

Veebipõhine tööriist hindamaks survetegurite kumulatiivset mõju loodusväärtustele

**Deliverable 4.2.1. An easy-to-use online tool that
calculates cumulative impacts of multiple
pressures on key nature assets in pilot areas.**

Jonne Kotta, Mihhail Fetissov, Anneliis Kõivupuu, Annaleena
Vaher, Kiran Liversage, Emil Kotta, Mihkel Kotta, Robert Szava-
Kovats

Lõpparuanne

Aruande versioon 1, 14/01/2021

Eesti Mereinstituut, Tartu Ülikool

2021

Sisukord

Executive summary	3
Sissejuhatus.....	4
Veebipõhise kaardirakenduse sisendandmed	7
1. Loodusväärtuste kaardikihid	7
2. Survetegurite kaardikihid.....	8
3. Inimtegevuste potentsiaalse keskkonnamõju alusandmestik	9
4. Kumulatiivsete mõjude hindamise arvutuseeskiri.....	10
Veebiportaal hindamaks survetegurite kumulatiivset mõju loodusväärtustele	12
Võimalikud uurimisteemad.....	17
Kokkuvõte	18
Kasutatud allikad.....	19

Executive summary

The dynamic nature of marine systems presents a formidable challenge for environmental management and maritime spatial planning, especially when planning is primarily ecosystem-based. Even relatively simple ecological systems display high levels of fluctuation in process and structure that are oscillatory or even chaotic. Development of frameworks that can provide realistic predictions in highly dynamic systems is a current priority, especially when complexity arises from cumulative impacts. Approaches emphasising cumulative impacts are very important in the Baltic Sea region, which is characterised by intensifying and diversifying human pressures.

Cumulative impacts are defined as impacts on the environment that result from several human activities and pressures acting together, as caused by past, present or any possible foreseeable actions in future and cumulative impact assessment is a way to evaluate such effects. Importantly, such assessments have to be based on solid ecological understanding of cause-effect relationships between pressures and biota and the ability to deliver estimates of associated uncertainties. As the total effect is not the sum of separate effects but interactions overwhelmingly prevail in nature, it is very important that the synergistic effects of different pressures on nature assets are also quantified and integrated into the assessment schemes. The existing assessment schemes and cumulative impact assessment tools in the Baltic Sea region as well in other European waters, however, are not yet able to incorporate such complexity.

The RITA project task "Methodological frame to assess cumulative impacts of anthropogenic pressures on nature assets" adopted a procedure involving: 1) meta-analysis of published or raw data that indicated separate and/or synergistic impacts (either from experimental manipulations or ecosystem changes observed before and after impact) and 2) linking the impact data (effect-size estimates) and existing spatial prediction of different nature assets into an cumulative impact assessment framework.

Here, we used this novel cumulative impact framework and results of meta-analysis of published or raw data to build an easy-to-use online tool that calculates cumulative impacts of multiple pressures on key nature assets in the entire Estonian sea areas. This task was carried out in collaboration with the ongoing Estonia – Russia Cross Border Cooperation Programme 2014-2020 project ADRIENNE. The RITA project provided a concept of assessment framework and meta-analysis of published or raw Estonian data that indicated separate and/or synergistic impacts. The ADRIENNE project carried out all IT-related developments. Moreover, the ADRIENNE project will complement the meta-data with cumulative impact assessment in neighbouring countries (Finland and Russia) and thereby enables to harmonize our activities with other similar Baltic Sea initiatives by 2022.

Sissejuhatus

EL Merestrateegia Raamdirektiivi (MSRD) kohaselt on merekeskkond väärtuslik pärand, mis vajab kaitset, säilitamist ja võimaluse korral taastamist lõppeesmärgiga hoida alal bioloogilist mitmekesisust ning kindlustada ökoloogiliselt mitmekesised, dünaamilised, puhtad, terved ja produktiivsed ookeanid ja mered. MSRD täitmine põhineb ökosüsteemsel lähenemisel, kuna vaid sellisel lähenemisel on võimalik vältida inimtegevusest lähtuvaid keerukaid ebasoovitavaid tagajärgi looduskeskkonnale. Ökosüsteemipõhine lähenemine seab esikohale mereökosüsteemide kasutamise, kuid selliselt, et ökosüsteemide struktuur ja funktsioonid säilivad ning mereressursside kasutamine oleks jätkusuutlik. Sinise majanduskasvu strateegia rõhutab vajadust rakendada mere kasutamata ressursid uute töökohtade loomise ja majanduskasvu huvides selliselt, et oleks kaitstud bioloogiline mitmekesisus ning säilitatud ökosüsteemi teenused, mida pakuvad meile terved mere- ja ranniku ökosüsteemid. Eelpool kirjeldatud tark meremajandamine eeldab operatiivse andme- ja teadmispõhise tööriista olemasolu, mis suudab usaldusväärselt hinnata erinevate inimtegevuste potentsiaalselt mõju merekeskkonnale.

Inimtegevus on Läänemeres muutumas üha intensiivsemaks ning selle olemus pidevalt mitmekesistub. Kiirete muutuste taustal on tekkimas täiesti uued merekeskkonda ümber kujundavad mehhanismid, mille sisu on teadusele veel ebaselge, kuid mis väärivad väga suurt tähelepanu, kuna ohustatud on ökosüsteemide mitmekesisus, terviklikkus ja toimimine. Mereökosüsteemide tervikliku majandamise käigus tuleb teadlikult vältida erinevate merekasutuste jaoks ebasobivat ruumialdust ning selle läbi vähendada mere ökosüsteemidele avalduvat survet. Selle eesmärgi täitmine pole aga lihtne, kuna ökosüsteemide mitmekesiseid tagasiside mehhanisme ei ole võimalik kirjeldada lihtsate prognoosimudelitega ja paljude keskkonnamõju aspektide kohta on teaduslik informatsioon endiselt üsna puudulik.

