

Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut

**Merepõhja uuring, kunstsubstraadi koloniseerimise uuring
ja veekvaliteedi uuring Saare-Liivi 5 meretuulepargi alal**

**Aruanne 4: merepõhja elustiku ja elupaikade uuring
kaablitrassil**

Aruande versioon 1, 16. september 2024

Tellijä: Utilitas Wind OÜ

Leping: 02.04.2022

Vastutav täitja: Georg Martin, PhD, professor



Tallinn 2024

Aruande versioonide info

Versiooni number	Kuupäev	Info
1	16.09.2024	Esimene tellijale esitatud versioon.

SISUKORD

SISUKORD	3
1. SISSEJUHATUS	4
2. MATERJAL JA METOODIKA	5
2.1. Uuringuala	5
2.2. Välitööd proovipunktides	6
2.3. Sonariga mõõdistamine ja kaartide loomise meetodid	7
2.4. Merepõhja elupaikade klassifikatsioonisüsteemid	10
2.4.1. Loodusdirektiiv	11
2.4.2. HELCOM HUB	14
2.4.3. MSRD merepõhja elupaikade põhitüübid	15
3. VÄLIUURINGUTE TULEMUSED	19
3.1. Sonariandmed	19
3.2. Merepõhja substraat	20
3.3. Põhjaelustik	23
3.4. Põhjaelupaigad	37
3.4.1. Loodusdirektiivi elupaigatüübid	37
3.4.2. HELCOM HUB elupaigad	38
3.4.3. MSRD merepõhja elupaiga põhitüübid	44
3.4.4. HELCOM punase raamatu elupaigad	45
4. POTENTSIAALSETE MÕJUDE HINNANG	47
4.1. Infrastruktuuri ja tegevuste kirjeldus	47
4.2. Merepõhja kadude hinnang	47
4.3. Merepõhja häiringute hinnang	48
5. Seire ja leevendusmeetmed	49
5.1. Mõjude leevendusmeetmed	49
5.2. Seire	49
KIRJANDUS	51
LISA 1. Elupaikade kadude ja häiringute pindalad	53

1. SISSEJUHATUS

Merepõhja uuringud teostati Utilitas Wind OÜ kavandatava tuulepargi projekti keskkonnamõjude hindamise (KMH) raames Liivi lahes paikneval tuulepargi eksportkaabli trassil. Uuringu eesmärgiks oli planeeritava tuulepargi eksportkaabli trassi alal merepõhja elustiku ja elupaikade kaardistamine, et selgitada välja piirkonna merepõhja looduslikud tingimused ja looduskaitsevad väärtused. Uuringud toimusid 2022. – 2024. aastal ning nende käigus teostati merepõhja skaneerimine mitmekiirelise sonariga ja viidi läbi merepõhja proovide kogumine allveevideo, põhjaammutajate ja sukeldujate abil. Proovide analüüs toimus mereinstituudi EAK poolt akrediteeritud merebioloogia laboris (akrediteerimistunnistus nr L179). Elustiku ja elupaikade levikukaartide loomisel rakendati matemaatilist modelleerimist, mille sisendina kasutati sonariga kogutud andmeid ja merepõhja proovipunktide andmeid. Antud aruanne käsitleb ainult tuulepargiala „Utilitas Wind Saare-Liivi 5“ eksportkaabli trassi. Eraldi aruannetena esitatakse tuulepargiala ja täiendava ala „Utilitas Wind Saare-Liivi 4“ merepõhja uuringute tulemused.

Töö viidi läbi Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituudi töörühma poolt, kuhu kuulusid järgmised eksperdid:

Georg Martin – projekti juhtimine, aruande koostamine;

Kristjan Herkül – sonaritööd, andmeanalüüs, aruande koostamine;

Teemar Püss, Peeter Jürisson, Andres Kalk – sonaritööd;

Jack Royd Hall, Greta Reisalu, Keili Saava – proovipunktide välitööd;

Kätlin Jeedas, Karina Kelareva, Romi Neerot, Elisa Rajas, Greta Reisalu, Oskar Rumm, Trude Taevere, Grete Tarkin, Eliise Uueni – biomassiproovide analüüs;

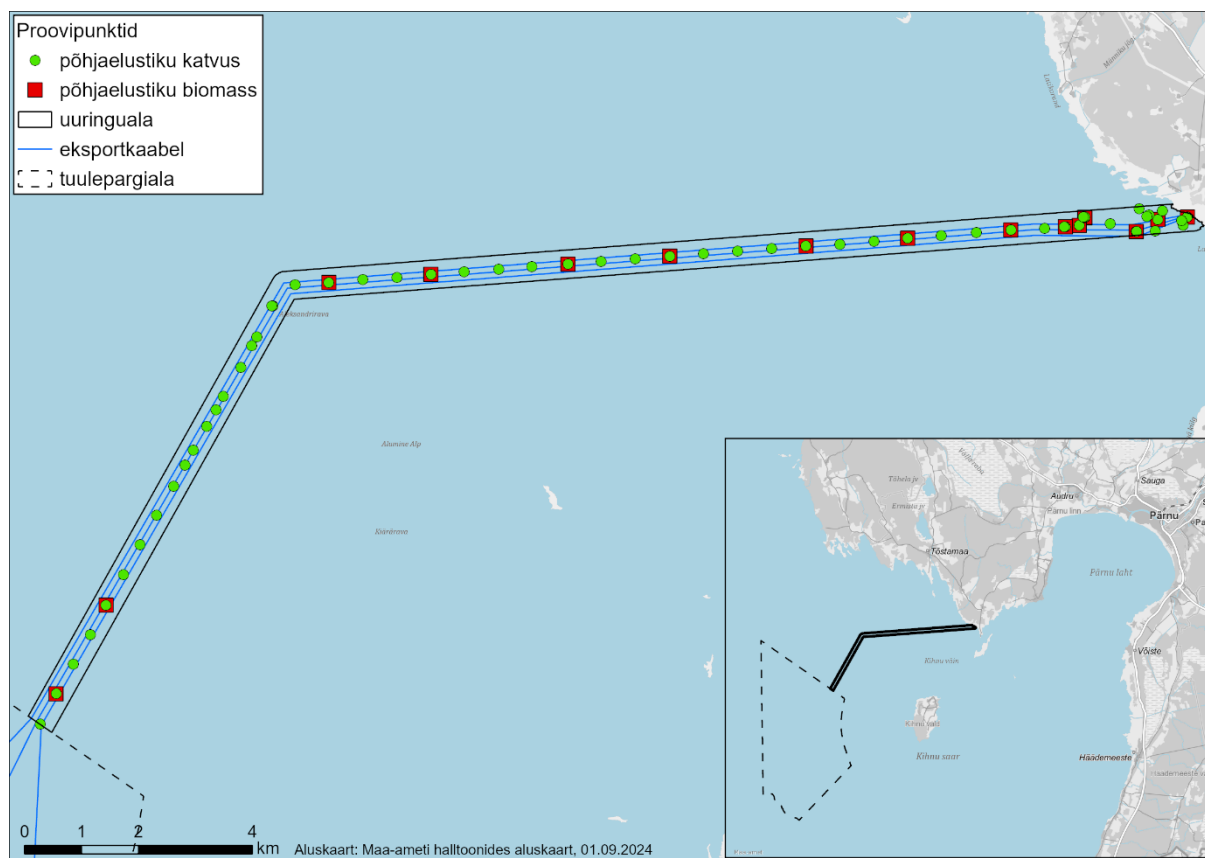
Tiia Möller – videoproovide analüüs;

Trude Taevere – andmesisestus.

2. MATERJAL JA METOODIKA

2.1. Uuringuala

Uuringualaks oli Liivi lahes Kihnu saarest põhjas paiknev Utilitas Wind OÜ kavandatava Saare-Liivi 5 meretuulepargi eksportkaablitrassi ala (joonis 2.1.1). Uuringuala ruumikuju loodi tellija esitatud kaablitrassi kesktelje ruumikujust lisades sellele 250 m puhvri igas suunas. Saadud ruumikuju otsad lõigati läänes tuulepargi ala piiriga ja idas rannajoonega. Kaablitrassi pikkuseks oli 24,8 km ja uuringuala pindalaks 12,4 km². Mere sügavus on uuringualal Transpordiameti sügavusandmete põhjal vahemikus 0 kuni 27,9 m, keskmine sügavus 11 m.



Joonis 2.1.1. Uuringuala, eksportkaablite ja proovipunktide paiknemine.

2.2. Välitööd proovipunktides

Merepõhja uuringute välitööd, mille jooksul toimus merepõhja proovide kogumine, toimusid ajavahemikul 12. september 2022. a. – 20. august 2023. a.

Merepõhja substraaditüüpide ning põhjataimestiku ja –loomastiku katvuse hindamiseks kasutati allveevideosüsteemi (nn *drop*-kaamera), mis koosneb veealusest videokaamerast ning paadis olevast salvestusseadmest ja ekraanist. Igas proovipunktis salvestatud videolõigud analüüsiti hiljem visuaalselt arvutimonitorilt vaadatuna. Videopildilt hinnati põhjataimestiku üldkatvus, põhjataimestiku ja –loomastiku liikide/rühmade katvused ja põhjasubstraadi tüüpide katvused protsentuaalselt. Katvushinnangute puhul tuleb silmas pidada, et tuvastada on võimalik ainult suuremõõtmelisi taimi ja loomi ja seetõttu on võimalik kirjeldada eelkõige koosluse dominantliike.

Biomassiproovid pehmelt merepõhjalt koguti Ekman-tüüpi põhjaammutajatega (proovivõtu pindala 0,023 m²). Kogutud proovid pesti merel nailonsõeltel, mille võrgusilma diameeter on 0,25 mm, et eemaldada peenliiv ja muda. Kõvalt merepõhjalt kogusid biomassiproove sukeldujad kasutades 20 × 20 cm metallraami (proovivõtu pindala 0,04 m²), mille ühe külje külge on kinnitatud võrgust kott (võrgu silma diameeter < 0,25 mm). Raam asetati põhja pinnale ja kogu raami sisse jääv põhjataimestik ja –loomastik koguti võrgust kotti. Välitöödel pakiti proovid kilekottidesse, varustati etikettidega ning säilitati -20°C juures kuni nende laboratoorse analüüsini.

Proovipunkti külastamisel merel märgiti väliprotokolli punkti geograafilised koordinaadid. Kuna proovipunktis viibimisel esineb peaaegu alati teatud määral triivi, siis videosalvestuse ajal märgiti üles nii videosalvestuse algus- kui lõpukoordinaadid kasutades *Garmin GPSmap 62s* või sarnast seadet. Täiendav täpsem (viga < 1 m) georefereerimine toimus *Trimble R1 GNSS* seadme abil, millega logiti kõikide videosalvestuste trajektoorid. Täpsemad asukohamäärangud olid vajalikud andmete sidumiseks sonaripõhiste andmetega.

Välitöödel külastati 62 proovipunkti. Kõigis proovipunktides teostati katvushinnangud ja 16 proovipunktis koguti biomassiproovid (joonis 2.1.1). Proovide analüüs toimus Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituudi merebioloogia osakonna akrediteeritud laboris (Eesti Akrediteerimiskeskuse tunnistus L179¹) vastavalt kvaliteedisüsteemi juhenditele. Biomassiproovide analüüsi

¹ <http://www.eak.ee/dokumendid/pdf/kasitusala/L179.pdf>

meetodid on kooskõlas HELCOM-i soovitustega (HELCOM 2017a). Laboris proovid sulatati ja eristati kõik põhjaelustiku organismid liigiti või madalaima võimaliku taksonoomilise tasemeni kasutades vajadusel mikroskoope ja erinevaid määrajaid. Kirpvähkide *Gammarus* noorjärgud (kehapikkus < 5 mm) määrati perekonna, surusääsklaste vastsed (*Chironomidae*) sugukonna, väheharjasussid (*Oligochaeta*) alamklassi ja karpvähid (*Ostracoda*) klassi tasemeni. Niitjad pruunvetikad *Pylaiella littoralis* ja *Ectocarpus siliculosus* võivad olla määratud grupina „*Pylaiella/Ectocarpus*“. Ülejäänud taksonid määrati liigini. Iga loomaliigi biomass kuivkaaluna määrati pärast kuivatamist vähemalt 48 h 60 °C juures ja iga taimeliigi biomass kuivkaaluna pärast vähemalt kahenädalast kuivatamist 60 °C juures. Põhjaelustiku liikide biomass kuivkaalus arvutati ümber 1 m² kohta. Kõik katvus- ja biomassiandmed sisestati Tartu Ülikooli Eesti mereinstituudi põhjaelustiku andmebaasi.

2.3. Sonariga mõõdistamine ja kaartide loomise meetodid

Kaartide loomiseks kasutati lisaks merepõhja proovide kogumisele ka mitmekiirelist sonarit ja matemaatilist modelleerimist, sest ainult proovipunktide külastamine ei võimalda luua ruumiliselt katkematud kaardikihte. Sonari kasutamine võimaldab võrreldes ainult merepõhja punktvaatlustel põhineva kaardistamisega väga palju suuremat täpsust: sonariga kogutud andmed võimaldavad täpsemalt modelleerida elustiku ja elupaikade levikut merepõhja punktvaatluste vahelisel alal. Sonariga on võimalik koguda kahte tüüpi andmeid – sügavus ja tagasipeegeldunud akustilise signaali intensiivsus (edaspidi „tagasihajumine“). Sügavus on merepõhja elustiku ja elupaikade kaardistamisel kõige olulisem keskkonnamuutuja kahel põhjusel: 1) kõikide taimeliikide ja paljude loomaliikide levik on seotud sügavusega, 2) sügavusandmetest on võimalik arvutada merepõhja nõlvakaldeid ja konarlikkust, mis peegeldavad merepõhja substraadi omadusi ja läbi selle elustiku ja elupaikade levikut. Tagasihajumine võimaldab hinnata merepõhja omadusi, sest helilaine sumbumine ja peegelduse tugevus sõltub substraadi materjalist ja pinna struktuurist. Detailsema ülevaate sonari kasutamisest merepõhja elustiku ja elupaikade kaardistamisel saab aruandest „Sonarisüsteemi rakendamise meetodika loomine merepõhja elupaikade ja füüsikaliste omaduste kaardistamiseks“ (TÜ Eesti Mereinstituut 2014a).

Käesolevas uuringus teostati mitmekiirelise sonariga merepõhja skaneerimine perioodil 17. aprill – 15. juuni 2024. a. TÜ Eesti mereinstituudi uurimislaevaga AluDevil 33 (VLL-209; joonis 2.3.1). Kasutusel oli mitmekiireline sonar *Teledyne Reson SeaBat T50-R*, mille töösageduseks määrati 400 kHz. Sonarisüsteemil oli kasutusel küroskoopiline andur laeva kõikumise mõjude vähendamiseks ja *Trimble* differentsiaal-positsioneerimissüsteem kursi ja asukoha

määramiseks. Geograafilise positsiooni täpsustamiseks kasutati korrektsiooniteenust *Trimble CenterPoint RTX*². Batümeetriliste mõõtmiste täpsustamiseks rakendati mõõtmise ajal perioodiliselt teostatud heli levimise kiiruse vertikaalprofile, mis mõõdeti seadmega *Valeport SWIFT*. Sonariga skaneerimine teostati kuni 2 m sügavuseni; sellest sügavusest madalamale liikumine ei olnud võimalik arvestades laeva süvist ja meresõidu ohutust.



Joonis 2.3.1. TÜ Eesti mereinstituudi uurimislaev AluDevil 33.

Sonariandmete kogumine ja järeltöötlus toimusid tarkvara *Teledyne PDS* abil. Järeltöötlusel rakendati vigaste mõõtmiste eemaldamiseks *PDS* tarkvaras vaikimisi sisse lülitatud kiire kvaliteedi filtrit (*Beam quality 3 – Good collinearity and Good brightness*) ja täiendavalt kõige leebemat statistilist filtrit: libisev aken 3×3 pikslit, madalaim ranguse aste (*strictness 1*). Kui statistilise filtriga ei saavutatud soovitud efekti, siis rakendati statistilise pinna (*CUBE, Combined Uncertainty and Bathymetric Estimator*; Calder & Mayer 2003) põhise filtrimist, kus sügavuspunkti lubatud maksimaalseks kauguseks statistilisest pinnast määrati kolm standardhälvet. Lisaks nendele filtritele eemaldati punktipilvest vajadusel ka käsitsi punkte, mis olid vigased või seotud veesambas esinevate objektidega. Tagasihajumise radiomeetriline parandamine (väljundvõimsusest, võimendustegurist, impulsi pikkusest, sügavusest, kiire langemisenurgast jm teguritest tingitud erinevuste kompenseerimine) ja mosaiikimine viidi läbi *PDS* tarkvara lisamooduli *Backscatter Processing* abil, milles on rakendatud *Geocoder* algoritme (Fonseca & Calder 2005).

² <https://positioningservices.trimble.com/en/rtx>

Detailseid teadmisi merepõhja substraadi ja elustiku kohta on võimalik koguda ainult nendest punktidest, mida on merel külastatud ja kus on teostatud vaatlused ja/või proovide kogumine allveevideo, põhjaammuti või sukelduja abil. Sonari abil on võimalik saada kaudset infot ka selle merepõhja ala kohta, kus ei ole teostatud otseseid kohtvaatluseid. Selleks, et sonariandmetest luua merepõhja substraadi ja elustiku andmeid, kasutatakse matemaatilist modelleerimist. Liikide (või ka substraaditüüpide, elupaikade) leviku ennustav modelleerimine kujutab endast matemaatilist protseduuri, kus leitakse seosed liikide esinemise (või katvuse, biomassi) ja sõltumatute keskkonnamuutujate vahel ning nende seoste abil ennustatakse liikide levikut piirkondades, kust puuduvad vaatlused liikide kohta. Käesolevas töös rakendati matemaatilist modelleerimist kogu uuringuala katvate kaardikihtide loomiseks. Mudelite treeningandmetena kasutati sonaripõhiseid muutujaid (sügavus, tagasihajumine) ja proovipunktidest kogutud merepõhja andmeid.

Modelleerimismeetoditena kasutati järgmist kahte mudelitüüpi.

Üldistatud aditiivsed mudelid (**GAM**, *generalized additive models*) on mitteparameetriline meetod, mis võimaldab erineva kujuga seoste mittelineaarset modelleerimist silumiskontrolli abil (Wood 2011). Silumiskontrolli arvutamine toimus üldistatud ristvalideerimise meetodil (*generalized cross-validation*). Eraldi mudeliversioonidena teostati modelleerimine rakendades geograafilistele koordinaatidele erinevaid vabadusastmeid (3, 5, 7, 10, piiramata).

Juhumets (**RF**, *random forest*) on ansamblimeetod, mille puhul luuakse suur hulk otsuste puid kasutades iga puu loomisel tagasipanekuga juhuvalimit (*bootstrap*) tunnustest ja vaatlustest (Remm et al 2012). Seejärel kombineeritakse lõpptulemuseks parima ennustusvõimega otsuste puud. Ennustamisel saadakse lõplik ennustatava muutuja väärtus üksikute puude tulemuste keskmistamisel, kui tegemist on pideva tunnusega või hääletamise teel, kui tegemist on faktortunnusega. Kirjanduse andmeil saavutatakse stabiilseid tulemusi vähemalt 500 puuga (Liaw & Wiener 2002). Käesolevas töös valiti puude arvuks 1000. Eraldi mudeliversioonidena teostati modelleerimine koos ja ilma geograafiliste koordinaatideta.

Sonariga katmata alale (sügavus 2 m kuni rannajooneni) modelleeriti tagasihajumise väärtused GAM meetodi abil kasutades sõltumatute muutujatena Transpordiameti meresügavuse andmeid ja geograafilisi koordinaate. Vastav GAM mudel treeniti sonariga kaetud ala andmete abil.

Matemaatiliste mudelite (RF, GAM) treenimiseks ja kogu uuringuala katvate mudelennustuste tootmiseks loodi treeningandmestik ja ennustusandmestik. Loodi kogu uuringuala kattev 5 m ruudustik ja igas ruudus arvutati sonariga kaetud alal sügavuse ja tagasihajumise keskmine. Iga merel külastatud proovipunkti ümbrusest valiti üheksa lähimat ruutu, mille andmed liideti merepõhja substraadi ja elustiku andmete külge – see andmestik moodustas treeningandmestiku matemaatiliste mudelite loomiseks. Kasutades treeningandmestiku põhjal loodud mudeleid arvutati iga ennustusandmestiku punkti jaoks substraadi ja elusiku muutujate väärtused, millest omakorda loodi rasterkihid ruudu suurusega 5 m.

Andmete ettevalmistamise ja modelleerimisega seotud protseduurid viidi läbi vabavaralises *R* programmeerimiskeele (R Core Team 2023) arenduskeskkonnas *RStudio* (RStudio Team 2023). GAM meetodi jaoks kasutati *R*-i paketti *mgcv* (Wood 2022) ja RF jaoks paketti *ranger* (Wright & Ziegler 2017). Nii GAM kui RF mudelite puhul katsetati erinevate sisendandmetega (koos ja ilma geograafiliste koordinaatideta) mudelite versioone. Lõplik valik erinevate mudelitüüpide ja versioonide osas teostati eksperthinnangu alusel, mille käigus hinnati mudelennustuste kokkulangevust proovipunktide andmetega ja üldiste ruumimustrite looduslikku paikapidavust. Loodusdirektiivi elupaigatüüpide rasterkihti ja HELCOM HUB substraaditüüpide rasterkihti töödeldi täiendavalt *ArcGIS Pro* (ESRI 2023) tööriista *Boundary Clean* abil, et eemaldada üksikuid eraldiseisvaid piksleid ja täita auke suuremate laikude sees. Kaartide vormistamine aruande jaoks toimus tarkvaras *ArcGIS Pro*.

