

Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut

Liivi lahe akustikaseire GRAHS ajastuse sobivuse  
uuring

Töövõtulepingu nr 4-1/22/46\_18.04.2022 aruanne



Tartu 2023

## Sisukord

Sissejuhatus.....	3
Uurimisreisid.....	6
GRAHS uuringu meetodika.....	6
BIAS uuringu meetodika .....	7
Piloottuuringu meetodika.....	8
Tulemused.....	10
GRAHS uuring.....	10
BIAS-GRAHS uuring .....	12
Hüdroakustilised tulemused.....	15
Arvukuse hinnangud .....	20
Järeldused.....	23
Soovitused.....	24
Viited .....	25

## Sissejuhatus

Liivi laht on üks kalaproduktiivseimaid merealaseid Eestis. Majanduslikult kõige olulisemaks liigiks lahes on pelaagiliselt elutsev räim, mille saagid on viimasel paaril aastakümnel jäänud sõltuvalt kokkulepitud püügimahust valdavalt 25000-40000 tonni piiresse. Liivi lahe räimevaru on Eesti ja Läti ühishalduses, olles mõlemale riigile väga oluline nii majanduslikus kui ka sotsiaalses plaanis. Räime varu hindamine ning püügisoovituste koostamine Liivi lahes toimub Rahvusvahelise Mereuurimisnõukogu (ICES) juhtimisel kuid varu uuringute ning hinnangute andmiseks vajalike lähteandmete esitamise eest vastutavad ühiselt Eesti ja Läti (ICES 2022).

Kuna Liivi lahes elutseb kohalik looduslik räimepopulatsioon, Liivi lahe räim (laheräim), mis eristub teistest Läänemere räimepopulatsioonidest nii mitmete bioloogiliste parameetrite kui ka arvukuse dünaamika poolest, siis majandatakse seda räimevaru eraldi (ICES 2022, Saat & Ojaveer 2005). Lisaks laheräimele leidub Liivi lahes periooditi (ennekõike kevadperioodil) ka Läänemere avaosa räime, kes peamiselt kasutab lahte kudepiirkonnana (Ojaveer 2014). Liivi lahe räime majandamine toimub kokkulepitud püügimahtude (maksimaalne lubatud väljapüük ehk TAC) kehtestamise ja muude varu seisundit toetavate tehniliste meetmete (näiteks kevadine traalpüügikeeld) kaudu. Iga-aastase lubatava väljapüügi mahu (TAC) kehtestamise aluseks on ICES poolt antavad püügisoovitused. Viimased koostab kokkulepitud metoodika alusel ICES Läänemere kalandustöörühm (WGBFAS) (ICES 2022). Metoodika aluseks on aastaringne töönduspüükide suuruse ja struktuuri (vanuseline koosseis, keskmine kehakaal vanuserühmades jms.) seire, mille alusel jälgitakse populatsiooni põhiparameetrite, näiteks kudekarja biomassi (SSB) ja kalastussuremuse dünaamikat ajas. Andmete kogumine vaid töönduspüükidest ei anna aga täit pilti varu kogu dünaamikast, sest tööndussaaduste struktuur sõltub näiteks nii püüniste selektiivsusest kui ka püügi sesoonsest iseloomust. Seega ei ole võimalik vaid töönduspüükidest pärit bioloogiliste proovide põhjal anda tõepäraseid hinnanguid tekkivate ja püükidesse lülituvate räimepõlvkondade arvukuse kohta. Mainitud puudustest ülesaamiseks kasutatakse töönduspüükidest sõltumatuid infoallikaid, milleks on teaduspüügid ja nendega kombineeritud akustilised uuringud, millega siis täpsustatakse (tuunitakse) töönduspüükide põhjal saadavat pilti varu dünaamikast.

Akustilise ja traalpüügi kombineeritud metoodikat kasutatakse maailmas laialdaselt pelaagiliste kalavarude hindamisel, kuna see võimaldab võrreldes näiteks katsetraalimistel põhineva metoodikaga kuluefektiivsemat lähenemist. Akustilised uuringud seisnevad kalade arvukuse hindamises mingil merealal kõrgsagedusega kajaintegraatorite (sonar) kasutamises, mis võimaldavad “kokku lugeda” kõik antud ajahetkel laeva liikumisteel olevad kalad. Kajaintegreerimisel saadud info teisendatakse kalade liigiliseks ja pikkuseliseks koosseisuks samas piirkonnas läbi viidavate katsetraalimiste abil. Antud meetod on sobiv vaid pelaagilise eluviisiga kalade nagu kilu ja räim puhul. Akustiliste meetodite kasutamisel on oluline uuritava ala võimalikult täielik ja võimalikult kiire katmine vältimaks näiteks samade kalaparvede mitmekordset loendamist (Simmonds & MacLennan 2008).

Töönduspüükidest sõltumatu info saamiseks vajalikud teadusuuringud on toimunud Liivi lahel ühiselt Eesti ja Läti teadlaste poolt 1999. aastast alates (Kaljuste et al. 2005, ICES 2022). Kirjeldatud uuringud on üldiselt olnud edukad, kuid on sisaldanud ka mõningaid puudusi, millele on ICES ka tähelepanu juhtinud. Peamise puudusena on välja toodud uuringutulemuste liiga suur aastate vaheline variatsioon (ICES 2021a,b, Raid et al. 2022). Uuringu praegune ajastus juuli lõpus-augusti alguses valiti ajalooliselt lähtudes eeldusest, et selleks ajaks on räime kudemine lahes lõppenud, s.t. kogu räim on vahetust rannikupiirkonnast juba lahkunud ja seega akustiliste instrumentidega tabatav. Teiseks on selleks ajaks Liivi lahest lahkunud ka seal alaliselt mitteelav avamereräim, mis samuti kasutab lahe rannikualasid kudemiseks, mis võimaldaks saada laheräime kohta võimalikult puhtaid hinnanguid. Seniste tulemuste analüüs on näidanud, et uuringu selline ajastus võib sõltuvalt aastast anda vägagi varieeruvaid tulemusi, seda eelkõige kahes aspektis.

Ilmneb, et vaid üksikutel aastatel on akustikauuringute põhjal võimalik teha hilisemates hinnangutes püsima jäävaid otsustusi antud aasta põlvkonna arvukuse kohta. Probleemiks on siin see, et kuigi räime kudemine toimub üldiselt Liivi lahes peamiselt mais-juunis, võib sõltuvalt konkreetse aasta ilmatikutingimustest peamise “kudemislaine” saabumine toimuda kuni kuuajalise erinevusega. Seega, hilisema kudemisperioodi puhul pole juuli lõpuks tekkinud põlvkonna räimed veel väljunud vastestaadiumist ning on traalpüügile kättesaamatud. Seega võivad samal aastal tekkinud põlvkonna esialgsed hinnangud sõltuvalt aastast anda ebatäpseid signaale.

Teise võimaliku aspekti puhul on taas probleemiks see, et näiteks hilise kudemisperioodiga aastatel pole uuringuperioodiks kogu kuderäim veel rannapiirkonnast lahkunud ja seega ei

peegeldu kogu tegelik populatsiooni struktuur katseraalimiste tulemustes. Kui näiteks järgmisel aastal toimub kudumine oluliselt varem, ja ära kudenud kalad on taas esinduslikult uuringutes esindatud, toobki see kaasa ebakõlad akustilistes hinnangutes ja suured kõikumised aegreas.

Ülaltoodu kinnitab vajadust hinnata, milline võiks olla optimaalne aeg Liivi lahe räime arvukuse uuringu läbiviimiseks. Ühe võimaliku alternatiivina on ICES välja pakkunud teostada uuring sügisel septembris-oktoobris samaaegselt avamere pelaagiliste kalavarude akustilise uuringuga BIAS (Baltic International Acoustic Survey) (ICES 2021a,b). Kuna varu hindamise meetodikas on kesksel kohal sama meetodikaga läbi viidud uuringute tulemustel põhinevad aegread, võib uuringu ajastuse ulatuslikum muutmine sisaldada tulemuste osas ka mitmeid võimalikke probleeme.

