

LÕPPARUANNE

Projekti nimetus:

Veealuse müra mõju hindamine kalastikule

6. etapp (6. november 2020.a.)

Tellija: Keskkonnaministeerium

Projekti läbiviiv organisatsioon: Tallinna Tehnikaülikool

Vastutav täitja: Aleksander Klauson, uurimisrühma juht

Täitjad: Mirko Mustonen, Ivo Omer

Email: aleksander.klauson@taltech.ee

Tel.: +372 55 60 41 37

Tallinn 2020

1 Kuuenda etapi tulemused

1.1 Sissejuhatus

Kuuendal ja viimasel aruandeperioodil jätkus allvee ümbrusmüra mõõtmine Soome lahes ning veealuse heli modelleerimine Eesti majandusvööndis. Aruandeperioodil on koostatud mõõtmistulemuste kokkuvõtlik ülevaade. Aruandes on esitatud 2019. ja 2014. aasta ümbrusheli modelleerimise tulemuste võrdlus ning on uuritud erinevuste suurust ning nende võimaliku päritolu. On toodud ka teiste aastate modelleerimise tulemusi ning tehtud kokkuvõtte kogu projekti kohta.

1.2 Projekti ettevalmistustegevused

Modelleerimiseks vajalikud laevaliikluse Automaatselt identifitseerimissüsteemi (AISi) andmed saadi tänu Veeteede Ametile. Modelleerimine viidi läbi koostöös välispartneriga Quiet-Oceans SA. Projekti raames osteti kaks uut müramõõturit SoundTrap ST500. Kuigi uutel mõõturitel on paremad tehnilised näitajad, selgub nende töökindluse tase aja jooksul.

1.3 Katkestused ja häiringud tavapärasel tööl

Projekti kuuenda etapi täitmisel ei esinenud tööde käiku aeglustavaid häiringuid.

1.4 Lühikokkuvõtte saadud tulemustest (6. etapp)

1.4.1 Allveeheli mõõtmistulemused

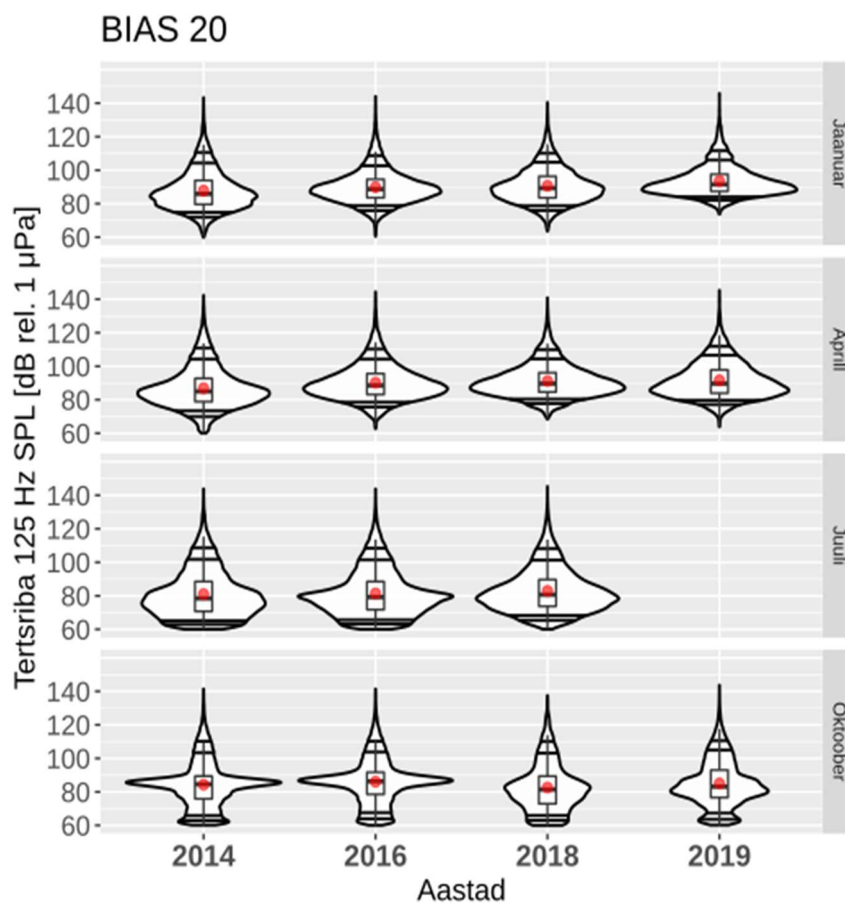
Soome lahe mõõtmispunktis BIAS20 jätkus ümbrusheli salvestamine.

Projekti kestel on mõõtmispunktis BIAS20 saadud andmestik, mis esitab aastate 2018 – 2020 ümbrusheli mõõtmiste tulemusi.

