

Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut

**Mereelupaikade ja põhjaelustiku uuring Hiiumaa ja  
Rohuküla vahelisel merealal kavandataval perspektiivsel  
kaadamisalal**

Aruande versioon 1, 01 detsember 2023

Tellijal: LEMMA OÜ

Vastutav täitja: Georg Martin, PhD, professor



Tallinn 2023

**Aruande versioonide info**

Versiooni number	Kuupäev	Info
1	01.12.2023	Esimene tellijale esitatud versioon

# SISUKORD

SISUKORD .....	3
1. SISSEJUHATUS .....	4
2. MATERJAL JA METOODIKA .....	5
2.1. Uuringuala .....	5
2.2. Välitööd proovipunktides .....	5
2.3. Kaartide loomise meetodid.....	7
3. VÄLIUURINGUTE TULEMUSED.....	11
3.1. Merepõhja substraat .....	11
3.2. Põhjaelustik .....	13
3.3. Põhjaelupaigad .....	20
3.3.1. Loodusdirektiivi elupaigatüübid.....	20
3.3.2. HELCOM HUB elupaigad .....	21
UURINGU KOKKUVÕTE .....	27
KIRJANDUS.....	28

# 1. SISSEJUHATUS

Seoses Heltermaa sadama rekonstrueerimisega ja vajadusega suurendada süvendamise ja kaadamise mahtu Väinamere põhjosas valiti välja uus potentsiaalne kaadamisala mille koordinaadid on järgmised:

23,216305425151E	58,874187263877N
23,269326756631E	58,874876038068N
23,270757235681E	58,854797593875N
23,218169623879E	58,854685956462N

Käesoleva uuringu eesmärgiks oli tuvastada potentsiaalse uue kaadamisala sobivus lähtudes merepõhja elustiku ja -elupaikade levikust.

Tööd viidi läbi koostöös Tuukritööde OÜ-ga.

Töö viidi läbi Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituudi töötajate poolt:

Georg Martin – aruande koostamine;

Kristjan Herkül – andmeanalüüs, aruande koostamine;

Jack Royd Hall, Hanna-Eliisa Luts, Greta Reisalu, Keili Saava, Martin Teeveer, Remo Torn – merepõhja proovide kogumise välitööd;

Tiia Möller – videoproovide analüüs;

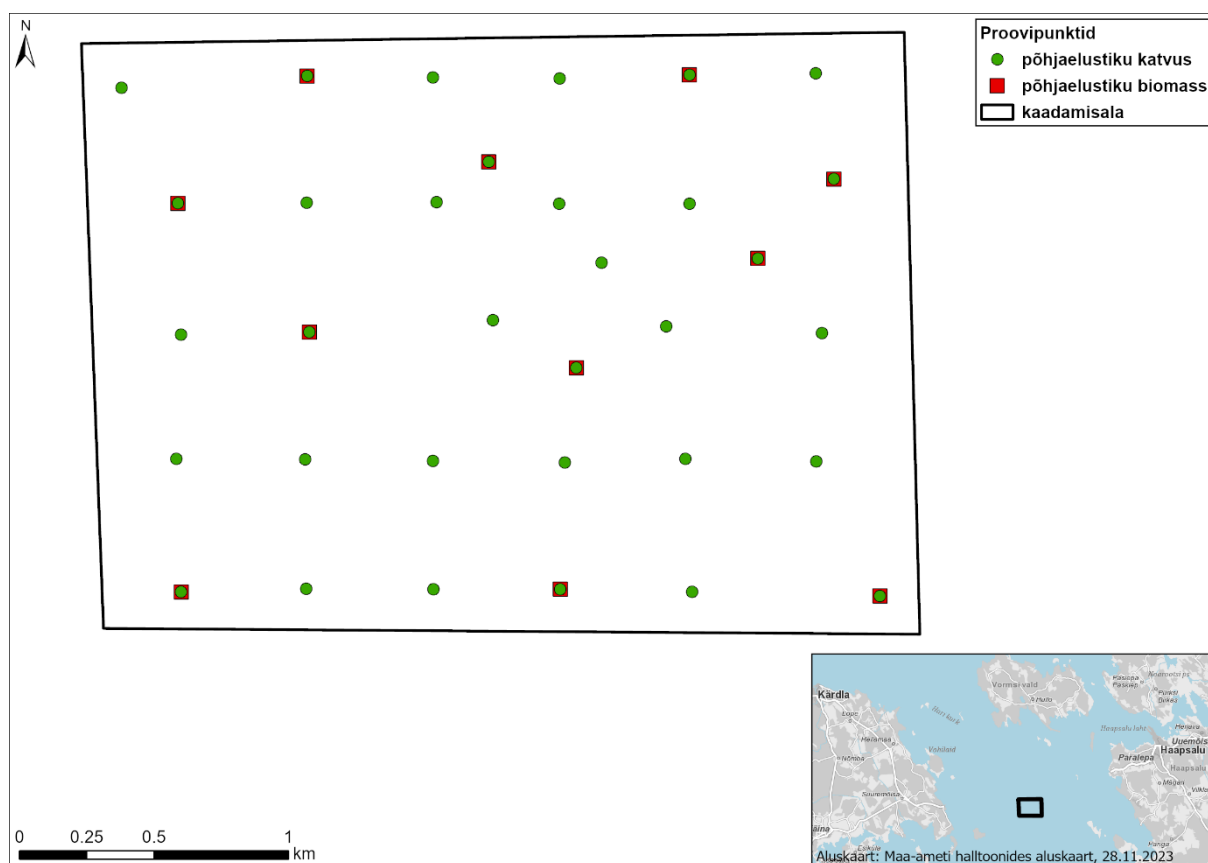
Vivian Tamm – biomassiproovide analüüs;