Sügisese uuringu puhul peaksid olema elimineeritud kõik räime kudemisperioodi ajalistest nihetest tingitud probleemid. Samas on põhjust eeldada, et uuringu läbiviimisel sügisperioodil on tulemustes varasemast palju tugevamalt esindatud samal aastal koorunud räime noorjärgud, mis annab varu vanuselisest struktuurist küll parema pildi, kuid ei võimalda seda hinnangut otseselt siduda varem kogutud andmeregaga. Seetõttu on oluline esmalt välja selgitada mil määral erinevad varu hinnangud, mis tulenevad eri aegadel kogutud akustilistest uuringutest. Erinevate hinnangute võrdleva analüüsi käigus on võimalik otsustada kas uuringu ajastuse muutmine on otstarbekas ning mil määral oleks muudetud ajastusega uuringu tulemused kasutatavad koos varasemalt kogutud andmeridadelega. Sellest tulenevalt peaks uuringuid tegema (paralleelselt juba toimuva Liivi lahe akustikauuringuga) minimaalselt 2 aastat, soovitavalt aga rohkem, et oleks võimalik analüüsida akustiliste hinnangute erinevusi uuringuperioodil ja seejärel otsustada, milline uuring ning millisel ajaperioodil oleks tulevikus otstarbekas, milline aga tuleks lõpetada.

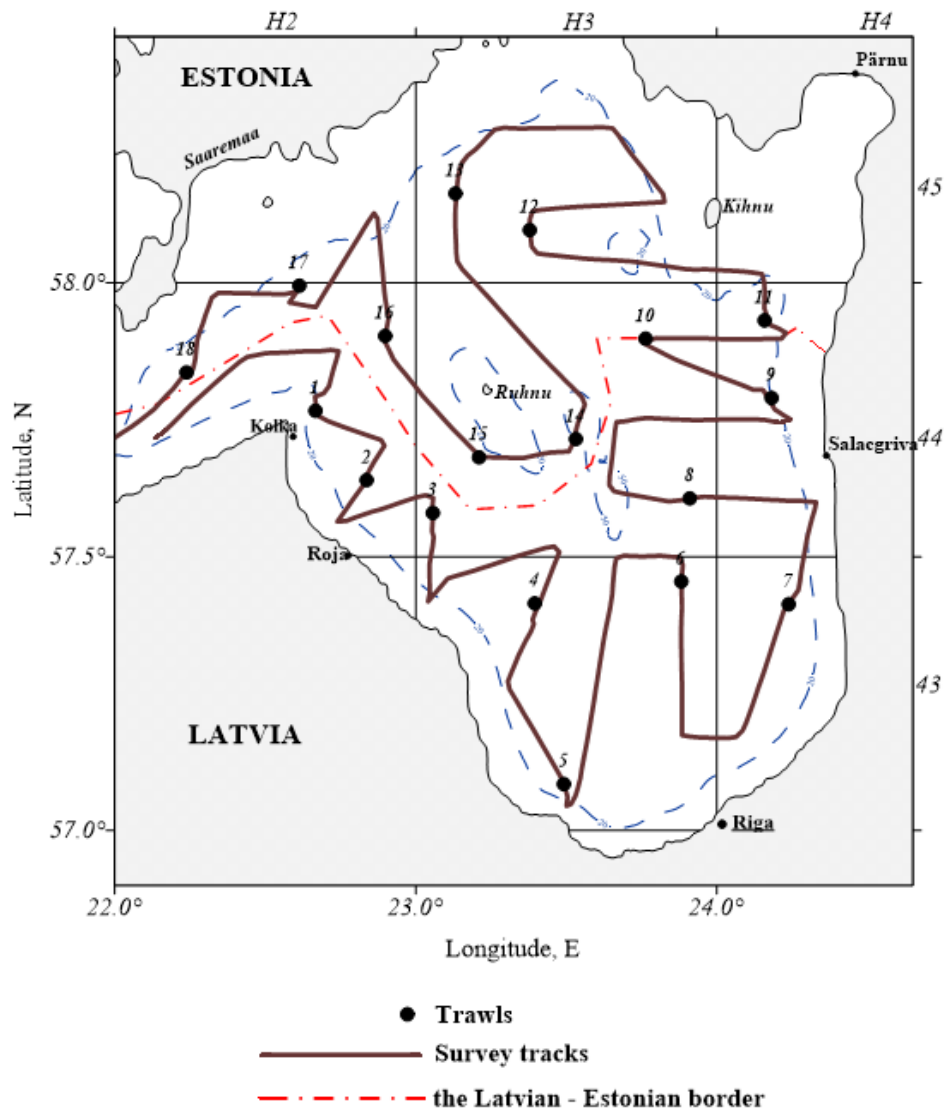
## Uurimisreisid

### GRAHS uuringu meetodika

GRAHS uuringut on Liivi lahel Eesti ja Läti teadlaste koostöös läbi viidud alates aastast 1999 sama meetodika järgi. Kasutatud meetodika põhineb Läänemere avaosas kasutataval IBAS meetodikal (ICES 2017), mida on modifitseeritud vastavalt Liivi lahe oludele. IBAS meetodika tugineb oma proovivõtumetoodikates väga tugevalt ICES statistilistele ruutudele (rectangle), kuid Liivi lahes on peaaegu kõik vastavad ruudud osalised, mis muudab nende kasutamise reisi planeerimisel ja tulemuste arvutamisel keerukaks. IBAS meetodika näeb ette, et igas ruudus, mis on võimalik täies ulatuses katta, tuleks läbida 60 meremiili pikkune transekt ja teostada 2 katsetraali. Kui ruut ei ole täielikult kaetav, tuleks läbida 60 nmi pikkune transekt ja kaks katsetraali iga 1000nmi<sup>2</sup> kohta, mis aga Liivi lahe puhul ei võimaldaks katta kõiki elupaigatüüpe piisava tihedusega. Seega Liivi lahes GRAHS reisi planeerimisel ei kasutata IBAS meetodika ruutude põhist lähenemist, vaid kogutakse andmeid oluliselt rohkem kui seda soovitaks IBAS meetodika sarnase suurusega mereala kohta (Joonis 1). Kuna kogutud andmete hulk oluliselt on suurem kui seda näeb ette IBAS meetodika on ka eeldatav tulemuste kvaliteet parem. Uuringu ajastus on alates 1999 aastast olnud juuli teises pooles, kuid viimastel aastatel on püütud seda nihutada selliselt, et uuring algab juuli lõpus ja lõpeb augusti alguses. Kui algselt eeldati, et juuli lõpuks on räimed kudemise lõpetanud ja paiknevad lahe keskosas sügavamas vees, kus neid on võimalik antud uuringuga tabada, siis nüüdseks on selgunud, et jaheda kevade korral ei pruugi kõik kudejad veel juuli keskpaigaks kudealadelt lahkuda. Sellest tingituna on viimastel aastatel uuringu ajastust paari nädala võrra hilisemaks nihutatud. Samas puudub selgus, kas antud periood on ikkagi sobivaim Liivi lahe räime varu seiramiseks.

## Position of trawls and survey tracks of joint Latvian-Estonian hydroacoustic survey in the Gulf of Riga

(Latvian - Estonian hydroacoustic survey, F/V "Urga", 05-10.08.2020)



Joonis 1. GRAHS uuringu hüdroakustika transekt ja traalimise asukohad (1-18) 2020.a.

### BIAS uuringu meetodika

Sügisese Läänemere akustikauuringu BIAS meetodika lähtub eelpoolmainitud IBAS meetodikast. Igas ICES statistilises ruudus kaetakse akustikaga vähemalt 60 meremiili pikkune transekt ning teostatakse 2 katsetraalimist. Uuringu läbiviimise perioodiks on valitud september-oktoober eeldusel, et siis on avameres räime ja kilu parved kõige paremini

hüdroakustika poolt tuvastatavad. Antud uuringu käigus läbisime 2022. aastal lisaks Läänemere avaosale ka eksperimendi korras Liivi lahe Eesti osa. Kuna Liivi lahe eripära tõttu ei ole võimalik rangelt ICES ruutude põhiste meetodikat rakendada, lähtusime töö läbiviimisel pigem GRAHS meetodikast, mis tähendab mõnevõrra suuremat katvust ja seega ka rohkem andmeid. Mõnevõrra olime sunnitud katsetraalimiste asukohti muutma/loobuma, kuna avamerel kasutatava uurimislaeva traalnoot on Liivi lahe madala vee ja ebatasase põhja tõttu kohati raskesti kasutatav. Eesmärgiks oli katta ühe reisi käigus kogu Liivi laht, kuid Läti kolleegidel ei õnnestunud õigeaegselt uurimislaeva rentimise protseduuri läbida ning seega toimus Liivi lahe Läti osas antud uuring teisel laeval ning ligikaudu kuu aega hiljem.