Inimtekkeliste survetegurite kumulatiivsete mõjude analüüs võimaldab süsteemselt analüüsida inimtegevuste mõju looduskeskkonnale. Kumulatiivset mõju defineeritakse siin kui erinevate inimtegevuste ja nendest inimtegevustest tulenevate survete koosmõju ökosüsteemidele. Usaldusväärsete prognooside saamiseks peab kumulatiivsete mõjude hindamine lähtuma alusteadmistest erinevate survetegurite ja loodusväärtuste vahelistest põhjus-tagajärg seostest. Veelgi enam, selline teoreetiline raamistik peab võimaldama eritüübiliste ja keerukate vastastikmõjude kirjeldamist, kuna survetegurite mõju elustikule ei avaldu üldjuhul aditiivselt (üksikelementide liitmise kaudu), vaid on kirjeldatav keerukate interaktsioonidega.

Uurimisteema 4.1. „Survetegurite kumulatiivse mõju hindamise raamistiku ja mõjude arvutuste algoritmide loomine“ on jagatud kaheks loogiliseks etapiks: (4.1.1.) Survetegurite kumulatiivsete mõjude hindamise empiirilise raamistiku loomine (*Methodological frame to assess cumulative impacts of anthropogenic pressures on nature assets*) ja (4.1.2.) Veebipõhine tööriist hindamiseks

survetegurite kumulatiivset mõju loodusväärtustele (*Online tool for assessing cumulative impacts of multiple pressures on key nature assets*).

RITA alateema 4.1.1. "Survetegurite kumulatiivsete mõjude hindamise empiirilise raamistiku loomine" käigus töötati välja uudne meetodika, mille puhul kumulatiivsete mõjude hindamine lähtub teaduskirjanduses publitseeritud ja/või andmebaasidest arvutatavatest kvantitatiivsetest alusteadmistest erinevate survetegurite ja loodusväärtuste vahelistest põhjus-tagajärg seostest. Sellest tulenevalt võimaldab selline meetodika arvutusalgortimidesse koondada suurema osa piirkondlikest vaatlustest ja eksperimentaaluuringutest, mis demonstreerivad erinevate survetegurite eraldi- ja koosmõju erinevatele loodusväärtustele. Veelgi enam, sellisel lähenemisel on andmebaasid operatiivselt kaasajastatavad so. arvutusalgortimi on võimalik lihtsalt täiendada uute teadmistega uutest surveteguritest ja nende mõjudest loodusväärtustele (Kotta et al., 2020a).

Käesolev aruanne kirjeldab alateema „Veebipõhine tööriist hindamiseks survetegurite kumulatiivset mõju loodusväärtustele“ tegevusi. Alateema tegevuste käigus kasutati väljatöötatud kumulatiivse mõjude hindamise uudset kontseptsiooni, 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 alusteadmistest erinevate survetegurite ja loodusväärtuste vahelistest põhjus-tagajärg seostest ning seostati see andmebaas alateema 4.1.1. aruandes kirjeldatud kumulatiivsete mõjude arvutamise algortimidega. Saadud matemaatilise mudeli põhjal tekitati veebipõhine kaardirakendus, mis võimaldab hinnata erinevate inimkasutuste stsenaariumite kumulatiivset mõju loodusväärtustele.

Veebipõhise portaali loomisel tehti aktiivset koostööd 2014-2020 Eesti-Vene koostööprogrammi projekti ADRIENNE'ga. RITA projekti raames töötati välja kumulatiivsete mõjude arvutamise algortim ning loodi Eesti merealalt kogutud alusteadmiste põhjal andmebaas kvantitatiivsetest põhjus-tagajärg seostest erinevate survetegurite ja loodusväärtuste vahel. ADRIENNE projekti toel viidi läbi kõik IT-alased arendustööd. Lisaks täiendati ADRIENNE projekti käigus survetegurite ja loodusväärtuste vaheliste seoste koondbaasi alusteadmistega inimtegevuste mõjudest naaberriikides (Soome, Venemaa).

Projektidevaheline koostöö võimaldab mõjualgortimidesse kaasata naabermaade (Soome, Venemaa) alusandmestikku ja kogemust ning viia RITA projektis loodud kumulatiivsete mõjude hindamise kontseptsioon ja praktiline teostus HELCOM'i inimtegevuste keskkonnamõjude hindamise meetodikatesse. RITA ja ADRIENNE projekti raames tutvustasime oma lähenemist erinevatel rahvusvahelistel töönõupidamistel ning nendel kohtumistel avaldas HELCOM selget soovi meie lahendust (arvutusalgortimi ja veebipõhist rakendust) integreerida oma järgmise põlvkonna kumulatiivsete mõjude hindamise tööriista.

Allpool kirjeldame alategevuse käigus kokkukoondatud sisendandmeid (loodusväärtusi, inimtegevusi, metaanalüüside käigus kogutud informatsiooni inimsurvele keskkonnamõjust) ning loodud veebitööriista funktsionaalsust.

Veebipõhise kaardirakenduse sisendandmed

Väljatöötatud kumulatiivsete keskkonnamõjude hindamise veebirakendus kasutab sisendina järgmisi komponente:

1. *Loodusväärtuste sisendina kasutatakse merestrateegia raamdirektiivi valitud tunnuste indikaatoreid või nendega seotud loodusväärtuste modelleeritud andmekihte.*
2. *Inimmõju sisendina kasutatakse tänapäevaseid survetegureid (kasutusviisid ja inimtegevus merekeskkonnas vt. Merestrateegia Raamdirektiivi III lisa tabel 2b¹; inimtegevuste intensiivsus vt. TTÜ Meresüsteemide Instituut, 2016;) või tulevikku planeeritud inimtegevusi (nt. mereruumi planeerimise käigus tehtud ettepanekuid).*
3. *Mõjumaatriks, millesse on koondatud teadmised erinevate inimtegevuste potentsiaalsest keskkonnamõjust.*
4. *Arvutuseeskiri, mis kirjeldab, kuidas määratleda erinevate inimtegevuste kumulatiivset mõju ning mõjude usaldusvärsust mereruumis.*

Väljatöötatud metoodika võimaldab dünaamiliselt ühendada olemasoleva olukorra (s.o modelleeritud loodusväärtuste andmekihid), inimtegevuse (hetkel mõjuvad ja tulevikus planeeritavad) ning väljatöötatud arvutusalgoritmid (s.o teadmised, kuidas erinevad inimkasutused ja kasutuste intensiivsus potentsiaalselt mõjuvad erinevatele loodusväärtustele konkreetses merepiirkonnas). Selline kompleksmudelil põhinev veebirakendus võimaldab ökosüsteemselt hinnata survetegurite kumulatiivset keskkonnamõju – kasutatud on kogu olemasolev alusandmestik ja –teadmine ning võimalik on hinnata kõikide mõjuhinnangute määramatust/usaldusvärsust.

