2019) ja profileerivate ujukitega, mida on hakatud Läänemeres järjest rohkem kasutama. Mõõdetavateks parameetriteks on temperatuuri, soolsuse, klorofüll-a ja hapniku sisalduse vertikaalsed profiilid ning põhjalähedase veekihi fosfaatide sisaldus. Jätkata tuleks olemasolevate ferrybox-liinidega Tallinn-Helsingi ja Tallinn-Stockholm.

Kulutõhusus

Välja pakutud seireprogrammi täiendused lisavad juba olemasolevale programmile oluliselt uusi andmeid seni seireprogrammiga piisavalt katmata merealade kohta. Eelkõige suureneb mõõdetavate parameetrite puhul andmete ruumiline ja ajaline katvus, mis võimaldab adekvaatsemalt hinnata toimuvaid protesse veesambas. Ettepanekute realiseerimisel tekib võimalus suurema usaldusväärsusega hinnata erinevate basseinide seisundit ja panustada ka rahvusvahelisse andmevahetusse. Hinnangute usaldusväärsuse tõstmine on otsene hapniku ja klorofüllil põhinevate indikaatorite jaoks ning kaudne teiste indikaatorite jaoks, kuna kogutavate andmete põhjal saab interpreteerida tulemusi/hinnanguid ja võtta arvesse mereala muutlikkust. Automaatsete platvormide kasutus on võrreldes traditsioonilise laevareisidel põhineva seirega äärmiselt kulutõhus kuna saadud andmete koguse kohta viikase seire operereerimise maksumus suhteliselt madalale (saadud andmete ühikuhind on võrreldes traditsioonilise uurimislaeval põhineva programmiga väga madal).

3.2 Anorgaanilise süsiniku mõõtmine ja hapestumise indikaator ([Projekti aruanne 2.1.2.](#))

Töö eesmärgiks oli pakkuda välja anorgaanilise süsinikuringe seirejuhised Eesti merealal ning esitada esmane hapestumise indikaatori kirjeldus.

Ainult merevee hapestumise kirjeldamiseks on piisav seirata pH-d. Kuid see seab olulised nõuded pH mõõtmistele:

- pH mõõtmistulemused peavad olema nõutava kvaliteediga. pH mõõtmisi tuleb teostada kasutades spektrofotomeetrilist mõõteprintsipi, rakendades rahvusvaheliselt tunnustatud mõõtmismeetodeid, mida on arendatud ja kehtivad Läänemere keskkonnas. Spektrofotomeetriline mõõteprintsip võimaldab mõõtemääramatust, mis on nõutav hindamiseks hapestumise ruumilist ja lühiajalist varieerumist.
- Lähtuvalt eelnevast on soovitus ajakohastada HELCOMi soovitatavat meetodikat pH mõõtmisteks.
- pH mõõtmisageduse osas hinnati, et ainult riiklike seirereiside sagedustega ei pruugi olla võimalik detailset merevee pindmise kihi pH sesoonset käiku tuvastada. Olukorra lahendusena on soovitus teostada lisaks seirereisidele täiendavaid kuupõhiseid (või kahepäevase sammuga) kõrge lahutusega pH mõõtmisi Tallinn-Helsingi vahelises piirkonnas. Sellega oleks tagatud vähemalt ühes piirkonnas suure sagedusega andmete olemasolu mida saaks siis kasutada madalama sagedusega piirkondade andmestiku kallibreerimisel.
- Kuna pH muutused Läänemeres varieeruvad merealapõhiselt, tuleb pH keskmisi väärtusi ning sesoonset kõikumisvahemikku hinnata Eesti merealades eraldi. Selleks oleks otstarbekas lisada pH mõõtmised kõikidesse merevee seiret teostavatesse programmidesse (muuta pH mõõtmine igasuguse merevee keskkonnaseire kohustuslikuks osaks, täpsustades mõõtmiste meetodilisi lahendusi).

Teise lähenemisena, kui on vajadus mõista paremini, miks pH muutused merekeskkonnas aset leiavad ja kuidas need muutused on seotud mere biogeokeemiliste protsessidega, mis võimaldab tulemusi

rakendada ka eutrofeerumise kontekstis, on lisaks pH-le vaja teostada ka teiste anorgaanilise süsinikuringe parameetrite mõõtmisi:

- Merevee pindmise veekihi biomassi netoproduktiooni määramiseks on vajadus teostada pCO₂ mõõtmisi. Samas pCO₂ mõõtmisi tuleb teostada kõrgema ajalise lahutusega, et neid oleks võimalik produktiooni dünaamika kirjeldamiseks kasutada. Tuleks välja valida piirkonnad ja platvormid, kuidas vastavaid mõõtmisi oleks tulevikus võimalik teostada (vastav analüüs oleks otstarbekas läbi viia jätkuuringuna).
- Merevee pindmise veekihi üldleelisuse mõõtmisi, et hinnata CO₂ ning pH vastastikust sõltuvust.
- Veesambas, kasutades üldleelisuse ja pH põhjal arvutatud DIC sisaldusi, hinnata mineraliseerumise arengu põhjal hapnikuvaegust just halokliinialustes kihtides erinevates mereosades. Nenede mõõtmiste lülitamiseks rutiinsesse seiresse oleks otstarbekas läbi viia jätkuuring, mis selgitaks nii mõõtmiste ruumilise paiknemise kui ka tehnilised üksikasjad.

Hapestumise indikaatorina soovitatakse kasutada hea keskkonnaseisundi läviväärtusena merevee pindmise kihi keskmise pH väärtuse negatiivse trendi puudumist (merevee happelisemaks muutumise puudumist).

Kulutõhusus

Pakutud raamistik lahendab seni Eesti merekeskkonna seires esinenud puudujääki (hapestumise ja süsinikuringe jaoks algandmete kogumise lüngad). Mainitud parameetrite lülitamine olemasolevasse andmekogumise skeemi ei suurenda oluliselt läbiviidava seire maksumust. Vajalik võib olla esialgne investering täiendavate andurikomplektide soetamisele.

[3.3 Klorofüll-i ja primaarproduktiooni mõõtmised kaugseire abil \(Projekti aruanded 2.2.1 ja 2.2.2\)](#)

Kehtivas seireprogrammis toimub Eestis **klorofüll-a seire** nii *in-situ* seirena avamere ja rannikumere alamprogrammide raames kui ka kaugseire abil. Seejuures ei kata *in-situ* mõõtmised igal hooajal kõiki seiratavaid veekogumeid. Osades neist toimub seire iga kuue aasta tagant. Kaugseirega antakse igal aastal hinnang klorofüll-a kontsentratsioonidest kõigis veekogumites. Teisalt, nagu eespool mainitud, on probleeme kaugseirega hinnatud klorofüll-a täpsuses.

Lisaks TÜ Eesti mereinstituudi poolt analüüsivatele kaugseire andmetele on Läänemere klorofüll-a kaarte võimalik alla laadida Copernicuse mereseire programmi (CMEMS) portaalist, Poola Okeanoloogiainstituudi portaalist (Satbalyk), Soome keskkonnainstituudi portaalist (TARKKA) ja mujalt. Kas ja mil määral on need kaugseire produktid kasutatavad Eesti oludes, vajab valideerimist ehk ekspeditsioone merel, mille jooksul mõõdetakse nii vee peegeldustegurit kui vee omadusi. Ka peavad need mõõtmised olema tehtud selge ilmaga. Tavaseire raames kogutud klorofüll-a andmed (nii veeproovide analüüsil saadud kui ferrybox seadmetega hinnatud) üldjuhul selleks ei sobi. Näiteks ei teostata seiremõõtmiste raames vee peegeldusteguri mõõtmisi, et saaks hinnata atmosfäärikorrektsiooni õigsust ning kasutada klorofüll-a (ja teiste vee omaduste) hindamiseks kvaliteetseid kaugseire lähteandmeid.