1.4.2 Mõõtmisperiodide tulemuste võrdlus

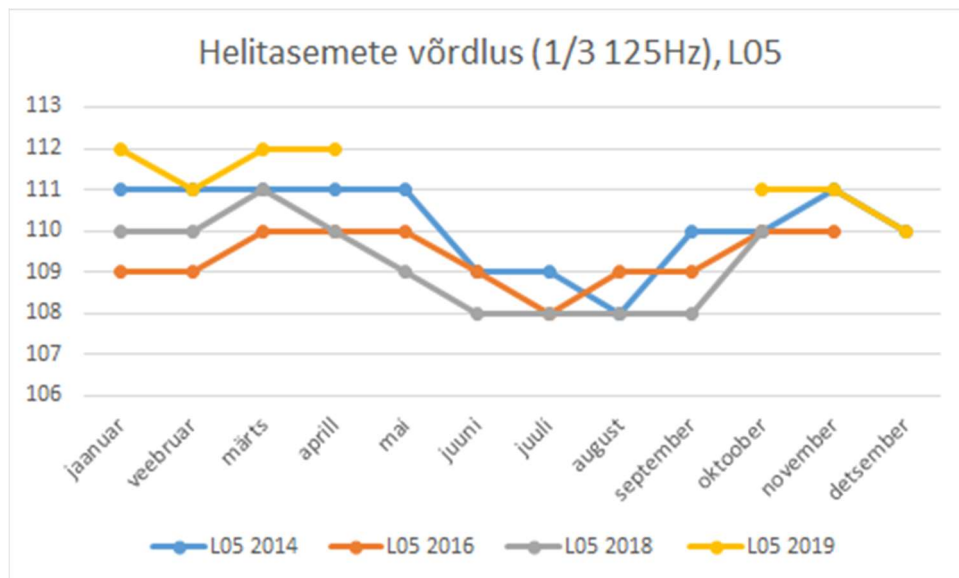
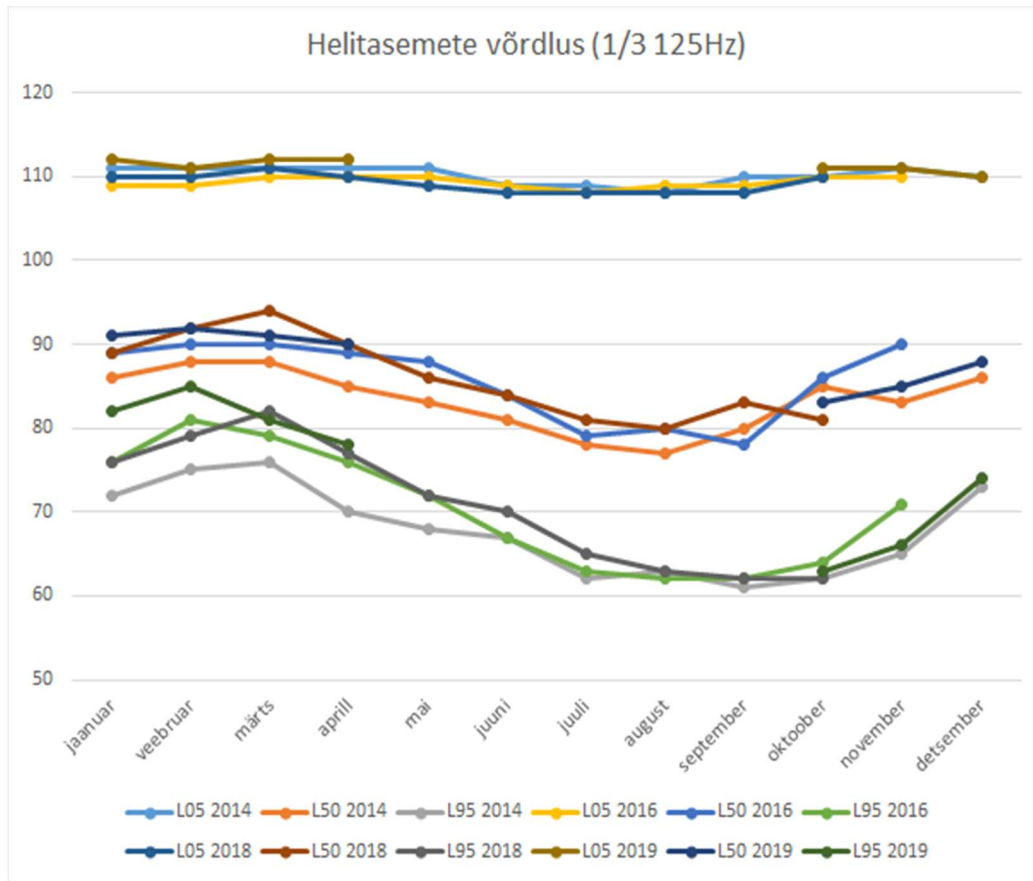
Neljanda etapi vahearuanandes oli toodud 2014., 2018. ja 2019. aastate mõõtmistulemuste võrdlus [Vahearuanne, 4. etapp]. Käesolevas aruandes on see võrdlus lõpuni viidud ja täiendatud 2019. aasta lõpu perioodi andmetega. 2020. aasta mõõdistused ajavahemikus märts-oktoober on saadud, kuid nende analüüs on aruande esitamise ajaks veel käimas.

Joonisel 1 on esitatud viiuldiagrammid, mis näitavad ümbrusmüra sesoonseid muutusi. Esimeses tulbas on BIAS projekti tulemused.



Joonis 1. Mõõdetud 125 Hz tertsiiba helirõhutasemete empiirilised tihedusfunktsioonid neljal mõõtmisperiodil (2014, 2016, 2018 ja 2019). Vertikaaltelg – helirõhutase, mida laiem graafik, seda sagedamini antud helirõhutase esineb. Punane punkt – aritmeetiline keskmine, horisontaaljooned ülevalt alla protsendilise ületamise määrad L05, L10, L25, L50, L75, L90, L95.

Erinevate perioodide mõõtmistulemuste aasta muutused kuude kaupa on toodud joonisel 2 ning vastavad arvvaartused tabelis 1.



Joonis 2. Helitasemete võrdlus 2014., 2016., 2018. ja 2019. aastal kuude kaupa. Alumisel joonisel on näidatud suurendatult protsendiline ületamise määr L05.

125 Hz	jaanuar	veebruar	märts	aprill	mai	juuni	juuli	august	september	oktoober	november	detsember
L05 2014	111	111	111	111	111	109	109	108	110	110	111	110
L50 2014	86	88	88	85	83	81	78	77	80	85	83	86
L95 2014	72	75	76	70	68	67	62	63	61	62	65	73
L05 2016	109	109	110	110	110	109	108	109	109	110	110	
L50 2016	89	90	90	89	88	84	79	80	78	86	90	
L95 2016	76	81	79	76	72	67	63	62	62	64	71	
L05 2018	110	110	111	110	109	108	108	108	108	110		
L50 2018	89	92	94	90	86	84	81	80	83	81		
L95 2018	76	79	82	77	72	70	65	63	62	62		
L05 2019	112	111	112	112						111	111	110
L50 2019	91	92	91	90						83	85	88
L95 2019	82	85	81	78						63	66	74

Tabel 1. Mõõdetud tertsriba 125Hz protsendilised ületamise määrad kuude kaupa neljal mõõtmisperioodil.

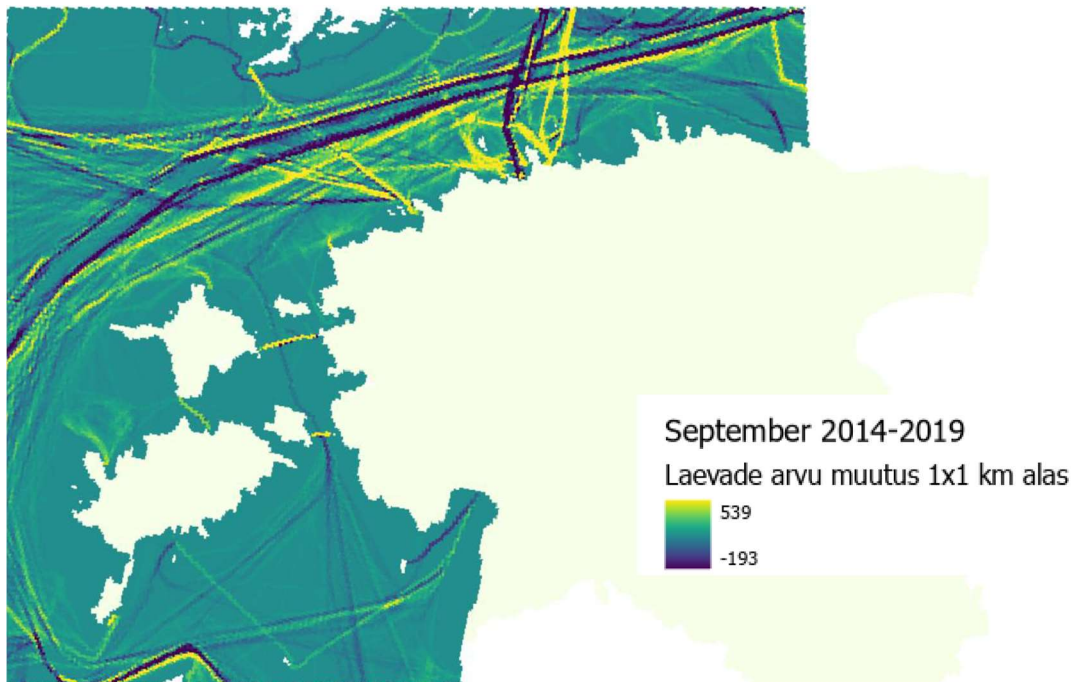
1.4.3 Modelleerimise tulemuste võrdlus aastate kaupa