2.4. Merepõhja elupaikade klassifikatsioonisüsteemid

Käesolevas töös rakendati kolme erinevat merepõhja elupaikade klassifikatsioonisüsteemi:

- Euroopa Liidu looduskaitseks oluliseks peetavad elupaigatüübid on loendatud looduslike elupaikade ja loodusliku fauna ning flora kaitse direktiivis (edaspidi „loodusdirektiiv“). Süsteemi eesmärk on esile tuua ja defineerida ainult kaitset vajavad elupaigatüübid.
- HELCOM-i klassifikatsioonisüsteem HUB on spetsiaalselt Läänemere tingimuste jaoks loodud süsteem, mille abil on võimalik elupaikasid määratleda erineva detailsusastmega hierarhilistel tasemetel. Erinevalt loodusdirektiivi klassifikatsioonist, on HUB abil võimalik klassifitseerida kogu merepõhi.
- Euroopa Liidu merestrategia raamdirektiivi raames on sisse viidud vähese detailsusega üldistav süsteem, mis defineerib nn merepõhja elupaikade põhitüübid.

Selle klassifikatsiooni eesmärgiks on mere keskkonnaseisundi hindamisel tagada üldiste suureskaalaliste elupaikadega arvestamine.

Järgnevates alampeatükkides on toodud nende klassifikatsioonisüsteemide detailsemad kirjeldused.

2.4.1. Loodusdirektiiv

Euroopa Liidus on looduskaitseks oluliseks peetavad elupaigatüübid loendatud 1992. a. vastu võetud looduslike elupaikade ja loodusliku fauna ning floora kaitse direktiivi (*Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora*; edaspidi „loodusdirektiiv“) lisa 1. Loodusdirektiivi lisa 1 koondab endas elupaigatüüpe nii maismaalt, merest kui mageveekogudest. Loodusdirektiivi lisa 1 on kokku kaheksa merega seotud elupaigatüüpi, mis kuuluvad jaotusesse 11 „avamere ja loodete alad“. Vastavalt Paal (2007) Loodusdirektiivi elupaigatüüpide käsiraamatule esineb nendest Eestis kuus elupaigatüüpi (sulgudes loodusdirektiivi lisa 1 kood):

- mereveega üleujutatud liivamadalad (1110, edaspidi „liivamadalad“),
- jõgede lehtersuudmed (1130),
- mõõnaga paljanduvad mudased ja liivased laugmadalikud (1140, edaspidi „laugmadalikud“),
- rannikulõukad (1150),
- laiad madalad abajad ja lahed (1160),
- karid (1170).

Loodusdirektiivi elupaigatüüpide definitsioonid on Euroopa Komisjoni poolt välja antud juhendmaterjalides (European Commission 2013) väga üldist laadi ja vähedetailsed jättes võimalusi erinevatele interpretatsioonidele. Aruandes „Merepõhja elupaikade definitsioonide tõlgendamise juhend“ (TÜ Eesti Mereinstituut 2014b) on toodud praktiliste definitsioonide ettepanekud kuidas loodusdirektiivi elupaigatüüpe eristada merepõhja inventuurides. Toodud definitsioone on kasutatud ka käesolevas töös.

Kuna uuringuala oli avamereline ja kokkupuudet rannajoonega ei olnud, oli tehniliselt võimalik ainult karide ja liivamadalate elupaigatüübi esinemine uuringualal. Ülejäänud elupaigatüübid on seotud rannajoonega ja nende esinemine antud töö uuringualal ei ole võimalik. Seetõttu on alljärgnevalt toodud ainult nende kahe elupaiga Eesti definitsioonid.

Karid

Elupaigatüübi omistamiseks merealale on vajalik põhjasubstraadi ja elustiku kriteeriumite samaaegne täitmine.

Põhjasubstraat

Erinevate kõvade substraaditüüpide summaarne osakaal > 50 %. Kõvade substraaditüüpide hulka kuuluvad väikesed kivid (6,4-20 cm), suured kivid (> 20 cm) ja kalju.

Sügavus

Ei ole piiratud.

Elustik

Ühe tunnusliigi või kõigi tunnusliikide summaarne katvus ≥ 10 %. Taimeliikide puhul ei lähe arvesse lahtised vetikad.

Tunnusliigid/rühmad (rasvases kirjas on karakterliik või –rühm ja tavalises kirjas liigid, mis kuuluvad sellesse rühma):

põisadru (*Fucus vesiculosus*), *Fucus radicans*

agarik (*Furcellaria lumbricalis*)

niitjad vetikad*

Aglaothamnion roseum, *Battersia arctica*, *Capsosiphon fulvescens*, *Ceramium* spp, *Chaetomorpha linum*, *Chorda filum*, *Chroodactylon ornatum*, *Cladophora* spp, *Coccotylus truncatus*, *Dictyosiphon foeniculaceus*, *Ectocarpus siliculosus*, *Eudesme virescens*, *Halosiphon tomentosus*, *Leathesia marina*, *Monostroma balticum*, *Percursaria percursea*, *Pilayella littoralis*, *Polyides rotundus*, *Polysiphonia* spp, *Punctaria tenuissima*, *Rhizoclonium riparium*, *Rhodomela confervoides*, *Stictyosiphon tortilis*, *Ulothrix* sp, *Ulva* spp, *Urospora penicilliformis*, *Vertebrata fucoides*

söödav rannakarp (*Mytilus trossulus*)

tavaline tõruvähk (*Amphibalanus improvisus*)

rändkarp (*Dreissena polymorpha*)

*Niitjad vetikad on tinglik taimede rühma nimetus, mis sisaldab valdavalt niitjaid vetikaid, kuid vähesel määral ka sifonaalse, lehtja jm ehitustüübiga vetikaid; arvesse ei lähe lahtised vetikad.

Liivamadalad

Elupaigatüübi omistamiseks merealale on vajalik põhjasubstraadi, sügavuse ja elustiku kriteeriumite samaaegne täitmine.

Põhjasubstraat

Erinevate liivafraktsioonide (peenliiv, keskmine liiv, jämeliiv) summaarne osakaal > 50 %.

Sügavus

Miimumsügavus: ei ole piiratud, kuid arvestada tuleb loodusliku veetaseme kõikumisega; soovitatav on kasutada 1 m sügavuse piirangut, et tagada elupaiga pideva vee all olemise tingimus ja sellega ühtlasi vältida kattumist laugmadalike (1140) elupaigatüübiga. Käesolevas töös rakendati 1 m sügavuse piirangut.

Maksimumsügavus: footilise tsooni maksimaalne sügavus. Elupaik võib levida footilisest tsoonist sügavamale, kui ta moodustab ühtse terviku footilises tsoonis oleva elupaigaga ning põhjasubstraadi ja elustiku kriteeriumid on täidetud.

Kaardistamisel tuleb hinnata piirkonnaspetsiifiline footilise tsooni levik.

Elustik

Ühe tunnusliigi või kõigi tunnusliikide summaarne katvus $\geq 10\%$ või infauna karpide biomass $\geq 10\text{ g m}^{-2}$ (kojaga kuivkaal).

Tunnusliigid/rühmad (rasvases kirjas on karakterliik või –rühm ja tavalises kirjas liigid, mis kuuluvad sellesse rühma):

Mändvetikad

- pk mändvetikad (*Chara spp.*)
- pesajas tolüpell (*Tolypella nidifica*)

kõrgemad taimed*

- pikk merihein (*Zostera marina*)
- kardhein (*Ceratophyllum spp.*)
- tähk-vesikuusk (*Myriophyllum spicatum*)
- meri-näkirohi (*Najas marina*)
- perekond penikeel (*Potamogeton spp.*, *Stuckenia pectinata*)
- särjesilm (*Ranunculus spp.*)
- perekond heinmuda (*Ruppia spp.*)
- harilik hanehein (*Zannichellia palustris*)

infauna karbid (merepõhja sette sees elavad karbid)

- balti lamekarp (*Macoma balthica*)
- liiva uurik-karp (*Mya arenaria*)
- söödav südakarp (*Cerastoderma glaucum*)

agariku lahtine vorm (*Furcellaria lumbricalis f. aegagropila*, ainult Kassari lahes)

* kõrgemate taimede rühma kuuluvad ainult riim- ja merevees leiduvad veesisesed liigid, mis kinnituvad juurtega mere põhja (juurdunud sukeltaimed)

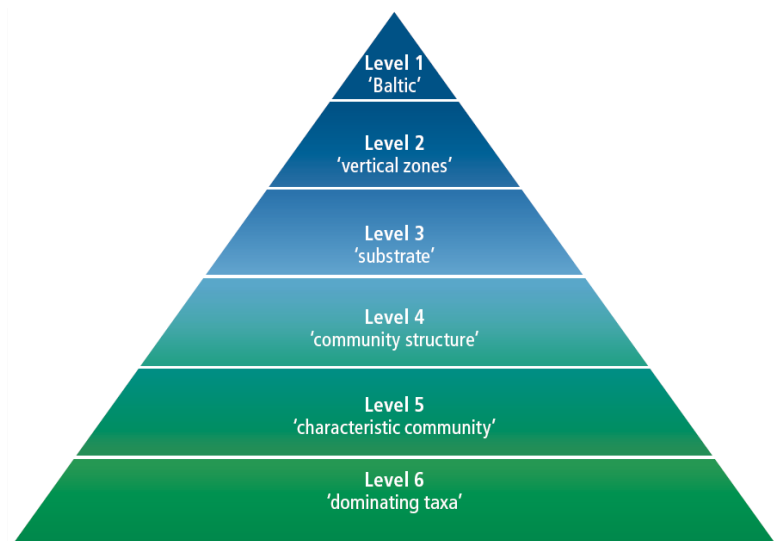
2.4.2. HELCOM HUB

EUNIS klassifikatsiooni merelised elupaigad on välja töötatud eelkõige Briti saarte näitel ja kuna Läänemeres looded puuduvad, siis on EUNIS süsteemi korrektne rakendamine Läänemere puhul võimatu. Selleks, et Läänemere mereelupaikasid EUNIS hierarhiasse sobitada töötati HELCOM-i juhtimisel ja kõigi Läänemere riikide ühise töö tulemusel välja Läänemere EUNIS-e analoog – HELCOM HUB (HELCOM *Underwater Biotopes*) süsteem (HELCOM 2013a). Klassifikatsioon töötati välja kasutades mahukat üle-Läänemerelist andmestikku, kuhu olid kaasatud ka Eesti andmed.

HUB on hierarhiline klassifikatsioonisüsteem, mille abil on võimalik klassifitseerida kõik Läänemere pelaagilised ja bentilised elupaigad. Süsteem on jagatud kuueks tasemeks, kus suurem taseme number näitab detailsemat klassifikatsiooni astet (joonis 2.4.2.1). Alljärgnevalt on toodud kokkuvõtte tasemetest ja nende tähendusest põhjaelupaikade klassifikatsioonis (HELCOM 2013a).

1. Läänemeri: terve Läänemeri kuulub siia tasemesse
2. Vertikaalsed vööndid: bentaal, pelagiaal, talvine jää. Bentaal (merepõhi) ja pelagiaal (veesammas) jaotatakse omakorda footiliseks ja afootiliseks. Footiline on merepõhja osa, kuhu jõuab piisavalt valgust põhjataimestiku kasvuks.
3. Substraat: bentiliste elupaikade substraat ehk materjal, millest koosneb merepõhi. Elupaigad moodustatakse 2. taseme ehk footilise vööndi (footiline, afootiline) ja substraaditüübi kombinatsioonidest (nt kalju ja kivid footilises vööndis, mudane sete afootilises vööndis).
4. Funktsionaalne tüüp (*functional characteristic*) – määratakse üleüldine põhjakoosluse struktuuri tüüp läbi selle, kas esineb makroepibentos (merepõhja pinnal elavad makroskoopilised taimed ja loomad), makroinfauna (merepõhja setete sees elavad makroskoopilised loomad) või makroskoopiline elustik puudub. Elupaigad moodustatakse kombinatsioonis 2. ja 3. tasemega (nt makroepibentosega kalju ja kivid footilises vööndis, makroinfaunaga mudane sete afootilises vööndis)
5. Iseloomulik kooslus (*characteristic community*): määratakse domineeriva kõrgema taksonoomilise või funktsionaalse rühma järgi (nt mitmeaastased vetikad, üheaastased vetikad, epibentilised karbid, infauna hulkharjasussid jne). Elupaigad klassifitseeritakse arvestades hierarhilist hargnemist 4. tasemel ning kombineeritakse 2. ja 3. tasemega ehk footilisuse ja substraadiga. Olenevalt 5. taseme koosluse määrangust võib klassifikatsioon lõppeda 5. tasemel või minna edasi järgmisele tasemele. Kõik merealad on võimalik klassifitseerida vähemalt 5. tasemeni.

6. Domineeriv liik: liigitase domineeriva liigi järgi



Joonis 2.4.2.1. HELCOM HUB elupaikade klassifikatsiooni tasemed (HELCOM 2013a).

HELCOM HUB põhjaelupaikade klassifikatsioon koos hierarhilise voogdiagrammiga elupaikade määratlemiseks on mahukas dokument, mille täielik reprodutseerimine sellest töös ei ole otstarbekas. Antud töös lähtuti HELCOM HUB juhendist *HELCOM HUB – Technical Report on the HELCOM Underwater Biotope and habitat classification* (HELCOM 2013a), mis on internetis saadaval³. Lisaks sellele on veebipõhisena olemas ka HUB elupaikade kataloog⁴. Detailsem eestikeelne kirjeldus HUB süsteemist on esitatud aruandes „HELCOM HUB 5. taseme elupaikade leviku modelleerimine“ (TÜ Eesti Mereinstituut 2021).

Käesolevas töös modelleeriti HUB elupaikade kaardid kuni tasemeni 5. Kuuenda taseme modelleerimine on piiratud uuringualadel praktiliselt võimatu, sest liigi tasemel modelleerimiseks ei ole piisavalt andmeid ja see on võimalik eelkõige terve Eesti mereala ulatuses. Küll aga on võimalik 6. taseme elupaikade klassifitseerida proovipunkti tasemel ja seda ka käesolevas töös tehti HELCOM punase raamatu (*Red List*) hinnangu jaoks.

2.4.3. MSRD merepõhja elupaikade põhitüübid

³ <https://www.helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/BSEP139.pdf>

⁴ <https://helcom.fi/baltic-sea-trends/biodiversity/helcom-hub/>

Merestrategia raamdirektiivi (MSRD) kohaselt on vajalik mere keskkonnaseisundi hindamisel arvestada üldiste suureskaalaliste elupaikadega. EL Komisjoni otsuse 2017/848 lisa tabelis 2 on toodud välja merepõhja elupaikade põhitüübid ja nendele vastavad Euroopa Liidu loodusteabe süsteemi (EUNIS) elupaikade klassifikatsiooni elupaikade koodid. EUNIS elupaikade klassifikatsioon on üle-Euroopaline süsteem elupaikade määratlemiseks ühistel alustel. Tegemist on hierarhilise süsteemiga, mis katab kõik elupaigatüübid nii maismaal, magevees kui meres. Süsteemi eesmärgiks on luua ühtne süsteem andmete harmoniseerimiseks ja koondamiseks üle-Euroopalisel skaalal (Davies 2004). 2016. aastal korrigeeriti mereliste elupaikade klassifikatsiooni EUNIS-es ja pakuti välja uus tase 2 kodeering (Evans 2016) ning vastav klassifikatsioon on ka aluseks MSRD elupaikade põhitüüpide määratlemisel vastavalt EL Komisjoni otsusele 2017/848.

MSRD merepõhja elupaiga põhitüüpide puhul kombineeruvad substraaditüübid mere üldiste vertikaalsete sügavusvöönditega (nt infralitoraal, tsirkalitoraal, ülemine ja alumine batüaal, abüssaal). Kuna Läänemeri on madal maismaasse lõikunud šelfimeri, kus puuduvad looded, siis ei ole võimalik otse üle võtta MSRD EUNIS-e põhist klassifikatsiooni. Selleks, et Läänemere mereelupaikasad EUNIS hierarhiasse sobitada töötati HELCOM-i juhtimisel ja kõigi Läänemere riikide ühise töö tulemusel välja Läänemere EUNIS-e analoog – HUB süsteem (HELCOM 2013a). HUB süsteemis on loodud praktikas hästi kasutatavad täpsed kriteeriumid elupaikade eristamiseks kuna HUB-i loomisel on silmas peetud just praktilise kaardistustöö vajadusi. HELCOM-i SPICE projekti raames (HELCOM 2017b) on 2017. aastal loodud tabel, mis võimaldab HUB 3. taseme elupaikasad „tõlkida“ MSRD merepõhja elupaikade põhitüüpideks (tabel 2.4.3.1). SPICE aruanne toob välja ainult need MSRD merepõhja elupaikade põhitüübid, mis on Läänemeres esindatud. Loodete puudumise tõttu Läänemeres on loodete vööndi asemel HELCOM SPICE üleminekutabelis kasutatud footilist ja afootilist vööndit, mis on ökoloogiliselt väga relevantne piiritlemine. Käesolevas töös on MSRD merepõhja elupaikade põhitüüpide kaardistamisel kasutatud HELCOM SPICE lähenemist (tabel 2.4.3.1), sest see on ainuke regionaalselt tunnustatud ja dokumenteeritud ning praktikas kasutatav lähenemine MSRD elupaikade põhitüüpide kaardistamiseks.

Alates 2023. aastast on Eestis määratletud ka avamerelisi (*offshore*) MSRD merepõhja elupaikade põhitüüpe, mille määratlemise kriteeriumiks on paiknemine allpool pikaajalist keskmist halokliini (TÜ Eesti Mereinstituut 2023). Pikaajalise keskmise halokliini ruumiandmed modelleeriti 2023. a. TalTech Meresüsteemide instituudis (Stella-Theresa Stoicescu ja Urmas Lips) ja vastav metoodika ja tulemus on toodud TÜ Eesti Mereinstituudi (2023) aruande lisas. Liivi lahes püsivat halokliini ei esine ja avamerelised MSRD elupaigad käesoleva töö uuringualal puuduvad.

Tabel 2.4.3.1. HUB 3. taseme elupaikade vastavus MSRD merepõhja elupaikade põhitüüpidele vastavalt HELCOM SPICE projekti aruandele (HELCOM 2017). Tabelis on toodud ainult need MSRD merepõhja elupaikade põhitüübid, mis on SPICE aruande järgi Läänemeres esindatud.