Erinevate klorofüll-a hindamise meetodite valideerimiseks ning vajadusel sobivamate algoritmide väljatöötamiseks oleks vaja läbi viia eraldi projekt, kus on olemas vahendid ka välitööde teostamiseks.

Et kaugseirega oleks võimalik klorofüll-a kontsentratsiooni hinnata on vaja teostada välitöid kevadõitsengutes, selgema perioodi jooksul õitsengute vahel ja seejärel suvistes tsüanobakterite õitsengutes. Mõõtmisi tuleb läbi viia avameres, pruuniveeliste jõgede läheduses (näiteks Pärnus), kus vees leiduv lahustunud orgaaniline aine takistab klorofüll-a hindamist, ning hägusa veega aladel (näiteks Väinameri). Siis on mõõtmistega kaetud kõik Eesti rannikumeres esinevad veetüübid.

Lisaks klorofüll-a kontsentratsioonile peaks mõõtmised sisaldama järgmisi parameetreid:

- Vee peegeldustegur (heleduskoefitsient)
- Fütoplanktoni liigiline koosseis
- Värvust omav lahustunud orgaaniline aine (CDOM)
- Heljumi kontsentratsioon
- Fütoplanktoni vertikaalne jaotus
- Vee neeldumis- ja tagasihajumiskoeffitsientide vertikaalne jaotus

Peegeldusteguri mõõtmised võimaldavad hinnata atmosfäärikorrektsiooni õigsust ning ülejäänud parameetrid aitavad mõista kaugseire signaali formeerumist vees ning sellest klorofüll-a kontsentratsiooni hindamise võimalikkust. Kõik kasutatavad mõõtmised peavad olema teostatud selge ilmaga ning mitte enam kui ± 3 tunni jooksul satelliitide ülelennust. Et õitsengud on ajas ja ruumis väga varieeruvad ning neid ei pruugi mõnel aastal esineda peaks selline uurimisprojekt kestma minimaalselt kaks aastat.

Osaliselt on selliste mõõtmiste läbiviimiseks võimalik kasutada seirereise aga pilvevabade päevade tabamiseks on suurem tõenäosus spetsiaalsete reisidega, mille ajakava on paindlik (merele minnakse ainult siis kui ilmateade lubab selget ilma). Selliste kompleksmõõtmiste arv on äärmiselt piiratud kõigis Läänemere äärsetes riikides.

Seepärast oleks Läänemere kui terviku huvides (katmaks selliseid rannikvete tüüpe, mida Eestis ei esine) vajalik rahvusvaheline projekt/koostöö. Kuna sellise rahvusvahelise projekti organiseerimine võib olla keerukas, siis oleks kiirem lahendus Eesti rannikumere kaugseirele keskenduv projekt.

Teeme ettepaneku sellise projekti algatamiseks. Hetkel ei ole klorofüll-i algoritmid piisavad suure täpsusega hinnangute tegemiseks.

Veekogude primaarproduksioon (PP) on väga oluline nende ökoloogilist seisundit iseloomustav parameeter. Primaarproduksiooni on võimalik Läänemeres hinnata kaugseire abil. Kaugseire kasutamine seireprogrammis võimaldaks anda primaarproduksiooni ruumilisi hinnanguid (näiteks veekogumite kaupa) ning tuvastada PP muutusi ajas. Sentinel-3 satelliidid pildistavad kogu Läänemere sisuliselt iga päev (isegi kaks korda päevas). Seega saaks PP muutusi jälgida kõigil pilvevabadel päevadel kogu jäävaba perioodi jooksul. Copernicus programmi kaudu on satelliidiandmete saadavust garanteeritud järgmisteks aastakümneteks.

Tagamaks primaarproduksiooni hinnangute usaldusväärsust, ning primaarproduksiooni kui indikaatori lisamise seireprogrammi, oleks vaja läbi viia jätku-uuring. Käesolev uuring andis küll

positiivse tulemuse, aga nelja mõõtejaama põhjal ei ole võimalik tagada, et tulemused on usaldusväärsed kogu Läänemere ning kogu jäävaba perioodi jaoks.

Jätku-uuring peaks arvestama järgmiste asjaoludega:

- Läänemeres on kaks oluliselt erinevat fütoplanktoni õitsengut – ränivetikate poolt domineeritud kevadõitseng ning tsüanobakterite poolt domineeritud suvine õitseng. Seega oleks mudeli valideerimiseks vaja teha välitõid kevadõitsengu ajal, selgema vee perioodil ning tsüanobakterite õitsengu ajal.
- Mõõtmised peavad hõlmama erinevate omadustega veemasse - vähese läbipaistvusega pruuniveelisi jõgede suudmealasid (näiteks Pärnu), hägusaid veemasse (näiteks Väinameres) ning mõõtmisi suhteliselt selgeveelisemas Läänemere avaosas. Siis oleks kaetud kõik põhilised Läänemeres esinevad veetüübid.
- Selliste mõõtmiste läbiviimine oleks üsna ajamahukas, sest PP in situ mõõtmisi saab logistilistel põhjustel teha maksimaalselt kaks päevas.
- Mõõtmised olema läbi viidud selge ilmaga, et saaks satelliidipildi samaaegselt in situ mõõtmistega.

Tagamaks algoritmide valideerimise erinevate õitsengute jaoks (mida ei pruugi igal aastal esineda) ning tagamaks analüüsiks piisava hulga pilvevabade päevade in situ mõõtmiste olemasolu, peaks selline projekt kestma vähemalt kaks aastat.

Vaja oleks uurida ka teiste võimalike in situ PP mõõtmiste (mis on vähem ajamahukad) kasutuselevõttu.

Näiteks on pakutud pCO₂ hinnangute kasutamist, aga peab meeles pidama, et kaudsed in situ mõõtmistel põhinevad PP hinnangud võivad olla ebatäpsemad kui kaugseirel tuginevad hinnangud.

Teiseks võimaluseks oleks antud töös kasutatud PP mudelit valideerida in situ O₂ järgi. Kuigi O₂ meetodi jaoks on vajalik sensori eksponeerimine mõõtejaamas kogu päeva (kuni 24h), on see meetod siiski oluliselt lihtsam kui 14C meetod. Võiks ka kasutada ära juba olemasolevate kõrgsagedusega mõõtvate poide tulemusi.

Kuna nii CO₂ kui ka O₂ meetoditel on omad nõrkused, siis uuem idee on kombineerida O₂ ja CO₂ koosmõõtmisi, kuid täpse metoodika selleks peaks Läänemere jaoks veel välja töötama.

Peale sellist uuringut on tõenäoliselt võimalik PP hinnangud seireprogrammi kavva võtta.

Kulutõhusus

Käesolev töö andis võimaluse hinnata kaugseire võimekust klorofüll-a ja primaarproduktiooni hindamisel, kuid päris lõplikku, kasutusvalmis metoodikat käesolev uuring ei võimaldanud välja pakkuda. Teoreetiliselt on kaugseire oma olemuselt äärmiselt kulutõhus metoodika ruumiliste andmete hankimisel, samas on olemas ka vajadus in situ mõõtmiste järele ja päris täielikult neid kaugseirega asendada ei ole võimalik. Metoodika omab potentsiaali, kuid vajalikud on veel suunatud uuringute läbiviimine enne rutiinsesse seireprogrammi lülitamist.