### Pilootuuringu meetodika

Lisaks eelpoolmainitud traalimisvõimekusega laevadega läbi viidud uuringutele läbiti Liivi lahe Eesti osa kolmel korral ajavahemikul august kuni november 2022 kasutades väiksemat alust, mis oli varustatud ainult hüdroakustika seadmega (Simrad EK80). Väiksema uurimisaluse kasutamine võimaldab olulist kulude kokkuhoidu, kuna antud aluse meeskonnas on ainult 2 inimest ning aluse kütusekulu on võrreldes uurimislaevaga kordades väiksem. Läbiti sarnane transekt nagu iga-aastaselt GRAHS uuringu käigus Liivi lahe Eesti osas, kuid katsetraalimisi läbi ei viidud. Sonari poolt salvestatud andmed võimaldavad anda hinnangu üldisele pelaagiliste kalade kogusele ning paiknemisele, kuid ei võimalda hinnata liigilist/pikkuselist/vanuselist koosseisu. Eesmärgiks oli hinnata pelaagiliste kalade üldkoguse ja ruumilise paiknemise muutusi suvise GRAHS uuringu ja sügisese BIAS uuringu aegade vahel, et kirjeldada muutuseid ajas ning hinnata kalade ruumilise paiknemise dünaamikat selgitamiseks võimalikku sobivaimat ajahetke GRAHS uuringu läbi viimiseks. Kahjuks oli meie uuringuala piiratud lahe Eesti osaga, kuna Läti kolleegid ei olnud huvitatud antud uuringus osalemisest, mis piiras uuringu tulemuste põhjal järelduste tegemist kogu lahes toimuvate muutuste kohta.

Kogutud hüdroakustika andmetest arvutatakse vastavalt tüüpmeetodikale (ICES 2017, Simmonds & MacLennan 2008) kaladelt tagasipeegelduva energia hulk NASC (nautical area scattering coefficient), mis annab hinnangu kalade üldkogusele kuid ei ole ilma kalade liiki ja suurusjaotust teadmata otseselt arvukuseks tõlgendatav. Kuna Liivi lahes on valdavaks pelaagiliseks kalaliigiks räim ning antud uuringu eesmärgiks hinnata peamiste



räimekoondiste ruumilist paiknemist ja üldkoguse muutust ajas, piisab ülevaate saamiseks antud NASC ( $m^2/nmi^2$ ) väärtuste võrdlemisest. Kõigi viie reisi puhul arvutati keskmine NASC väärtus kogu Liivi lahe Eesti osa kohta ning ruumilise paiknemise visualiseerimiseks ekstrapoleeriti üksikväärtuste põhjal hinnangud kogu uuringualale. Uurimisreisidel, mil kasutati ka katsetraalimist, kombineeriti hüdroakustika andmed katsetraalide tulemustega hindamaks kalade koguarvukust ja liigilist/pikkuselist koosseisu. Tulemuste kombineerimiseks kasutati Liivi lahe oludele vastavalt modifitseeritud IBAS meetodikat. Kuna Liivi lahe puhul ei ole otstarbekas tulemusi ICES ruutude põhjal keskmistada nagu näeb ette IBAS meetodika, kasutati akustika ja traali tulemuste sidumisel samuti laialt levinud lähima traali meetodit. Antud meetodi puhul seotakse iga leitud NASC väärtus temale geograafiliselt lähima katsetraali väärtusega ning tõlgendatakse tulemusi vastavalt.

## Tulemused

### GRAHS uuring

GRAHS uuring viidi 2022. aastal läbi 26. juulist 2. augustini vastavalt varasemalt kasutatud meetodikale. Hüdroakustiliste andmete kogumiseks kasutati teaduslikku kajaloodi Simrad EK80 (38kHz, kiire laius 7 kraadi). Bioloogiliste andmete kogumiseks oli kasutusel Läti kalurite töönduspüügi laev „Urga“ (Foto 1), mis oli varustatud tööndusliku pelaagilise traaliga (päarakoti silmasuurus 10mm). Kokku salvestati sonari andmeid (Foto 2) 484 meremiili pikkusel transektil ning selle käigus tehti 17 katsetraalimist hindamaks kalastiku liigilist ja vanuselist/pikkuselist koosseisu. Eesti vetes läbiti 203 meremiili ning teostati 8 traaltõmmet (Foto 3). Soodsad ilmastikutingimused võimaldasid uuringu läbi viia täies mahus vastavalt planeeritule.



Foto 1. GRAHS uuringu läbiviimiseks kasutatud traallaev „Urga“

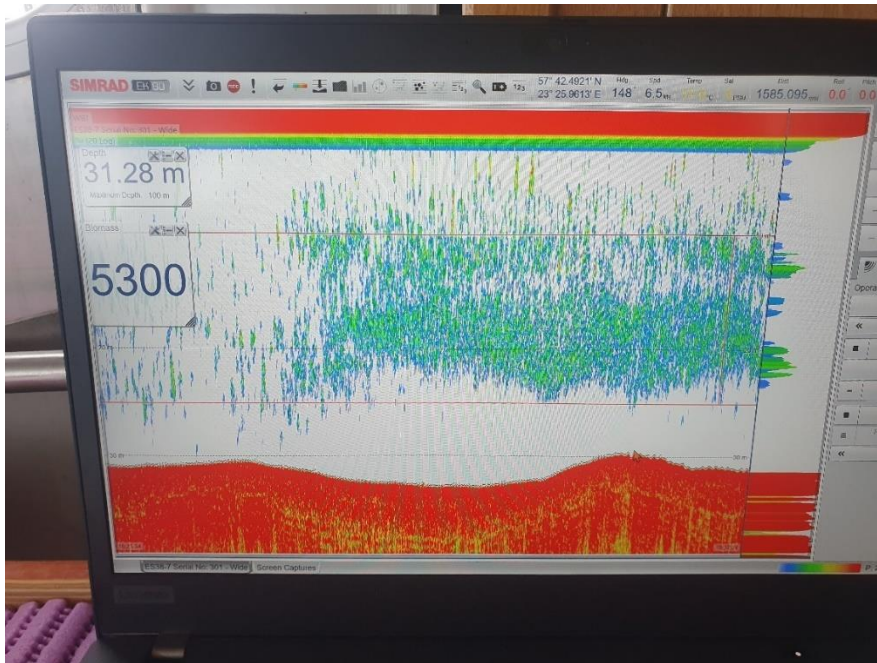


Foto 2. Simrad EK80 sonari salvestus tugevast kalaparve signaalist.



Foto 3. Katsetraali tulemuste analüüs GRAHS uuringul.

## BIAS-GRAHS uuring

BIAS-GRAHS uuring ehk BIAS akustikauuringu pikendamise Liivi lahte õnnestus Eesti vetes edukalt läbi viia, kuid planeeritud kogu Liivi lahe katmine ühe reisi käigus kahjuks ebaõnnestus tingituna probleemidest Läti poole reisi planeerimisega. Seega Eesti osa Liivi lahest sai vastavalt planeeritule kaetud ajavahemikul 18.-21. oktoober renditud uurimislaeval „Baltica“ (Foto 4), millega teostati vahetult enne ka BIAS uurimisreis. Uurimislaev „Baltica“ on varustatud teadusliku kajaloodiga Simrad EK60 (38kHz, kiire laius 7 kraadi) ja pelaagilise traaliga (pära koti silmasuurus 6mm). Eesti vetes salvestati sonari andmeid 188 meremiili ulatuses ning teostati 6 katsetraalimist (Foto 5). Mõnevõrra väiksem traalide arv võrreldes suvise GRAHS uuringuga oli tingitud Läänemere avaosas kasutatava traali suuremast kõrgusest, mis ei ole sobilik Liivi lahe madalamates osades traalimiseks, kuna ebatasase põhja korral oli oht traali purunemiseks. Läti kolleegidel ei õnnestunud kahjuks sama uurimislaevaga lepingut sõlmida ning seega oldi sunnitud Läti osa Liivi lahest katma kalurite laevaga ning peaaegu kuu aega hiljem, ajavahemikul 14.-18. november. Nii ajaline kui ka traali iseloomust tingitud erinevus lahe eri osades läbi viidud uuringutes ei võimalda kahjuks soovitud täpsusega neid omavahel kombineerida ja võrrelda. Seega on kahjuks tänavustes andmetes mõningad erinevused ning põhjapanevate järelduste saamiseks tuleks uuringut järgnevatel aastatel korrata.