1. Loodusväärtuste kaardikihid

Väljatöötatud inimtegevuste kumulatiivsete mõjude hindamise kontseptsioon käsitleb loodusväärtustena selliseid keskkonnaandmeid, millel on püsiv asukoht ning mida kasutatakse Merestrateegia Raamdirektiivi tunnuste indikaatoritena.

Veebirakendusse on hetkel integreeritud järgnevad loodusväärtuste andmekihid:

1. mereimetajad (lesilate ruumiline paiknemine)
2. bentosetoidulised linnud (liikide summeeritud esinemistõenäosus, lähiajal lisame liikide summaarsed asustustihedused km² kohta)
3. kalatoidulised linnud (liikide summaarsed asustustihedused km² kohta)
4. taimetoidulised linnud (liikide summaarsed asustustihedused km² kohta)

¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017L0845&from=ET>

5. lindude rändeteed (võtmetähtsusega rändekoridorid)
6. lindude talvitumisalad (talvituvate liikide summaarsed asustustihedused km² kohta)
7. räime koelmualad (esinemistõenäosus)
8. koha koelmualad (esinemistõenäosus)
9. merisiia koelmualad (esinemistõenäosus)
10. bentiliste kalade levila (antud loodusväärtus on integreeritud kumulatiivsete mõjude arvutuseeskirjadesse, kaardikiht veel puudub)
11. pelaagiliste kalade levila (antud loodusväärtus on integreeritud kumulatiivsete mõjude arvutuseeskirjadesse, kaardikiht veel puudub)
12. bentiliste suurselgrootute levila (antud loodusväärtus on integreeritud kumulatiivsete mõjude arvutuseeskirjadesse, kaardikiht veel puudub)
13. pelaagiliste suurselgrootute levila (antud loodusväärtus on integreeritud kumulatiivsete mõjude arvutuseeskirjadesse, kaardikiht veel puudub)
14. mändvetikate elupaiga levikuala (esinemistõenäosus)
15. põisadru elupaiga levikuala (esinemistõenäosus)
16. agariku elupaiga levikuala (esinemistõenäosus)
17. kõrgemate taimede elupaiga levikuala (esinemistõenäosus; ei sisalda meriheina)
18. meriheina elupaiga levikuala (esinemistõenäosus)
19. põhjataimede ja -loomade liigirikkus (suurtaimede ja -selgrootute liikide arv km² alal)
20. filtreerijate karpide elupaiga levikuala (esinemistõenäosus)
21. settes elavate merekarpide elupaiga levikuala (esinemistõenäosus)
22. LD elupaigatüübi levikuala - liivamadalad
23. LD elupaigatüübi levikuala - mudased ja liivased laugmadalikud
24. LD elupaigatüübi levikuala – karid
25. loomse hõljumi asustustihedus (isendite arv veesambas; antud loodusväärtus on integreeritud kumulatiivsete mõjude arvutuseeskirjadesse, kaardikiht veel puudub)
26. taimse hõljumi asustustihedus (isendite arv veesambas; antud loodusväärtus on integreeritud kumulatiivsete mõjude arvutuseeskirjadesse, kaardikiht veel puudub)
27. bakterite biomass (bakterite biomass setetes, antud loodusväärtus on integreeritud kumulatiivsete mõjude arvutuseeskirjadesse, kaardikiht veel puudub)
28. detriidi sisaldus (kontsentratsioon setetes; antud loodusväärtus on integreeritud kumulatiivsete mõjude arvutuseeskirjadesse, kaardikiht veel puudub)

2. Survetegurite kaardikihid

Käesoleval hetkel võimaldab kaardirakendus igal kasutajal üles laadida teda huvitavate inimtegevuste survetegurite kaarte tabelformaadis (nt. *.csv või *.txt failidena, mis ei nõua kasutajatelt spetsiifiliste GIS programmide olemasolu. Lähiajal lisame portaali kasutusjuhendite sektsiooni detailse kirjelduse, kuidas ette valmistada selliseid survetegurite kaardikihte

(<http://www.sea.ee/planwise4blue/home/material>). Nendeks võivad olla tänapäevaste survetegurite kaardikihid (nt. TTÜ Meresüsteemide Instituut, 2016) või tulevikku planeeritud inimtegevused (nt. mereruumi planeerimise käigus tehtud ettepanekud). Hetkel on rakenduses kasutajatele välja jagatud ka Eesti mereruumi planeerimise käigus loodud survetegurite kaardikihid. Kasutajal on võimalik neid kaardikihte sellisena kasutada või siis toimetada olemasolevaid kaardikihte vastavalt soovidele.

Veebirakenduse arvutusalgortimidesse on hetkel integreeritud allpool toodud inimtegevused/merekasutused. Portaali kasutaja võib rakendusse üles laadida nii olemasolevaid kui ka tulevikku planeeritud inimtegevuste kaardikihte. Kaardikihtide näidistena on käesoleval hetkel portaali imporditud Eesti mereruumi planeeringulahenduses välja toodud ruumiandmed², jooksvalt oleme lisamas portaali ka uusi survete kaardikihte:

1. süvendamine/kaadamine
2. liiva kaevandamine
3. tuuleparkide rajamine
4. sadamad
5. tehnorandade asukohad
6. allveekaablite asukohad
7. mere kalakasvatused
8. uudsed vesiviljelused (vetika- ja karbikasvatused)
9. pelaagilise traalimise intensiivsus
10. põhjatraalimise intensiivsus
11. vetikapüük
12. laevaliikluse tihendus
13. riigikaitse
14. heitvee väljalaskudest tulenev toitainete koormus
15. jõgedest tulev toitainete koormus
16. lainerežiimi muutused (kliimamuutus)
17. turismi ja vabaaja tegevused
18. võõrliikide sissetoomine (ümarmudila ja rändkrabi näitel)

3. Inimtegevuste potentsiaalse keskkonnamõju alusandmestik

Inimtegevuste keskkonnamõjude hindamise alustalaks on faktilistele andmetele toetuv andmebaas, milles kirjeldatakse matemaatilisi seoseid erinevate inimkasutuste intensiivsuse ja keskkonnamõju ulatuse vahel.