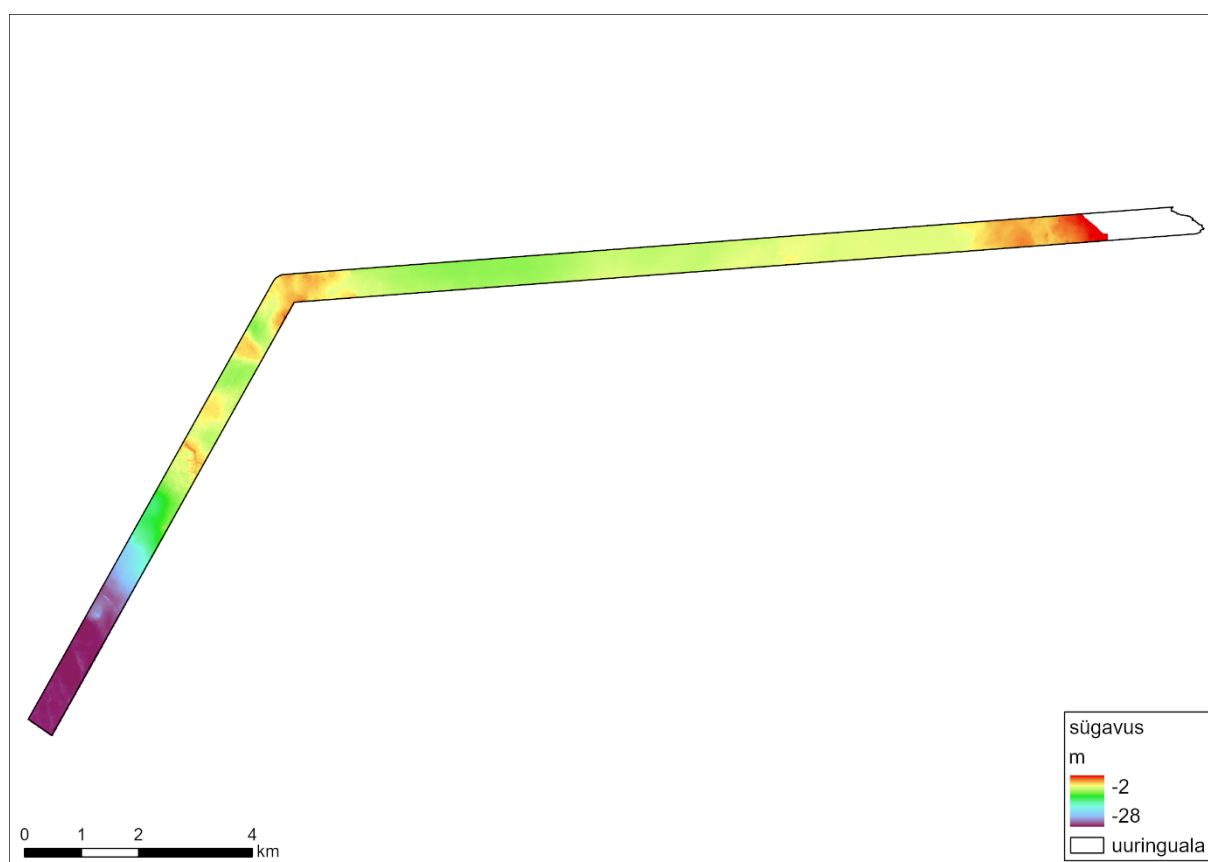
MSRD merepõhja elupaiga põhitüübid	HUB 3. taseme elupaigad
Infralittoral rock and biogenic reef (Infralitoraali kivine põhi ja biogeensed karid)	AA.A Baltic photic rock and boulders (kalju ja kivid footilises vööndis) AA.B Baltic photic hard clay AA.C Baltic photic marl (marlstone rock) AA.D Baltic photic maerl beds AA.E Baltic photic shell gravel AA.F Baltic photic ferromanganese concretion bottoms AA.G Baltic photic peat bottoms AA.K Baltic photic hard anthropogenically created substrates
Infralittoral coarse sediment (Jämedateraalne infralitoraali sete)	AA.I Baltic photic coarse sediment (jämedateraalne sete footilises vööndis)
Infralittoral mixed sediment (Infralitoraali segasete)	AA.M Baltic photic mixed substrate (segasubstraat footilises vööndis)
Infralittoral sand (Infralitoraali liivane põhi)	AA.J Baltic photic sand (liiv footilises vööndis) AA.L Baltic photic soft anthropogenically created substrates
Infralittoral mud (Infralitoraali mudane põhi)	AA.H Baltic photic muddy sediment (muda footilises vööndis) AA.L Baltic photic soft anthropogenically created substrates
Circalittoral rock and biogenic reef (Tsirkalitoraali kivine põhi ja biogeenilised karid)	AB.A Baltic aphotic rock and boulders (kalju ja kivid afootilises vööndis) AB.B Baltic aphotic hard clay AB.C Baltic aphotic marl (marlstone rock) AB.D Baltic aphotic maerl beds AB.E Baltic aphotic shell gravel AB.F Baltic aphotic ferromanganese concretion bottoms AB.G Baltic aphotic peat bottoms AB.K Baltic aphotic hard anthropogenically created substrates
Circalittoral coarse sediment (Jämedateraalne tsirkalitoraali sete)	AB.I Baltic aphotic coarse sediment (jämedateraalne sete afootilises vööndis)
Circalittoral mixed sediment (Tsirkalitoraali segasete)	AB.M Baltic aphotic mixed substrate (segasubstraat afootilises vööndis)
Circalittoral sand (Tsirkalitoraali liivane põhi)	AB.J Baltic aphotic sand (liiv afootilises vööndis) AB.L Baltic aphotic soft anthropogenically created substrates
Circalittoral mud (Tsirkalitoraali mudane põhi)	AB.H Baltic aphotic muddy sediment (muda afootilises vööndis) AB.L Baltic aphotic soft anthropogenically created substrates
Offshore circalittoral rock and biogenic reef (Avamere tsirkalitoraali kivine põhi ja biogeensed karid)	Otsest vastet pole. Elupaik defineeritud kui HUB elupaik AB.A Baltic aphotic rock and boulders (kalju ja kivid afootilises vööndis) allpool halokliini
Offshore circalittoral coarse sediment (Avamere jämedateraalne tsirkalitoraali sete)	Otsest vastet pole. Elupaik defineeritud kui HUB elupaik AB.I Baltic aphotic coarse sediment (jämedateraalne sete afootilises vööndis) allpool halokliini

Offshore circalittoral mixed sediment (Avamere tsirkalitoraali segasete)	Otsest vastet pole. Elupaik defineeritud kui HUB elupaik AB.M Baltic aphotic mixed substrate (segasubstraat afootilises vööndis) allpool halokliini
Offshore circalittoral sand (Avamere tsirkalitoraali liivane põhi)	Otsest vastet pole. Elupaik defineeritud kui HUB elupaik AB.J Baltic aphotic sand (liiv afootilises vööndis) allpool halokliini
Offshore circalittoral mud (Avamere tsirkalitoraali mudane põhi)	Otsest vastet pole. Elupaik defineeritud kui HUB elupaik AB.H Baltic aphotic muddy sediment (muda afootilises vööndis) allpool halokliini

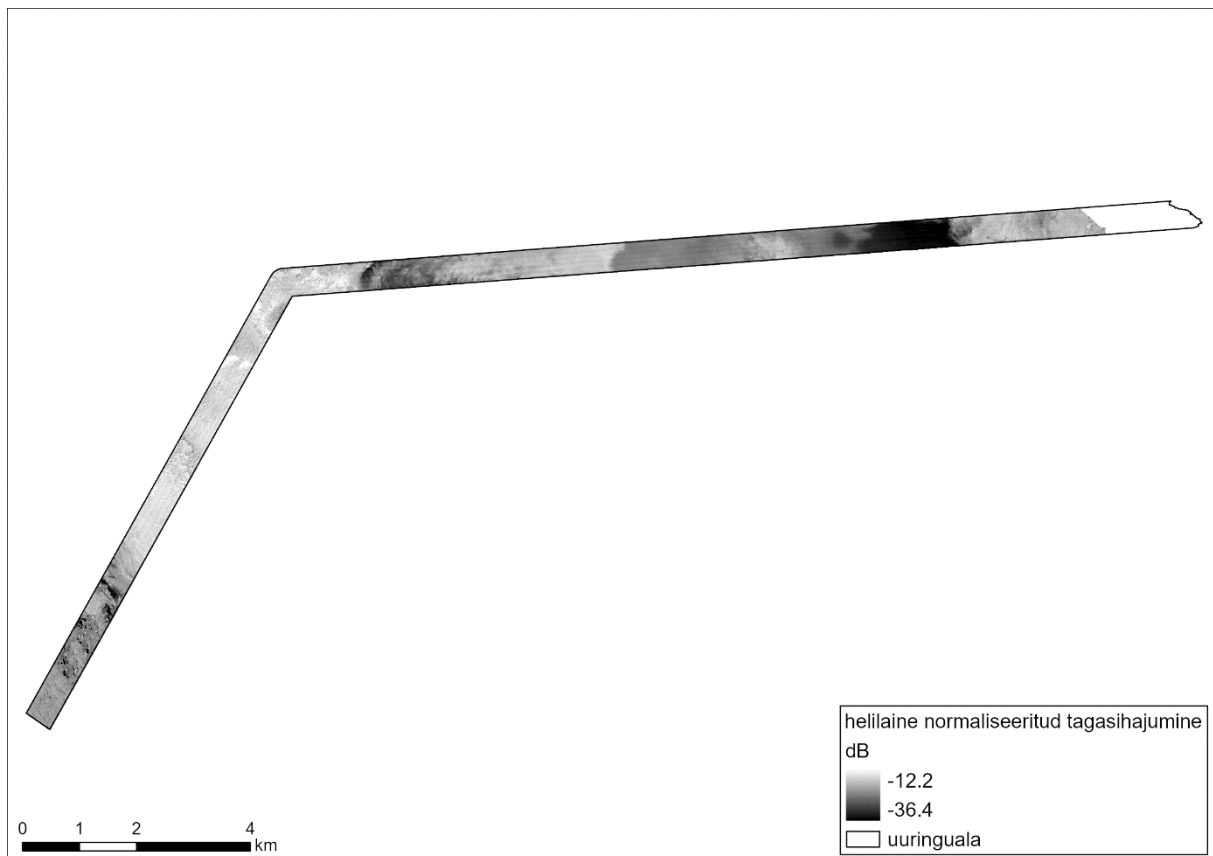
3. VÄLIUURINGUTE TULEMUSED

3.1. Sonariandmed

Sonariga mõõdistatud vee sügavuse ja normaliseeritud helilaine tagasihajumise intensiivsuse rastermosaiigid on toodud joonistel 3.1.1 ja 3.1.2. Tagasihajumise puhul tähendab kõrgem intensiivsus üldiselt kõvemat põhjasubstraati ja madalam intensiivsus pehmemat põhjasubstraati. Neid sonariandmeid kasutati sisendina merepõhja elustiku ja elupaikade leviku modelleerimisel.



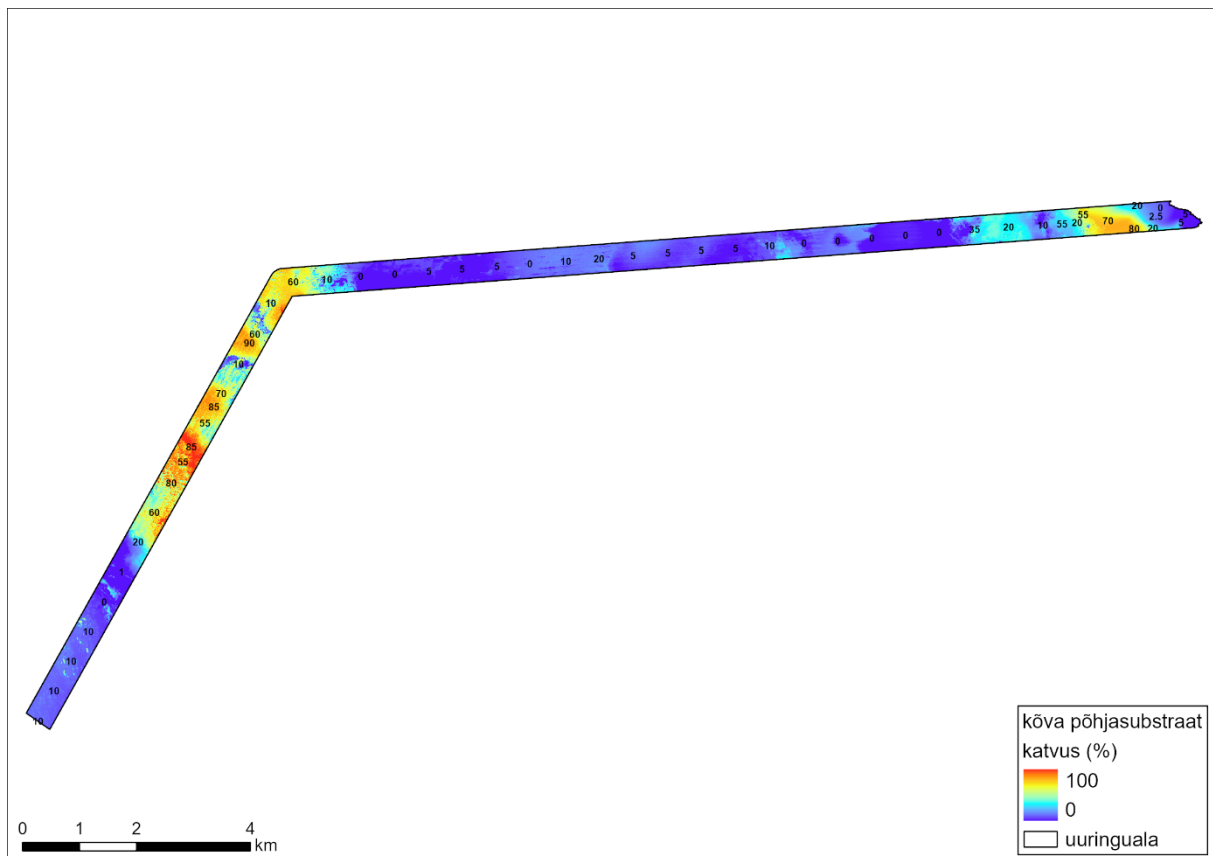
Joonis 3.1.1. Sonariga mõõdistatud sügavus.



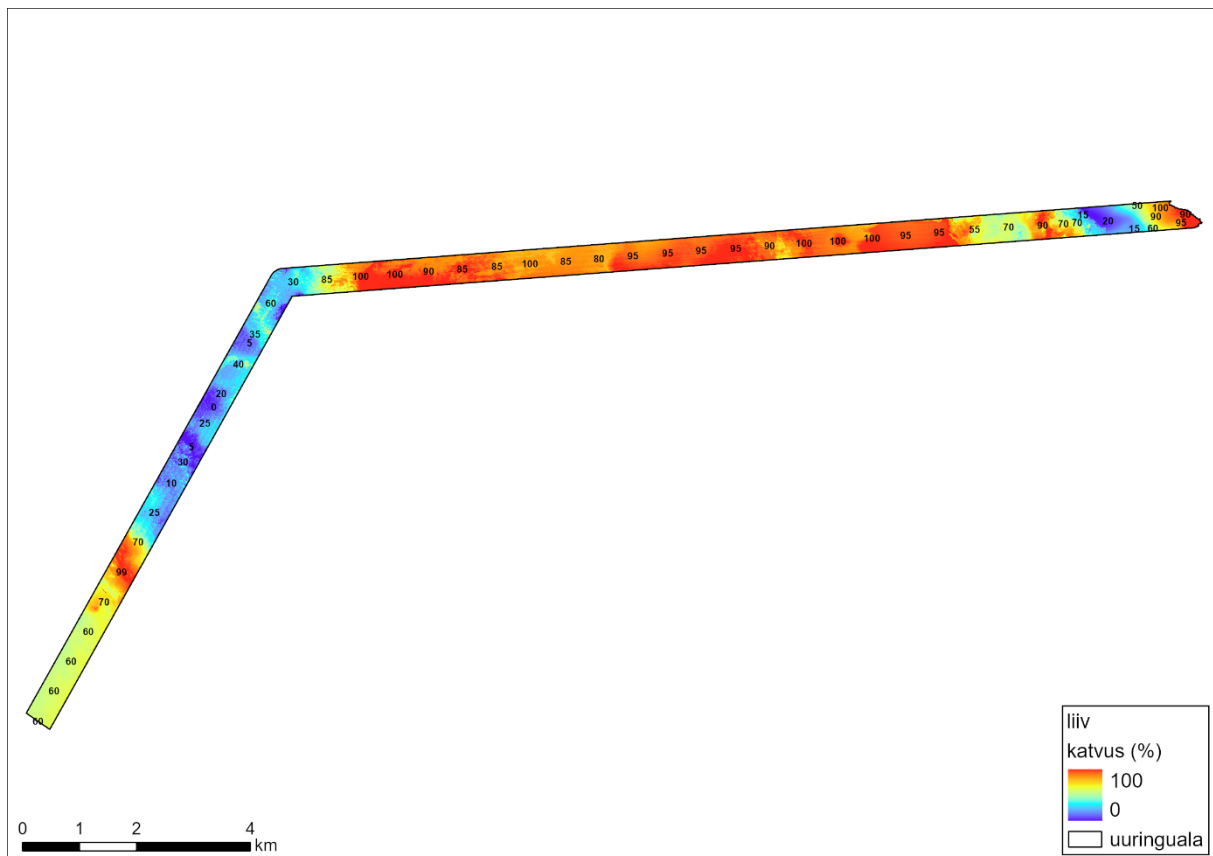
Joonis 3.1.2. Sonariga mõõdistatud helilaine tagasihajumine.

3.2. Merepõhja substraat

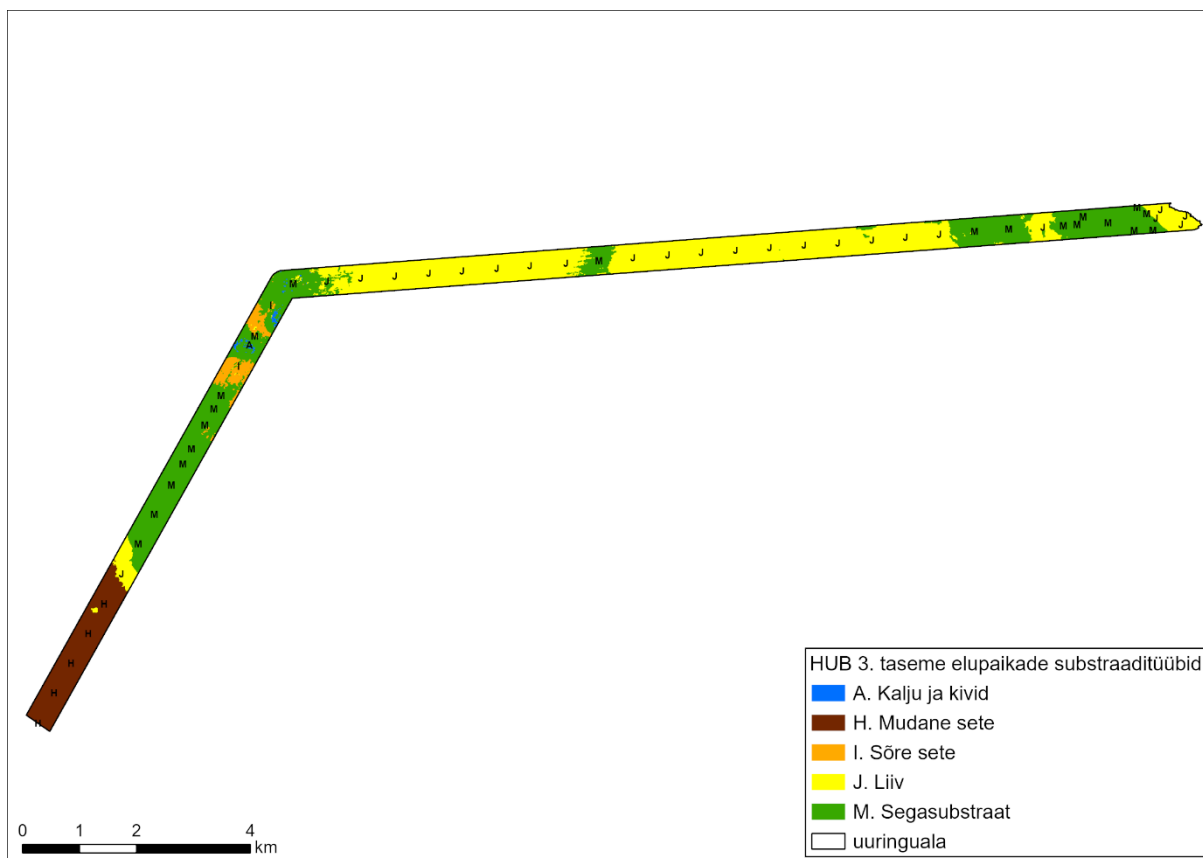
Modelleeriti kõvade substraaditüüpide (kivid, kalju) summaarset katvust (joonis 3.2.1) ja liiva katvust (3.2.2), mis on vajalikud loodusdirektiivi elupaigatüüpide määratlemiseks ning HELCOM HUB 3. taseme elupaikade põhjasubstraaditüüpe (joonis 3.2.3), mis on vajalikud HUB ja MSRD elupaikade klassifikatsiooniks. Tulemustest nähtub, et uuringualal on enamlevinud liivased setted ja segasubstraat; uuringuala sügavaimas tuulepargipoolses otsas on mudased setted (joonised 3.2.1 kuni 3.2.3). Kõige ulatuslikum kõvema põhjasubstraadiga ala on kaablitrassi käänupunktist tuulepargi pool (joonis 3.2.1).



Joonis 3.2.1. Kõva põhjasubstraadi katvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.



Joonis 3.2.2. Liiva katvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.



Joonis 3.2.3. HELCOM HUB elupaikade klassifikatsiooni 3. taseme elupaikade substraaditüüpide levik uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Tähed näitavad väärtusi proovipunktides.

3.3. Põhjaelustik

Katvusproovides tuvastati kokku 16 põhjaelustiku taksonit, millest 13 olid taime- ja kolm loomastikutaksonid (tabel 3.3.1). Kõige levinumateks liikideks olid tavaline tõruvähk (*Amphibalanus improvisus*), niitjad punavetikad *Ceramium tenuicorne* ja *Vertebrata fucoides* ning agarik (*Furcellaria lumbricalis*), mida esines üle 25% proovipunktides (tabel 3.3.1).