Helilevi modelleerimine lubab hinnata helitasemeid kogu huvi pakkuval merealal. Viienda etapi vahearuanes [Vahearuanne, 5. etapp] oli esitatud esialgne 2014. ja 2019. aasta modelleerimiste võrdlus. Kaartidel esinevate erinevuste kvantifitseerimiseks lahutati kahe kaardi helirõhutasemete väärtusi pikslite kaupa ning erinevused esitati nende esinemise sagedusi näitava tulpdiaagrammina. Käesolevas aruandes on esitatud kahe aasta (2014 ja 2019) muutuste analüüs selgitamaks millisel määral toimunud muutused võivad olla põhjustatud laevaliiklusest.

Näitena on järgnevalt uuritud kahe aasta septembrikuudel esinenud muutusi. Esimese sammuna uuriti erinevusi kahe perioodi laevaliikluse tihedustes. Tiheduse muutusi on kujutatud joonisel 3 esitatud kaardil, kus vähenenud liiklustihedust on näidatud tumesinise värviga. Liiklustiheduse kasvu on samal kaardil kujutatud kollase värviga. Joonisel 3 toodud kaart ei näita muutusi erinevate laevatüüpide lõikes. Samas on teada, et erinevate laevatüüpide akustiliste allikate võimsused on erinevad ning seepärast laevaliikluse muutused kajastavad akustilise välja muutusi vaid ligikaudselt. Kahe aasta septembrikuude laevaliikluses on vastavalt joonisele 3 märgata järgnevaid muutusi:

- Peamiselt Soome lahe ida-lääne suunalisel laevateel on liiklustihedus üldjoontes jäänud samaks, kuid laevateede asukohad on veidi nihkunud.
- Laevaliiklus on tihenendunud Muuga, Paldiski ja Pärnu sadamatest,

- Praamiliiklus mandri ja saarte vahel on tihenunud, kuid Tallinn-Helsingi liinil veidi kahanenud.



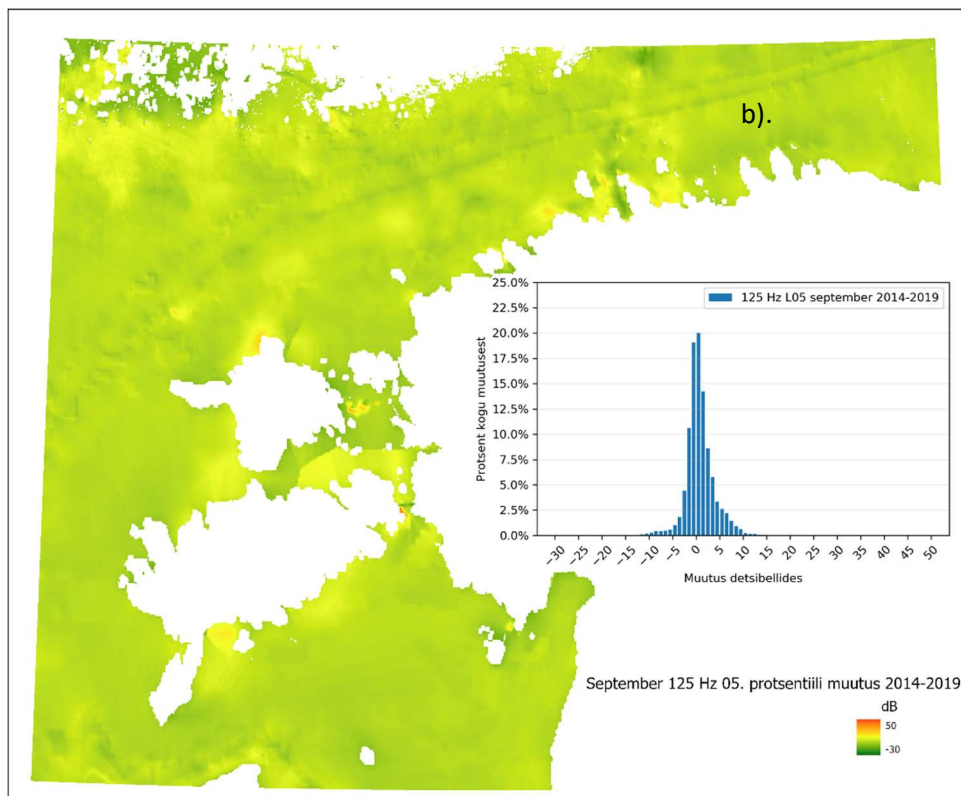
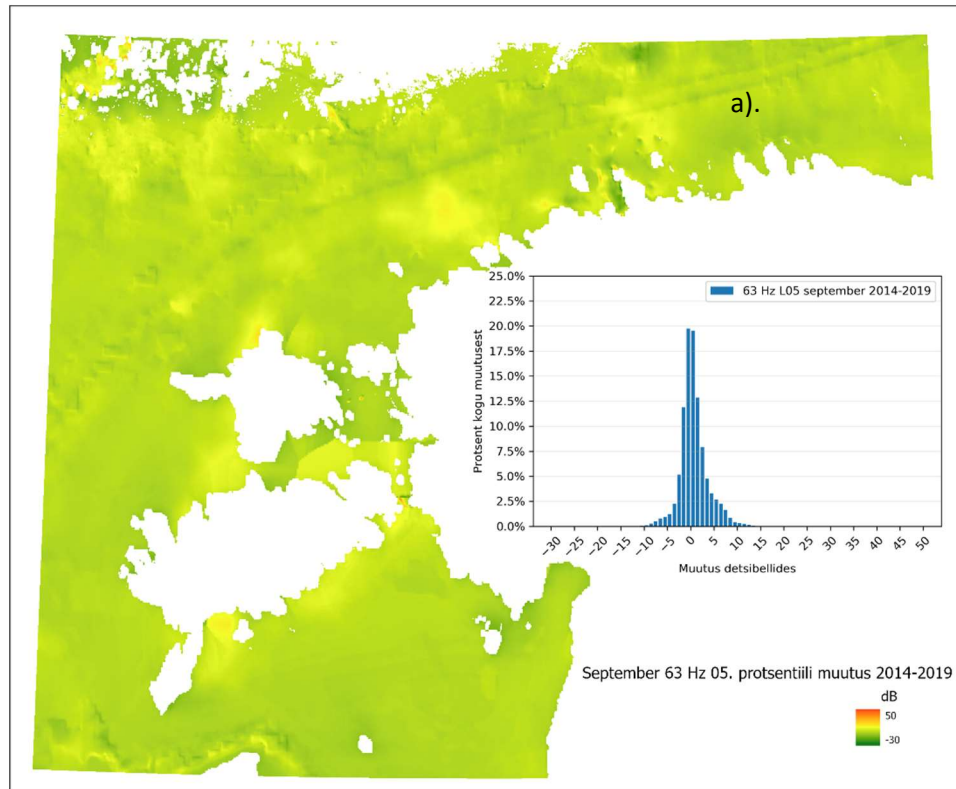
Joonis 3. Illustreeriv joonis 2014. ja 2019. aasta septembri laevaliikluse muutuste kohta Eesti majandusvööndis, tumedad jooned näitavad laevaliikluse vähenemist ja heledad suurenemist.