Greta Reisalu – andmesisestus, biomassiproovide analüüs.

## 2. MATERJAL JA METOODIKA

### 2.1. Uuringuala

Uuringualaks oli planeeritav uus kaadamisala Väinameres (joonis 2.1.1). Uuringuala mõõtmeteks oli ligikaudu 3 × 2,2 km ja pindalaks 6,7 km<sup>2</sup>. Tuukritööd OÜ teostatud sonarimõõdistamiste järgi oli sügavus uuringualal vahemikus 7,4 kuni 9,1 m (joonis 2.3.1).



Joonis 2.1.1. Uuringuala ja proovipunktide paiknemine.

### 2.2. Välitööd proovipunktides

Andmed põhjasubstraadi ja põhjaelustiku parameetrite kirjeldamiseks koguti välitöödel 14. – 17. augustil 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 merepõhjalt koguti Van Veen-tüüpi põhjaammutajatega (proovivõtu pindala 0,026 m<sup>2</sup>). Kogutud proovid pesti merel nailonsõeltel, mille võrgusilma diameeter on 0,25 mm, et eemaldada peenliiv ja muda. 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 seadet. Täiendav täpsem (viga < 1 m) georefereerimine toimus Trimble R1 GNSS seadme abil, millega logiti kõikide videosalvestuste trajektoolid. Täpsemad asukohamäärangud olid vajalikud andmete sidumiseks sonaripõhiste andmetega.

Välitöödel külastati 33 proovipunkti, millest kõigis teostati katvushinnangud ja 11 proovipunktis koguti biomassiproovid (joonis 2.1.1).

Biomassiproovide analüüs toimus Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituudi merebioloogia osakonna akrediteeritud laboris (Eesti Akrediteerimiskeskuse tunnistus L179<sup>1</sup>) vastavalt kvaliteedisüsteemi juhenditele. Analüüsi meetodid on kooskõlas HELCOM-i soovitustega (HELCOM 2017). 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 m<sup>2</sup> kohta.