Tabel 3.3.1. Põhjaelustiku taksonite esinemine, sügavuse miinimum ja maksimumväärtused ning katvuse keskmised ja maksimumväärtused katvushinnangute põhjal. Keskmise katvus on arvutatud ainult nende proovipunktide põhjal, milles vastav liik esines.

takson	esinemine (%)	sügavus, miinimum (m)	sügavus, maksimum (m)	katvus, keskmine (%)	katvus, maksimum (%)
taimestik					
<i>Battersia arctica</i>	19	6.9	10.4	6.4	10
<i>Ceramium tenuicorne</i>	27	0.8	5.6	21.2	50
<i>Chara aspera</i>	1.6	0.5	0.5	50	50

<i>Chara sp</i>	12.7	0.7	2.1	47.9	95
<i>Cladophora glomerata</i>	11.1	0.7	1.2	22.1	60
<i>Fucus vesiculosus</i>	11.1	0.9	3.7	17.3	40
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	25.4	2.2	8.7	7.8	20
<i>Lahtine niitjas vetikas</i>	15.9	0.5	11.3	19.7	80
<i>Myriophyllum spicatum</i>	6.3	0.8	1.2	16.2	50
<i>Pylaiella Ectocarpus</i>	9.5	0.8	2.2	7.5	10
<i>Ruppia maritima</i>	9.5	1.1	3.7	9.2	20.5
<i>Stuckenia pectinata</i>	12.7	0.5	1.2	26.4	80
<i>Ulva sp</i>	1.6	3.6	3.6	0.5	0.5
<i>Vertebrata fucoides</i>	25.4	0.8	8	21.9	70
<i>Zostera marina</i>	1.6	3.7	3.7	20	20
loomastik					
<i>Amphibalanus improvisus</i>	61.9	2.1	27.5	5.3	10
<i>Hydrozoa</i>	9.5	10.9	27.5	1	1
<i>Mytilus trossulus</i>	4.8	8.1	9.1	1	1

Biomassiproovidest leiti kokku 56 põhjaelustiku taksonit, millest 21 olid taime- ja 35 loomataksoneid (tabel 3.3.2). Kõige sagedamini esinevateks liikideks (sagedus > 60%) olid balti lamekarp (*Macoma balthica*), söödav südakarp (*Cerastoderma glaucum*), tavaline harjasliimukas (*Hediste diversicolor*), väheharjasussid (*Oligochaeta*) ja liiva-uurikkarp (*Mya arenaria*). Kõrgeima maksimaalse biomassiga liigid olid loomastikust balti lamekarp ja söödav südakarp, taimestikust põisadru (*Fucus vesiculosus*) ja agarik (*Furcellaria lumbricalis*) (tabel 3.3.2).

Joonisel 3.3.1 on näidatud kõigi liikide esinemine uuringualal üle katvus- ja biomassiproovide.

Mitte ükski leitud liikidest ei kuulu HELCOM punase raamatu (*Red List*) põhjaloostiku⁵ ega põhjataimestiku⁶ ohustatud liikide nimekirja (kategooriad CR, NE, VU, NT).

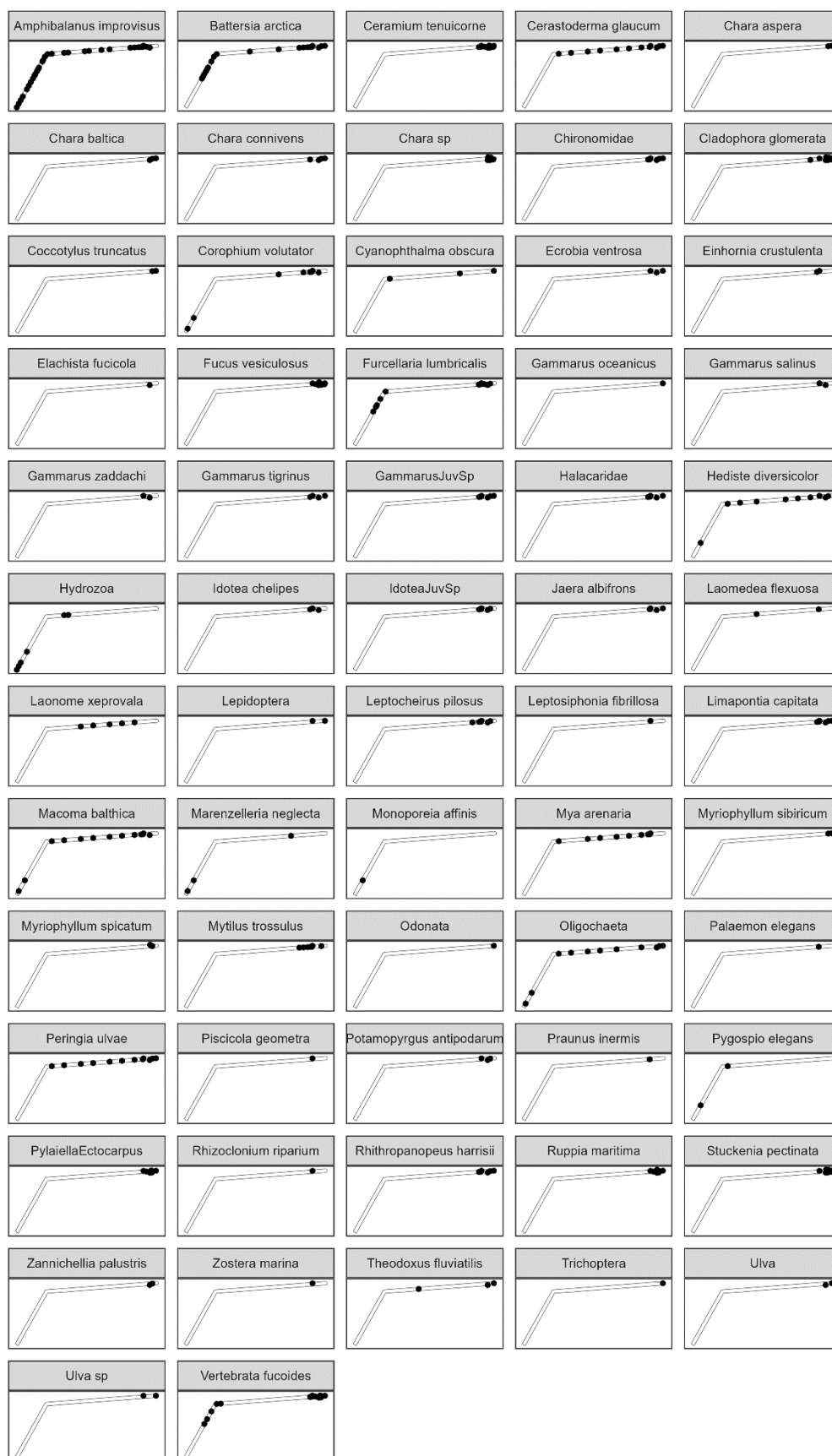
Tabel 3.3.2. Põhjaelustiku taksonite esinemine, sügavuslevik, biomassi keskmised ja maksimumväärtused biomassiproovide põhjal. Keskmise biomass on arvutatud ainult nende proovipunktide põhjal, milles vastav takson esines.

takson	esinemine (%)	sügavus, miinimum (m)	sügavus, maksimum (m)	biomass, keskmine (g/m ²)	biomass, maksimum (g/m ²)
taimestik					
<i>Battersia arctica</i>	56.2	0.5	10.5	0.4883	1.5781
<i>Ceramium tenuicorne</i>	43.8	0.5	5.6	0.8363	2.975
<i>Chara aspera</i>	12.5	0.5	1.1	4.8242	6.9425
<i>Chara baltica</i>	18.8	0.5	2.1	9.4719	18.6542
<i>Chara connivens</i>	25	0.5	5.6	1.4319	4.2183
<i>Cladophora glomerata</i>	31.2	0.5	8.1	5.9433	15.1442

⁵ <https://helcom.fi/baltic-sea-trends/biodiversity/red-list-of-baltic-species/red-list-of-benthic-invertebrates/>

⁶ <https://helcom.fi/baltic-sea-trends/biodiversity/red-list-of-baltic-species/red-list-of-macrophytes/>

<i>Coccotylus truncatus</i>	12.5	0.5	1.1	0.0233	0.04
<i>Elachista fucicola</i>	6.2	2.1	2.1	0.0225	0.0225
<i>Fucus vesiculosus</i>	25	0.5	3.7	94.005	262.2258
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	25	1.1	5.6	17.5552	42.54
<i>Leptosiphonia fibrillosa</i>	12.5	3.6	3.7	0.1242	0.1917
<i>Myriophyllum sibiricum</i>	12.5	0.5	1.1	0.8921	1.7408
<i>Myriophyllum spicatum</i>	6.2	1.1	1.1	0.0775	0.0775
<i>Pylaiella Ectocarpus</i>	25	0.5	3.7	0.6315	1.5408
<i>Rhizoclonium riparium</i>	6.2	3.7	3.7	0.0033	0.0033
<i>Ruppia maritima</i>	25	0.5	3.7	6.6777	12.645
<i>Stuckenia pectinata</i>	25	0.5	3.7	12.824	20.925
<i>Ulva</i>	12.5	0.5	2.1	0.0967	0.1633
<i>Ulva sp</i>	6.2	0.5	0.5	0.125	0.125
<i>Vertebrata fucoidea</i>	43.8	0.5	5.6	5.207	13.8967
<i>Zannichellia palustris</i>	12.5	1.1	2.1	0.2992	0.33
<i>Zostera marina</i>	6.2	3.7	3.7	10.0092	10.0092
loomastik					
<i>Amphibalanus improvisus</i>	31.2	3.6	8.1	0.5181	1.7888
<i>Cerastoderma glaucum</i>	81.2	0.5	10.9	1.8485	19.8058
<i>Chironomidae</i>	43.8	0.5	5.6	0.1074	0.2467
<i>Corophium volutator</i>	56.2	2.1	27.4	0.0251	0.1075
<i>Cyanophthalma obscura</i>	18.8	0.5	9	0.0136	0.0258
<i>Ecrobia ventrosa</i>	18.8	0.5	3.7	0.0261	0.035
<i>Gammarus oceanicus</i>	6.2	0.5	0.5	0.0192	0.0192
<i>Gammarus salinus</i>	18.8	2.1	3.7	0.0675	0.1475
<i>Gammarus tigrinus</i>	31.2	0.5	5.6	0.1163	0.4433
<i>Gammarus zaddachi</i>	18.8	2.1	3.7	0.0356	0.0408
<i>GammarusJuvSp</i>	43.8	0.5	5.6	0.2885	0.8008
<i>Halacaridae</i>	37.5	0.5	5.6	0.0254	0.0517
<i>Hediste diversicolor</i>	68.8	1.1	25.8	0.017	0.0817
<i>Idotea chelipes</i>	25	2.1	5.6	0.0581	0.0775
<i>IdoteaJuvSp</i>	37.5	1.1	5.6	0.0462	0.1008
<i>Jaera albifrons</i>	31.2	0.5	4.8	0.136	0.3808
<i>Laomedea flexuosa</i>	12.5	4.8	10.5	0.0141	0.0258
<i>Laonome xeprovala</i>	31.2	8.1	10.5	0.16	0.6536
<i>Lepidoptera</i>	12.5	0.5	3.7	0.0121	0.0167
<i>Leptocheirus pilosus</i>	43.8	1.1	8.1	0.0589	0.1833
<i>Limapontia capitata</i>	43.8	0.5	5.6	0.0282	0.0925
<i>Macoma balthica</i>	81.2	2.1	27.4	6.617	48.6846
<i>Marenzelleria neglecta</i>	18.8	9	27.4	0.053	0.086
<i>Monoporeia affinis</i>	6.2	25.8	25.8	0.0129	0.0129
<i>Mya arenaria</i>	62.5	3.6	10.5	0.2056	0.8815
<i>Mytilus trossulus</i>	31.2	1.1	5.6	0.003	0.005
<i>Odonata</i>	6.2	0.5	0.5	0.0192	0.0192
<i>Oligochaeta</i>	68.8	0.5	27.4	0.0537	0.1161
<i>Palaemon elegans</i>	6.2	4.8	4.8	0.005	0.005
<i>Peringia ulvae</i>	75	0.5	10.9	0.747	3.5948
<i>Piscicola geometra</i>	6.2	3.7	3.7	8e-04	8e-04
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	18.8	1.1	3.7	0.0056	0.0083
<i>Praunus inermis</i>	6.2	4.8	4.8	0.0075	0.0075
<i>Pygospio elegans</i>	12.5	8	25.8	0.0193	0.0215
<i>Rhithropanopeus harrisii</i>	43.8	0.5	5.6	0.0317	0.0717
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	18.8	0.5	10.5	0.4244	1.0967
<i>Trichoptera</i>	6.2	0.5	0.5	0.0292	0.0292



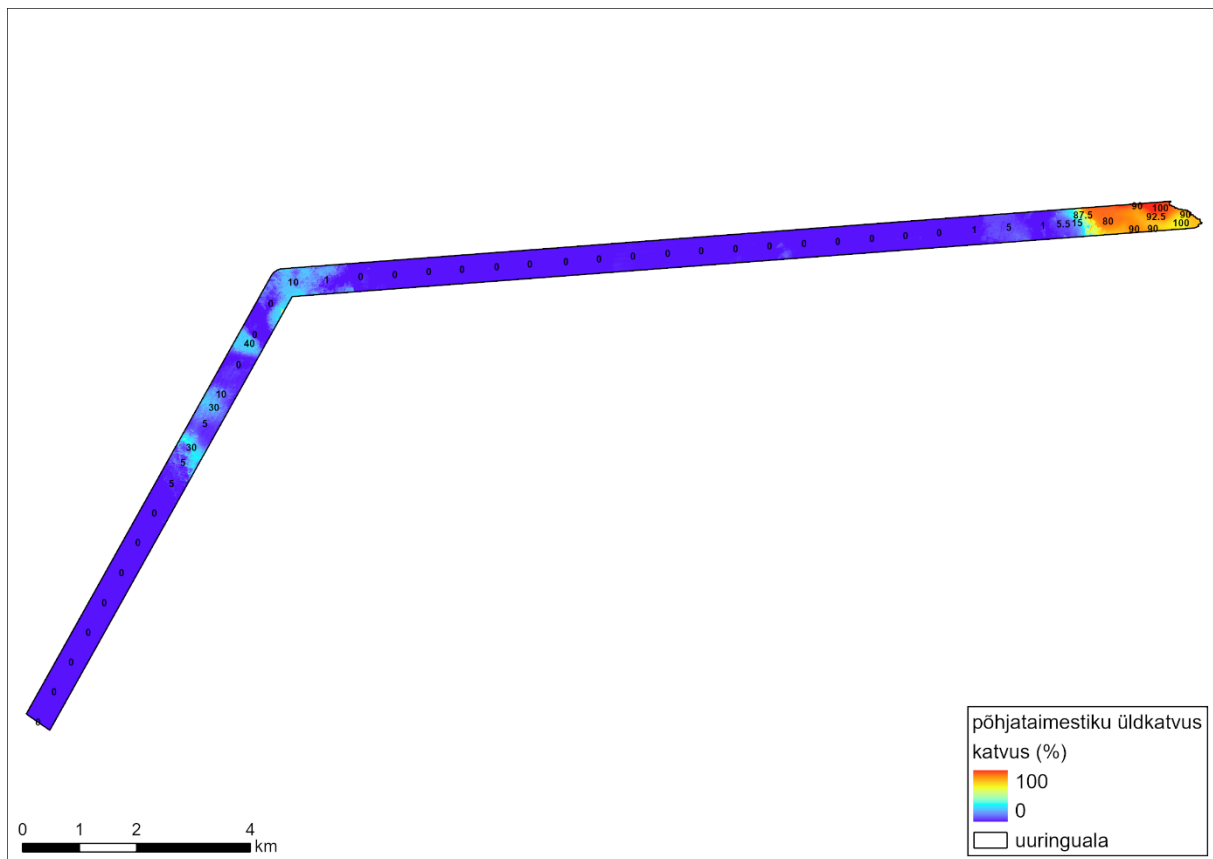
Joonis 3.3.1. Katvusproovides ja biomassiproovides tuvastatud põhjaelustiku taksonite esinemine proovipunktides.

Uuringualal külastatud proovipunktidest kõige sügavamast veest pärinev taimestiku leid (*Battersia arctica*) tuvastati 10,4 m sügavuselt. Kuna uuringuala oli kitsas ja kõva põhjasubstraat ei olnud levinud üle kogu sügavusvahemiku, siis määratleti käesolevas töös maksimaalseks footiliseks sügavuseks tuulepargiala kaardistamisel tuvastatud maksimaalne taimestiku leviku sügavus – 14,7 m.

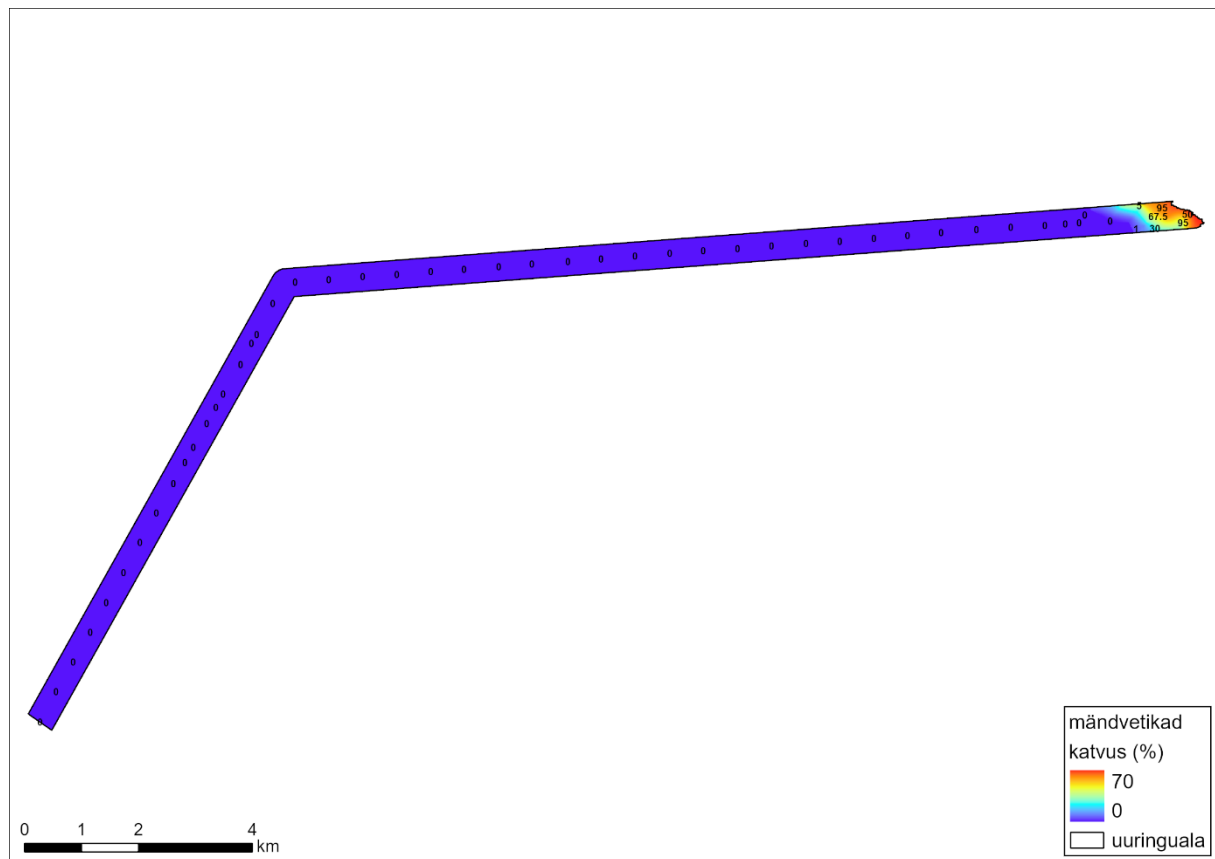
Kõrgeima põhjataimestiku üldkatvusega piirkond oli uuringuala rannajoonepoolne ots ehk kaablitrassi kõige madalama veega ala (joonis 3.3.2). Maismaapoolses piirkonnas olid kõrged nii mändvetikate ja soontaimede kui ka niitjate vetikate katvused (joonised 3.3.3–3.3.5). Ka mitmeaastaste suurvetikate – põisadru ja agariku – levik oli eelkõige seotud kaablitrassi maismaapoolse madalama otsaga (joonised 3.3.6, 3.3.7). Niitjaid vetikaid (joonis 3.3.5) ja vähesel määral ka agarikku (3.3.7) leidis lisaks ka kaablitrassi keskmises osas (trassi käänupunkti ümbrus ja käänupunktist tuulepargi poole), kus veesügavus oli ümbritsevast mõnevõrra madalam (joonis 3.1.1) ja kus leidis vetikatele kinnitumiseks sobilikku kõva põhjasubstraati (joonis 3.2.1).

Kõige olulisema epibentilise loomaliigi – tavalise tõruvähi (*Amphibalanus improvisus*) – levik (joonis 3.3.8) järgis üldjoontes kõva põhjasubstraadi katvuse levikut uuringualal, sest see loomarühm vajab kinnitumiseks kivist põhja.