Et paremini aru saada kahe aasta modelleerimise erinevusest, tuleb uurida, millisel määral need muutused on seotud laevaliikluses toimunud muutustega. Joonisel 4 on esitatud kahe helikaardi erinevus, mis on saadud 2019. aasta pikslite väärtusest 2014. aasta väärtuste lahutamiseks. Esitatud helirõhu erinevused on arvutatud protsendilise ületamise määra L05 juures, ehk kõrged helitasemed, mida ületatakse ainult 5% ajast. Esitatud kaardid lubavad näha modelleeritud helimaastike muutumist erinevates piirkondades. Kaartidel on roheliste toonidega näidatud helitasemete langust ja kollase-punase tooniga helitasemete tõusu. Kaardi kõrval olev tulpdiaagramm näitab muutuste esinemise sagedust. Tulpdiaagrammi järgi võib järeldada, et hinnatava mereala helitasemed aastal 2019 on võrreldes 2014. aasta helitasemetega pigem kasvanud. Samas erinevuste paiknemine helikaardil näitab, et:

- Vaadates mereala tervikuna võib näha, et laevaliinidest kaugel olevaid alasid on palju (Joonis 4). Seetõttu sisaldub L05 protsendilise ületamise määra juures ka loodusliku helitaseme komponendi osa. Kuigi teatud osa Joonisel 4 tulpdiaagrammil näidatud muutustest

seostub laevaliiklusega (helitasemete langus ida-lääne suunaga laevaliinidel), on laevaliinide ümbruses oleva ala protsentuaalne osa kogu mereala mastaabis suhteliselt väike.

- Väinamere piirkonnas on märgata erinevusi, mis võivad olla seotud kahe aasta modelleerimisel erinevatest allikatest saadud okeanograafiliste sisendandmetega. Sellele viitavad kontrastsed piirid erinevate merealade vahel.
- Helimaastiku kaartidel on hästi nähtavad vaid regulaarsed tiheda liiklusega laevaliinid. Väiksemad laevaliinid ei ole selgelt eristatavad, kuna nende poolt tekitatud veealune müra keskmistatult ühe kuu pikkusele perioodile ei ületa oluliselt loodusliku ümbrusmüra taset.
- Juhul kui inimtekkeline ja looduslik müra on modelleeritud koos, ei ole tulpdigrammid sobilik viis inimtekkelise müra analüüsiks, kuna sellisel juhul ei eristu tulpdigrammidel muutused inimtekkelises komponendis. Inimtekkelise ja loodusliku müra koos modelleerimine oli tingitud kalibreerimisvajadusest ning ka sellest, et komponentide eraldi modelleerimine suurendas oluliselt andmemassiivide hulka. Tänapäeval on suurandmete haldamine jõudsasti edasi arenenud ning mudeli komponentideks eraldamine saab peatselt võimalikuks, mis oluliselt lihtsustab analüüsi.



Joonis 4. Septembri muutuseid kirjeldav helitasemete kaart, ületamise tase L05. a) - tertsriba 63 Hz ja b) - tertsriba 125 Hz). Rohelised toonid kirjeldavad helitaseme langust ja kollane-punane toon näitab helitaseme tõusu. Tulpdiagramm näitab muutuste esinemise sagedust.

2. Projekti “Veealuse müra mõju hindamine kalastikule” tulemuste kokkuvõte

2.1 Andmestik ja kaardid müra mõõdistuste kohta Eesti mereruumis aastatel 2016–2020

Ajavahemikus 2016-2020 mõõtepunktis BIAS20 tehtud helisalvestised on märgitud tabelis 2, Väinamerel tehtud salvestised tabelis 3 ning modelleeritud helikaardid tabelis 4.

	jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec
2016												
2017												
2018												
2019												
2020												

Tabel 2. Ajavahemikus 2016-2020 tehtud helisalvestised mõõtmiskohas BIAS20. Roheline värv - salvestised olemas, hall - salvestised puuduvad.

	jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec
2018												
2019												
2020												

Tabel 3. Tehtud helisalvestised mõõtmiskohal LIIVI02 (Kesselaiu lähedal). Roheline värv - salvestised olemas, hall värv - salvestised puuduvad.

	jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec
2018												
2019												
2020												