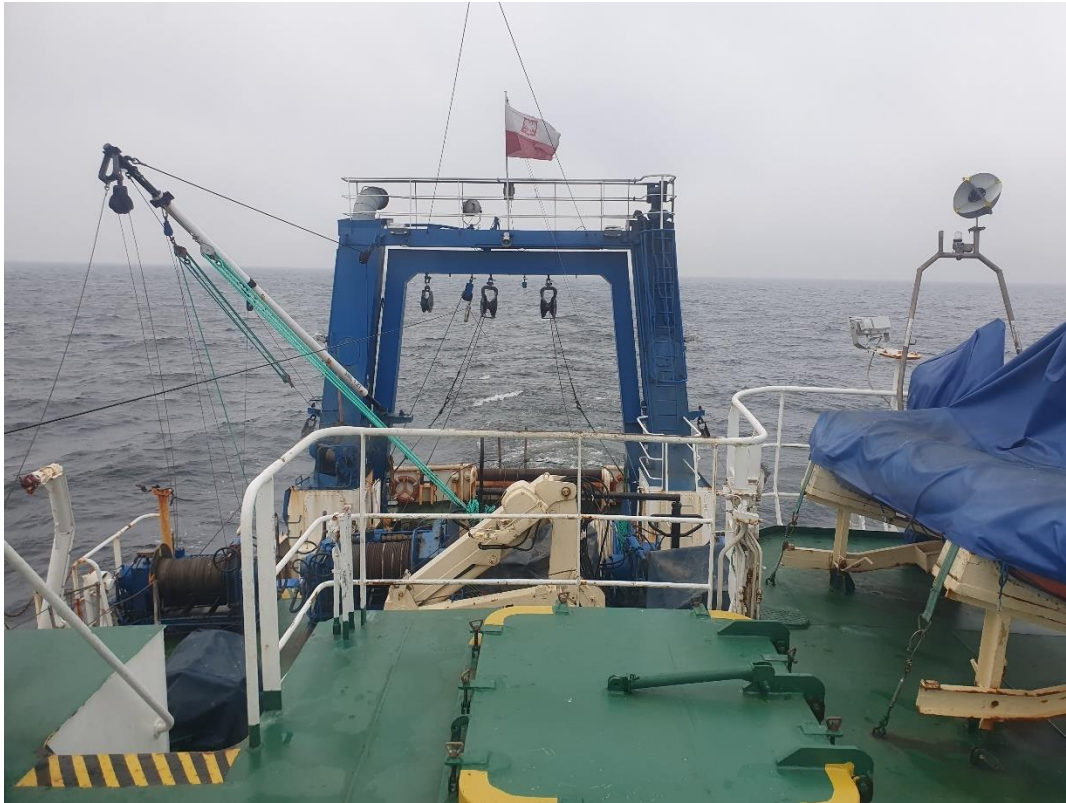


Foto 4. Uurimislaev „Baltica“ Liivi lahel oktoobris 2022.



Foto 5. Katsetraalimise saagi analüüs.

Pilootuuring Liivi lahe räime liikumise seiramiseks viidi läbi vastavalt planeeritule, vaid sonariga (Simrad EK80) varustatud väiksema EMI uurimisalusega „Fortuuna“ (Foto 6) kaeti suve lõpul-sügisel Liivi lahe Eesti osa kolmel korral saamaks ülevaade pelaagiliste kalavarude paiknemise muutustest antud ajaperioodil (Foto 7). Ruumiliselt kaeti sama osa lahest kui suvise GRAHS uuringu käigus, et vältida tulemuste sõltuvust erinevast katvusest. Kahjuks ei olnud Läti pool huvitatud samasuguse pilootuuringu läbi viimisest Läti vetes ning seega peame käesolevas aruandes tuginema ainult poolelt lahest saadud tulemustele.



Foto 6. Uurimisalus „Fortuuna“ parda külge paigaldatud Simrad EK80 sonariga Liivi lahel.



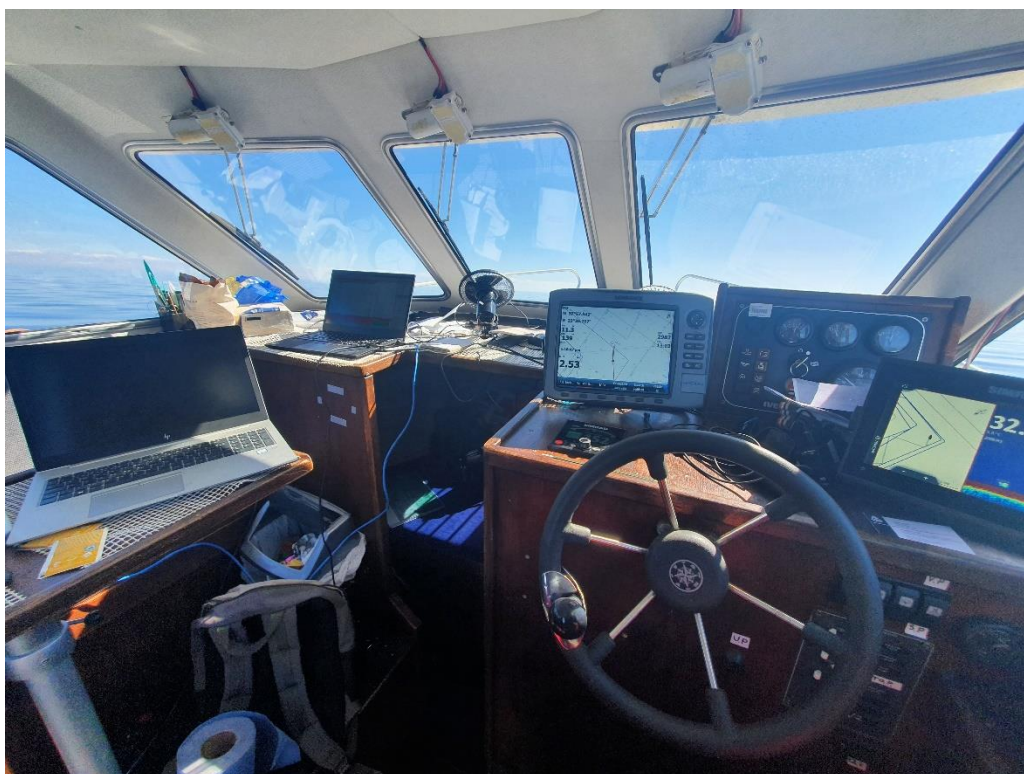
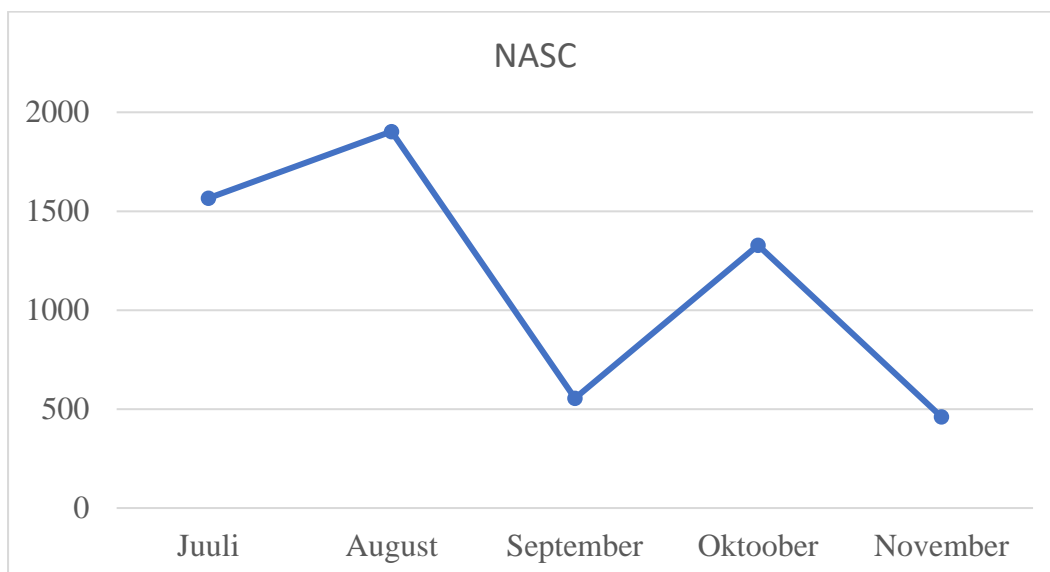


Foto 7. Välitööde läbiviimine uurimisalusega „Fortuuna“ Liivi lahel.