Inimtegevuste keskkonnamõjusid sisaldavas koondbaasis sisalduvad järgmised veerud:

² <https://mereala.hendrikson.ee/kaadirakendus.html>

1. Rea ID
2. Loodusväärtuse nimetus
3. Loodusväärtust kirjeldav liik/rühm
4. Kommentaar loodusväärtuse kohta
5. Pika- või lühiealine liik
6. Elupaika moodustav või assotseerunud liik
7. Surveteguri(te) nimetus(ed)
8. Andmetüüp (nt. aritmeetiline keskmine)
9. Loodusväärtuse keskväärtus inimtegevuste esinemisel
10. Loodusväärtuse keskväärtus inimtegevuste puudumisel
11. Loodusväärtuse veapiirid inimtegevuste esinemisel
12. Loodusväärtuse veapiirid inimtegevuste puudumisel
13. Veapiiride tüüp (nt. standardviga)
14. Loodusväärtuse valimi suurus inimtegevuste esinemisel
15. Loodusväärtuse valimi suurus inimtegevuste puudumisel
16. Mõju levik ruumis (kilomeetrites)
17. Mõju ajaline ulatus (aastates)
18. Viide
19. Lisakommentaariid

31.12.2020 seisuga on erinevate survetegurite ja loodusväärtuste vahelistest põhjus-tagajärg seoste kohta loodud koondandmebaasis 1343 eritüübiliste mõjude kirjet. Käesolevat andmebaasi täiendatakse ADRIENNE projektitööde käigus peamiselt Soome ja Venemaa andmestikuga. Hinnanguliselt 2021. aasta detsembriks sisaldub selles andmebaasis harmoniseeritud kujul sisuliselt kogu regiooni (Eesti, Soome, Venemaa) kohta teaduskirjanduses avaldatud või avalikes andmebaasides publitseeritud informatsioon erinevate inimtegevuste mõjudest loodusväärtustele.

4. Kumulatiivsete mõjude hindamise arvutuseeskiri

Survetegurite kumulatiivsete mõjude hindamiseks kasutasime metaanalüütilist lähenemist, mis võimaldab olemasolevatest andmebaasidest ja publitseeritud teadusartiklitest välja noppida erinevate inimtegevuste eraldi- ja koosmõju erinevatele loodusväärtustele (Borenstein et al., 2009). Sellisel lähenemisel on võimalik keskkonnamõju hindamiseks kasutada suuremat osa piirkondlikest vaatlustest ja eksperimentaaluuringutest. Seejärel tuleb siduda olemasolevad modelleeritud loodusväärtuste andmekihid väljatöötatud arvutusalgortimidega (so. teadmiseiga, kuidas erinevad inimkasutused ja kasutuste intensiivsus potentsiaalselt mõjuvad loodusväärtustele konkreetses merepiirkonnas). Kumulatiivsete keskkonnamõjude hindamisel tuleb igas ruumpunktis esiteks määratleda seal esinevad erinevad surved ja loodusväärtused

ning seejärel kasutada väljatöötatud arvutusalgoritme, et hinnata üksikust survetegurist või erinevate survetegurite kombinatsioonidest tulenevat keskkonnamõju konkreetsetes ruumipunktis esinevatele loodusväärtustele. Detailne kumulatiivsete mõjude hindamise arvutuseeskiri on avaldatud alateema 4.1.1. "Survetegurite kumulatiivsete mõjude hindamise empiirilise raamistiku loomine" lõpparuandes (Kotta et al., 2020a).

Veebiportaal hindamaks survetegurite kumulatiivset mõju loodusväärtustele

RITA ja ADRIENNE projekti koostöös loodud kumulatiivsete keskkonnamõjude hindamise veebiportaali kontseptsioon, arvutuseeskiri ja kasutatud IT lahendused on detailselt lahti kirjutatud värskest avaldatud teaduspublikatsioonis (Kotta et al., 2020b). Loodud veebiportaal on dünaamiliselt täiendatav, seda nii alusandmete kihtide osas kui ka inimkasutuse interaktiivsete mõjude maatriksi osas. Kumulatiivsete mõjude hindamise meetodika võimaldab erinevatel huvirühmadel läbi mängida erinevaid ruumialalduse stsenaariume ning hinnata eri stsenaariumite potentsiaalse keskkonnamõju ulatust.

Veebiportaali nimetuseks on PlanWise4Blue ja see asub aadressil: <http://www.sea.ee/planwise4blue>. Sama nimetusega portaal loodi Rahandusministeeriumi toel 2019. aastal eesmärgina hinnata inimtegevuste kumulatiivseid mõjusid loodusväärtustele. Rahandusministeeriumi toel loodud portaal on staatiline (ei võimaldanud uusi inimtegevuse kaardikihte lisada või olemasolevaid toimetada) ning arvutusalgortimide aluseks on ekspertteadmised (praeguses portaaliversioonis toimub kumulatiivsete mõjude arvutamine olemasolevatele teadusuuringutele ja andmebaasidele toetudes). Veelgi enam, RITA ja ADRIENNE projektide ühistööna lisasime olemasolevatele arvutusalgortimidele paralleelarvutuste võimekuse ning selliselt kiirendasime portaali tööd hinnanguliselt 100-1000 korda. Kuna tegemist on "kaubamärgiga", mis on juba kõlapinda kogunud nii Eestis kui ka mujal Euroopas, ei soovinud me portaali nime muuta. Käesoleval hetkel koosneb portaal mitmest alajaotusest: PlanWise4Blue – Eesti (Rahandusministeeriumi arendus), PlanWise4Blue – Soome laht (ADRIENNE ja RITA projekti ühisarendus) ja PlanWise4Blue – Läänemeri (siia koondatakse praegused parimad praktikad ja võimalikud tulevikuarendused).

Kuna ADRIENNE projekti käigus lisatakse portaali jooksvalt uusi funktsionaalsusi, siis hetkel pääseb arendamisel olevatesse veebirakenduse piirkondadesse ligi vaid kasutajapõhise identifitseerimise abil. Kui arendustööd on läbi (hinnanguliselt 2022. aasta märtsiks), siis avame kõik veebirakenduse alaosad ka identifitseerimata kasutajatele.