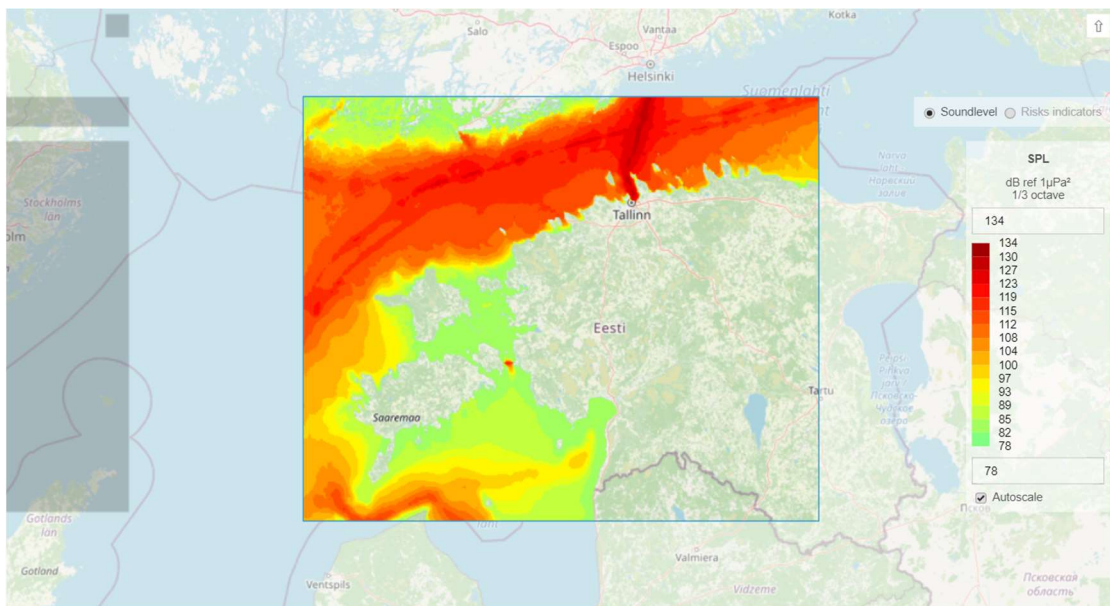
Tabel 4. Eesti majandusvööndi helimaastiku kaartide modelleerimine. Roheline värv - kalibreeritud, sinine – kalibreerimata kaardid.

Akustilised salvestised ning helikaardid giff formaadis on hoiul TTÜ serveris. Valik helikaarte on toodud joonistel 5-7.

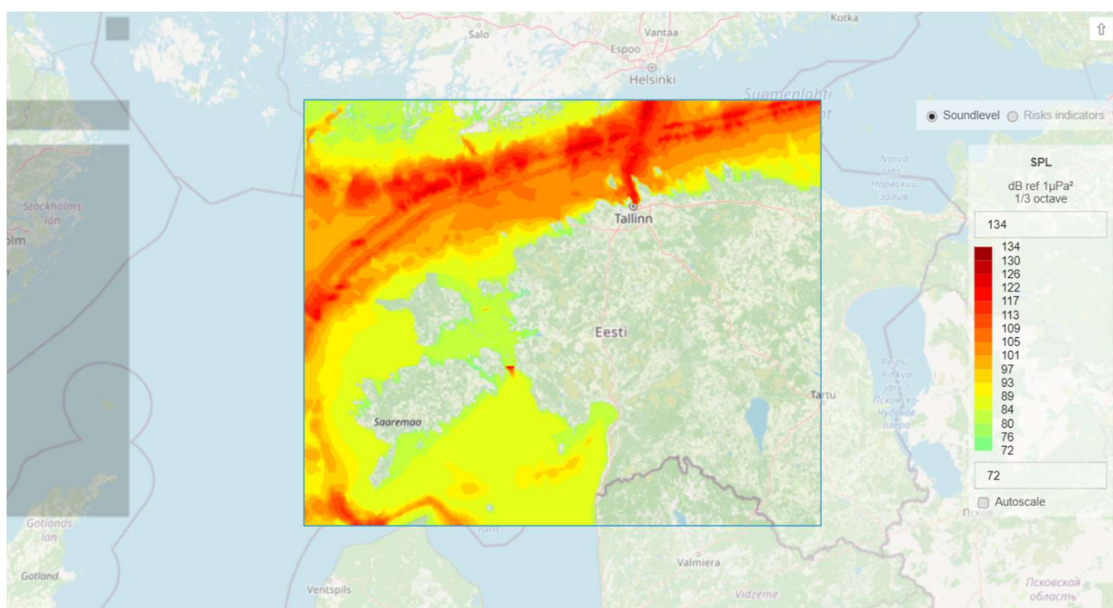
Mõõtmistulemuste analüüs mõõtepunktis BIAS20 on toodud käesoleva aruande jaotises 1.4.2. Projekti raames modelleeritud helikaardid on kasutatud TÜ Mereinstituudi partneri poolt akustiliste väljade ning traalpüügi andmete korrelatsiooni uurimiseks. 2020. aasta helikaardid ei

ole aruande esitamise ajaks veel lõplikult kalibreeritud, kuna mõõtmistulemused saadi alles novembris. See ei mõjuta oluliselt tulemusi. Helikaartide analüüs näitas, et korrelatsioonide leidmisel pole niivõrd tähtsad mitte helivälja väärtused, vaid olulised on nende gradiendid (helivälja ruumiline muutlikkus). Kalibreerimine mõjutab enim just helivälja väärtusi ning väiksemal määral helivälja muutlikkust ruumis.

Helirõhutase, dB re 1 μ Pa, 125 Hz, protsendiline ületamise määr L05, kogu veesamba keskmine
2018, Veebruar