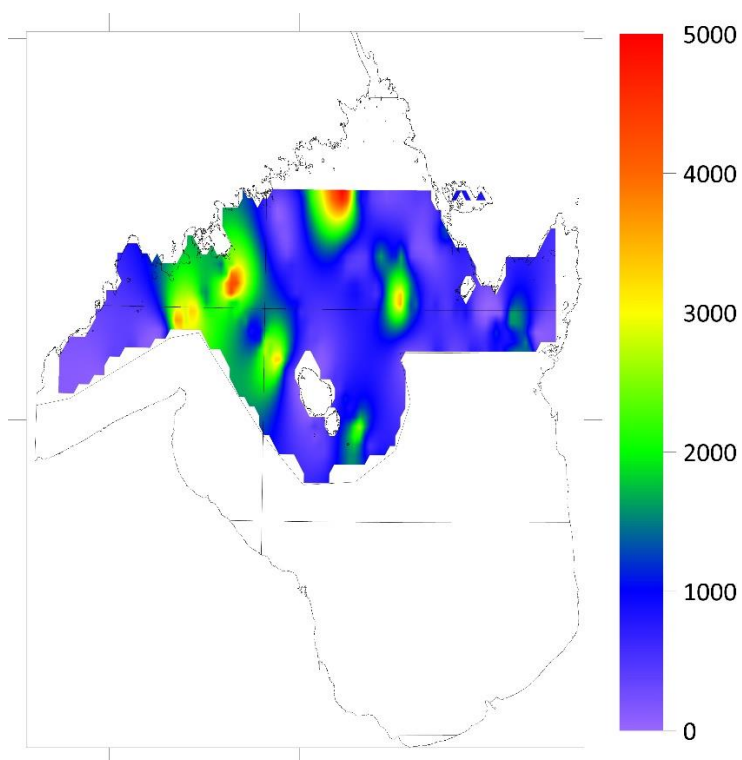
## Hüdroakustilised tulemused

Kuna viiest läbi viidud uurimisreisist kolme puhul ei ole katsetraalimiste puuduse tõttu võimalik usaldusväärselt välja arvutada registreeritud kala arvukusi ega biomassi, lähtusime siinkohal järelduste tegemisel sonari poolt registreeritud väärtustest. Sonar registreerib veesambast kõik objektid koos nende tagasipeegelduva energia intensiivsusega. Hilisema andmetöötluse käigus filtreeritakse ja eemaldatakse käsitsi objektid, mis ei vasta kala kriteeriumitele.

Uuringualal Liivi lahe Eesti osas saadud tulemused viitasid Eesti vetes paikneva kalakoguse suurele variatsioonile (Joonis 2). Juulikuine väärtus on saadud tavapärase GRAHS reisi käigus, kust tulemuste võrreldavuse huvides on eemaldataud Läti vetes teostatud mõõdistuste tulemused. Kogu Eesti alale ekstrapoleeritud tulemused on toodud joonistel 3-7. Jooniste paremaks võrdlemiseks kasutati kõigil joonistel sama skaalat. Tulemustest joonistub selgelt välja peamiste kalakoondiste ruumilise paiknemise pidev muutus, mis viitab olukorrale, et Liivi lahel ei ole räämel kindlaid meelispaiku vaid toimub pidev liikumine merealade vahel.

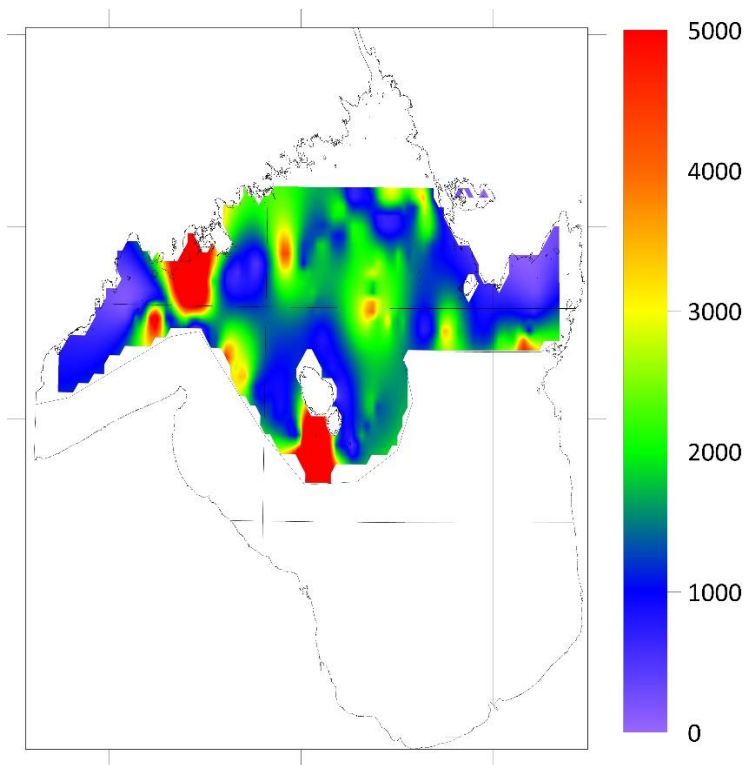


Joonis 2. Pelaagiliste kalade üldkoguse hinnang (NASC) Liivi lahe Eesti osas viiel uurimisreisil. Joonisel on toodud ühe ruutmiili keskmine väärtus (m<sup>2</sup>/nmi<sup>2</sup>).

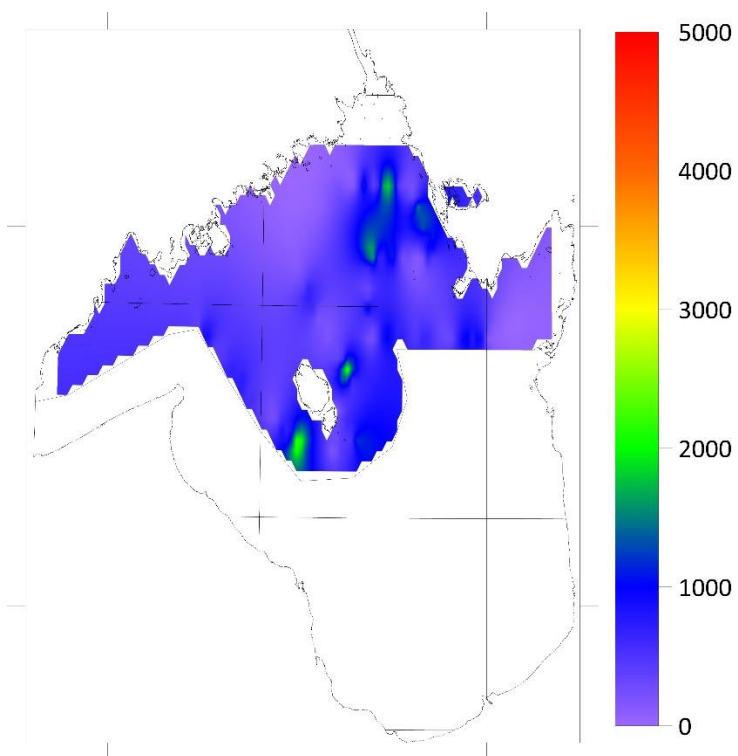


Joonis 3. Kalade ruumiline paiknemine GRAHS uurimisreisi käigus Liivi lahe Eesti osas juuli lõpus 2022 (NASC, m<sup>2</sup>/nmi<sup>2</sup>).