3.4 Merepõhja geoloogia (projekti aruanne [2.3.2](#))

Merepõhja geofüüsikaliste kaugseire uuringutega saadud andmete tulemusel võib kokkuvõtvalt teha järgmised järeldused:

- üheaegselt kasutatavate erinevatel sagedustel töötavate seisimoakustiliste setteprofiilaatorite andmete alusel saab koostada pinnakatte ja selle all lasuva aluskivimi vertikaalseid geoloogilisi läbilõikeid. Meetod võimaldab läbindada setteid kuni aluspõhja kivimite pinnani. Sõltuvalt kasutatud lainepikkuse sagedusest on võimalik eraldada settekihte kuni 0,1 m täpsusega, erandjuhtumid on gaasi täis setted, kus sellist täpsust saavutada ei ole võimalik kuna seal põrkuvad kõik signaalid tagasi;
- geofüüsikalised kaugseire meetodid võimaldavad anda usaldusväärse ülevaate looduslike ja inimtekkeliste tegurite mõjul toimuvatest settimisprotsessidest (setete dünaamika, kulutus, transport ja kuhjumine). Kordusmõõdistustega (nt 3-5 aastase ajavahemikuga) saab määrata põhjasetete liikumise suuna ja mahud;
- sonaritega tehtud merepõhja pindalaline geofüüsikaline kaardistamine koos põhjaproovide granulomeetrilise koostise analüüsiga võimaldab eristada erinevaid Folki klassifikatsioonidele vastavaid settelisi substraaditüüpe;
- sonarite võrdluses saab külgvaatesonariga merepõhja kiiremini kaardistada kui lehviksonariga. Merepõhja substraaditüüpide eraldamise võimekus on mõlemal meetodil samaväärne. Lehviksonari tagasipeegelduva signaali tugevuse andmete põhjal koostatud settetüüpide kaartide detailsus on võrreldes külgvaate sonariga parem.

Läänemere põhjasetete dateeritud läbilõigete geokeemilistes uuringutes saadud andmete koondanalüüsi tulemusena võib kokkuvõtvalt teha järgnevad järeldused ja soovitused:

- avamere põhjasetete orgaanilise aine sisaldus on sobilik eutrofeerumist kirjeldav mereseire indikaator. Uuringus kasutatud paleometoodika võimaldab määratleda põhjasetete orgaanilise aine sisalduse läviväärtused. Tuleb silmas pidada, et selle indikaatori sisalduse läviväärtus ei saa olla Eesti mereala piires ühesugune, vaid on väiksemate geograafiliste üksuste põhine. Näiteks Läänemere avaosa põhjabasseini alal Saaremaast läänes (AVA 4) on põhjasetete hea keskkonna seisundi orgaanilise aine sisalduse väärtus 10% ja Soome lahe avamere keskosas 5%;
- viia mõnede avamere seirejaamade piirkonnas läbi pinnasette fosfori eri fraktsioonide testuuringud. Sellised uuringud võimaldaksid anda hinnangut settest lähtuvatele toitainevogudele, nn fosfori sisekoormusele. Uuringutulemustest lähtuvalt saab kaaluda ka põhjasetete fosfori sisalduse lülitamist mereseire indikaatorite nimekirja; Põhjasetete P sisekoormuse uuringud Eesti merealal puuduvad. Pilootprojekt võimaldaks anda hinnangut settest lähtuvatele toitainevogudele. Pilootprojekti pinnasette proovide arv võiks olla vastavuses mereala seirejaamade arvuga. Sellise uuringu tulemused oleks sisend Läänemere

toitaineringe mudelitesse. Lähtuvalt pilootuuringu tulemustest saaks välja valida seirejaamad. Eeldatavasti piirduks Eesti merealal 5-6 jaamaga ja seire intervall oleks 3-5 a.

- Eesti mereala avamere osa põhjasetete pindmise kihi toksiliste raskmetallide sisaldus on madal ja põhjasetete keskkonnaseisund seega hea. Lähitulevikus pole vajadust mereseire raames toksiliste raskmetallide seireks avamere põhjasetetes;
- uuringute käigus täheldati, et settepinna all 5-25 cm sügavusel on kõrgenenud toksiliste raskmetallide nagu Zn, Pb ja Cd ja radioaktiivse ¹³⁷Cs sisaldusega settekiht. Nimetatud raskmetallide maksimaalne sisaldus esineb 1960-1980-ndatel a. akumulunud setetes, ¹³⁷Cs kõrge aktiivsus on tingitud Tšernobõli aatomelektrijaama õnnetusest 1986. Seda tuleb silmas pidada merepõhja inimtegevusest põhjustatavate füüsiliste merepõhja häiringute (nt süvendustööd, kaablid, torujuhtmed jm tehisrajatised) planeerimisel.

Kulutõhusus

Kõik katsetatud meetodid on kulutõhusad vastavate parameetrite määramisel. Vastav seadmestik on Eestis olemas ja suuri investeeringuid lisaks tegema ei pea. Merepõhja geoloogilisi parameetreid on vaja hinnata nii erinevate arendusprojektide käigus kui ka mereala seisundi hindamisel (eriti ohtlike ainete sisaldusega ja eutrofeerumisega seotud näitajaid).

3.5 eDNA-põhiste meetodite kasutuselevõtt võõrliikide seires (projekti aruanne [2.4.1](#))

mereRITA projektis läbi viidud pilootuuringu põhjal soovitame eDNA-põhise analüüsi lülitada võõrliikide riiklikusse seireprogrammi. Selle meetodika peamine eesmärk oleks olla eelhoiatussüsteemiks, et tuvastada võimalikke uusi võõrliike, ka selliseid, keda on visuaalselt raske määrata. Invasiivsete võõrliikide puhul on nende varajane avastamine äärmiselt oluline, kuna see võimaldab vajadusel rakendada kiireid vastumeetmeid.

Siinkohal tulevad välja eDNA-põhiste meetodite eelised, sest väga madalate arvukuste juures on traditsiooniliste meetoditega võõrliikide tuvastamine väga keeruline. eDNA meetodite abil oleks võimalik küllaltki väiksemahulise ja pisteliste proovide kogumise abil kontrollida võõrliikide levimist suurtel aladel. Mõlema DNA põhise meetodiga, st metatriipkoodistamine ja üksikute liikide eDNA kvantifitseerimise abil saab üheaegselt analüüsida suurt arvu proove, metatriipkoodistamise abil saab korruga analüüsida lausa sadu proove. Ka saab eDNA proove koguda suurema tihedusega võrreldes klassikaliste loomade kinnipüüdmisel põhineva seiremetoodikaga, mis on aja- ja tööjõumahukad ettevõtmised. eDNA-põhise seire teiseks eesmärgiks oleks nende olemasolevate võõrliikide, kelle levikust puudub veel piisav andmestik, võimalike esinemisalade tuvastamine. eDNA leiu korral tuleks siiski liigi olemasolu kinnitada elusate organismide tabamisega, ainult eDNA põhine tuvastamine ei ole liigi asurkonna laienemise lõplikuks tõendiks.

Kulutõhusus

eDNA-põhised meetodid on äärmiselt kulutõhusad, kuna võimaldavad varast võõrliikide tuvastamist ja võimaldavad otimeerida ja suunata traditsioonilist võõrliikide seiret. eDNA-põhine lähenemine annab väga olulist lisainfot võõrliikide invasioonide riskide hindamisel ja haldamisel. Sellise seire käigus kogutud info võimaldab ka tõhusamat rahvusvahelist andmevahetust.

3.6 Merepõhja elupaigatüüpide seisundi hindamise meetodika (Projekti aruanded [3.1.1.](#) ja [3.2.1](#))

RITA projekti tegevuse 3.1.1 käigus koostati mereliste elupaigatüüpide seisundi hindamise meetodika ettepanek, mis põhineb HELCOM HUB klassifikatsioonil.