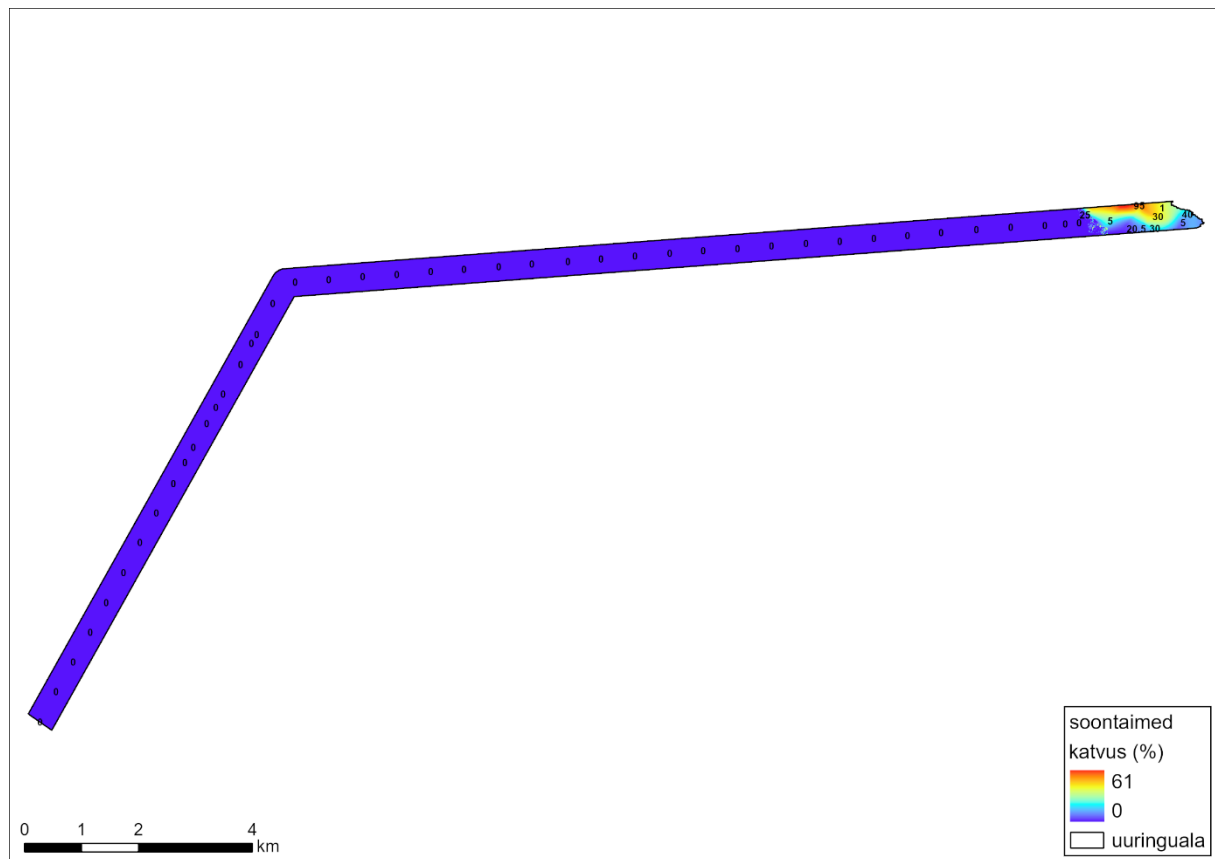
Levimuselt ja biomassilt kõige olulisema põhjasette sees elava ehk infauna rühma moodustasid karbid, kelle suuremad biomassinäitajad olid seotud uuringuala kõige sügavama piirkonnaga (joonis 3.3.9). Ka settes elavate vähkide kõrgeim biomass oli seotud sügavama piirkonnaga (joonis 3.3.10).



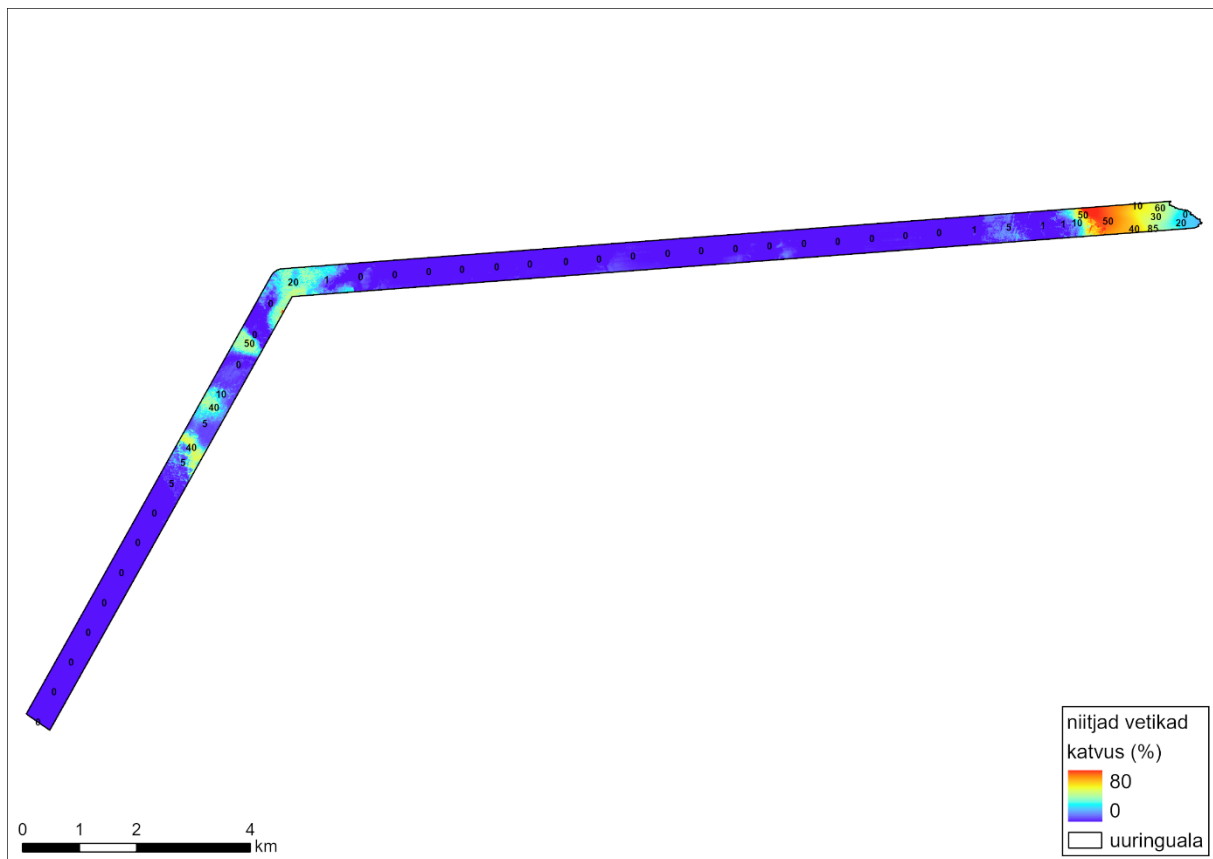
Joonis 3.3.2. Põhjataimestiku üldkatvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.



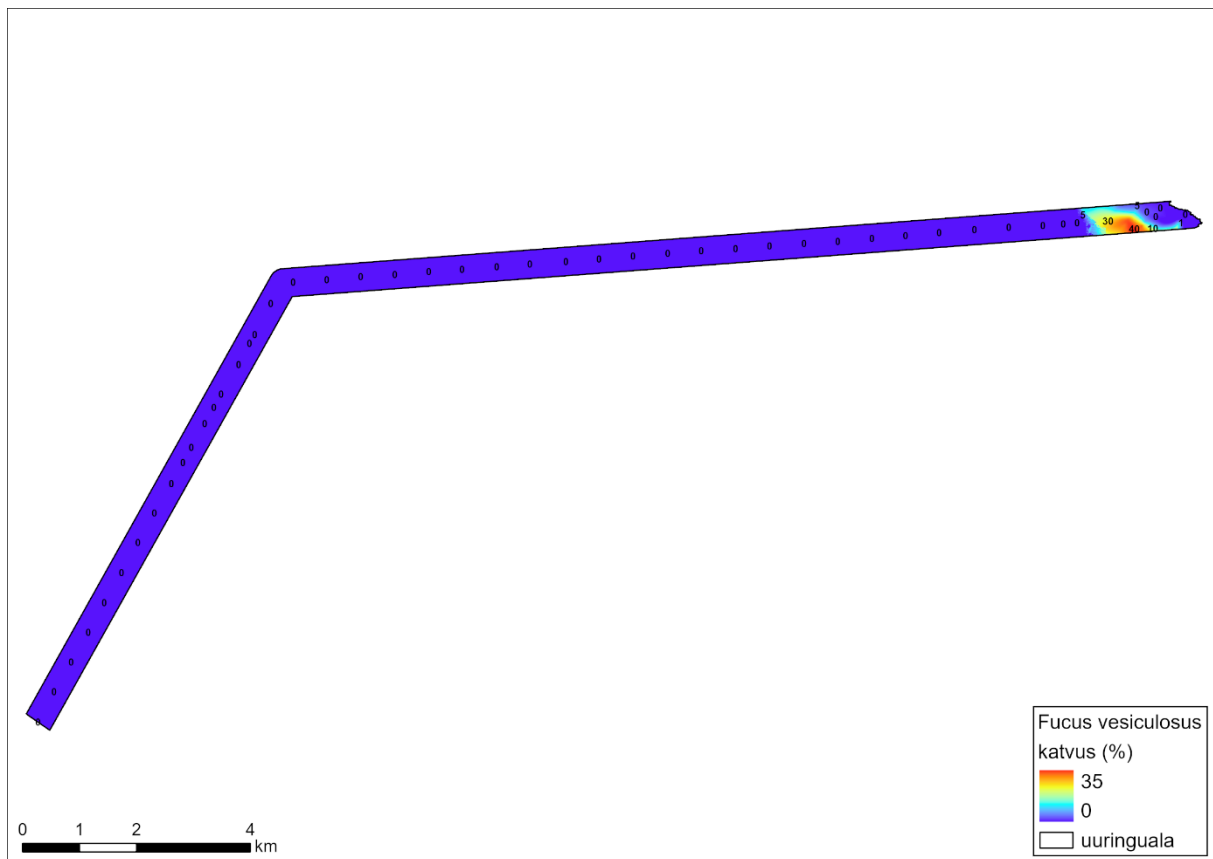
Joonis 3.3.3. Määndvetikate katvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.



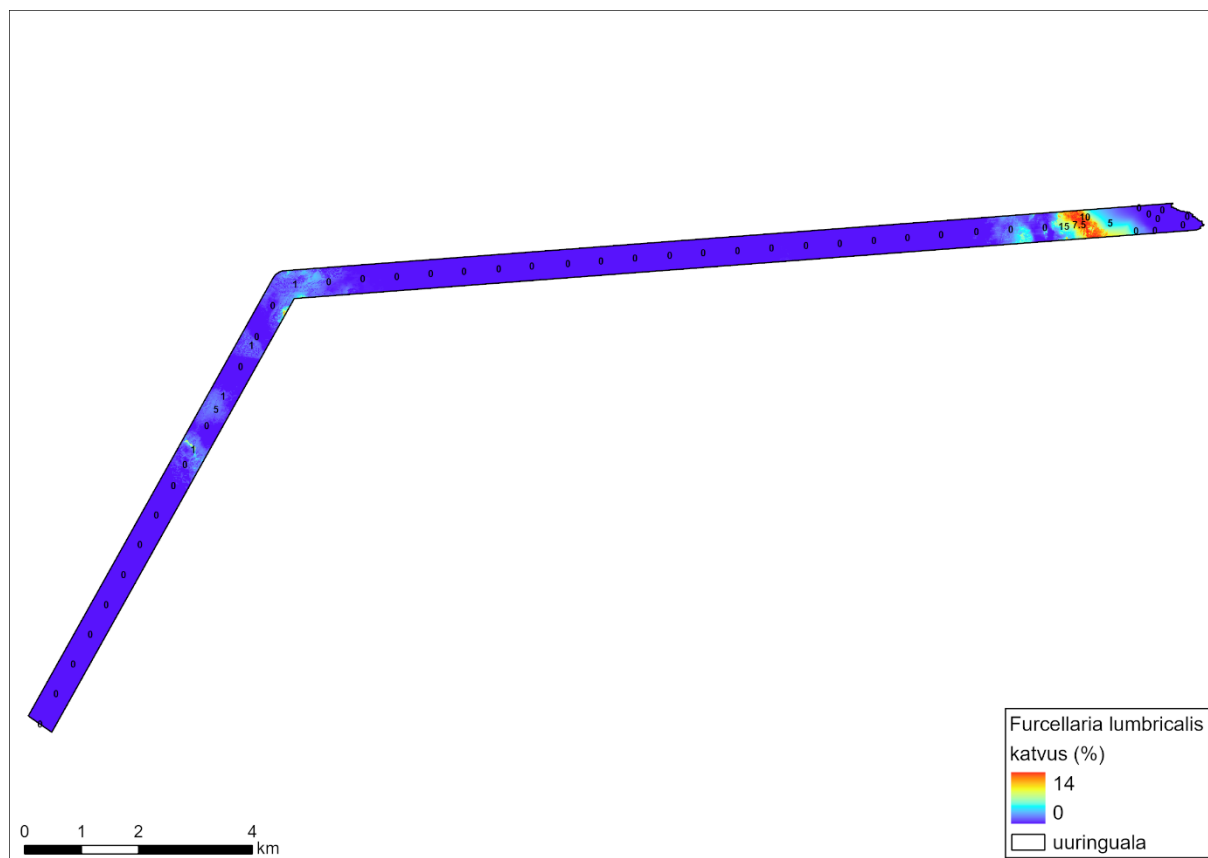
Joonis 3.3.4. Soontaimede katvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.



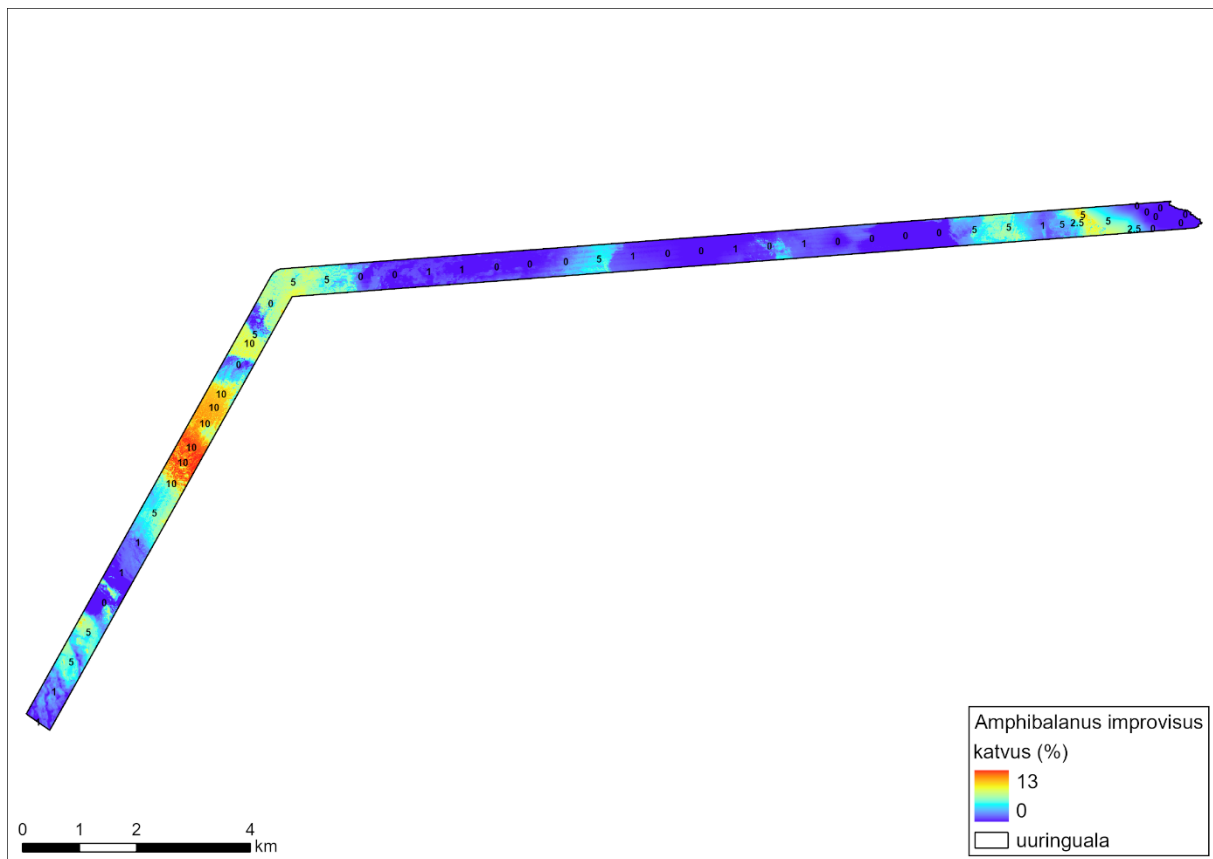
Joonis 3.3.5. Niitjate vetikate katvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.



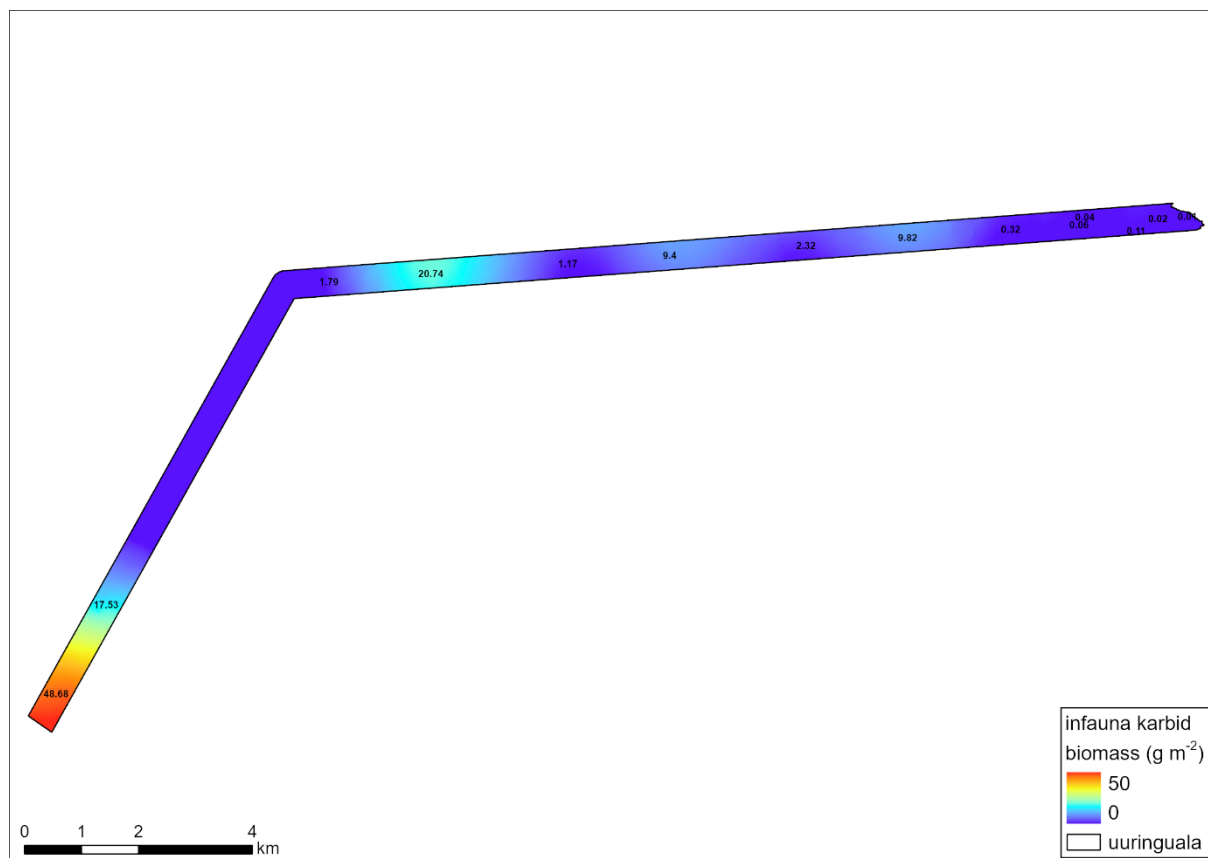
Joonis 3.3.6. Põisadru (*Fucus vesiculosus*) katvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.