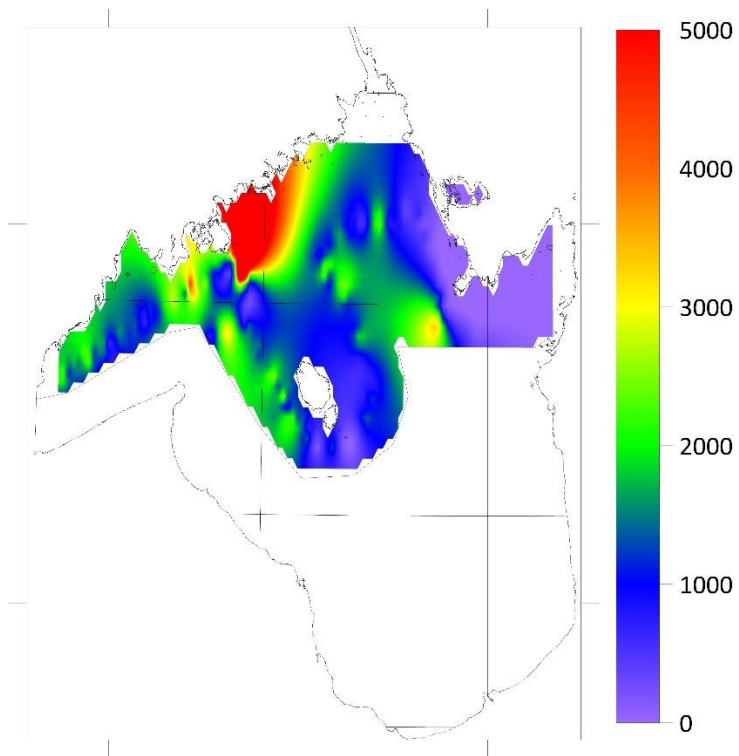




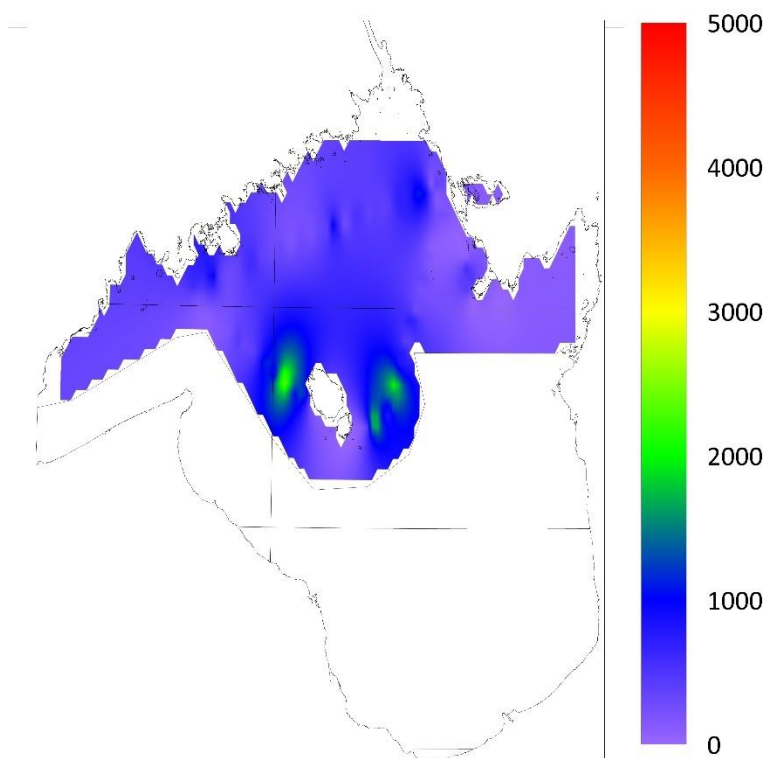
Joonis 4. Kalade ruumiline paiknemine uurimisreisi käigus Liivi lahe Eesti osas augustis 2022 (NASC,  $m^2/nmi^2$ ).



Joonis 5. Kalade ruumiline paiknemine uurimisreisi käigus Liivi lahe Eesti osas septembris 2022 (NASC,  $m^2/nmi^2$ ).

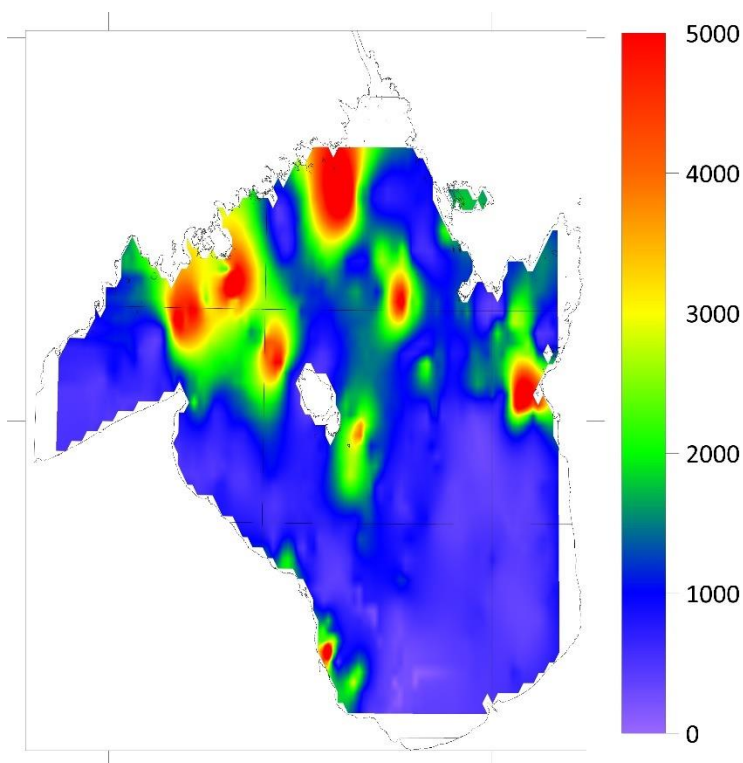


Joonis 6. Kalade ruumiline paiknemine uurimisreisi käigus Liivi lahe Eesti osas oktoobris 2022 (NASC, m<sup>2</sup>/nmi<sup>2</sup>).

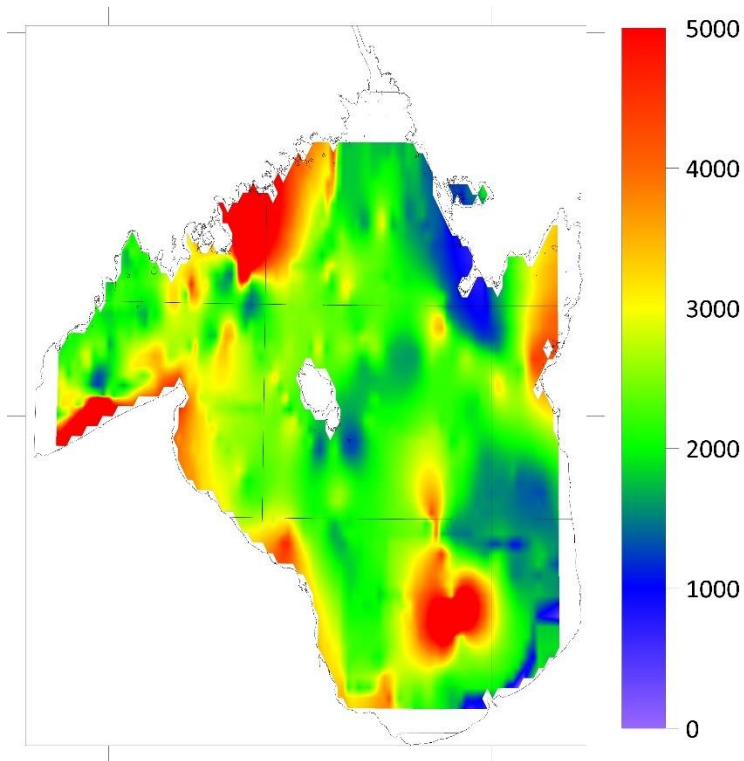


Joonis 7. Kalade ruumiline paiknemine uurimisreisi käigus Liivi lahe Eesti osas novembris 2022 (NASC, m<sup>2</sup>/nmi<sup>2</sup>).