Komisjoni otsus 2017/848/EL sätestab, et kahjulikult mõjutatud (kriteerium D6C5) merepõhja laia elupaigatüübi (*broad habitat type*, BHT) ulatus tuleb esitada ruutkilomeetrites ja osakaaluna elupaigatüübi koguulatuses, samas kui mereseire viiakse läbi punktipõhiselt. Seetõttu on ettepanek viia esmatasandi hinnang läbi ruumilistes üksustes, mis võimaldab lõpphinnangus esitada pindalaliselt kahjuliku mõju ulatuse iga elupaigatüübi kohta. Eesti mereala ruumilise jaotuse aluseks on rannikumeres VRD veekogumid ning avameres HELCOM alambasseinid.

Analüüsides erinevate meetodikate eeliseid ja puudusi ning arvestades toimiva seirega erinevate direktiivide täitmiseks, soovitame kriteeriumi D6C5 hindamiseks Eesti merealal kasutada olemasolevaid hinnanguid teistest mereala või selle objektide hindamise instrumentidest (VRD ja LD hindamine). See võimaldab vältida dubleerivat tööd ning vastuolulisi hinnanguid erinevate direktiivide hindamismetoodikate põhjal. Hindamisel võetakse arvesse vastava elupaigatüübi või veekogumi kõige uuemad seisundihinnangud. VRD ja LD hinnangute ruumilise kattuvuse korral määrab vastava elupaigatüübi seisundi madalaim hinnang.

Täiendavaid indikaatoreid soovitame kasutada avamere piirkonnas, kus teiste direktiivide hinnangud puuduvad või ei ole piisavad. Soovitatud indikaatoritest vajavad läviväärtuste määramist indikaatorid „zoobentose koosluse indeks“ avamere piirkonnas ning „orgaanilise aine sisaldus põhjasettes“.

HELCOM HUB klassifikatsiooni või MSRD kohaste laiade elupaigatüüpide mõjutatuse hindamise aluseks on mere elupaigatüüpide, rannikumere ja avamere seire käigus kogutavad andmed. Toimivate seireprogrammide ja olemasolevate hinnangute taaskasutamine võimaldab kuluefektiivselt täita MSRD kohaseid nõudmisi elupaigatüüpide seisundi hindamiseks.

Soovitused senise seireprogrammi kaasajastamiseks elupaigatüüpide seisundi hindamiseks:

LD elupaigatüüpide seire

- Mereliste elupaigatüüpide seire meetodilisele juhendile vastav seire on piisav elupaigatüüpide looduskaitse seisundi hindamiseks ning hindamistulemuse kasutamiseks MSRD kohaseks hindamiseks.
- Võimalusel viia edaspidi mere elupaigatüüpide seire läbi igal aastal koos vastaval aastal seiratava VRD kohase rannikumere seirega.

- Kuna Kassari lahe lahtise punavetikakoosluse elupaik on defineeritud kui LD elupaigatüüp mereveega üleujutatud liivamadalad (1110), siis hinnanguks kasutakse sisendina ka Kassari lahe töendusliku punavetikavaru uuringute andmeid.

VRD rannikumere seire

- Vastavalt projekti "Eesti rannikuveekogumite seirejaamade esinduslikkuse analüüs" tulemustele ei ole rannikumere seirejaamade/transektide arv piisav piisava usaldusväärsusega veekogumi ökoloogilise seisundi hinnangu andmiseks. Näiteks on soovitatav igal seirealal lisada vähemalt kaks paralleelset videotransekti.

Avamere seire

- Soome lahe ja Liivi lahe avaosas on seirejaamade ja põhjaloomastiku transektide arv piisav.
- Läänemere avaosa põhjapasseinis puuduvad seirejaamad elupaikade seisundi hindamiseks põhjaloomastiku seisundi ja balti lamekarbi sügavusleviku põhjal. Soovitame miinimumprogrammina lisada põhjaloomastiku seiretransekti, mis kataks sügavusvahemiku 50-80 m, et hinnata põhjaloomastiku sügavuslevikut balti lamekrabi näitel. Seiretransekti täpne asukoht tuleb kooskõlastada arvestades kogu avamere seire programmi ja teiste parameetrite mõõtmisvajadusi.
- Ida-Gotlandi basseinis on indikaatorit „süvavee hapnikupuudus“ võimalik rakendada vaid ühes jaamas, seetõttu selle indikaatori edaspidiseks kasutamiseks tuleks mõõta süvavee hapnikusaldust veel lisaks 1-2 jaamas mis asuksid majandusvööndis ja oleks piisava sügavusega. Seirejaamade täpne asukoht tuleb võtta arutusele erinevate seire teostavate osapooltega.

Kuna MSRD elupaiga põhitüüpide mõjutatuse läviväärtusi pole jõutud Euroopa Liidu tasemel või piirkondliku koostöö kaudu kehtestada, tuleb kasutada seni kehtivaid riiklikke läviväärtusi. Rangete hindamistingimuste tõttu (one-out-all-out hinnangute agregeerimisel, interkalibreeritud maksimaalne lubatud kõrvalekalle referentsväärtustest VRD kohasel hindamisel) soovitame sarnaselt Saksamaaga kehtestada elupaigatüübi kahjuliku mõju ulatuse hea seisundi lävendiks kuni 25% elupaigatüübi looduslikust koguulatusest.

Oluline on jätkata EL-ülest ja piirkondlikku koostööd ühtse seisundihindamise metoodika ja läviväärtuste kehtestamiseks tööühmade TG SEABED ja EN BENTHIC koosseisus. Samuti tuleb jätkata regionaalset koostööd ühtselt kasutatava elupaigatüüpide klassifikatsioonisüsteemide Helcom HUB ja BHT vastavusse viimise ja defineerimise nimel Läänemere regioonis.

Väljapakutud metoodika katsetamise põhjal võib järeldada:

- EuSeaMap kaardikiht on Eesti mereala elupaigatüüpide hindamiseks liiga ebatäpne ja kasutama peaks kohalikul infol põhinevaid kaardikihte.
- Kaugseire ei saa asendada merepõhja substraadi ja põhjaelustiku koosluste kohtvaatlusi.
- Elupaigatüüpide määramine kaugseire toel saab toimuda ainult koos suure hulga kohtvaatlustega. Kaugseirel põhineva elupaigatüüpide ennustuse puuduseks on kohati nähtavad lennujoonte servad, mis mõjutavad samuti elupaigatüüpide leviala suurust ning hinnangute ruumilist kattuvust.
- Kuna optilise kaguseire abil merepõhja kaardistamist limiteerib vee läbipaistvus, siis ei saa uuringus saadud tulemusi ja meetodite rakendatavust otse üle kanda kogu Eesti merealale. Üle-eestiliseks kasutamiseks on lennukiga teostatav kaugseire ebaotstarbekas suure rahalise

kulu tõttu. Suurematel uuringualadel tuleks testida satelliidipiltide kasutamist, kuid selle resolutsioon on oluliselt madalam ning tugevalt mõjutatud pilvkatte esinemisest.

- Senini kasutatavate üle-Eestiliste koondkaardikihtide usaldusväärsuse tõstmiseks tuleks suurendada proovipunktide arvu, kuna suuremal osast Eesti merealast on kaardistustööde proovipunktide arv alla 5 punkti 1 km² kohta. Oluline on uuendada üldkasutatavaid kaardikihte uue info laekumisel või perioodiliselt kuna kaasajal on erinevate kaardistusprojektide käigus uue info kogumine hoogustunud.

Läbiviidud uuringu tulemuste põhjal soovitage edaspidiseks:

1) Testitud MSRD elupaiga põhitüüpide seisundi hindamismetoodika on sobilik kriteeriumi D6C5 täitmiseks. Metoodika on majanduslikult ökonoomne, kuna taaskasutab olemasolevaid hinnanguid (VPRD, LoD), täiendavaid indikaatorid on vajalikud vaid avameres. Hinnangute taaskasutamist soovitab ka EL komisjoni otsus 2017/848.