Analüüsi ruumiline resolutsioon on hetkel 1 km². Tehniliselt võimaldab portaal analüüsida ka palju detailsemat alusandmestikku (nt. 50 m²), kuid selliste alusandmete loomiseks oleks vaja läbi viia kogu Eesti mereala katvad väga detailsed mereelustiku leviku kaardistustööd. Hetkel on sellise detailsusega kaardistamistöid läbi viidud vaid väga üksikutes merepiirkondades.

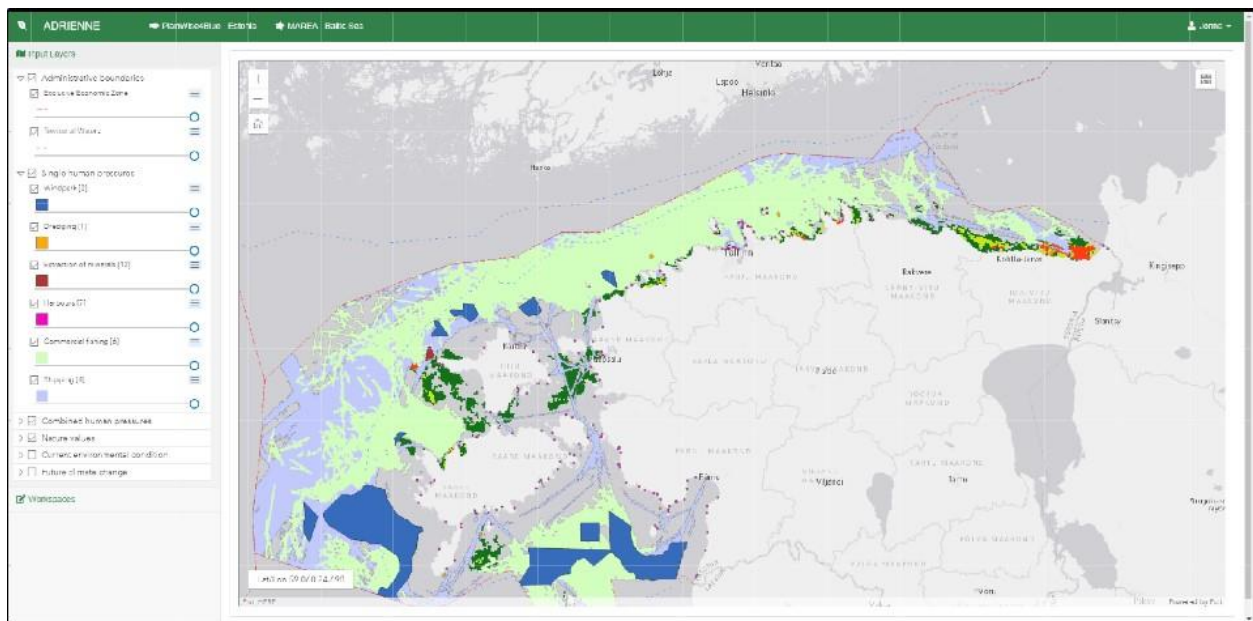
Veebirakenduse peamenüü paikneb ekraani vasakus osas, kus kasutaja pääseb ligi eri tüüpi sisendandmetele (*input layers*) ja saab luua endale kumulatiivsete mõjude arvutamise tööseise (*workspaces*).

Sisselogimata kasutajad saavad kuvada Eesti mereruumi planeeringu inimkasutuste kaarte (*single human pressures, combined human pressures*) (joonis 1) ja loodusväärtuste kaarte (*nature*

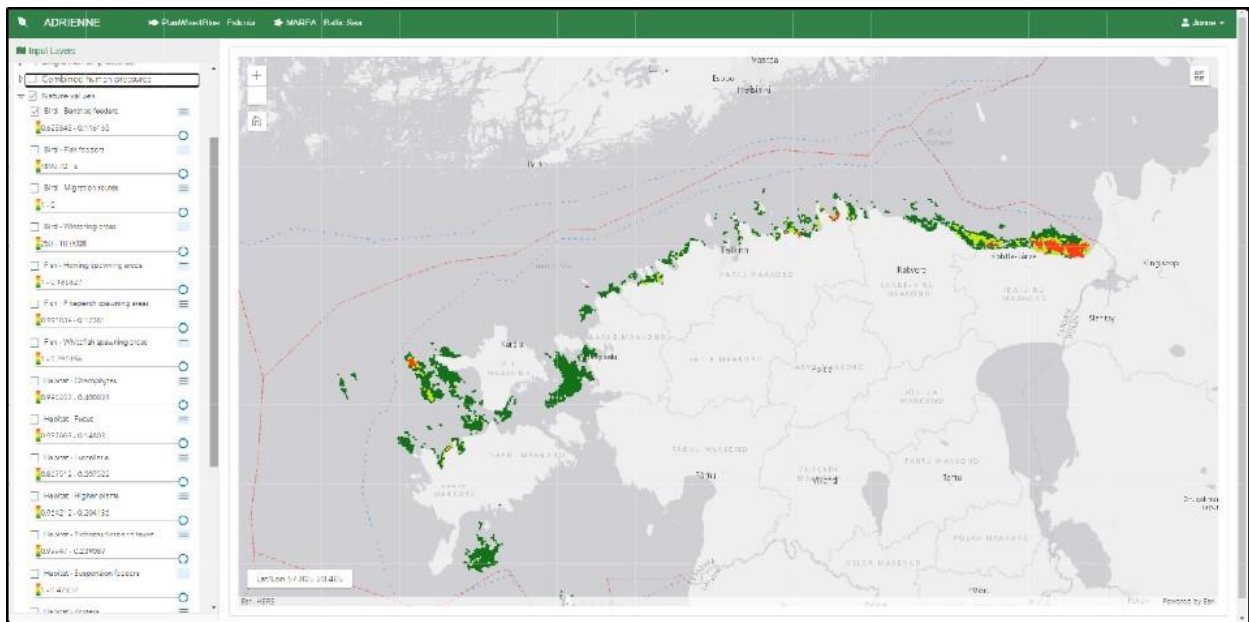
values) (joonis 2). Lisaks on kasutajal võimalik näha erinevate füüsikaliste ja biokeemiliste näitajate väärtusi merealal tänapäevaste ja tuleviku keskkonnatingimuste juures (*current environmental conditions, future climate change*). Sellised andmekihid võimaldavad arvestada kumulatiivsete mõjude analüüsidest ka kliimamuutuste mõju, mis tagavad mereplaneerimise ja -majandamise otsuste jätkusuutlikkuse.