Kahe uurimisreisi käigus (GRAHS, BIAS) kaeti ka kogu Liivi laht. Iga-aastase GRAHS uuringu puhul kaeti laht Eesti-Läti ühise reisi käigus ning BIAS- reisi käigus kaeti Liivi lahe Eesti osa ning ligikaudu kuu aega hiljem katsid Läti kolleegid lahe Läti osa. Ruutmiili keskmiste NASC väärtuste järgi oli kalade üldkogus oluliselt suurem sügisesel reisi oktoobris-novembris (1899) võrreldes suvise reisiga juuli lõpus (1045) (Joonised 8-9). Siinkohal tuleb arvestada, et kuna sügisesel reisil kaeti lahe erinevad osad suure ajalise erinevusega on võimalus, et mõningaid kalaparvesid registreeriti mõlema reisi käigus, mis võib tulemusi moonutada.



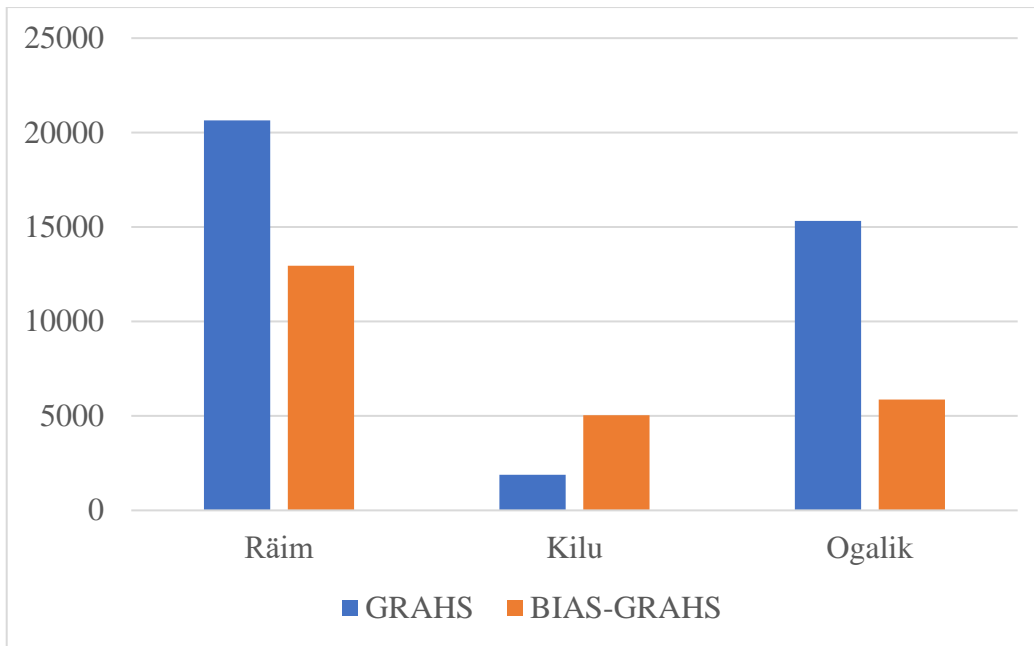
Joonis 8. Kalade ruumiline paiknemine uurimisreisi käigus Liivi lahes juuli lõpus 2022 (NASC,  $m^2/nmi^2$ ).



Joonis 9. Kalade ruumiline paiknemine uurimisreiside käigus Liivi lahes oktoobris-novembris 2022 (NASC,  $m^2/nmi^2$ ).

### Arvukuse hinnangud

Käesoleva töö käigus õnnestus hinnata pelaagiliste kalade arvukust ja liigilist koosseisu kahe uurimisreisi käigus. GRAHS uurimisreisi tulemustest on leitud kogu Liivi lahe peamiste liikide arvukused ning BIAS reisist peamiste liikide arvukused vaid Eesti ala kohta (Läti kolleegide andmetöötlus on käesoleva aruande valmimise hetkel lõpetamata). Seega saame võrdluses välja tuua vaid Liivi lahe Eesti ala arvukused liikide kaupa (Joonis 10).

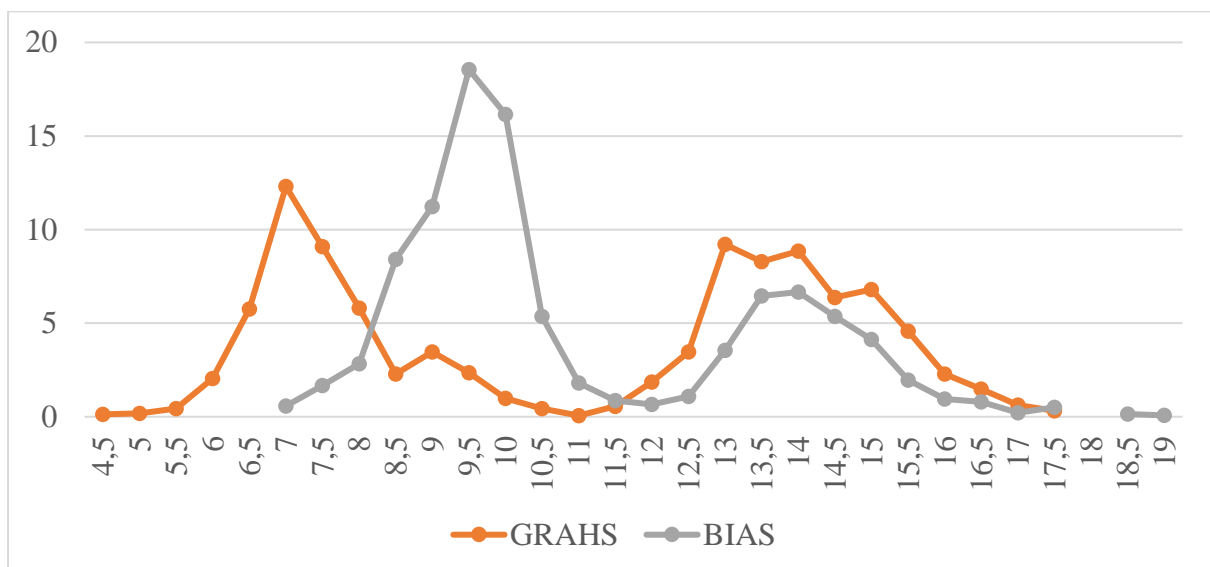


Joonis 10. Peamiste pelaagiliste kalaliikide arvukused (milj. isendit) Liivi lahe Eesit osas GRAHS ja BIAS uuringu käigus.

Tulemustest torkavad väga tugevalt silma liigilise koosseisu olulised erinevused kahe uurimisreisi vahel. Üheks põhjuseks on kindlasti eelpoolmainitud kalade tugev ruumiline liikumine erinevate merealade vahel. BIAS uuringu käigus läbi viidud katsetraalimistes moodustas kõigis proovides põhiosa saagist kilu. Sonari andmete analüüsimise käigus oli ka visuaalselt tuvastatav, et räime, kes tavaliselt paikneb Liivi lahes pigem põhja lähedal, oli tavapärasest vähem ning rohkem oli kõrgemal pelagiaalis paiknevaid signaale, mis tavaliselt viitavad kilule või räime noorjärkudele. Samas ei saa välistada ka meetodilist erinevust kahe uurimisreisi vahel kuna BIAS käigus Eesti vetes kasutatud uurimislav „Baltica“ oli Liivi lahes esmakordselt, mistõttu välditi ettevaatusest põhjalähedast traalimist. Samas kui GRAHS reisiril kasutatav töõnduspüügi laev tegeleb Liivi lahel püügiga regulaarselt ning on seega oludega tuttav ning võimaldab püüda põhjale väga lähedalt. Tingimustes, kus räim on madalamas vees põhjale väga lähedal võib see tulemusi mõjutada. Kuna käesoleval uurimisperiodil ei õnnestunud BIAS reisi läbi viia samal uurimisalusel ning ajalise erinevusega kogu Liivi lahel, ei ole võimalik selle erinevuse suurust ja peamisi põhjustajaid hinnata.