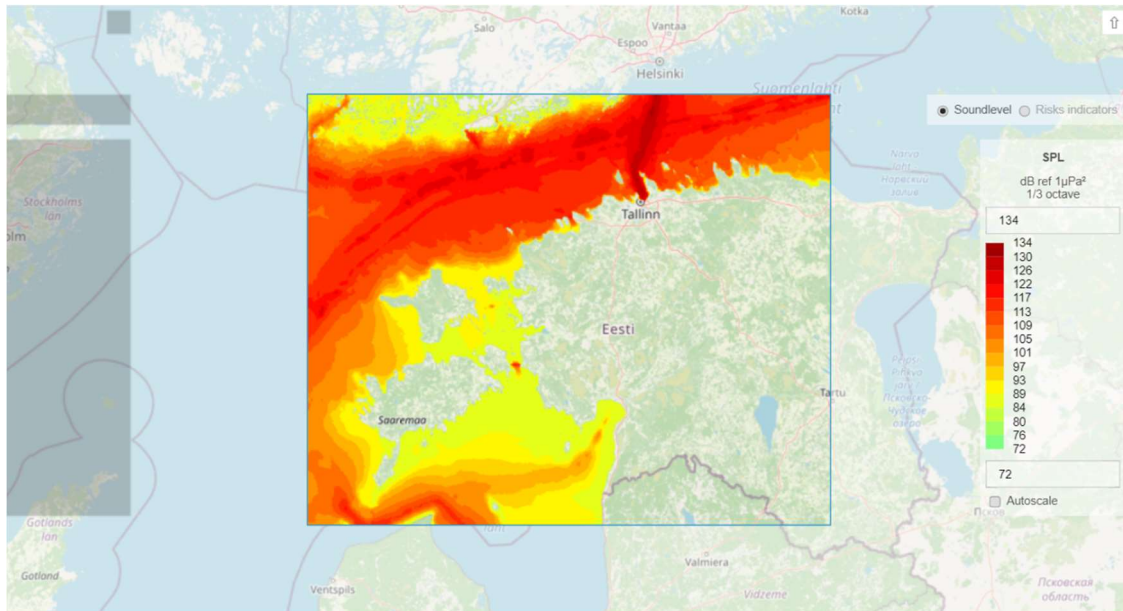
2018, August



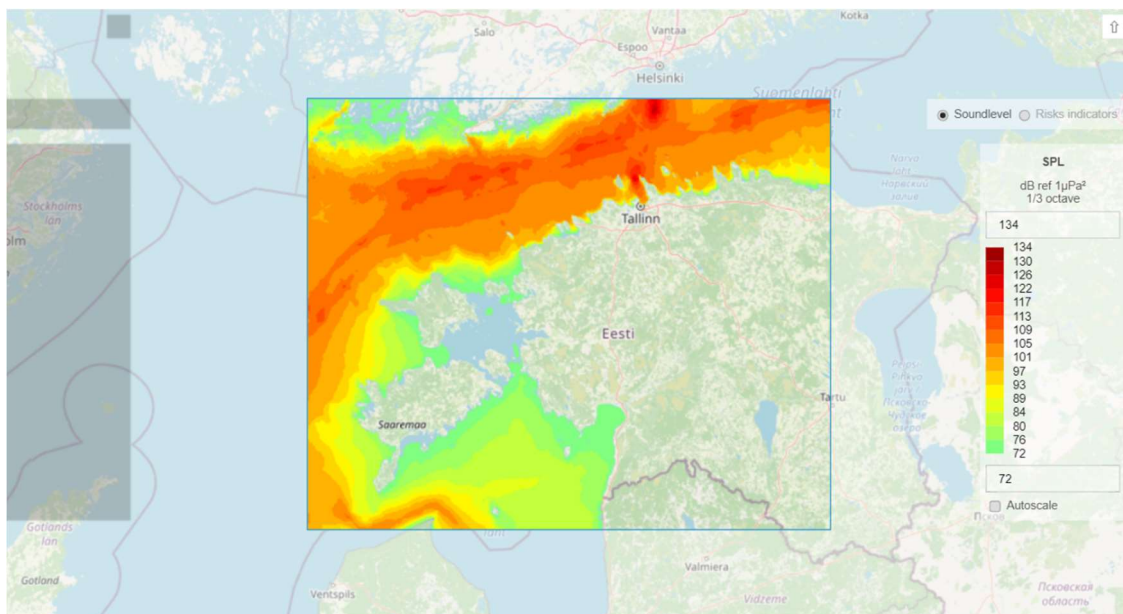
Joonis 5. 2018. aasta modelleerimise tulemusi, helirõhutase, tertsriba 125Hz, ületamise tase L05.

Helirõhutase, dB re 1uPa, 125 Hz, protsendiline ületamise määr L05, kogu veesamba keskmine