Lisaks eelpoolnimetatud funktsionaalsusele saavad sisselogitud kasutajad luua ja salvestada oma töö spetsiifikat arvestavaid tööseise (joonis 3). Igas tööseisus on võimalik täpsustada kumulatiivsete mõjude analüüsidest minevad loodusväärtuste kaardikihid (joonis 4) ja inimkasutused (joonis 5). Inimkasutuste puhul on võimalik lisada uusi inimtegevuse kaardikihte või toimetada rakenduses olemasolevaid kaardikihte (Eesti mereruumi planeeringu inimkasutuse kaarte). Kui kasutaja on andmete ettevalmistamisega valmis saanud, aktiveerub kumulatiivsete mõjude arvutamise tööriist. Kõikide kumulatiivsete mõjude arvutamise tulemusi saab tööseisu salvestada erinevate stsenaariumidena. Selline lähenemine võimaldab operatiivselt võrrelda erinevate stsenaariumite potentsiaalseid tagajärgi looduskeskkonnale ja valida uuritud stsenaariumite seast välja loodussäästvamad lahendused.

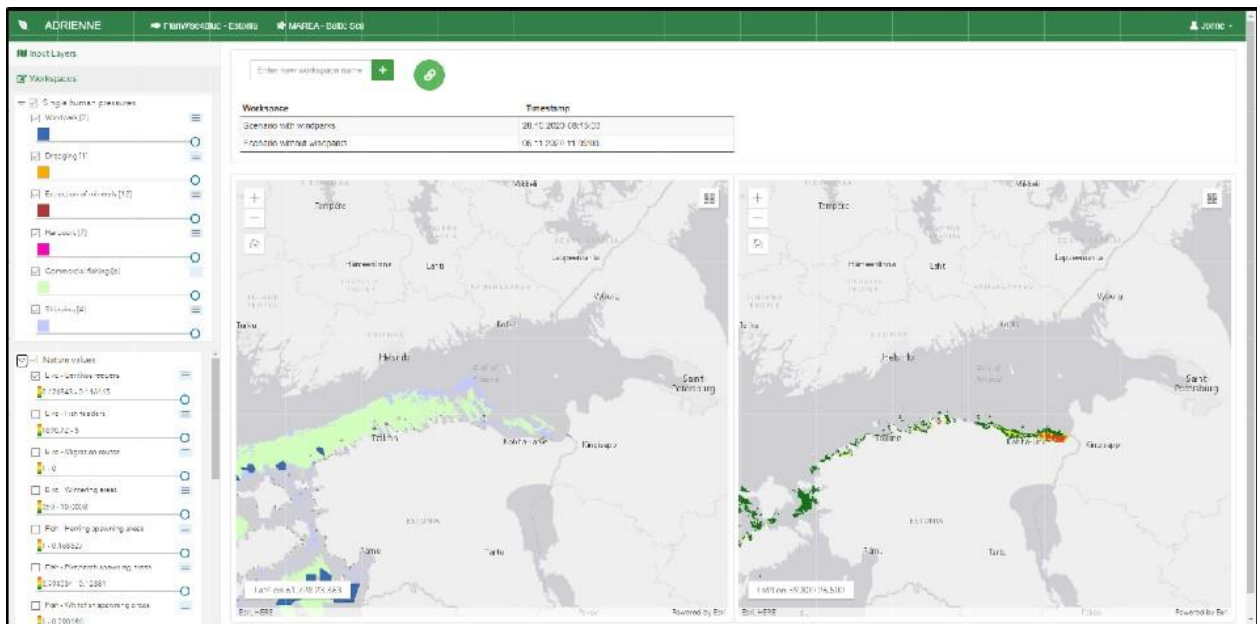
Kõikide analüüside tulemusi on võimalik alla laadida ESRI andmeformaadis (*downloads*). Selle menüü kaudu saab alla laadida inimtegevuse survete mõjukaarte. Allalaetud failis sisalduvad valitud inimkasutuste tüüpide (sh. kooskasutuse) mõjualad (*impacted area* = inimkasutusest mõjutatud mereala pindala km² või siis arvukuse summaarsed muutused) ning iga ala kohta andmed keskkonnamõjude ulatusest (*impact magnitude* = inimkasutuse tagajärjel hävinud elupaiga või muu loodusväärtuse pindala km², osade mitte-pindalaliste loodusväärtuste puhul vastavalt suuremus ja/või väljaränne).