Ühe peamise probleemina seoses Liivi lahe räime arvukuse hinnangutega on välja toodud ka antud aastal tekkinud räimepõlvkonna arvukuse võimalik ebatäpsus, seega võrdlesime ka

selles kontekstis GRAHS ja BIAS uuringute käigus leitud tulemusi. Kuna suvise GRAHS uurimisreisi käigus kogutud vanuse andmeid määravad Läti kolleegid ning see töö on neil aruande valmimise hetkeks pooleli, lähtusime siinkohal ainult pikkusjaotustest ning Eesti vetes toimunud BIAS reisi määratud vanustest. Joonisel 11 toodud pikkusklasside esinemissagedustest eristuvad selgelt arvukaimalt 0-aastaste räimede pikkusklassid (BIAS reisi andmetes pikkused kuni 11cm). Oktoobrikuise BIAS reisi saakides on samasuviste räimede osakaal olnud suurem kui juulis läbi viidud GRAHS reis saakides, seega võib eeldada, et samal aastal tekkinud räimepõlvkonna hindamiseks on sügisene reis sobivam. Mõnevõrra mõjutab antud tulemust ka traalnooda iseloom, kuna GRAHS reisi käigus oli nooda pärakoti silmasuurus 10mm võrreldes BIAS reisel kasutatud 6mm pärakotiga. Tegemist on küll taaskord ainult Eesti alal läbiviidud traalimiste tulemustega.



Joonis 11. Räime pikkusklasside (cm) esinemissagedus GRAHS ja BIAS reiside käigus Liivi lahe Eesti osas.

## Järeldused

Käesoleva uuringu tulemused kinnitasid varasemat eeldust, et pelaagiliste kalakoondiste ruumiline paiknemine on Liivi lahes äärmiselt muutlik. Varasemad tulemused viitasid küll aastate vahelisele tugevale paiknemise erinevusele, kuid antud uuringust selgusid ka olulised migratsioonid kuderände välisel ajal. Seega tuleks kõik lahe pelaagilist kalavaru kirjeldavad uuringud läbi viia kindlasti kogu lahe ulatuses, mistõttu ainult piiratud merealale keskendudes võivad tulemused olla tugevalt moonutatud. Kuna antud uuringu käigus õnnestus pilootuuringu käigus katta vaid Liivi lahe Eesti osa ning saadud tulemused olid väga varieeruvad, ei ole võimalik selle põhjal anda tõepärasest soovitusist GRAHS seire toimumiseks sobivaima ajavahemiku kohta.

Pilootuuringus kasutatud meetodika, ehk ilma katsetraalimisteta uurimisaluse kasutamine üldhinnangu saamiseks, tõestas ennast kui kuluefektiivne (kordades soodsam kui uurimislaeva rent) lahendus, siiski ei andnud see selget vastust kuna Läti pool ei olnud huvitatud antud uuringu laiendamisest enda vetesse. Räimekoondiste liikumine Liivi lahes suve-sügise lõikes jäi seega antud uuringu käigus selgelt kirjeldamata, kuid varu eduka majandamise seisukohast tuleks püüda edaspidi leida võimalusi selle lahendamiseks koostöös Läti kolleegidega. Tulemustest selgus ka, et pelaagiliste kalade parved on Liivi lahes suhteliselt väikesed, seega tuleks selge ülevaate saamiseks tulevikus suurendada ka uuringu ruumilist katvust, mis pilootuuringu kasutatud kuluefektiivse meetodikaga oleks mõistlikult teostatav.

Praeguse Liivi lahe räime seireprotokolli võimalik muutmine vajad edasist uurimist, ennekõike kuna praegu kasutusel olev GRAHS meetodika erineb mõnevõrra välja pakutud BIAS reisi meetodikast. Tingituna Liivi lahe eripäradest ei ole meie hinnangul otstarbekas BIAS akustikareisi protokoll otsene üle kandmine Liivi lahele. Peamiseks puuduseks on BIAS protokollis vähene ruumiline katvus, mis Liivi lahe puhul võib tähendada olulist informatsiooni kadu. Kuna kalaparved Liivi lahel on suhteliselt väikesed, ei tohiks vähemalt sonari uuringu katvus olla väiksem seni GRAHS uuringu katvusest. Pigem tuleks leida võimalusi uuringu katvuse suurendamiseks, et leida minimaalne vajalik ruumiline katvus usaldusväärsete tulemuste saamiseks. Läänemere avaosal kasutatava uurimisaluse ja varustuse kasutamine lahe seireks on meie hinnangul sobiv, kuid senised tulemused vajaks edaspidi täpsustamist. Kui BIAS reisi pikendamisel Liivi lahte säilitada senise GRAHS reisi ruumiline katvus, säiliks ikkagi teatavad uurimislaeva ja traali eripäradest tingitud

erinevused. BIAS reisiril kasutatud uurimislaeval on mõnevõrra suurem traal, mistõttu võib saagi koosseis mõnevõrra erineda. Mõju tulemuste kvaliteedile on sellisel juhul meie hinnangul pigem positiivne, kuna katsetraal hõlmab suurema osa veesambast, kuid probleemiks võib osutuda andmete sidumine varasemalt kogutud andmeridadega. Peamiseks puuduseks käesoleval reisiril oli uurimislaeva kogenematus madala lahe oludes, mis kindlasti paraneb oluliselt iga järgneva reisiriga. BIAS reisiril ajastus (september-oktoober) paistab tänavuse uuringu põhjal sobivat GRAHS reisiril läbi viimiseks, kuid kuna samal ajaperioodil õnnestus uurimislaevaga katta vaid osa Liivil lahest, vajavad need tulemused täpsustamist. Üldhinnangud kogu lahe pelaagiliste kalade varu kohta viitasid BIAS ajastuse sobivusele, kuid kuna Eesti ja Läti merealade katmisel oli peaaegu kuu ajaline nihe võivad antud tulemused varu arvukuse ja biomassi osas olla moonutatud. Antud probleemi lahendamiseks tuleks ka järgnevatel aastatel korrata BIAS uurimisreisiril pikendamist Liivil lahte, et saada minimaalse ajalise erinevusega hinnangud lahe eri osade kohta ning välistada ka võimalikud aastate vahelised erinevused hinnangutes.

## Soovitused

Jätkata BIAS uurimisreisiril pikendamist Liivil lahte vähemalt kahel (soovitavalt 3-4) aastal koostöös Läti kolleegidega, et hinnata antud ajastuse sobivust.

Viia läbi pilootuuring GRAHS reisiril oluliselt suurema ruumilise katvusega kasutades ainult sonariga varustatud uurimisalust, et leida uuringu minimaalne vajalik ruumiline katvus ja parim ajastus. Antud pilootuuringut tuleks läbi viia ainult koostöös Läti kolleegidega kattes kogu Liivil lahte.



## Viited

Saat, T., H. Ojaveer. "Liivi lahe kalastik ja kalandus [Fishes and fisheries of the Gulf of Riga]." Tartu Ülikool, Tallinn (2005).

Kaljuste, O., Raid, T., Shvetsov, F., & Strods, G. (2005). Acoustical estimations confirm the good health of Gulf of Riga herring. Fisheries assessment and management in data-limited situations. Alaska Sea Grant College Program, University of Alaska Fairbanks, 919-930.

Simmonds, John, and David N. MacLennan. Fisheries acoustics: theory and practice. John Wiley & Sons, 2008.

Ojaveer, E. "Läänemeri." TA Kirjastus, Tallinn (2014).

ICES (2017): SISP 8 - Manual of International Baltic Acoustic Surveys (IBAS). Series of ICES Survey Protocols (2012–2020). Report. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.3368>

ICES (2021a): Working Group on Baltic International Fish Survey (WGBIFS; outputs from 2020 meeting). ICES Scientific Reports. Report. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.7679>

ICES (2021b): Baltic International Fish Survey Working Group (WGBIFS). ICES Scientific Reports. Report. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.8248>

ICES (2022): Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS). ICES Scientific Reports. Report. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.19793014.v2>

Raid, T., Arula, T., Sepp, E., Hommik, K., Kaljuste, O., Strods, G., ... & Plikshs, M. (2022). Management of the Gulf of Riga herring (Baltic Sea): Lessons learned and challenges ahead. In Sustainable Development and Innovations in Marine Technologies (pp. 411-420). CRC Press.