2) EuSeaMap kaardikiht on Eesti mereala elupaigatüüpide hindamiseks liiga ebatäpne. Hinnangute tegemiseks tuleks kasutada kõige kaasaegsemat infot usaldusväärsusest kohalikest allikatest.

3) Igasugune täiendav andmekogumine (sonar, kaugseire, kohtvaatlused) suurendab elupaigatüüpide leviku kaardistamise täpsust. Üle-Eestiliste koondkaardikihtide usaldusväärsuse tõstmiseks tuleks suurendada kohtvaatluste proovipunktide arvu lisades jooksvalt või perioodiliselt väsket infot uutest kaardistusprojektidest ning jätkata kaugseire metoodika testimist suuremal alal.

Kulutõhusus

Merepõhja elupaikade seisundi koondhinnangu andmiseks kõikide olemasolevate hinnangute kombinatsiooni kasutamine on kulutõhus lähenemine ja väldib töö dubleerimist ja eri hinnangute puhul tekkida võivaid vasturääkivusi.

Hinnangute andmiseks täiendavate andmete kogumine suurendab hinnangute usaldusväärsust.

4. mereRITA projektis arendatud ja katsetatud merekeskkonna kaardistamise ja kalavarude uuringute meetodid

4.1 Optilise kaugseire kasutamise hinnang merepõhja elupaikade kaardistamisel ([Aruanne 2.3.1.](#)).

Erinevate kaugseire meetodite abil saadud mudelennustuste visuaalse eksperthinnangu ja matemaatilise valideerimise tulemusel saab väita:

- Kõigi kolme kaugseire meetodi (OF, Hypsax, S2) kasutamine võimaldab tõsta mudelennustuste täpsust võrreldes mudeliga, kus kaugseire andmeid ei kasutata.
- Juhumetsa modelleerimismeetod oli parim oma ennustuste täpsuse ja praktilise rakendatavuse poolset.
- Erinevalt matemaatilise valideerimise tulemustest, mis näitasid, et kaugseire andmete kasutamisel paraneb mudelite ennustusvõime mõõdukalt, võib visuaalse eksperthinnangu põhjal järeldada, et mudelennustuste kvaliteedi tõus on märkimisväärne. Kaugseire andmete lisamine mudelisse muutis mudelennustustes nähtavad mustrid looduslikele sarnasemaks; kaugseire abil toodetud mudelennustustes olid jälgitavad piirid ja üleminekud, mis olid ka kaugseire piltidel visuaalselt tuvastatavad.
- Erinevate kaugseire meetoditega saadud andmetel põhinevate mudelennustuste matemaatiline valideerimine näitas:
 - Kaugseire andmete lisamine parandas ilma kaugseire andmeteta mudelitega võrreldes enim taimestiku üldist ohtrust kirjeldavate muutujate, pruunvetikate ja pika meriheina valideerimistulemusi.
 - Hypsax andmed võimaldavad saada teiste meetoditega võrreldes kõrgema ennustusvõimega mudeleid. Selle põhjuseks võib pidada Hypsax andmete väga palju kõrgemat spektraalset lahutust võrreldes teiste meetoditega.
 - Satelliidipildid (S2) tagasid mõnevõrra nõrgema ennustusvõime kui Hypsax aga kõrgema ennustusvõime kui ortofoto (OF).
 - OF mudelite ennustusvõime oli kõige madalam, mis on seletatav kahe asjaoluga: OF spektraalne resolutsioon oli kõige madalam (3 kanalit) ja ortofotod pärinesid 2017. aastast samas kui teiste meetodite andmed pärinesid 2019. aastast.

Euroopa Liidu kohustustega seotud elupaikade kaardistamise vajadusi silmas pidades saab töö tulemuste põhjal teha järgmised järeldused:

- Optiline kaugseire sobib madalate merealade (antud uuringualade näitel kohati maksimaalselt 6 m) loodusdirektiivi (92/43/EMÜ) taimestikuga seotud elupaikade võõrdite kaardistustöödel täpsema tulemuse saavutamiseks võrreldes ainult kohtvaatlustel ja modelleerimisel põhineva meetodikaga:
 - karide (1170) elupaigatüübi taimestiku tunnusliikidega seotud alad: põisadru, agarik, niitjad vetikad;

- liivamadalate (1110) elupaigatüübi taimestiku tunnusliikidega seotud alad: pikk merihein, teised kõrgemad taimed, mändvetikad.
- Merestrategie raamdirektiivi (2008/56/EÜ) merepõhja elupaikade põhitüüpide aluseks oleva HELCOM HUB substraaditüübi kaardistamisel ei parandanud optilise kaguseire andmete kasutamine matemaatilise valideerimise põhjal mudelite ennustusvõimet. Visuaalse eksperthinnangu põhjal võib siiski väita, et optiliste andmete kasutamine võimaldab looduslikele sarnasemate ruumimustritega mudelennustuste loomist.

Saadud tulemuste puhul peab arvestama, et uuringud viidi läbi Saaremaa läänerannikul, kus vee läbipaistvus on parem kui suuremal osal ülejäänud Eesti merealal. Kuna kaguseire abil merepõhja kaardistamist limiteerib vee läbipaistvus, siis ei saa uuringus saadud tulemusi ja meetodite rakendatavust otse üle kanda kogu Eesti merealale.

4.2 Otoliiidi mikrokeemia meetodite kasutamine kalade täiendi tekkimise uurimisel. (Aruanne 2.5.1.).

mereRITA projekti käigus läbiviidud uuringu tulemusel loodi metodoloogiline raamistik erinevate otoliidi mikrokeemia uurimuste läbiviimiseks, mida saab kasutada magedaveelistes rannikuveekogudes kudevate kalade uurimiseks. Uuritava isendi ema elukäigu (nn maternaalse elukäigu) määramist saab teadaolevalt Eestis ja mujalgi rakendada ainult haugi ja forelliga, kuid tõenäoliselt ka merisiiaga, kui esineks paiksest jões elav vorm.

Töö käigus selgus, et samasuviste kalade tabamine taimestikurikastes veekogudes on kriitilise tähtsusega ning selle jaoks tuleb planeerida piisavalt ajalist ressursi ja vahendeid ning valida kõige optimaalsem tabamise meetod. Suuremate ja liikuvamate kalamaimude tabamiseks tiheda taimestiku seest on tõenäoliselt parimaks lahenduseks väikeste veealuste detonatsioonide kasutamine. Nimetatud meetodit kasutatakse laialdaselt näiteks Rootsis, kuid Eestis pole see veel kasutust leidnud. Selleks, et otoliidi keemilise sõrmejälje baasväärtused oleks võimalikult esinduslikud, tuleks kalad võimaluse korral koguda taastootmisala erinevatest osadest. Statistilise andmeanalüüsi võimsuse suurendamiseks tuleks võimaluse korral koguda võimalikult suur hulk samasuviseid kalu. Sõltuvalt uuringuala suuruselt võiks kogutud kalade hulk olla minimaalselt 20 ja maksimaalselt 50.

Otolitiide keemilisel analüüsil tuleks lisaks jälgelementidele (nt Sr:Ca, Ba:Ca, Mn:Ca, Mg:Ca) määrata ka 87Sr:86Sr väärtused, sest nii paraneb klassifitseerimise täpsus märgatavalt.