---

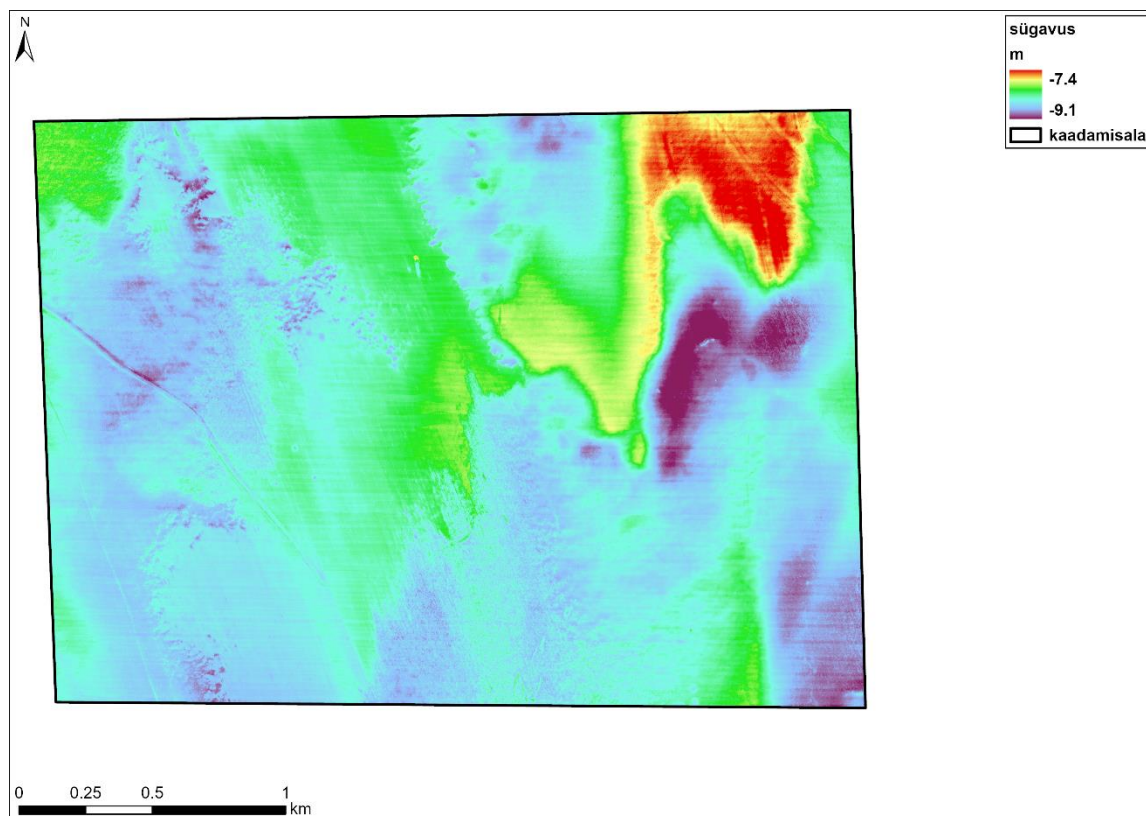
<sup>1</sup> <http://www.eak.ee/dokumendid/pdf/kasitusala/L179.pdf>

Kõik katvus- ja biomassiandmed sisestati Tartu Ülikooli Eesti mereinstituudi põhjaelustiku andmebaasi.