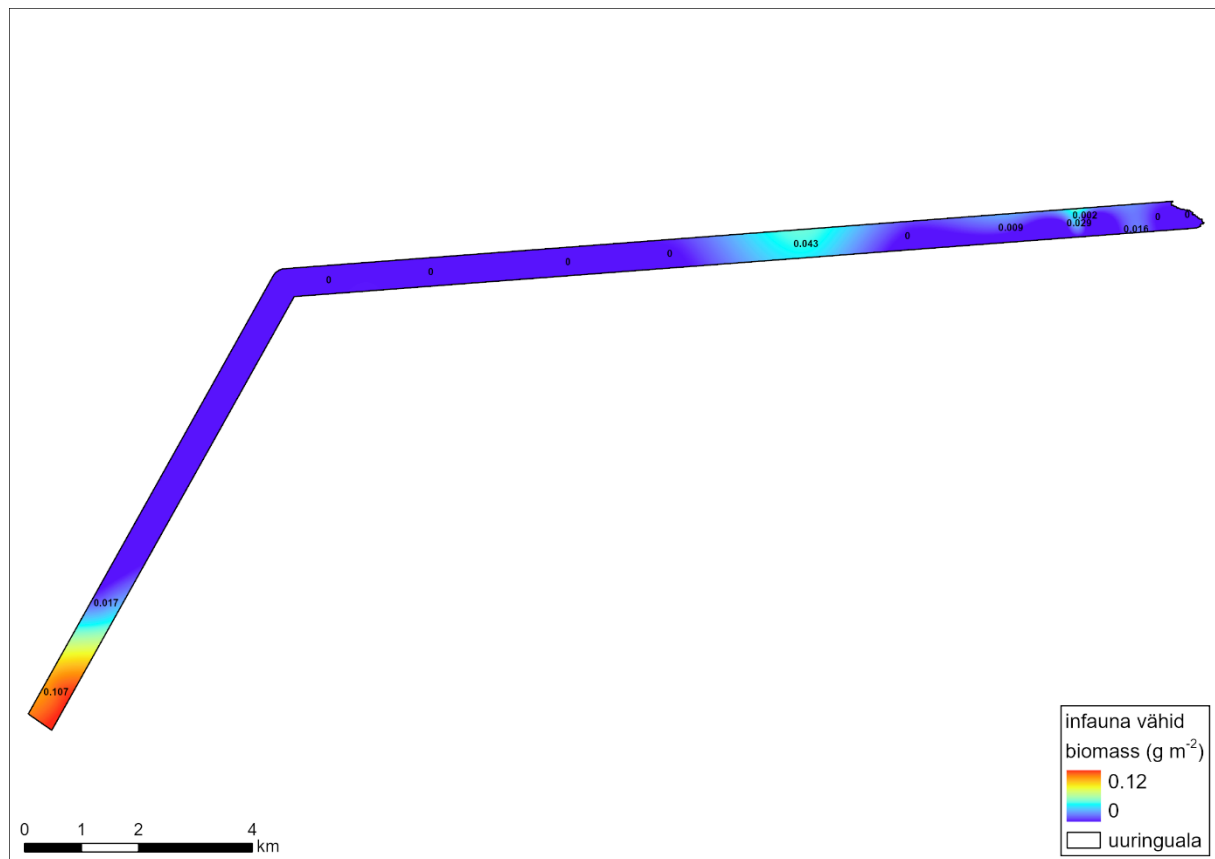
Joonis 3.3.7. Agariku (*Furcellaria lumbricalis*) katvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.



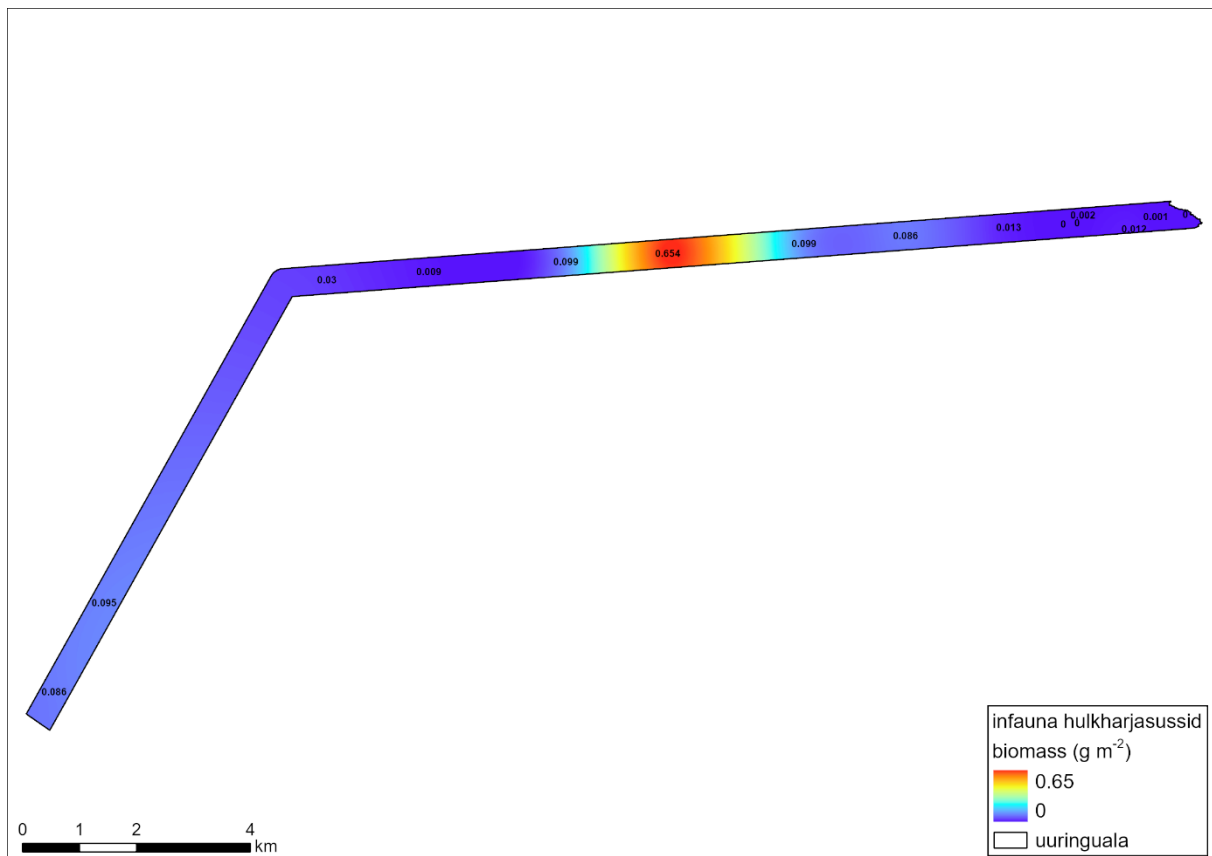
Joonis 3.3.8. Tavalise tõruvähi (*Amphibalanus improvisus*) katvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.



Joonis 3.3.9. Infauna karpide biomass uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.



Joonis 3.3.10. Infauna vähkide biomass uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.



Joonis 3.3.11. Infauna hulkharjasusside biomass uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.

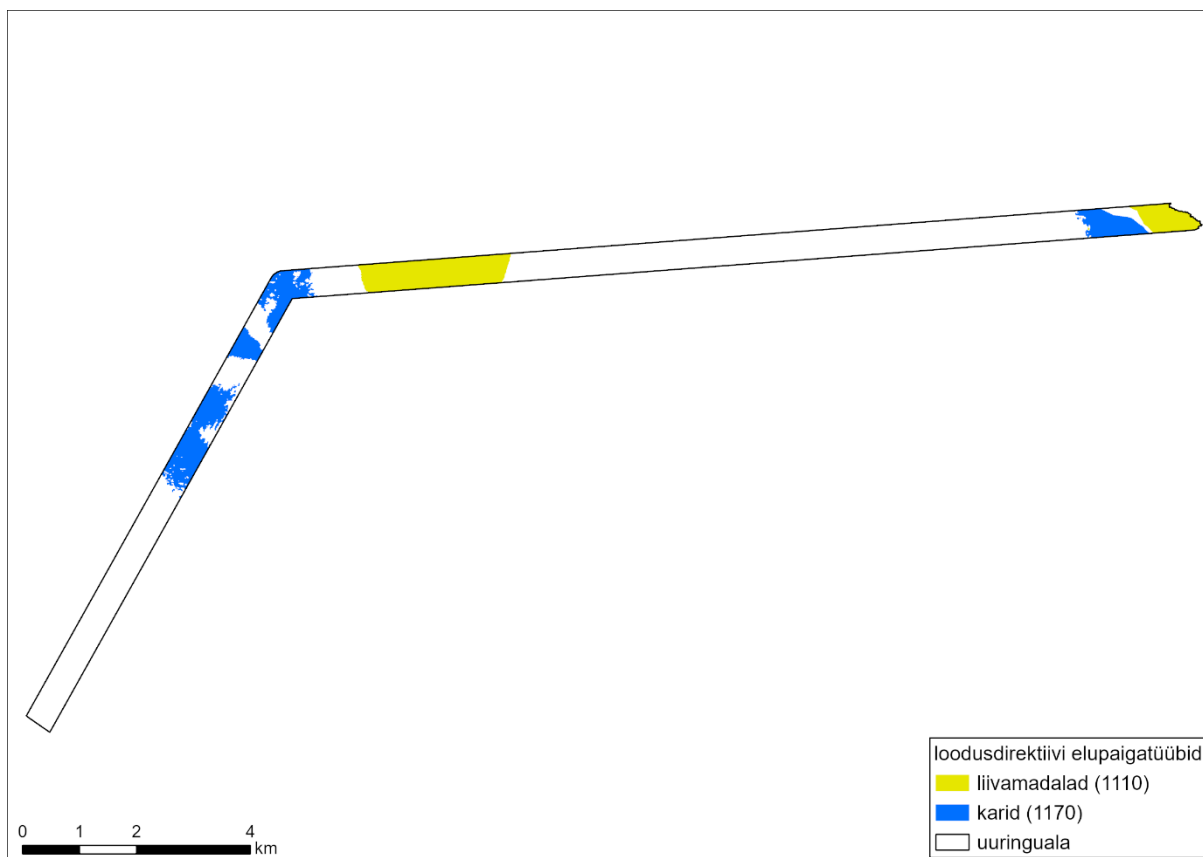
3.4. Põhjaelupaigad

3.4.1. Loodusdirektiivi elupaigatüübid

Uuringualal tuvastati loodusdirektiivi elupaigatüüpide liivamadalad (1110) ja karid (1170) esinemine (joonis 3.4.1.1). Mõlemat elupaika esines kahe suurema piirkonnana – kaablitrassi maismaapoolses otsas ja trassi käänupunkti ümbrus. Liivamadalate maismaapoolse ala tunnusliikideks olid soontaimed (dominantliigiks kamm-penikeel) ja mändvetikad, käänupunkti ümbruses infauna karbid (balti lamekarp, söödav südakarp). Karide puhul olid tunnusliikideks niitjad vetikad (eelkõige *Battersia arctica*, *Vertebrata fucoides*) ja tavaline tõruvähk, madalamas ka põisadru ja agarik. Kaardistatud loodusdirektiivi elupaigatüüpide pindalad on toodud tabelis 3.4.1.1.

Tabel 3.4.1.1. Loodusdirektiivi elupaigatüüpide pindalad uuringualal.

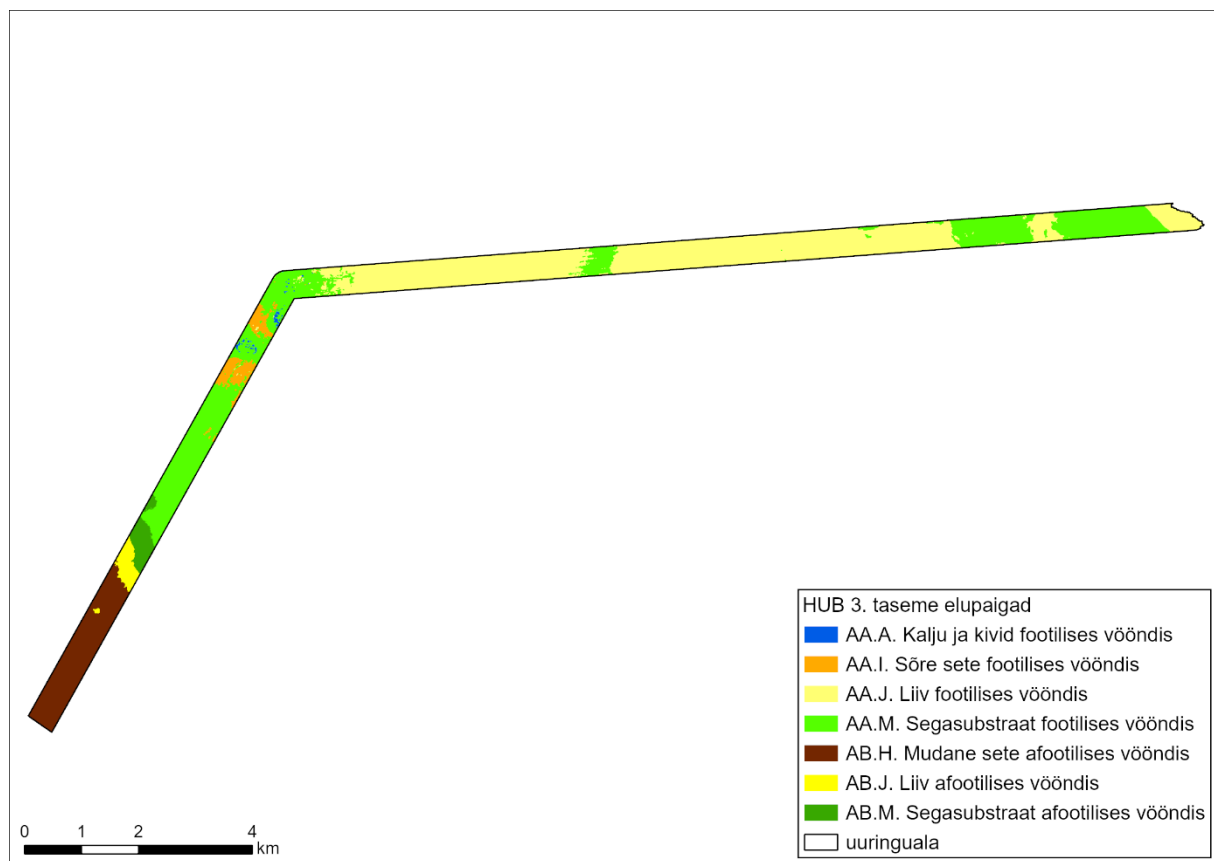
kood	nimetus	pindala (km ²)	pindala (%)
1110	liivamadalad	1.68	13.6
1170	karid	1.91	15.4



Joonis 3.4.1.1. Loodusdirektiivi elupaigatüüpide levik uuringualal.

3.4.2. HELCOM HUB elupaigad

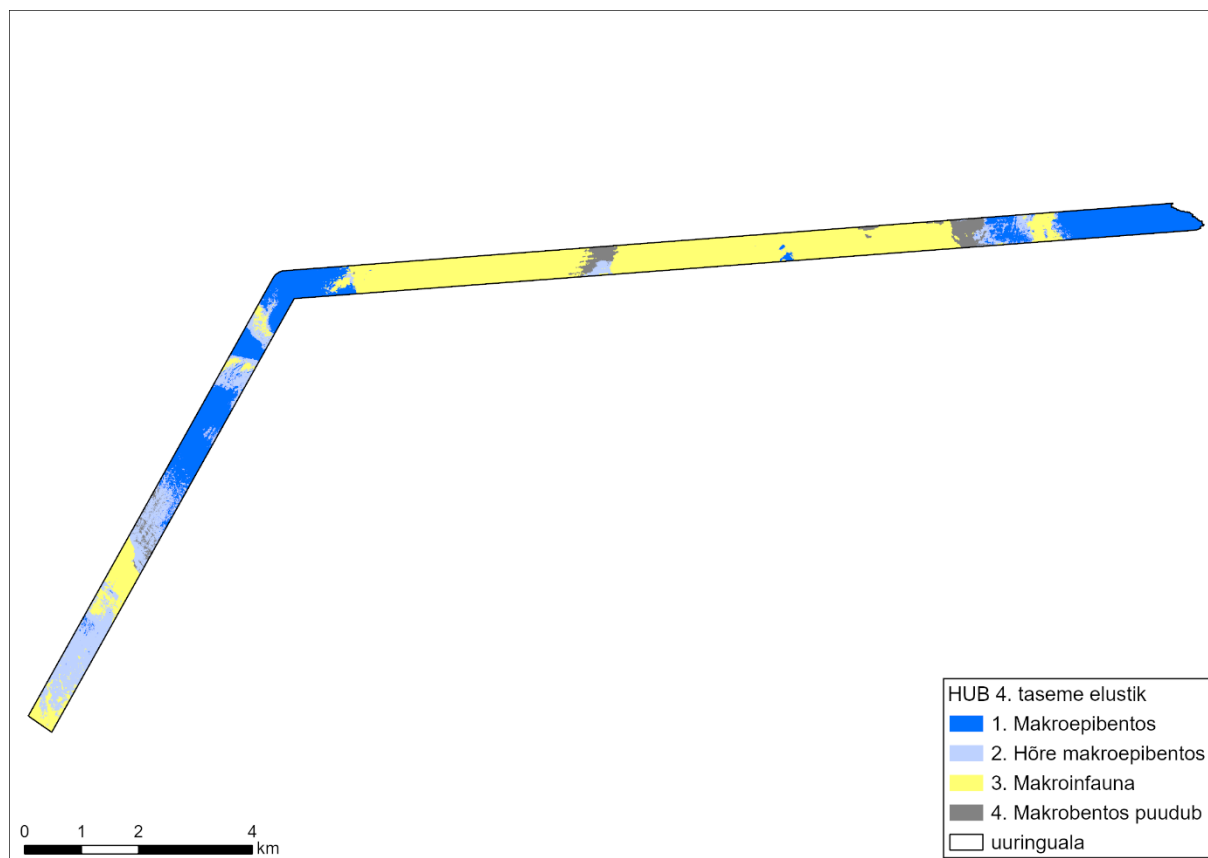
HELCOM HUB klassifikatsiooni järgi modelleeriti tasemete 3 kuni 5 levik uuringualal. Tase 3 substraaditüüpide levik on esitatud peatükis 3.2. HUB 3. taseme elupaigad on toodud joonisel 3.4.2.1 ja nende pindalad tabelis 3.4.2.1. HUB 4. ja 5. tasemete puhul on näidatud joonistel nii elupaigaklass (joonised 3.4.2.3, 3.4.2.5) kui ka ainult vastavate tasemete elustikuklassid (joonised 3.4.2.2, 3.4.2.4). HUB 4. ja 5. taseme elupaikade pindalad on toodud tabelites 3.4.2.2 ja 3.4.2.3.



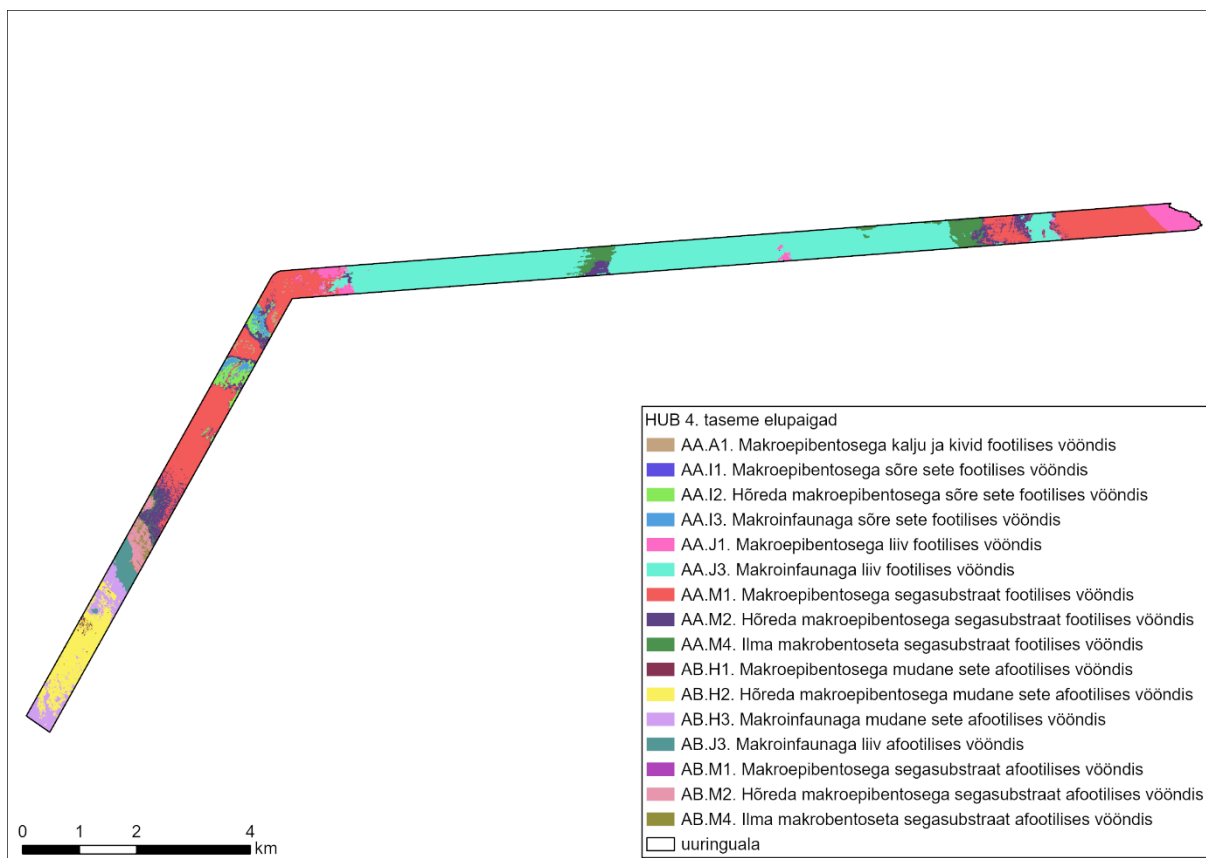
Joonis 3.4.2.1. HELCOM HUB 3. taseme elupaikade levik uuringualal.