Otoliiidi keemilise sõrmejälje meetodit rakendati valitud pilootaladelt kogutud samasuviste haugide ja rannikumerest kogutud täiskasvanud haugide näitel. Saadud analüüsi tulemuste järgi pärines 33% ja 18% merest kogutud hauged vastavalt Mullutu-Suurlahest ja Oessaare lahest (kõik ka püütud Lõuna-Saaremaalt). Kuna tegemist on kõige suuremate haugikoelmutega Lõuna-Saaremaal, siis oli antud tulemus ka ootuspärane ning lisab kindlust, et otoliidi mikrokeemia sõrmejälje meetod on konkreetses piirkonnas rakendatav. Meres sündinud haugide osakaal oli 10%, mis on identne tulemus varasemalt Väinameres leituga. Meres sündinud haugide suhteliselt väike osakaal viitab selgelt meres kudeva haugi kehvale olukorrale kogu Eesti rannikumeres, kuid samas rõhutab ka mageveeliste taastootmisalade suurt tähtsust rannikumere haugivaru täiendi moodustumisel. Teadmata päritoluga haugide osakaal merest kogutud täiskasvanud kalade üldvalimist oli 28% (suurim teadmata päritoluga haugide osakaal tuvastati Vilsandi rannikumeres), kuid see on ka igati ootuspärane, sest kõiki võimalikke haugi taastootmise alasid käesolevasse töösse ei kaasatud. Näiteks esines valimis mitmeid täiskasvanuid hauged, kes otoliidi mikrokeemia järgi pärinesid >50 km kaugustelt taastootmisaladelt – nende haugide päritolu määrangutes olime eksperthinnangu tasemel pigem konservatiivsed ja määrasime nad siiski teadmata päritoluga kaladeks just seetõttu, et käesolevasse töösse ei kaasatud kõiki potentsiaalseid taastootmisalasid.

Maternaalse elukäigu määramise meetodit rakendati valitud pilootaladelt kogutud samasuviste haugide näitel. Maternaalsete elukäikude osakaalud erinesid uuringualade lõikes märkimisväärselt. Üldvalimist moodustasid siirdehaugi järglased 43%, kuid üllatavalt kõrge oli ka magevee haugi järglaste osakaal 30% näol. Kaksikümmend seitse protsenti samasuvistest haugidest olid aga „semi-residentide“ järglased, mille võimalikud seletused on, et nende emadeks olid siirdehaugid, kes tõusid varakult (nt juba sügisel) merest koelmule või haugid, kes viibisid vitellogeneesi ajal magevee mõjualas (nt jõgede suudmealade läheduses), kuid mitte täielikult merelises keskkonnas või siis mageveehaugid, kelle elupaika tungis vitellogeneesi toimumise ajal merevesi. Maternaalse elukäikude mitmekesisus

pilootaladel viitab erinevate elukäigu strateegiatega haugide esinemisele, mis on äärmiselt vajalik asurkonna jätkusuutlikkuse tagamiseks. Ka näitab see magevees paikset elavate haugiasurkondade olulisust rannikumere haugiasurkondade täiendi moodustumisel.

4.3 Optilise kaugseire kasutamine kalade kude- ja turgutusalade kaardistamisel. ([Aruanne 2.6.1.](#)).

Uuringu eesmärgiks oli testida erinevate kaugseire meetodite rakendatavust mererannikuga seotud kalade kude- ja turgutusalade omaduste (veekogu põhjasubstraat, põhjataimestik, kaldaveetaimestik, vaba vee sügavus) kaardistamisel. Uuring viidi läbi kaheksal uuringualal Saaremaa lääne- ja lõunaosas 2019. aasta juunis ja juulis.

Kaugseire meetoditeks olid droonipõhised ortofotod, Maa-ameti ortofotod, hüperspektraalse spektromeetriga HySpex lennukilt kogutud andmed, Sentinel-2 satelliidipildid.

Elupaikade kohtvaatlused teostati otseste visuaalsete vaatlustena või allveevideo abil. Kude- ja turgutusalade iseloomustamiseks kasutatavad elupaigamuutujad olid põhjataimestiku üldkatvus, põhjaelupaiga või põhjasubstraadi klass, vaba vee sügavus, mändvetikate katvus, muda katvus, kõva põhjasubstraadi katvus.

Erinevate meetoditega kogutud kaugseire materjali visuaalne hinnang näitas, et tasuta kättesaadava satelliidi Sentinel-2 pildimaterjal ei sobi oma madala ruumilise lahutuse tõttu (piksel 10–60 m) väikesemõõtmeliste kude- ja turgutusalade ja nendega seotud omaduste hindamiseks. Parim kulutõhus meetod elupaikade karakteristikute otseseks visuaalseks interpreteerimiseks, nt kalade rändeteede ja nendel olevate takistuste hindamiseks, on droonipõhine ortofotomosaiik või ka tavapärased ortokorreksioonita drooniga teostatud aerofotod ja videod.

Matemaatiliste seoste loomiseks kohtvaatlustel tuvastatud elupaigamuutujate ja kaugseirest saadud andmete vahel kasutati juhumetsa (random forest) modelleerimismeetodit. Loodud mudelite abil teostati mudelennustused 2 m ruudustikus kogu uuringuala piires. Mudelennustuste headuse hindamiseks kasutati matemaatilist valideerimist ja visuaalset eksperthinnangut. Modelleerimisel ei kasutatud satelliidipilte nende madala ruumilise lahutuse tõttu. Mudelennustuste matemaatiline valideerimine näitas, et Maa-ameti ortofoto, droonipõhine ortofoto ja Hypsax andmete kaks erinevat versiooni (12 valitud kanalit ja 12 esimest peakomponentanalüüsi komponenti) võimaldasid kõik kõrge ennustusvõimega mudelite loomist. Erinevatel kaugseire andmetel põhinevate mudelite ennustusvõimed olid sarnased ja ühe parima väljatoomine ei olnud võimalik. Hypsax andmete versioonide võrdluses oli kanalipõhine marginaalselt madalama ennustusvõimega kui peakomponentipõhine versioon.

4.3 DNA-põhise metoodika välja töötamine ja tõhususe hindamine haugi efektiivse kudekarja suuruse seiramiseks ([Aruanne 2.7.1.](#)).

Efektiivse kudekarja suuruse hindamiseks DNA-põhise analüüsi põhjal on vajalik piisava arvu varieeruvate markerlookuste analüüs. Enamikul juhtudel on 10-20 kõrge muutlikkusega mikrosatelliidilookust või 100-200 SNP lookust piisav efektiivse kudekarja suuruse hindamiseks sugulussidemete meetodit kasutades. Samas suurema arvu markerite kasutamine vähendab efektiivse kudekarja suuruse hinnangu ebatäpsust (väiksemad usalduspiirid). Markeripaneeli sobivust efektiivse kudekarja suuruse hindamiseks on võimalik testida läbiviidava pilootprojekti raames analüüsides väikset arvu indiviide (50-100).

Efektiivse kudekarja suuruse hindamiseks DNA-põhise analüüsi põhjal on vajalik piisava arvu noorjärkude analüüs, mis on kogutud juhuslikult kogu uurimise all olevast piirkonnast. Soovitavalt peaks uuritud noorkalade arv olema lähedane või suurem võrreldes tegeliku efektiivse populatsiooni suurusega, mis on paraku enne uuringute läbiviimist teadmata. Juhul kui uuritud noorkalade arv on väiksem kui tegelik efektiivne populatsiooni suurus, alahindab sugulussidemete meetod tegelikku Neb väärtust. Sellisel juhul on mõistlikum kasutada markerite ahelduse meetodit efektiivse kudekarja suuruse hindamiseks. Haugi kudekarja suuruse hindamiseks kudeladelt on soovitatav koguda koeproovid vähemalt 100 noorkalalt mis võimaldab tuvastada kudealad, kus efektiivne kudekarja suurus on väike (<100).