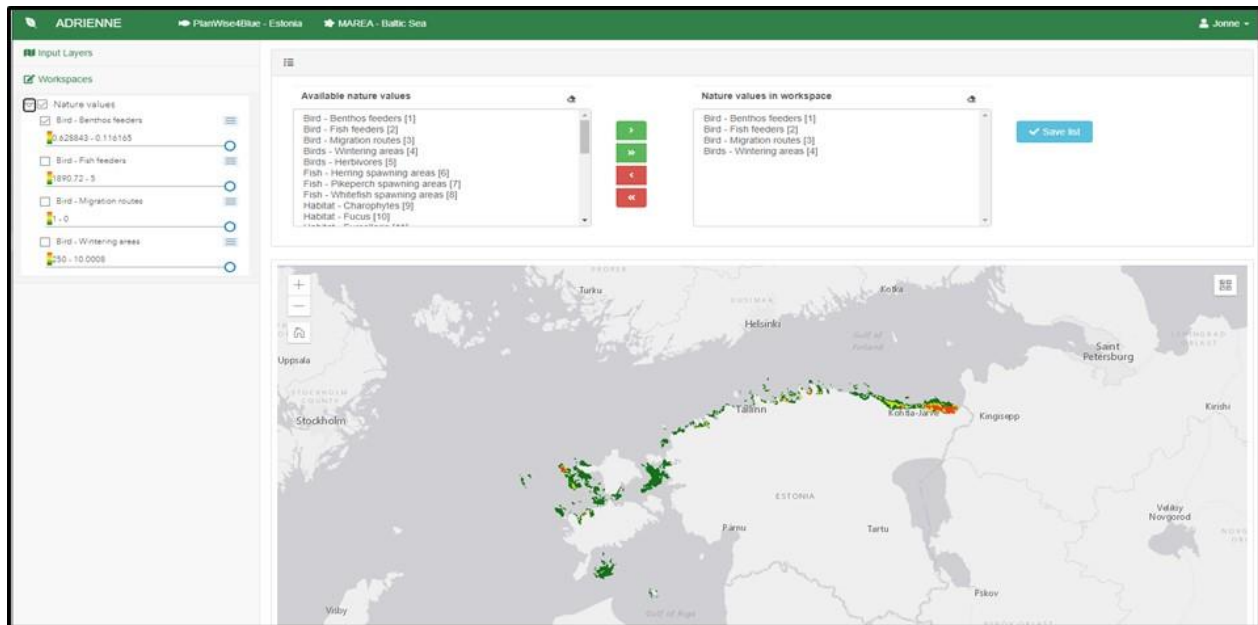
Joonis 1. PlanWise4Blue veebirakenduses saab kuvada Eesti mereruumi planeeringu inimkasutuste kaarte.



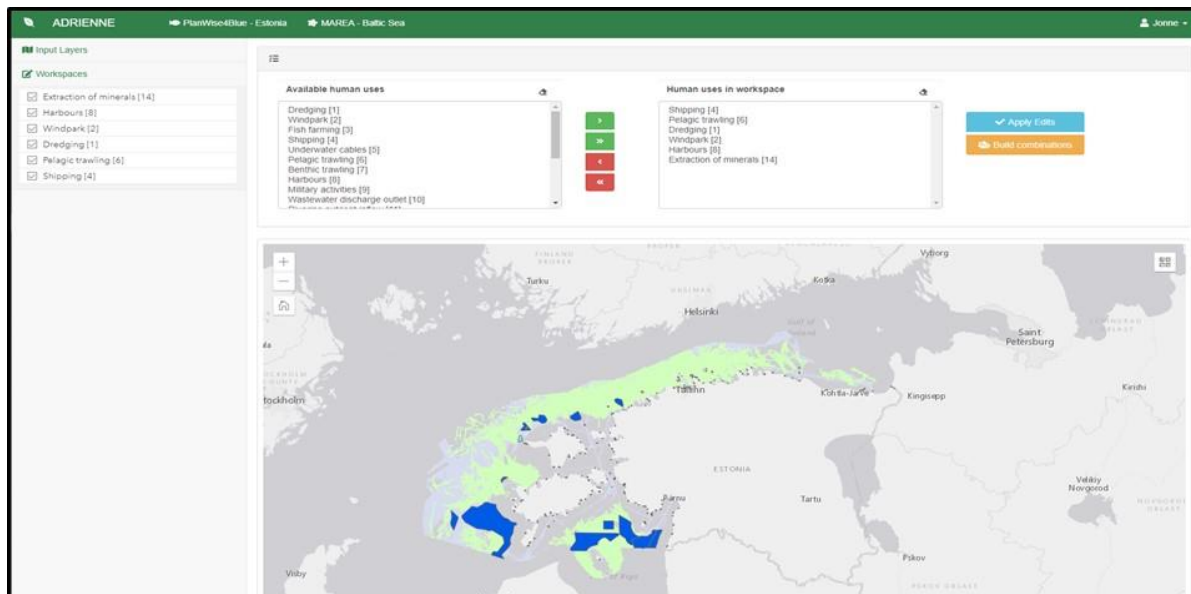
Joonis 2. PlanWise4Blue veebirakenduses saab kuvada erinevaid loodusväärtuste kaarte.



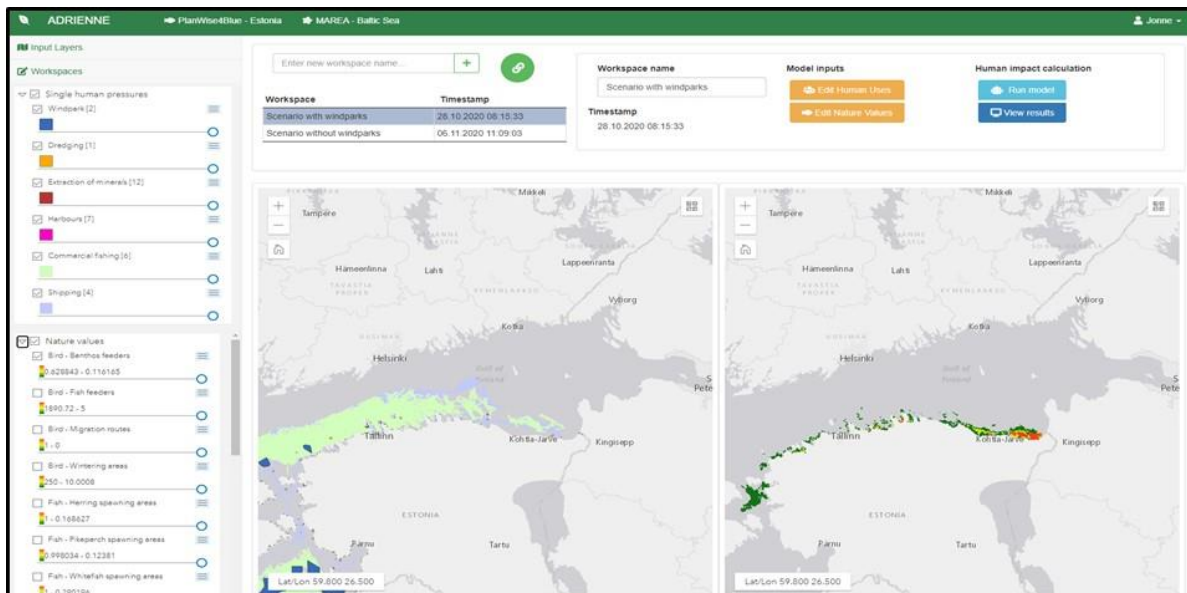
Joonis 3. PlanWise4Blue veebirakenduse sisselogitud kasutaja tööseisu vaade. Paralleelselt saab kuvada kahte erinevat inimkasutuse või loodusväärtuse kaarti ning uurida erinevate andmekihihite ülekattteid.