Tabel 3.4.2.1. HELCOM HUB 3. taseme elupaikade pindalad uuringualal.

kood	nimetus	pindala (km ²)	osakaal (%)
AA.A	Kalju ja kivid footilises vööndis	0.0411	0.3321
AA.I	Sõre sete footilises vööndis	0.3842	3.1043
AA.J	Liiv footilises vööndis	5.7287	46.2830
AA.M	Segasubstraat footilises vööndis	4.2357	34.2209
AB.H	Mudane sete afootilises vööndis	1.4583	11.7821
AB.J	Liiv afootilises vööndis	0.2318	1.8724
AB.M	Segasubstraat afootilises vööndis	0.2977	2.4052



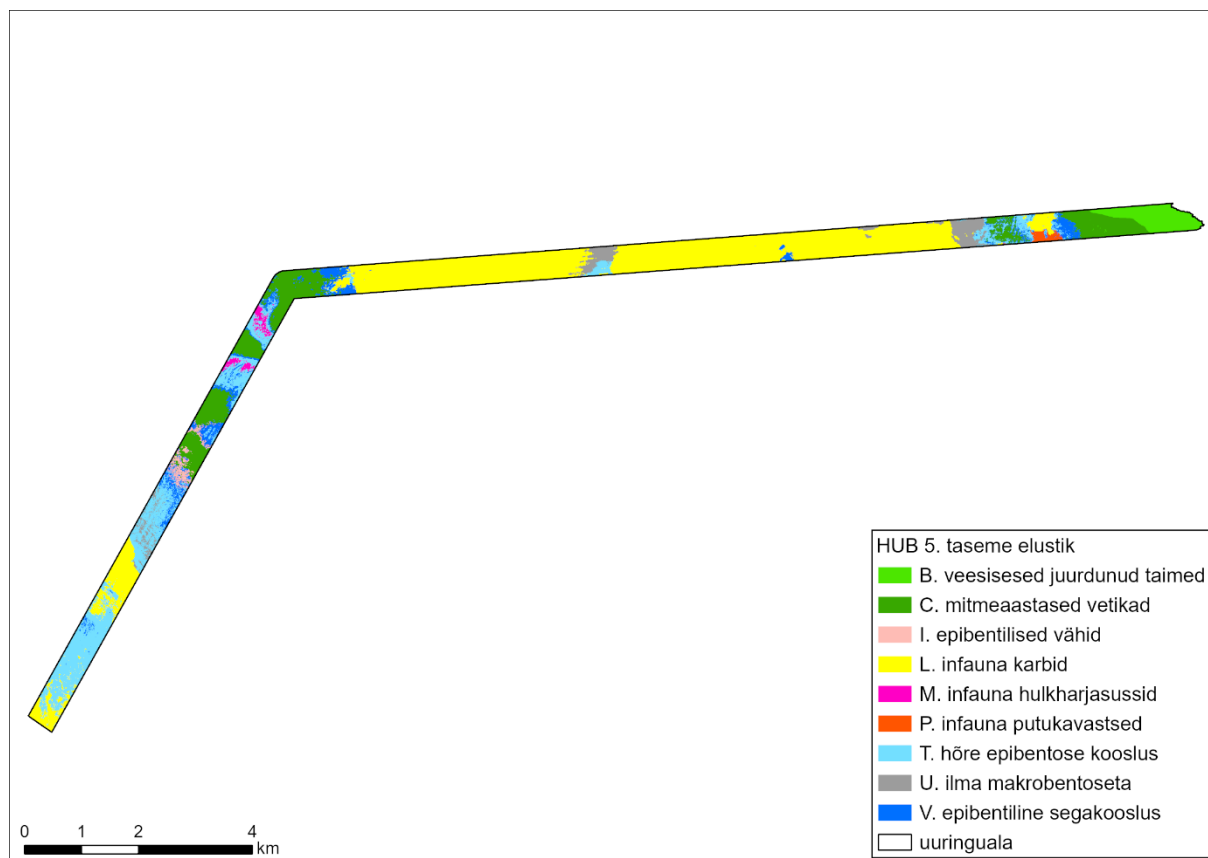
Joonis 3.4.2.2. HELCOM HUB 4. taseme elupaikade elustiku levik uuringualal.



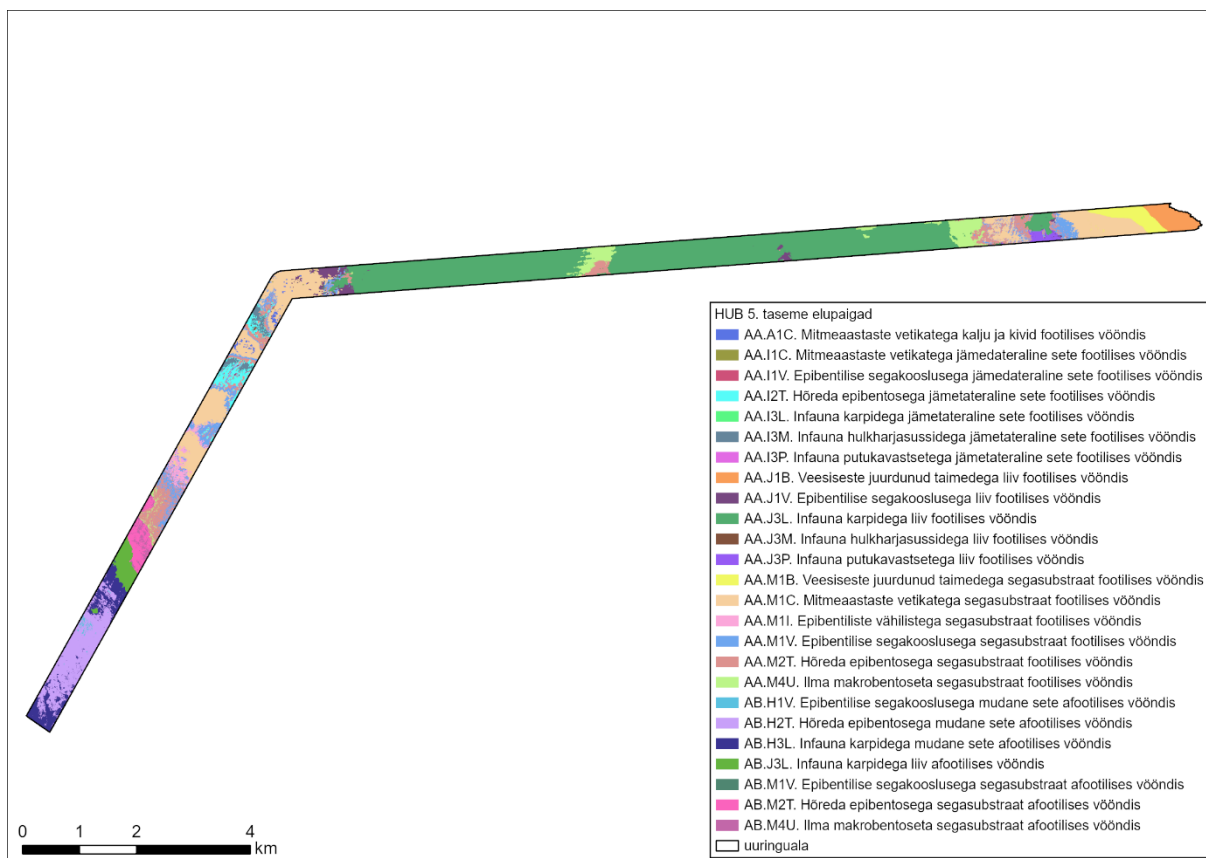
Joonis 3.4.2.3. HELCOM HUB 4. taseme elupaikade levik uuringualal.

Tabel 3.4.2.2. HELCOM HUB 4. taseme elupaikade pindalad uuringualal.

kood	nimetus	pindala (km ²)	osakaal (%)
AA.A1	Makroepibentosega kalju ja kivid footilises vööndis	0.0411	0.3321
AA.I1	Makroepibentosega sõre sete footilises vööndis	0.0200	0.1617
AA.I2	Hõreda makroepibentosega sõre sete footilises vööndis	0.2398	1.9376
AA.I3	Makroinfaunaga sõre sete footilises vööndis	0.1244	1.0050
AA.J1	Makroepibentosega liiv footilises vööndis	0.4846	3.9149
AA.J3	Makroinfaunaga liiv footilises vööndis	5.2441	42.3681
AA.M1	Makroepibentosega segasubstraat footilises vööndis	2.9512	23.8431
AA.M2	Hõreda makroepibentosega segasubstraat footilises vööndis	0.8069	6.5192
AA.M4	Ilma makrobentoseta segasubstraat footilises vööndis	0.4776	3.8586
AB.H1	Makroepibentosega mudane sete afootilises vööndis	0.0240	0.1939
AB.H2	Hõreda makroepibentosega mudane sete afootilises vööndis	0.9344	7.5493
AB.H3	Makroinfaunaga mudane sete afootilises vööndis	0.4999	4.0389
AB.J3	Makroinfaunaga liiv afootilises vööndis	0.2318	1.8724
AB.M1	Makroepibentosega segasubstraat afootilises vööndis	0.0001	0.0006
AB.M2	Hõreda makroepibentosega segasubstraat afootilises vööndis	0.2214	1.7884
AB.M4	Ilma makrobentoseta segasubstraat afootilises vööndis	0.0763	0.6162



Joonis 3.4.2.4. HELCOM HUB 5. taseme elupaikade elustiku levik uuringualal.



Joonis 3.4.2.5. HELCOM HUB 5. taseme elupaikade levik uuringualal.

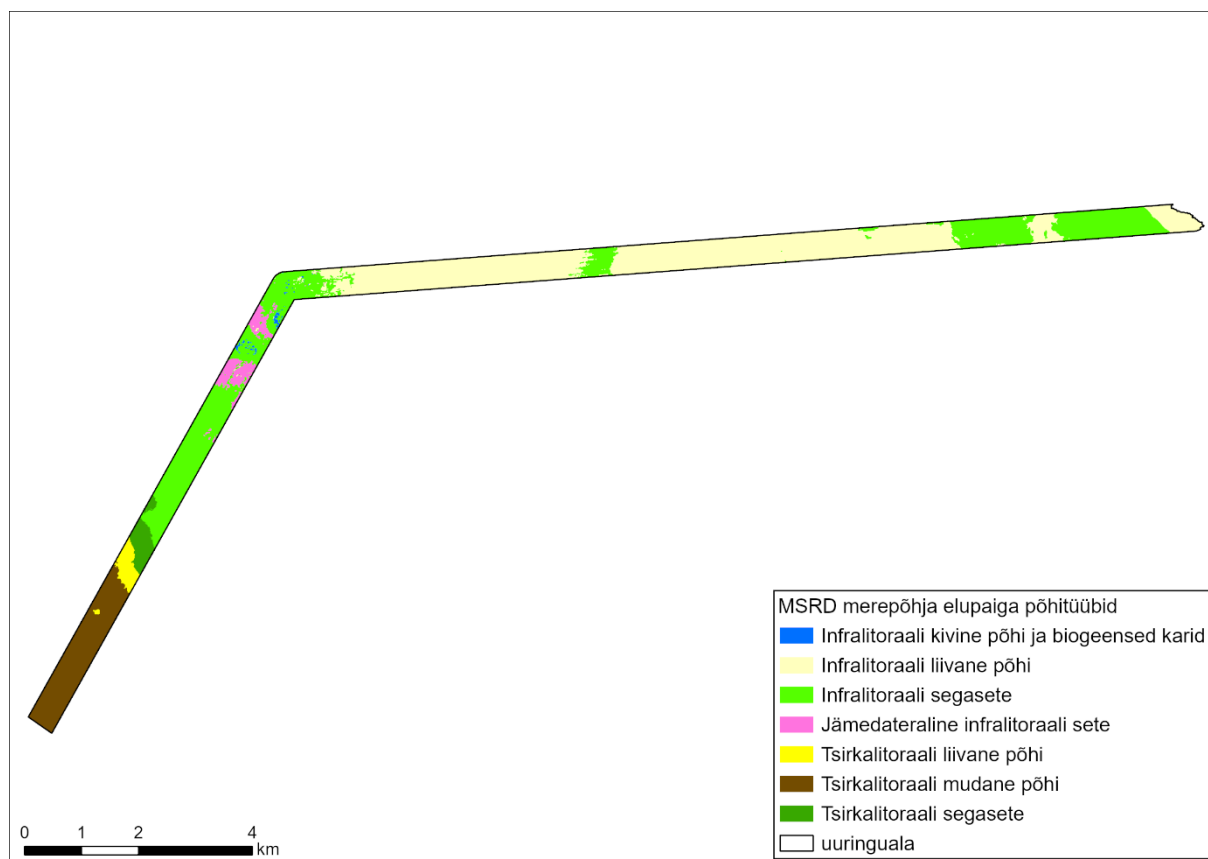
Tabel 3.4.2.3. HELCOM HUB 5. taseme elupaikade pindalad uuringualal.

kood	nimetus	pindala (km ²)	osakaal (%)
AA.A1C	Mitmeaastaste vetikatega kalju ja kivid footilises vööndis	0.0411	0.3321
AA.I1C	Mitmeaastaste vetikatega jämedateraline sete footilises vööndis	0.0038	0.0308
AA.I1V	Epibentilise segakooslusega jämedateraline sete footilises vööndis	0.0162	0.1309
AA.I2T	Hõreda epibentosega jämetateraline sete footilises vööndis	0.2398	1.9376
AA.I3L	Infauna karpidega jämetateraline sete footilises vööndis	0.00003	0.0003
AA.I3M	Infauna hulkharjasussidega jämetateraline sete footilises vööndis	0.1243	1.0045
AA.I3P	Infauna putukavastsetega jämetateraline sete footilises vööndis	0.0000	0.0003
AA.J1B	Veesiseste juurdunud taimedega liiv footilises vööndis	0.2921	2.3601
AA.J1V	Epibentilise segakooslusega liiv footilises vööndis	0.1924	1.5548
AA.J3L	Infauna karpidega liiv footilises vööndis	5.1644	41.7243
AA.J3M	Infauna hulkharjasussidega liiv footilises vööndis	0.0029	0.0230
AA.J3P	Infauna putukavastsetega liiv footilises vööndis	0.0768	0.6208
AA.M1B	Veesiseste juurdunud taimedega segasubstraat footilises vööndis	0.2736	2.2108
AA.M1C	Mitmeaastaste vetikatega segasubstraat footilises vööndis	1.8886	15.2585
AA.M1I	Epibentiliste vähilistega segasubstraat footilises vööndis	0.1480	1.1954
AA.M1V	Epibentilise segakooslusega segasubstraat footilises vööndis	0.6410	5.1784
AA.M2T	Hõreda epibentosega segasubstraat footilises vööndis	0.8069	6.5192
AA.M4U	Ilma makrobentoseta segasubstraat footilises vööndis	0.4776	3.8586
AB.H1V	Epibentilise segakooslusega mudane sete afootilises vööndis	0.0240	0.1939

AB.H2T	Hõreda epibentosega mudane sete afootilises vööndis	0.9344	7.5493
AB.H3L	Infauna karpidega mudane sete afootilises vööndis	0.4999	4.0389
AB.J3L	Infauna karpidega liiv afootilises vööndis	0.2318	1.8724
AB.M1V	Epibentilise segakooslusega segasubstraat afootilises vööndis	0.0001	0.0006
AB.M2T	Hõreda epibentosega segasubstraat afootilises vööndis	0.2214	1.7884
AB.M4U	Ilma makrobentoseta segasubstraat afootilises vööndis	0.0763	0.6162

3.4.3. MSRD merepõhja elupaiga põhitüübid

MSRD merepõhja elupaiga põhitüüpide levik on toodud joonisel 3.4.3.1 ja vastavad pindalad uuringualal tabelis 3.4.3.1.



Joonis 3.4.3.1. MSRD merepõhja elupaiga põhitüüpide levik uuringualal.

Tabel 3.4.3.1. MSRD merepõhja elupaiga põhitüüpide pindalad uuringualal.

nimetus	pindala (km ²)	osakaal (%)
Infralitoraali kivine põhi ja biogeensed karid	0.0411	0.3321
Infralitoraali liivane põhi	5.7287	46.2830

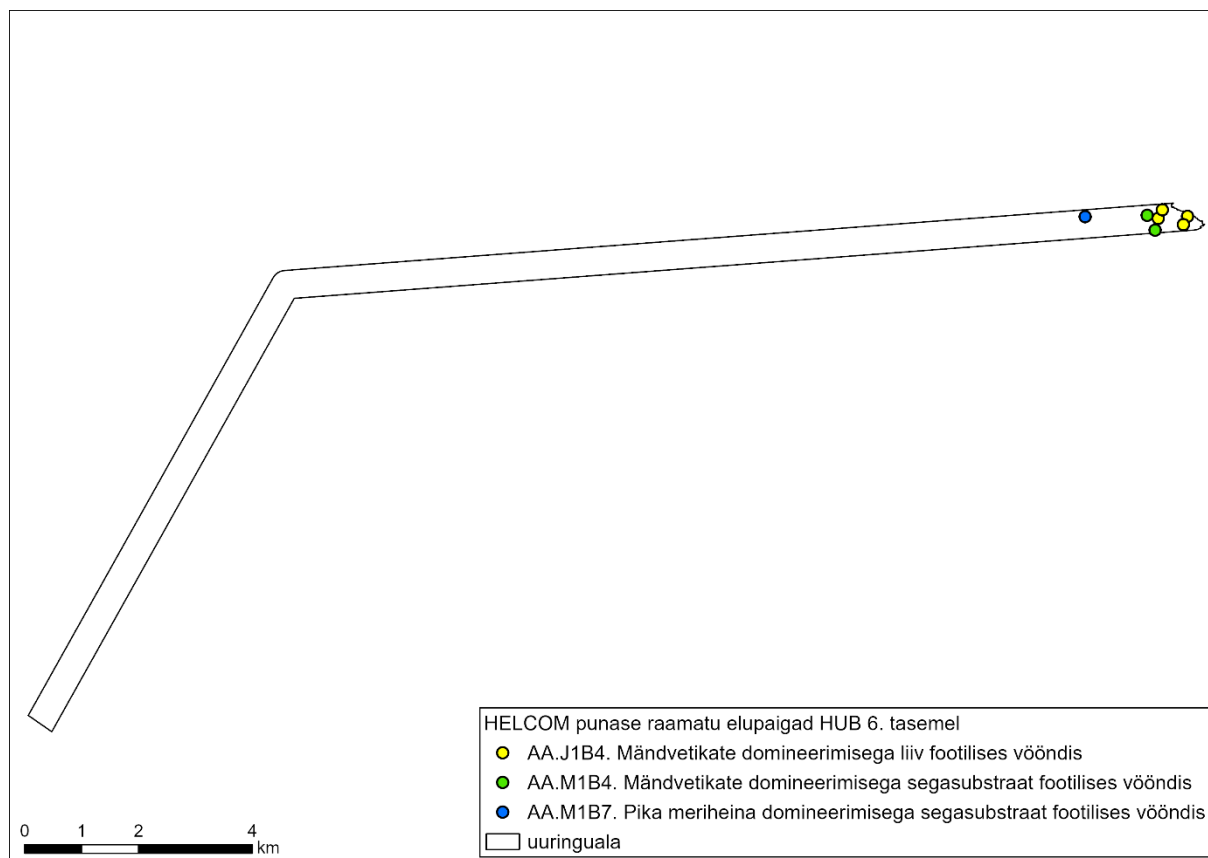
Infralitoraali segasete	4.2357	34.2209
Jämedateraline infralitoraali sete	0.3842	3.1043
Tsirkalitoraali liivane põhi	0.2318	1.8724
Tsirkalitoraali mudane põhi	1.4583	11.7821
Tsirkalitoraali segasete	0.2977	2.4052

3.4.4. HELCOM punase raamatu elupaigad

Biotoobikompleksidena on HELCOM-i punasesse raamatusse (HELCOM *Red List*) kantud Läänemeres esinevad loodusdirektiivi (92/43/EMÜ) elupaigatüübid (HELCOM 2013b). Uuringualal tuvastati loodusdirektiivi liivamadalate (1110) ja karide (1170) elupaigatüüpide esinemine (vt peatükk 3.4.1). Täiendavalt hinnati HUB 6. taseme elupaikade olemasolu proovipunktide andmete põhjal eesmärgiga selgitada välja, kas alal esineb HELCOM-i punase raamatu elupaiksid⁷. Hinnangu tulemusel tuvastati järgmised HUB 6. taseme HELCOM-i punase raamatu elupaigad (joonis 3.4.4.1):

- AA.J1B4. Mändvetikate domineerimisega liiv footilises vööndis (proovipunktid UTIL701, UTIL702, UTIL760, UTIL762)
- AA.M1B4. Mändvetikate domineerimisega segasubstraat footilises vööndis (proovipunktid UTIL763, UTIL765)
- AA.M1B7. Pika meriheina domineerimisega segasubstraat footilises vööndis (proovipunkt UTIL704)

⁷ <https://helcom.fi/baltic-sea-trends/biodiversity/red-list-of-biotopes-habitats-and-biotope-complexes/biotope-information-sheets/>



Joonis 3.4.4.1. HELCOM punase raamatu elupaigad HUB 6. tasemel.