2019, Veebruar



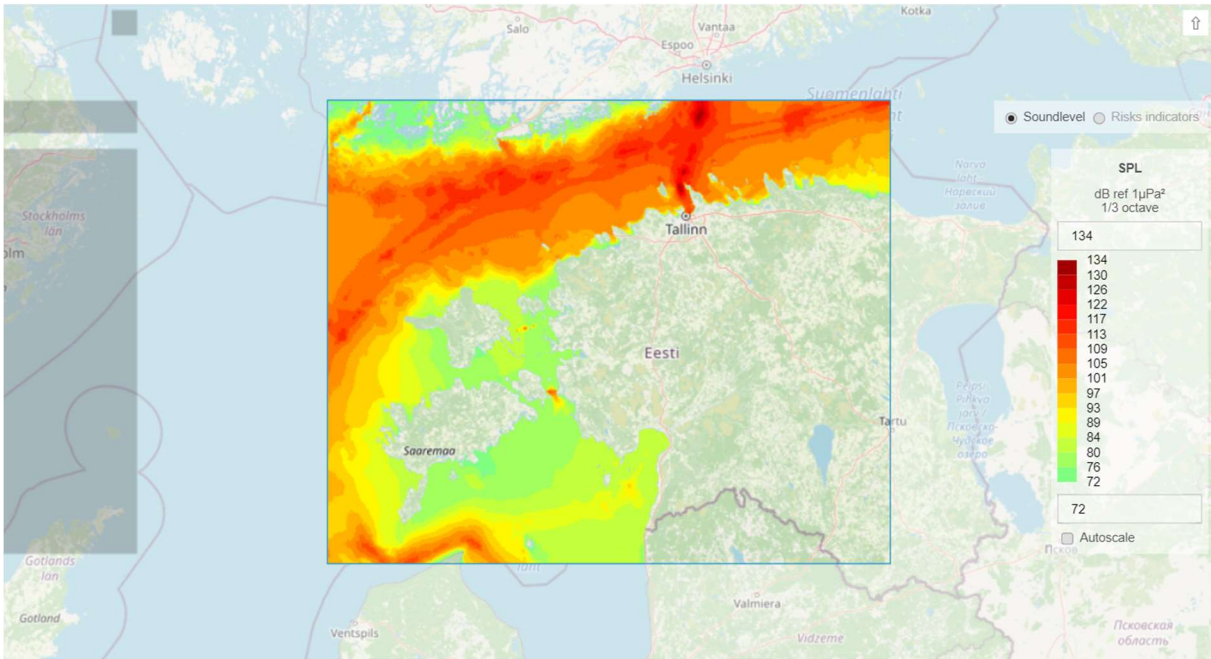
2019, August



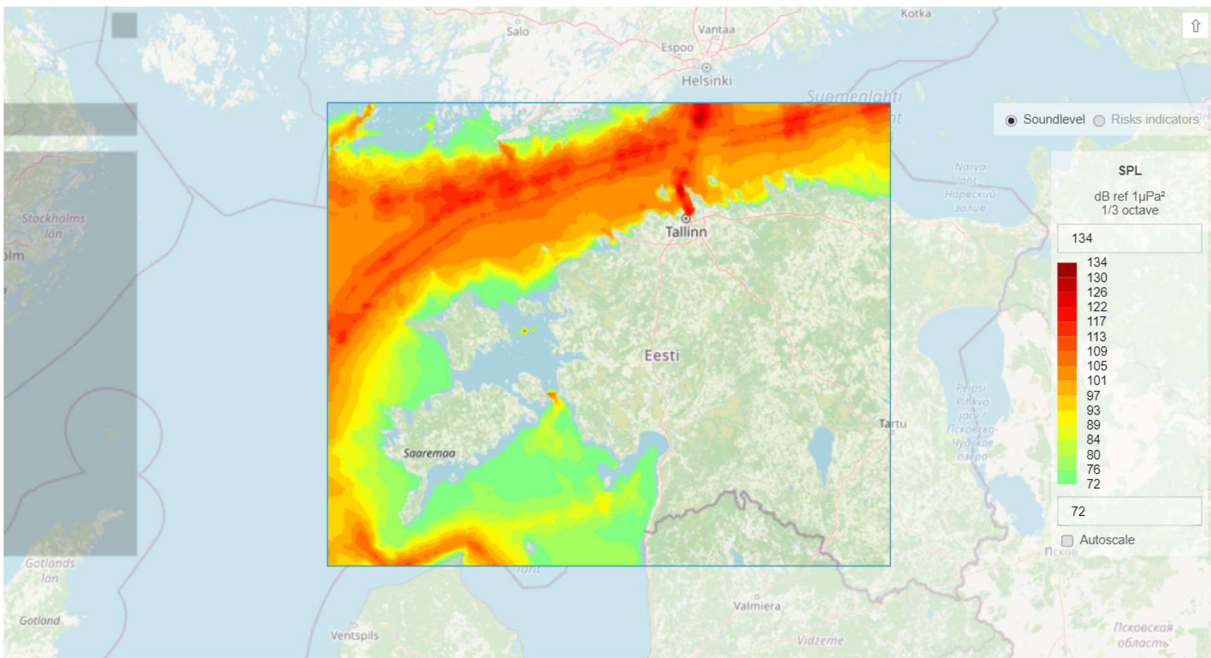
Joonis 6. 2019. aasta modelleerimise tulemusi, helirõhutase, tertsriba 125Hz, ületamise tase L05.

Helirõhutase, dB re 1 μ Pa, 125 Hz, protsendiline ületamise määr L05, kogu veesamba keskmine

2020, Veebruar



2020, August



Joonis 7. 2020. aasta modelleerimise tulemusi, helirõhutase, tertsriba 125Hz, ületamise tase L05.

2.2 Järeldused

2.2.1 Ümbrusheli mõõtmine

1. Erinevate aastate ümbrusmüra mediaanväärtused ei erine üksteisest olulisel määral isegi juhul, kui üksikute kuude mediaanväärtused erinevad oluliselt. Aastaste viiuldiagrammide muutus on samas mõõtmispunktis oluliselt väiksem kui kuude võrdluses [Mustonen et al. 2019].
2. Projekti perioodil on järjest enam esinenud helisalvestite tehnilisi rikkeid, mis viitab olemasolevate salvestite lähenevale tööea lõpule ja vajadusele seadmete välja vahetamiseks.

2.2.2 Helimaastiku modelleerimine

1. Esialgse inimtekkelise veealuse müra hindamiseks jääb laevaliikluse informatsioonist väheks. Hinnangut saab täpsustada, kui lisaks laevade arvule arvestada ka laevade tüüpidega, kiirustega ning nende akustiliste allikatasemetega. Oluliselt parema täpsusega hinnangu andmiseks peab siiski kasutama helilevi modelleerimist.
2. Helilevi modelleerimisel on vajalik mõõtmistulemustega kalibreerimine võimalikult suures mõõtepunktide arvus selleks, et vähendada loodusliku heli ja keskkonna parameetritest tulenevat määramatust.
3. Kahe aasta (2014 ja 2019) modelleerimise tulemuste võrdluse põhjal võib väita, et inimtekkelise heli tase pole olulisel määral muutunud.

2.2.3 Inimtekkelise veealuse müra mõju kalakoondistele

1. Inimtekkelise müra kahjulikkus kaladele on teaduslikult tõestatud fakt [Wysocki et al. 2008, Slabbekorn et al., 2010, Sierra-Flores et al., 2015]. Siiski on seni suurem osa vastavatest uuringutest tehtud laboratoorses tingimustes, kus müra mõju kaladele saab otse mõõta. Selleks saab jälgida näiteks kalade käitumuslikke reaktsioone või mõõta stressihormoonide taset veres.
2. Käesolevas uuringus rakendati kaudset meetodit, mis kasutab ühelt poolt helimaastiku statistilisi kaarte ning teiselt poolt kalapüügi statistilisi andmeid otsimaks korrelatsiooni helitasemete ning kalasaagi rohkuse vahel. Korrelatsioonide uurimisel on kasutatud

statistilisi helikaarte protsendilise ületamise määraga 5% (L05), mis tähendab, et valjemad helid esinevad 5% ajast ning 95% ajast on helitasemed kaardil toodud tasemetest madalamad.

3. Uuringust võib järeldada, et **laevaliiklusest põhjustatud veelune müra ei mõjuta kilu ja räime kalakoondiste paiknemist.**

Sellise järelduseni jõuame, sest:

- kala traalpüügi statistilistel andmetel puudus korrelatsioon statistiliste akustiliste heliväljadega.
- kirjandusest [Popper et al., 2019, Caltrans 2015] on teada, et kalade käitumuslikud reaktsioonid võivad ilmneda helirõhu taseme 150 dB re: 1 μ Pa juures. Selline helitase esineb vaid väikestel aladel laevaliinide läheduses ning vaid 5% ajast. Seega statistilised laevaliikluse põhjustatud müra tasemed 95% ajast ei ulatu tasemeni, mis võiks esile kutsuda uuritud kalade (räim, kilu) käitumuslikke reaktsioone (põgenemine, sukeldumine jne.).

4. Projektis saadud tulemuste põhjal ei ole võimalik anda konkreetseid soovitusi helirõhu piirväärtuste kohta ega anda soovitusi traalimise efektiivsuse tõstmise kohta, kuna kala traalpüügi statistiliste andmete seos statistiliste akustiliste heliväljadega osutus väga nõrgaks. Lisaks statistilised helitasemed meres ei ulatunud enamasti kirjanduses toodud käitumuslike helitasemete piirväärtusteni. Piirväärtuste leidmiseks on soovitatav teha uuringuid kontrollitud müraallikatega ning kala jälgimisega (vt. jaotist 3).

2.2.4 Tulemuste täpsust piiravad asjaolud

- o Puudulik on teave kilu ja räime pidevmürale reageerimise kohta [HELCOM 2019]. Käitumuslike reaktsioone tekitab helirõhutaset 150 dB re: 1 μ Pa on teaduskirjanduses kritiseeritud ning mõne autori arvates ei ole praegune väärtus teaduslikult põhjendatud [Hastings 2008]. Samuti on teada, et kalad tajuvad akustilisest rõhust paremini vedeliku osakeste liikumist. Samuti pole mainitud helirõhu piirväärtuste sobivust kilu ja räime käitumuslike reaktsioonide jaoks kunagi uuritud.
- o Uuringus kasutati hindamisel keskmistamise ajaintervallina ühe kuu pikkuseid ajavahemikke, mis võivad olla kalade käitumuslike reaktsioonide arvestamiseks liiga

pikad ajavahemikud. Helirõhu piirväärtuste määramiseks on soovitatav kasutada lühemaid ajaintervalle (päev, tund, minut) ning võimalusel jälgida kalade reaktsioone ka reaajas.