Joonis 4. PlanWise4Blue veebirakenduse sisselogitud kasutaja tööseisu vaade. Sisselogitud kasutaja saab analüüsi valida soovitud loodusväärtused.



Joonis 5. PlanWise4Blue veebirakenduse sisselogitud kasutaja tööseisu vaade. Sisselogitud kasutaja saab lisada uusi inimtegevuse kaardikihte või toimetada rakenduses olemasolevaid kaardikihte (Eesti mereruumi planeeringu inimkasutuse kaarte).



Joonis 6. PlanWise4Blue veebirakenduse sisselogitud kasutaja tööseisu vaade. Sisselogitud kasutaja saab peale inimkasutuste ja loodusväärtuste selekteerimist läbi jooksutada kumulatiivsete mõjude analüüsi ning tulemusi kuvada kaardiaknas või siis alla laadida ESRI andmeformaadis.

Võimalikud uurimisteemad

1. Käesoleva projekti käigus töötati välja uudne meetodika, mille puhul kumulatiivsete mõjude hindamine lähtub teaduskirjanduses publitseeritud ja/või andmebaasidest arvutatavatest kvantitatiivsetest alusteadmistest erinevate survetegurite ja loodusväärtuste vahelistest põhjus-tagajärg seostest. Seejärel loodi sellele meetodikale toetuv kaardiportaal, mis võimaldab erinevatel huvirühmadel läbi mängida erinevaid ruumieralduse stsenaariume ning hinnata eri stsenaariumite potentsiaalse keskkonnamõju ulatust. *Kuna viimastel aastakümnetel on inimtegevuste surved Läänemere regioonis oluliselt mitmekesistunud, siis puuduvad osade survetegurite kombinatsioonide kohta (nt. mikropastid, suuremastaapsed vesiehitused, võõrliigid, karbi- ja vetikafarmid) alusteadmised, kuidas sellised survetegurid mõjutavad erinevaid loodusväärtusi. Praegu lähtub kaardiportaal selliste survetegurite korral peamiselt ekspertarvamustest, kuid prognooside parandamiseks tuleks Läänemere regioonis algatada (eksperimentaalseid) alusuuringuid, et määratleda selliste survetegurite interaktiivset keskkonnamõju.*
2. Vaja oleks tagada parem ühildatavus merekeskkonna seisundi hindamise aluseks olevate MSRD tunnuste indikaatorite, seire ja käesoleva RITA projekti käigus loodud survetegurite kumulatiivsete mõjude hindamise meetodika vahel. Olemasolevate MSRD HKS-i indikaatorite kohta ei ole publitseeritud kaarte, kus Eesti mereala iga 1 km² suuruse ala kohta oleks teada indikaatori väärtus, kuna seisundi hindamisel on väikseim üksus veekogum. Sellest tulenevalt ei ole võimalik läbi nende indikaatorite hinnata ka erinevate merekasutuste ja survetegurite kohaspetsiifilist mõju mereelustikule. Näiteks antakse enamike indikaatorite alusel kogu Liivi lahe kohta vaid üks seisundihinnang, kuid ei iseloomustata Liivi lahe erinevate ruumiosade olukorda. Sama uuring peab andma ka juhised nende indikaatorite praktilise kasutuse kohta (HKS piirid ja seireandmestiku allikas). Praegu lähtub meie loodud meetodiline raamistik MSRD tunnuste indikaatorite aluseks olevast keskkonnainfost ning tehtud hinnangutel pole sellist keskkonnapoliitilist tähendust kui MSRD tunnuste indikaatoritel. Väljatöötatud meetodika alusel tehtud järeldused keskkonnamõjude ulatuse kohta on aga suures plaanis siiski õiged (järelduste määramatus aga sõltub alusandmete täpsusest). *Võimalusel tuleks aga perioodiliselt (nt. 6 aasta tagant) tekitada seireandmete põhjal 1x1km võrguga soovitud näitaja või indikaatori hinnang kogu Eesti mereala kohta, et saaksime seireandmetele toetudes testida inimtegevuste kumulatiivset mõju loodusväärtustele ning sealhulgas hinnata ka rakendatud meetmete efektiivsust keskkonnaprobleemide lahendamisel.*
3. *Loodud PlanWise4Blue portaali tuleks testida erinevate lähteülesannete puhul, et tagada portaali kasutajasõbralikkus erinevate lõppkasutajate jaoks. Erinevate lõppkasutajate poolt läbiviidud portaali testimine võimaldab leida ka seni veel puuduvaid funktsionaalsusi, mida on võimalik võrdlemisi vähese vaevaga portaali lisada.*

Kokkuvõte

RITA alateema 4.1.1. "Survetegurite kumulatiivsete mõjude hindamise empiirilise raamistiku loomine" käigus töötati välja meetodika, mis võimaldab hinnata erinevate survetegurite kumulatiivset mõju Eesti mereala erinevatele loodusväärtustele. Loodusväärtustena käsitletakse selliseid keskkonnaandmeid, millel on püsiv asukoht ning mida kasutatakse Merestrategia 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 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 alusteadmistest 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 värskelt 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/S2666765720300260>.

Kasutatud allikad

- Borenstein, M.; , Hedges, L.V.; Higgins, J.P.T.; Rothstein, H. 2009. Introduction to Meta-Analysis. Chichester, Wiley.
- Kotta, J.; Liversage, K.; Szava-Kovats, R.; Kotta, E.; Martin, G. 2020a. Survetegurite kumulatiivsete mõjude hindamise raamistik. Lõpparuanne. RITA projekt IMAGE. Eesti Mereinstituut, Tartu Ülikool.
- Kotta, J.; Fetissov, 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.
- TTÜ Meresüsteemide Instituut (2016). Eesti mereala survetegurite indeksi väljatöötamine ja rakendamine. Lõpparuanne, Tellija: Keskkonnaministeerium, Leping 4-2/16/15, 12.02.2016.