4. POTENTSIAALSETE MÕJUDE HINNANG

4.1. Infrastruktuuri ja tegevuste kirjeldus

Vastavalt tellijalt saadud infole planeeritakse eksportkaablitrassile paigaldada kolm kaablit, mille paigutus on toodud joonisel 2.1.1. Kaablid paigaldatakse kas pinnasesse süvistatult või pinnapealselt koos kivipuistega või betooniga katmisega. Süvistamisel rajatakse süvend kas kõrgsurve veejugadega või kettsaega. Praeguses faasis ei ole kindlaks määratud kus ja milliseid paigaldamise tehnoloogiaid kasutatakse. Üldistava hinnangu saamiseks on seetõttu ehitustsoonina arvestatud 2 m laiust vööndit. Ehitustsoonis kaob merepõhja looduslik seisund merepõhja substraadi läbikaevamise, kaablite matmise või katmise tagajärjel (edaspidi merepõhja *kadu*). Kadude ala ruumikuju saadi lisades eksportkaablite ruumikujudele igas suunas 1 m puhvri.

HELCOM kasutab kaablite rajamise mõju hindamisel 1 km raadiusega mõjuala puhvrit⁸. Kuna käesolevas töös ei ole heljumi leviku ulatus teada ja praktilistel põhjustel ei olnud võimalik kaardistada 1 km raadiusega uuringuala, siis rakendati mõjualana 50 m raadiusega puhvrit (edaspidi merepõhja *hääring*). Igale eksportkaabli kadude ruumikujule lisati igas suunas 50 m puhver. Kuna eksportkaablid koonduvad rannajoone lähedal (kaablite omavahelised kaugused vähenevad 50 meetrilt ligikaudu 12 meetrile), siis kaablite kattuvad puhvrid liideti omavahel kokku üheks ruumikujuks. Hääringute ruumikujust lõigati välja kadude ruumikuju ehk eemaldati kadude ja hääringute ruumikujude omavaheline kattuv osa.

4.2. Merepõhja kadude hinnang

Kadude ruumikuju pindala on 0,148 km², mis moodustab 1,2% uuringuala pindalast. Kuna kolme planeeritava kaabli ruumikujud läbivad kogu uuringuala, siis esines kadusid peaaegu kõigi elupaikade puhul proportsionaalselt kadude ruumikuju pindalale uuringuala pindala suhtes (Lisa 1). Kõrge looduskaitse väärtusega loodusdirektiivi elupaigatüüpide (karid, liivamadalad) puhul on kadu ligikaudu 0,02 km² mõlemal elupaigatüübil, mis moodustab umbes 1,2% nende elupaigatüüpide kogupindalast uuringualal (Lisa 1). Lisaks pindalaliselt kaardistatud elupaikadele läbivad kaablid suure tõenäosusega ka HELCOM HUB 6. tasemel

⁸ HELCOM HOLAS 3 Dataset (2023): Physical disturbance HOLAS 3, <https://metadata.helcom.fi/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/2e54aec0-d930-4f48-bfcc-6604c6ce8b26>

määratletud punase raamatu elupaikasad, mille olemasolu tuvastati proovipunktipõhiselt kaablitrassi rannajoonepoolses osas (vt peatükk 3.4.4).

4.3. Merepõhja häiringute hinnang

Häiringute ruumikuju pindala oli 7,24 km², mis moodustas 58,5% uuringuala pindalast. Kuna kolme planeeritava kaabli häiringute ruumikuju läbib kogu uuringuala ja katab üle poole selle pindalast, siis esines häiringuid peaaegu kõigi elupaikade puhul proportsionaalselt häiringute ruumikuju pindalale uuringuala pindala suhtes (Lisa 1). Kõrge looduskaitse väärtusega loodusdirektiivi elupaigatüüpide karide ja liivamadalate puhul on häiringute pindalad vastavalt 1,16 km² ja 0,90 km², mis moodustavad vastavalt 60,5% ja 53,7% nende elupaigatüüpide kogupindalast uuringualal (Lisa 1). Lisaks pindalaliselt kaardistatud elupaikadele jäävad häiringualale suure tõenäosusega ka HELCOM HUB 6. tasemel määratletud punase raamatu elupaikasad, mille olemasolu tuvastati proovipunktipõhiselt kaablitrassi rannajoonepoolses osas (vt peatükk 3.4.4).

5. Seire ja leevendusmeetmed.

5.1. Mõjude leevendusmeetmed.

Kaabltrassi rajamise kahjulike mõjusid on võimalik tasandada leevendusmeetmetega, mis on eri tüüpi elupaikade puhul erinevad:

- Tööde teostamise aeg. Merepõhja süvistamisega seotud tegevused peaksid toimuma vegetatsiooni perioodi välisel ajal.
- Liivamadala elupaigatüübi puhul (meriheina kooslused) – leevendusmeetmeks saab olla meriheina koosluste taastamine pärast kaabltrassi rajamist (tehnoloogia olemas ja Eestis katsetatud). Sellega saab kahjustatud elupaigatüübi täielikult taastada. Meriheina koosluste taastamise eelduseks on piirkonnas detailse meriheina koosluste paiknemise kaardistamine enne tööde teostamist (ehituseelse seire käigus). Kaardistuse ulatus peab hõlmama kogu potentsiaalset mõjuala (sügavusvahemik 0-6 m, 300 m mõlemale poole kaabltrassist).
- Karide elupaigatüübi puhul on leevendavaks meetmeks süvistatud kaabli katmine looduslikule sarnaste omadustega materjaliga.

5.2. Seire

Kaabltrassi paigaldamise mõju ja leevendusmeetmete efektiivsuse hindamiseks tuleb läbi viia seire (enne tööde teostamist, tööde teostamise ajal ja pärast tööde teostamist).

Ehituseelne seire

Loodusdirektiivi merepõhja elupaigatüüpide ja HELCOMi Red Listi biotoopide seisundi ehituseelseks hindamiseks tuleb läbi viia seire/inventuur trassikoridoris ja puhveralal (300 m mõlemale poole kaabltrassist). Puhverala tuleb eelnevalt üle täpsustada setete leviku modelleerimisega (sõltuvalt süvistamiseks kasutatavast tehnoloogiast võib mõju ala olla ka laiem). Seire peab võimaldama kaardistada trassikoridoris ja puhveralal asuvate Loodusdirektiivi elupaigatüüpide, HUB elupaikade (tase 5 ja 6) ja HELCOM Red Listi biotoopide leviku. Andmekogumine peab olema piisav võimaldamaks suure detailsusega kaardistamist.

Ehitusaegne seire

Kaabltrassi paigaldamise ajal peab seire sisaldama paigaldamisel tekkiva heljumi leviku jälgimist reaajas. Heljumipilve levikul väljaspoole puhvertsooni sügavusvööndisse madalamale kui 6 m tuleks tööd peatada.

Ehitusjärgne seire

Ehitusjärgne seire peab võimaldama hinnata ehitustöödest põhjustatud häiringute ulatust nii kaablitrassi kui seda ümbritseva puhvertsooni sees.

Kaablitrassi paigaldamise järelseire peaks toimuma vähemalt viie aasta jooksul kord aastas suvisel perioodil (juuni-september). Sõltuvalt substraadist on tehnoloogia veidi erinev:

Pehme sete. Valida tuulepargi või kaablitrassi puhul kolm ala, kus on toimunud kaabli süvistamine/paigaldamine. Igal alal teostatakse merepõhja videovaatlused kas ROV, "drop" kaameraga või sukeldujaga (10 kordust, videoga kaetud merepõhja pindala iga korduse puhul vähemalt 5m²). Lisaks kogutakse kaabli vahetus läheduses pehmest settest kvantitatiivsed proovid igal alal vähemalt kolmes korduses. Igale alale tuleb valida referentsala (vähemalt 500m kaugusel, sarnaste merepõhja omadustega). Referentsalal teostatakse vaatlused ja proovivõtt sama skeemi järgi (oluline, et referentsala oleks kindlasti kaabli paigaldamise mõjualast väljaspool).

Kõva substraat. Valida tuulepargi või kaablitrassi puhul viis ala, kus on toimunud kaabli süvistamine/paigaldamine. Alad peavad olema jaotunud ühtlaselt kogu tuulepargi ja kaablitrassi poolt hõivatud sügavusgradiendi suhtes (katmaks nii footilist kui afootilist tsooni). Kõige madalam ala peaks olema vahemikus 2-5 m. Igal alal teostatakse merepõhja videovaatlused kas ROV-i, "drop" kaameraga või sukeldujaga (10 kordust, videoga kaetud merepõhja pindala iga korduse puhul vähemalt 5m²). Lisaks kogutakse kaabli vahetus läheduses kõva substraadi pealt kvantitatiivsed proovid igal alal vähemalt kolmes korduses. Igale alale tuleb valida referentsala (vähemalt 500m kaugusel, sarnaste merepõhja omadustega). Referentsalal teostatakse vaatlused ja proovivõtt sama skeemi järgi (oluline, et referentsala oleks kindlasti kaabli paigaldamise mõjualast väljaspool).

Kui viieaastase perioodi järgi ei ole kahjustatud kooslused taastunud (on olemas statistiline erinevus referentsala ja mõjutatud ala vahel) tuleks seiret jätkata veel viieaastase perioodi.

Meriheina koosluste taastamine

Kahjustatud meriheina kooslused tuleb taastada vähemalt ühe vegetatsiooniperioodi jooksul. Taastamiseks tuleb kasutada istutusmaterjali, mis on pärit samast piirkonnast (Liivi lahe kirdeosa). Kooslused tuleb taastada sama tihedusega kui on piirkonnas looduslikud kooslused. Taastamise tõhusust tuleb seirata vähemalt kahe järgneva hooaja jooksul ja vajadusel taastamise protseduure korrata.

KIRJANDUS

- Calder BR, Mayer LA (2003) Automatic processing of high-rate, high-density multibeam echosounder data. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*. 4 (6), 1-22
- Davies CE, Moss D, Hill MO (2004) EUNIS Habitat Classification Revised 2004. European Topic Centre on Biological Diversity. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eunis-habitat-classification/documentation/eunis-2004-report.pdf>
- ESRI (2023) ArcGIS Pro: version 3.2.2. <http://esri.com>
- European Commission (2013) Interpretation manual of European Union habitats. Interpretation Manual - EUR 28. European Commission, DG Environment.
- Evans (2016) Revising the marine section of the EUNIS Habitat classification. Report of a workshop held at the European Topic Centre on Biological Diversity, 12 & 13 May 2016.
- Fonseca L, Calder B (2005) Geocoder: An efficient backscatter map constructor. Proceedings of the U.S. Hydrographic Conference 2005, San Diego.
- HELCOM (2013a) HELCOM HUB – Technical Report on the HELCOM Underwater Biotope and habitat classification. Baltic Sea Environment Proceedings No. 139. <https://helcom.fi/media/publications/BSEP139.pdf>
- HELCOM (2013b) Red List of Baltic Sea underwater biotopes, habitats and biotope complexes. Baltic Sea Environmental Proceedings No. 138.
- HELCOM (2017a) Manual for Marine Monitoring in the COMBINE Programme of HELCOM. <https://helcom.fi/action-areas/monitoring-and-assessment/monitoring-guidelines/combine-manual/>
- HELCOM (2017b) A practical guidance how different hierarchical levels of habitats (e.g. broader and more-detailed HELCOM underwater biotopes) can be tackled within the same assessment. SPICE project deliverable of task 4.1.2.
- Liaw A, Wiener M (2002) Classification and Regression by randomForest. *R News* 2(3):18–22.
- Paal (2007) Loodusdirektiivi elupaigatüüpide käsiraamat. Auratrükk, Tallinn.
- R Core Team (2023) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- RStudio Team (2023) RStudio: Integrated Development Environment for R. RStudio, PBC, Boston, MA. <http://www.rstudio.com/>
- Remm K, Remm J, Kaasik A (2012) Ruumiliste loodusandmete statistiline analüüs. Õpik-käsiraamat. Tartu Ülikooli Ökoloogia ja Maateaduste Instituut. Tartu.

- TÜ Eesti Mereinstituut (2014a) Keskkonnainvesteeringute Keskuse poolt rahastatud projekti nr 3125 „Sonarisüsteemi rakendamise metoodika loomine merepõhja elupaikade ja füüsikaliste omaduste kaardistamiseks“ aruanne/juhendmaterjal.
- TÜ Eesti Mereinstituut (2014b) Merepõhja elupaikade definitsioonide tõlgendamise juhend. Teostatud KIK projekti „Eesti merealade planeerimiseks loodus-kaitse teabe koondamine, sh. territoriaalmere mereelupaikade modelleerimine“ raames.
- TÜ Eesti Mereinstituut (2021) HELCOM HUB 5. taseme elupaikade leviku modelleerimine. <https://kliimaministeerium.ee/media/473/download>
- TÜ Eesti Mereinstituut (2023) Kahjuliku mõju ulatus elupaigatüübi seisundile – MSRD kohane seisundihinnang. KIK projekt 18498. <https://mereinstituut.ut.ee/sites/default/files/2023-10/Kahjuliku%20moju%20ulatus%20elupaigat%C3%BC%C3%BCbi%20seisundile%20%E2%80%93%20MSRD%20kohane%20seisundihinnang.pdf>
- Wood SN (2011) Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society (B)* 73(1):3-36.
- Wood S (2022) mgcv: Mixed GAM Computation Vehicle with automatic smoothness estimation. R package version 1.8-41. <http://cran.r-project.org/web/packages/mgcv>
- Wright MN, Ziegler A (2017) ranger: A Fast Implementation of Random Forests for High Dimensional Data in C++ and R. *Journal of Statistical Software*, 77(1), 1-17. doi:10.18637/jss.v077.i01

LISA 1. Elupaikade kadude ja häiringute pindalad

HUB3–HUB5: HELCOM HUB elupaikade klassifikatsiooni tasemed 3–5.

LD: loodusdirektiiv

MSRD: merestrateegia raamdirektiiv

elupaiga kate-gooria	kood/nimetus	kogu-pindala (km ²)	kadude pindala (km ²)	kadude pindala (%)	häiringute pindala (km ²)	häiringute pindala (%)
HUB3	AA.A Kalju ja kivid footilises vööndis	0.04111	0.00065	1.58	0.02511	61.08
HUB3	AA.I Sõre sete footilises vööndis	0.38423	0.00420	1.09	0.21176	55.11
HUB3	AA.J Liiv footilises vööndis	5.72871	0.06860	1.20	3.30968	57.77
HUB3	AA.M Segasubstraat footilises vööndis	4.23570	0.05057	1.19	2.50485	59.14
HUB3	AB.H Mudane sete afootilises vööndis	1.45833	0.01760	1.21	0.87525	60.02
HUB3	AB.J Liiv afootilises vööndis	0.23175	0.00280	1.21	0.14553	62.80
HUB3	AB.M Segasubstraat afootilises vööndis	0.29771	0.00359	1.21	0.16922	56.84
HUB4	AA.A1 Makroepibentosega kalju ja kivid footilises vööndis	0.04111	0.00065	1.58	0.02511	61.08
HUB4	AA.I1 Makroepibentosega sõre sete footilises vööndis	0.02001	0.00054	2.70	0.01350	67.47
HUB4	AA.I2 Hõreda makroepibentosega sõre sete footilises vööndis	0.23983	0.00245	1.02	0.13061	54.46
HUB4	AA.I3 Makroinfaunaga sõre sete footilises vööndis	0.12439	0.00121	0.97	0.06765	54.39
HUB4	AA.J1 Makroepibentosega liiv footilises vööndis	0.48457	0.00484	1.00	0.17930	37.00
HUB4	AA.J3 Makroinfaunaga liiv footilises vööndis	5.24413	0.06376	1.22	3.13038	59.69
HUB4	AA.M1 Makroepibentosega segasubstraat footilises vööndis	2.95119	0.03553	1.20	1.71679	58.17
HUB4	AA.M2 Hõreda makroepibentosega segasubstraat footilises vööndis	0.80691	0.01025	1.27	0.53058	65.75
HUB4	AA.M4 Ilma makroepibentosega segasubstraat footilises vööndis	0.47760	0.00479	1.00	0.25748	53.91
HUB4	AB.H1 Makroepibentosega mudane sete afootilises vööndis	0.02400	0.00045	1.88	0.01697	70.69
HUB4	AB.H2 Hõreda makroepibentosega mudane sete afootilises vööndis	0.93442	0.01084	1.16	0.56806	60.79
HUB4	AB.H3 Makroinfaunaga mudane sete afootilises vööndis	0.49991	0.00630	1.26	0.29023	58.06
HUB4	AB.J3 Makroinfaunaga liiv afootilises vööndis	0.23175	0.00280	1.21	0.14553	62.80
HUB4	AB.M1 Makroepibentosega segasubstraat afootilises vööndis	0.00007			0.00004	52.80
HUB4	AB.M2 Hõreda makroepibentosega segasubstraat afootilises vööndis	0.22136	0.00257	1.16	0.12702	57.38
HUB4	AB.M4 Ilma makroepibentosega segasubstraat afootilises vööndis	0.07627	0.00102	1.34	0.04215	55.27
HUB5	AA.A1C Mitmeaastaste vetikatega kalju ja kivid footilises vööndis	0.04111	0.00065	1.58	0.02511	61.08
HUB5	AA.I1C Mitmeaastaste vetikatega jämedateraline sete footilises vööndis	0.00381	0.00010	2.71	0.00214	56.15
HUB5	AA.I1V Epibentilise segakooslusega jämedateraline sete footilises vööndis	0.01620	0.00044	2.70	0.01136	70.13
HUB5	AA.I2T Hõreda epibentosega jämedateraline sete footilises vööndis	0.23983	0.00245	1.02	0.13061	54.46
HUB5	AA.I3L Infauna karpidega jämedateraline sete footilises vööndis	0.00003			0.00002	76.18
HUB5	AA.I3M Infauna hulkharjasussidega jämedateraline sete footilises vööndis	0.12433	0.00121	0.97	0.06763	54.39
HUB5	AA.I3P Infauna putukavastsetega jämedateraline sete footilises vööndis	0.00003				

HUB5	AA.J1B	Veesiseste juurdunud taimedega liiv footilises vööndis	0.29213	0.00339	1.16	0.09722	33.28
HUB5	AA.J1V	Epibentilise segakooslusega liiv footilises vööndis	0.19245	0.00145	0.75	0.08207	42.65
HUB5	AA.J3L	Infauna karpidega liiv footilises vööndis	5.16444	0.06273	1.21	3.08568	59.75
HUB5	AA.J3M	Infauna hulkharjasussidega liiv footilises vööndis	0.00285	0.00013	4.46	0.00235	82.38
HUB5	AA.J3P	Infauna putukavastsetega liiv footilises vööndis	0.07684	0.00090	1.17	0.04235	55.12
HUB5	AA.M1B	Veesiseste juurdunud taimedega segasubstraat footilises vööndis	0.27364	0.00188	0.69	0.08073	29.50
HUB5	AA.M1C	Mitmeaastaste vetikatega segasubstraat footilises vööndis	1.88863	0.02376	1.26	1.15329	61.07
HUB5	AA.M1I	Epibentiliste vähilistega segasubstraat footilises vööndis	0.14796	0.00201	1.36	0.10072	68.07
HUB5	AA.M1V	Epibentilise segakooslusega segasubstraat footilises vööndis	0.64096	0.00788	1.23	0.38204	59.60
HUB5	AA.M2T	Hõreda epibentosega segasubstraat footilises vööndis	0.80691	0.01025	1.27	0.53058	65.75
HUB5	AA.M4U	Ilma makrobentoseta segasubstraat footilises vööndis	0.47760	0.00479	1.00	0.25748	53.91
HUB5	AB.H1V	Epibentilise segakooslusega mudane sete afootilises vööndis	0.02400	0.00045	1.88	0.01697	70.69
HUB5	AB.H2T	Hõreda epibentosega mudane sete afootilises vööndis	0.93442	0.01084	1.16	0.56806	60.79
HUB5	AB.H3L	Infauna karpidega mudane sete afootilises vööndis	0.49991	0.00630	1.26	0.29023	58.06
HUB5	AB.J3L	Infauna karpidega liiv afootilises vööndis	0.23175	0.00280	1.21	0.14553	62.80
HUB5	AB.M1V	Epibentilise segakooslusega segasubstraat afootilises vööndis	0.00007			0.00004	52.80
HUB5	AB.M2T	Hõreda epibentosega segasubstraat afootilises vööndis	0.22136	0.00257	1.16	0.12702	57.38
HUB5	AB.M4U	Ilma makrobentoseta segasubstraat afootilises vööndis	0.07627	0.00102	1.34	0.04215	55.27
LD	1170	Karid	1.90895	0.02368	1.24	1.15576	60.54
LD	1110	Liivamadalad	1.68142	0.01995	1.19	0.90240	53.67
MSRD		Infralitoraali kivine põhi ja biogeensed karid	0.04111	0.00065	1.58	0.02511	61.08
MSRD		Jämedateraline infralitoraali sete	0.38423	0.00420	1.09	0.21176	55.11
MSRD		Infralitoraali liivane põhi	5.72871	0.06860	1.20	3.30968	57.77
MSRD		Infralitoraali segasete	4.23570	0.05057	1.19	2.50485	59.14
MSRD		Tsirkalitoraali mudane põhi	1.45833	0.01760	1.21	0.87525	60.02
MSRD		Tsirkalitoraali liivane põhi	0.23175	0.00280	1.21	0.14553	62.80
MSRD		Tsirkalitoraali segasete	0.29771	0.00359	1.21	0.16922	56.84