Selleks, et hinnata kui suur on noorjärkudel kogutud proovide arvu mõju efektiivse populatsiooni suuruse hinnangule, on soovitatav teha sugulussidemete analüüs olemasolevate proovide alavalimist. Näiteks kui valimi suuruseks on 100 noorjärku, siis on soovitatav hinnata efektiivse populatsiooni suurust 40, 60 ja 80 suurusest alavalimist (tagasipanekuga juhuvalim, ingl. k. bootstrap). Sugulussidemete analüüsi on soovitatav igas juhuslikult konstrueeritud alavalimis viia läbi mitu korda (5-10), et hinnata juhuslikkuse osa Neb hindamisel.

Juhul kui noorjärkudel kogutud proovide arv on väiksem kui eeldatav efektiivse populatsiooni suurus, on täisõvede (õdede ja vendade) sagedus proovis potentsiaalselt informatiivne parameeter, mis peegeldab efektiivse kudekarja suurust. Seega annab täisõvede sageduse hindamine isegi küllaltki väikese valimi puhul olulist informatsiooni kudekarja suuruse kohta.

Vaatamata mitmetele eelpooltõstatatud võimalikele kitsaskohtadele on DNA-põhine metoodika sageli ainuvõimalik ning efektiivne viis, et objektiivselt hinnata kudekarja suurust.

4.4 Koelmualade kvaliteedi hinnangud tüüpelupaikades ([Aruanne 3.4.1.](#)).

Läbiviidud uuring näitas, et mageveeliste siirdekalade taastootmisalade kvaliteedi ja toimimise üldiseks hindamiseks võib teatud juhtudel piisata ka drooniga tehtud aerofotodest, kui nende seos elupaiga erinevate parameetritega on eelnevalt valideeritud kohtvaatluste teel. Seega on võimalik väliste vaatluste abil optimaalse aja- ja rahakuluga saada üsna kiire ülevaate konkreetse ala hetkeolukorrast ning sobivusest mageveeliste siirdekalade taastootmisalana.

Hästi toimivaid mageveeliste siirdekalade taastootmisalasid iseloomustab ennekõike püsiv ühendus merega, magevee sissevool ning veetaseme aastaringne stabiilsus. Väga oluline on ka veetaimestiku mitmekesisus – taastootmisalad, kus peale mändvetika leidub ka pilliroogu, vesisammalt, penikeelt ja muid makrofüüte on kvaliteetsemad ja täiendi mõttes produktiivsemad (Mullutu-Suurlaht, Oessaare laht), kui alad, kus tugevaks dominantliigiks on mändvetikas ning muud liigid on vähearvukad (Killatu, vähemal määral ka Pautsaare).

Meres kudeva haugi olukorra parandamiseks tuleb kõigepealt parandada magevees kudevate haugide taastootmisalade kvaliteeti ning rakendada röövkalade arvukuse kasvu soodustavaid püügiregulatsioone. Juba kadunud mereliste taastootmisalade taastamine on aga võimatu ilma vee toitelisuse vähenemiseta ja siinkohal võiks pigem mõelda meres kudeva haugi asustamise peale. Ainult eelpool nimetatud viisidel on võimalik ogalike suurt kisklust vähendada ja toiduahela tasakaalu taas röövkalade poole kallutama hakata. Kui toiduahela tasakaal on saavutatud, saab koos loodetavasti pidevalt väheneva merre jõudva toitainete hulgaga paranema hakata ka veekvaliteet ja -taimestik.

4.5 Survetegurite kumulatiivsete mõjude hindamise raamistik ([Aruanne 4.1.1](#) ja [4.2.1.](#)).

Käesoleva tegevuse käigus töötati välja meetodika, mis võimaldab hinnata erinevate survetegurite kumulatiivset mõju Eesti mereala erinevatele loodusväärtustele. Loodusväärtustest käsitletakse selliseid keskkonnaandmeid, millel on püsiv asukoht ning mida kasutatakse Merestrateegia Raamdirektiivi tunnuste indikaatorite loomisel. Survetegurite kumulatiivsete mõjude hindamise alustalaks on faktilistele teadusandmetele toetuv mõjumaatriks, milles kirjeldatakse matemaatilisi seoseid erinevate inimtegevuste survete ja keskkonnamõju ulatuse vahel. Leitud seosed võtavad arvesse piirkondlikku elustiku iseloomu. Kasutatud meetodika võimaldab mõjude kombineerumist summeerumise, kompenseerimise ja muude vastastikmõjude kaudu. Loodud kumulatiivse mõjude hindamise meetodiline raamistik on dünaamiliselt täiendatav, seda nii alusandmete kihtide osas kui ka inimkasutuse interaktiivsete mõjude maatriksi osas.

Loodud meetodikat testiti Eesti merealade ruumilise planeeringu käigus, kus hinnati planeeringu mõistes olulisemate inimtegevuste kumulatiivset mõju valitud loodusväärtustele. Kumulatiivsete mõjude hindamise meetodika võimaldab erinevatel huvirühmadel läbi mängida erinevaid ruumialduse stsenaariume ning hinnata eri stsenaariumite potentsiaalse keskkonnamõju ulatust. Väjatöötatud inimtegevuste survetegurite kumulatiivsete mõjude hindamise meetodikat tutvustati Rahandusministeeriumile (5.11.2019 koosolek Rahandusministeeriumis) ja Läänemere maade planeerijatele (PanBalticScope projektikoosolek 23-25.09.2019 <http://www.panbalticscope.eu/>).

Loodud kumulatiivsete mõjude arvutamise matemaatilist mudelit kasutati alateema 4.2.1. "Veebipõhine tööriist hindamaks survetegurite kumulatiivset mõju loodusväärtustele" raames, et välja töötada veebipõhine graafiline rakendus võimaldamaks meremajandajatel ja mereruumi planeerijatel läbi mängida erinevaid inimkasutuse stsenaariume ning hinnata selliste stsenaariumite potentsiaalset keskkonnamõju. Alateema tegevuste käigus loodi andmebaas kvantitatiivsetest alustadmistest erinevate survetegurite ja loodusväärtuste vahelistest põhjustagajärg seostest ning seostati see andmebaas alateema 4.1.1. aruandes kirjeldatud kumulatiivsete mõjude arvutamise algoritmidega. Saadud matemaatilise mudeli põhjal tekitati veebipõhine kaardirakendus, mis võimaldab hinnata erinevate inimkasutuste stsenaariumite kumulatiivset mõju loodusväärtustele. Loodud kumulatiivsete keskkonnamõjude hindamise veebiportaali kontseptsioon, arvutuseeskiri ja kasutatud IT lahendused on detailselt lahti kirjutatud avaldatud teaduspublikatsioonis: Kotta, J.; Fetissof, M.; Szava-Kovats, R.; Aps, R.; Martin, G. 2020b. Online tool to integrate evidence-based knowledge into cumulative effects assessments: Linking human pressures to multiple nature assets. *Environmental Advances*, 2, 100026; <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666765720300>

5. Seireprogrammi täiendamise soovitused ja võimalikud jätkuuringud

Analüüsidest kehtiva merekeskkonna seireprogrammi (nii Riikliku Keskkonnaseire Programmi mereseire osa kui MSRD seireprogramm) sisu puudujäärke ja arendamisvajadusi ning arvestades mereRITA projekti käigus tehtud uuringute ja meetodikakatsetuste tulemusi, soovitame järgmisi täiendusi kehtivale keskkonnaseire programmile:

Valdkond/seiretöö	Täienduseettepanek lühidalt
Avamere seire/Rannikumere seire – pelaagilised mõõtmised	<p>Soovitame lisada avamere seire jaamade hulka täiendavad CTD jaamad CTD, klorofüll-a ja hapniku profiilide registreerimiseks, et jaamade vahe ei ületaks 25-30 km.</p> <p>Lülitada seireprogrammi uurimislavaa läbivoolusüsteemiga andmete kogumine.</p> <p>Kaaluda Saaremaast läänes asuva liuguri püsitranskti lisamist seireprogrammi.</p> <p>Alustada veesamba parameetrite (vähemalt T, S, O₂) pidevmõõtmisi seitsmes asukohas: basseini süvikutes (Narva lahes; Liivi lahes; Läänemere avaosa põhjasseinis (jaam H2 läheduses) ja lõunaosas (jaam 32 läheduses); rannikunõlval (käesoleva projekti piirkonnas, Läänemere avaosas); väinades (Irbe väin, Väinamere keskosa seirejaam V15).</p> <p>Alustada Eesti merealadel pidevate hoovusmõõtmistega, soovituslikult samades asukohtades, mis toodud eelmises punktis ja Keri avamere jaamas.</p>
Hapestumise mõõtmine ja anorgaanilise süsiniku sisaldus	<p>Hapestumise indikaatoriks kasutada pH negatiivse trendi puudumist (merevee happelisemaks muutumise trendi puudumine)</p> <p>Alustada pCO₂ ja üldleelisuse mõõtmist kõigist pelaagilistest jaamadest</p>
Klorofüll-a ja primaarproduktioon veesambas - kaugseire	Viia läbi pilootuuring täpsustamiseks klorofüll-a ja primaarproduktiooni mõõtmise võimalikkust kaugseire abil
Merepõhja geoloogia	Rakendada akustilist kaugseiret merepõhja geofüüsikalistel uuringutel

	Merepõhja setete ohtlike ainete ja eutrofeerumisega seotud näitajate uuringute sagedust tuleb tõsta
Võõrliikide seire	Rakendada eDNA-põhine invasiivsete võõrliikide seire riskipiirkondades (suuremates sadamates – Muuga sadam, Sillamäe sadam).
Merepõhja elupaigad	<p>Soovitame kriteeriumi D6C5 hindamiseks Eesti merealal kasutada olemasolevaid hinnanguid teiste mereala või selle objektide hindamise instrumentidest (VRD ja LD hindamine).</p> <p>Optiline kaugseire võimaldab madala rannikumere puhul parandada merepõhja elupaikade leviku kirjelduste usaldusväärsust</p>

Projekti tegevuste tulemuste analüüs näitas järgmiste jätkuuringute läbiviimise vajadust:

Valdkond	Jätkutegevuse/-uuringu teema
Avamere seire	Avamere seire jaamade võrgu optimeerimine (Soome laht, Läänemere avaosa põhjassein)
Avamere seire	Avamere seire programmi täiendamine fikseeritud profileerijatega ja profileerivate ujukitega.
Avamere seire/Rannikumere seire	pH mõõtmiste meetodika ajakohastamine HELCOMis
Avamere seire/Rannikumere seire	pCO ₂ mõõtmiste strateegia täpsustamine Eesti merealal (mõõtmisplatvormid, jaamad, sagedus).
Avamere seire	Üldleeliselisuse ja pH põhjal aruvutatud DIC sisaldus, võimaldab hinnata mineraliseerumise arengu põhjal hapnikuvaegust just halokliinialustes kihtides erinevates mereosades. Mõõtmiste ruumilise paiknemine, tehnilised üksikasjad.
Avamere seire/Rannikumere seire	Jätkuuring erinevate klorofüll-a hindamise meetodite valideerimiseks ning vajadusel sobivamate algoritmide väljatöötamiseks, oluline, et oleks olemas vahendid ka välitööde teostamiseks. Uuringus käsitletavat teemat ära toodud aruandes 2.2.2.
Avamere seire	Merepõhja pinnasette fosfori eri fraktsioonide testuuring avamere seire valitud jaamades. Sellised uuringud võimaldaksid anda hinnangut settest lähtuvatele toitainevogudele, nn fosfori sisekoormusele.

Rannikumere seire	Rannikuveekogumite pelaagiliste ja bentiliste jaamade võrgustiku piisavuse analüüs (praegune võrgustik ei ole enamasti piisav).
Avamere seire/ Merepõhja elupaikade seire	Uue põhjaloomastiku seiretransekti asukoha määramine Läänemere avaosa põhjabasseinis.
Avamere seire/ Merepõhja elupaikade seire	Süvavee hapnikusalduse hindamiseks 1-2 täiendava jaama määramine Ida-Gotlandi basseinis.
Merepõhja elupaikade seire	Merepõhja elupaikade kaardistuse algandmete tiheduse suurendamine Eesti merealal (proovipunktide tihedus peaks olema vähemalt 5 punkti km ² kohta).
Merepõhja geoloogia	Merepõhja setetele saasteainete (ohtlike ainete) normide väljatöötamine ja merepõhja ümberkujundamisel settest ohtlike ainete liikuma pääsemise piiramise võimaluste uuring.

Kasutatud allikad

- Direktiiv 92/43/EMÜ, 1992. Euroopa Nõukogu direktiiv 92/43/EMÜ, looduslike elupaikade ning loodusliku taimestiku ja loomastiku kaitse kohta.
- Direktiivi 2000/60/EÜ, 2000. Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2000/60/EÜ, 23. oktoober 2000, millega kehtestatakse ühenduse veepoliitika alane tegevusraamistik.
- EL direktiiv 2008/56/EÜ. Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv 2008/56/EÜ, 17. juuni 2008, millega kehtestatakse ühenduse merekeskkonnapoliitika-alane tegevusraamistik (merestrategie raamdirektiiv). Euroopa Liidu Teataja, L164/19. [Link](#)
- EL komisjoni otsus 2017/848. Komisjoni otsus (EL) 2017/848, 17. mai 2017, millega nähakse ette mereala hea keskkonnaseisundi kriteeriumid ja meetodikastandardid ning seire ja hindamise spetsifikatsioonid ja standardmeetodid ning millega tunnistatakse kehtetuks otsus 2010/477/EL. Euroopa Liidu teataja, L125/43. [Link](#)
- Herkül, K. 2014. Merepõhja elupaikade definitsioonide tõlgendamise juhend. Koostatud projekti „Eesti merealade planeerimiseks looduskaitse teabe koondamine, sh. territoriaalmere mereelupaikade modelleerimine“ käigus. TÜ Eesti Mereinstituut, aruanne.
- Herkül, K., Vahtmäe, E., Kutser, T. 2020. Optilise kaugseire kasutamine merepõhja elupaikade kaardistamisel. Teostatud projekti "Eesti mereala keskkonna ja loodusväärtuste hindamise ja seire innovaatilised lahendused" raames. TÜ Eesti Mereinstituut, aruanne.
- Keskkonnaagentuur, 2019. LISA 5. RIIKLIKU KESKKONNASEIRE PROGRAMMI MERESEIRE ALLPROGRAMM. 39 [Link](#)
- Keskkonnaministeerium, 2020. EESTI MEREALA SEIRE JA ANDMEKOGUMISE PROGRAMM PERIOODIKS 2021-2026. 329 [Link](#)
- Lotman, A., Martin, G., Viik, K., Lips, U. (toim), 2019. Eesti mereala keskkonnaseisund 2018. Tallinn, Keskkonnaministeerium. [Link](#)
- Martin, G. 2018a. Eesti mereala elupaikade kaardiandmete kaasajastamine. TÜ Eesti Mereinstituut, aruanne.
- Martin, G. 2018b. Läviväärtuste väljatöötamine Eesti mereala seisundi hindamiseks. TÜ Eesti Mereinstituut, aruanne.
- Martin, G. 2021. HELCOM HUB 5. taseme elupaikade leviku modelleerimine. TÜ Eesti Mereinstituut, aruanne.