- Leidub küllalt suur ebamäärasus kalakoondiste paiknemise osas. Mitmed tulemuslikud kalauuringud [Slabbekorn et al., 2010] on toimunud kasutades kajaloode või telemeetriat, mille abil on võimalik täpsemini määrata kalade paiknemist heliallikate suhtes ning seostada nende reaktsioone helirõhu (või vee osakeste kiiruse) muutustega.
- On teada, et veealune müra võib mõjutada kalu nende elukäigu jooksul erineval viisil. Lisaks käitumuslikele reaktsioonidele võib pidevmüra häirida kiskja-saaklooma suhteid, kalade sigimist ja orientatsiooni. Kõigi nende aspektide arvestamine võib olla oluline pidevmüra tegeliku pikaajalise mõju hindamisel.

3. Soovitused uuringute jätkamiseks

- Kuna looduslik ümbrusheli moodustab helimaastikes küllalt suure osa, on veealuse müra mõju määramisel edaspidi mõistlik arvestada ainult helimaastike inimtekkelise komponendiga, kui see ületab looduslikku komponenti - viisil, mida on kirjeldatud töös [Mustonen, et al. 2020].
- On teada, et kalapüügi edukus sõltub teatud määral kalalaevastiku akustilistest omadustest [De Robertis 2013] ning kalalaevade enda müra summutamine võib omada potentsiaali traalimise efektiivsuse tõstmiseks. Vastava sisuga uuringu tegemine vajaks tihedat laevaehitajate, kalurite, akustikute ning bioloogide pikaajalist koostööd ning ka spetsialiseeritud traaliga varustatud uurimis- või kalalaeva.
- Kalakoondiste paiknemise määramine on küllalt keeruline ülesanne kalakoondiste ettearvamatute liikumiste tõttu. Samas kalade kudemisalad võivad olla kergemini määratletavad. Inimtekkelise heli mõju kalade paljunemisele on keeruline, kuid perspektiivselt oluline uurimisteema, mis vajaks selgitamist bioloogide ja akustikute tihedas koostöös [de Jong et al., 2017].
- Tänapäeval on võimalik uurida kalade paiknemist ning liikumist, kasutades telemeetriat ja PIT-andureid (passiivne integreeritud transponder). Sellist lahendust on näiteks kasutatud kalakasvandustes, uurides inimtekkelise müra mõju kasvanduse kaladele [Popper et al., 2019].

- Mõned autorid on uurinud kalakoondiste ööpäevase vertikaalliikumise ning selle liikumise mõju ümbrushelile kala ujupõie resonantssageduse juures [Klusek et al. 2016]. Sellised uuringud võivad anda informatsiooni kalakoondiste arvukusest ning kalade suurusest ümbrusheli seirejaama läheduses.

4 Tänuavaldus

Autorid tänavad Euroopa Merendus- ja Kalandusfondi (EMKF) rahalise toetuse eest.

5 Kasutatud kirjandus

Betke K., Folegot T., Matuschek R., Pajala J., Persson L., Tegowski J., Tougaard, J., Wahlberg M. (2015). BIAS Standards for Signal Processing. Aims, Processes and Recommendations. Amended version. 2015. Editors: Verfuß U.K., Sigray P.

Caltrans (2015). Technical guidance for assessment and mitigation of the hydroacoustics effects of pile driving on fish. p. 532. Sacramento, CA.

de Jong, K., et al., Noise can affect acoustic communication and subsequent spawning success in fish, Environmental Pollution (2017), <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.003>

De Robertis A. and Handegard N.O. Fish avoidance of research vessels and the efficacy of noise-reduced vessels: a review. ICES Journal of Marine Science (2013), 70(1), 34–45.

Folegot, T., Clorennec, D., Chavanne, R., Gallou, R. (2016). Mapping of ambient noise for BIAS. Quiet-Oceans technical report QO.20130203.01.RAP.001.01B, Brest, France, December 2016.

Hastings, M. C. (2008). Coming to terms with the effects of ocean noise on marine animals. Acoustics Today, 4, 22–34.

HELCOM 2018. HELCOM Assessment on maritime activities in the Baltic Sea 2018. Baltic Sea Environment Proceedings No.152. Helsinki Commission, Helsinki. 253pp.

HELCOM 2019. Noise sensitivity of animals in the Baltic Sea. Baltic Sea Environment Proceedings N° 167

Klusek, Z. & Lisimenka, A. Seasonal and diel variability of the underwater noise in the Baltic Sea. The J. Acoust. Soc. Am. 139, 1537–1547 (2016).

Mustonen, M., Klauson, A., Andersson, M., Clorennec, D., Folegot, T., Koza, R., Pajala, J., Persson, L., Tegowski, J., Tougaard, J., Wahlberg, M. and Sigray P. 2019. Spatial and Temporal Variability of Ambient Underwater Sound in the Baltic Sea. Scientific reports, 9(1), pp.1-13.

Mustonen, M., Klauson, A., Folegot, T., Clorennec, D. Natural sound estimation in shallow water near shipping lanes. Journal of the Acoustical Society of America, 2020, 147(2), pp. EL177-EL183

Popper AN, Hawkins AD. An overview of fish bioacoustics and the impacts of anthropogenic sounds on fishes. J Fish Biol. 2019;94:692–713. <https://doi.org/10.1111/jfb.13948>

Sierra-Flores, R., Atack, T., Migaud, H., Davie, A. Stress response to anthropogenic noise in Atlantic cod *Gadus morhua* L. *Aquacultural Engineering* 67 (2015) 67–76.

Slabbekoorn, H., Bouton, N., van Opzeeland, I., Coers, A., ten Cate, C., Popper, A.N., 2010. A noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish. *Trends Ecol. Evol.* 25, 419–427.

Veealuse müra mõju hindamine kalastikule, vahearuanne, 4. etapp (10. detsember 2019.a.)

Veealuse müra mõju hindamine kalastikule, vahearuanne, 5. etapp (20. veebruar 2020.a.)

Verfuß, U.K., Andersson, M., Folegot, T., Laanearu, J., Matuschek, R., Pajala, J., Sigray, P., Tegowski, J., Tougaard, J. (2015). BIAS Standards for noise measurements. Background information, Guidelines and Quality Assurance. Amended version.

Wysocki, L.E., Dittami J.P., Ladich F. (2006) Ship noise and cortisol secretion in European freshwater fishes. *Biol. Conserv.* 128, 501–508

/digitaalselt allkirjastatud/

Esitamise kuupäev: 06.11.2020.a.