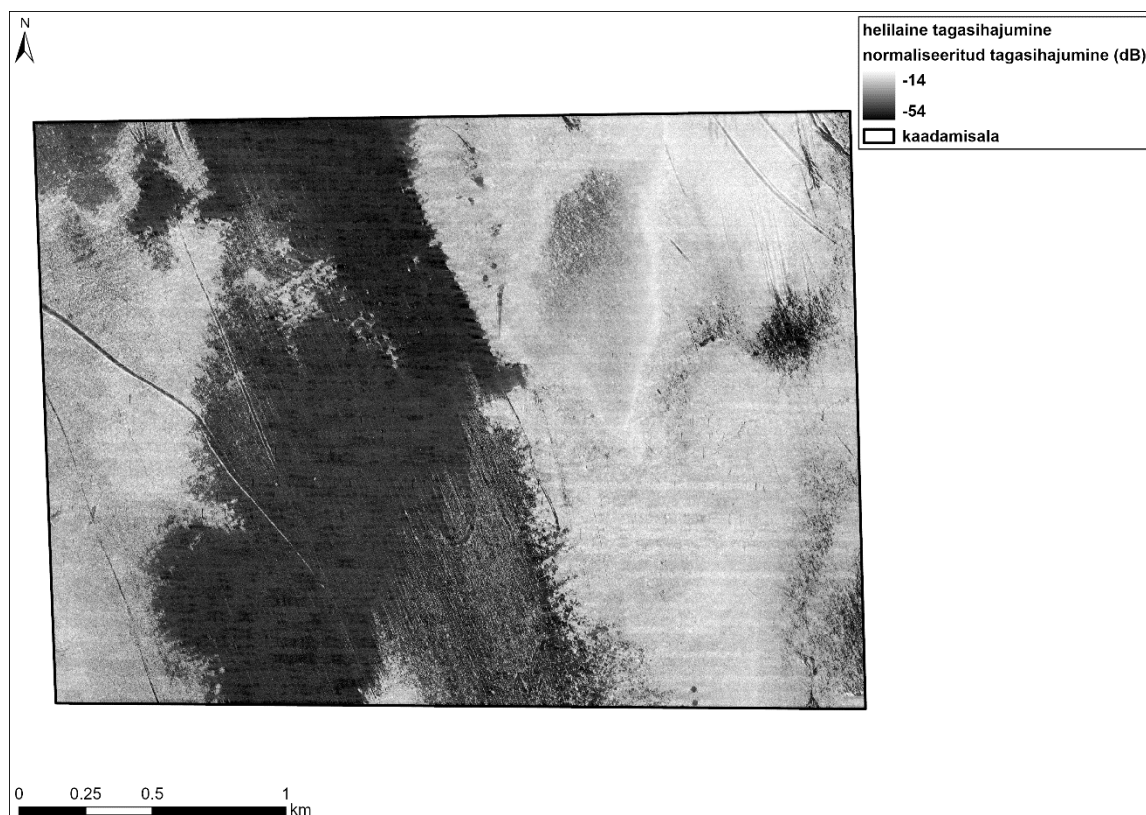
## 2.3. Kaartide loomise meetodid

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 palju täpsemalt ennustada elustiku ja elupaikade levikut merepõhja punktvaatluste vahelisel alal. Sonariga on võimalik koguda kahte tüüpi andmeid – sügavus ja tagasihajeldunud 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.

Käesolevas uuringus teostas sonaritööd Tuukritööde OÜ (kontaktisik Kaido Peremees). Tööd teostati 5. – 11. septembril 2023. a. kasutades mitmekiirelist sonarit *Teledyne Reson SeaBat T-50P*. Sonari töösageduseks oli 300 kHz. Tagasihajumise töötlemiseks (kompenseerimine, mosaiikimine) kasutati *QPS Qinsy* tarkvara. Merepõhja elustiku ja elupaikade kaartide loomiseks andis Tuukritööde OÜ üle mere sügavuse ja normaliseeritud tagasihajumise rasterkihid georefereeritud GeoTIFF formaadis (joonised 2.3.1 ja 2.3.2).



Joonis 2.3.1. Sonariga mõõdistatud sügavus. Sonaritööde teostaja oli Tuukritööde OÜ.



Joonis 2.3.2. Sonariga mõõdistatud helilaine tagasihajumine. Sonaritööde teostaja oli Tuukritööde OÜ.



Detailsema ülevaate sonari kasutamisest merepõhja elustiku ja elupaikade kaardistamisel saab aruandest „Sonarisüsteemi rakendamise metoodika loomine merepõhja elupaikade ja füüsikaliste omaduste kaardistamiseks“ (TÜ Eesti Mereinstituut 2014a).

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 (vt eelmine lõik) 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 olid sõltumatuteks muutujateks sonaripõhised andmed (sügavus, tagasihajumine). Modelleerimismeetoditena kasutati järgmist kahte mudelitüüpi.

Üldistatud aditiivsed mudelid (**GAM**, *generalized additive models*) on mitteparameetiline meetod, mis võimaldab erineva kujuga seoste mittelineaarset modelleerimist silumisfunktsiooni abil (Wood 2011). Silumisfunktsiooni arvutamine toimus üldistatud ristvalideerimise meetodil (*generalized cross-validation*). Mudeli ülesobitamise (*overfitting*) vältimiseks piirati vajadusel sõltumatute muutujate silumisfunktsiooni vabadusastmete arvu. Eraldi mudeliversioonidena teostati modelleerimine nelja, viie ja piiramata vabadusastmetega ning koos ja ilma geograafiliste koordinaatideta.

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.

Kõik 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 *randomForest* (Liaw & Wiener 2002). Nii GAM kui RF mudelite puhul katsetati erinevate sisendandmete ja GAM puhul ka mudeli vabadusastmetega mudelite versioone. Lõplik valik erinevate mudelitüüpide ja versioonide osas eksperthinnangu abil, mille käigus hinnati mudelennustuste kokkulangevust proovipunktide andmetega ja üldiste ruumimustrite ökoloogilist relevanttsust.

Matemaatiliste mudelite (RF, GAM) ja 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 neli 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.

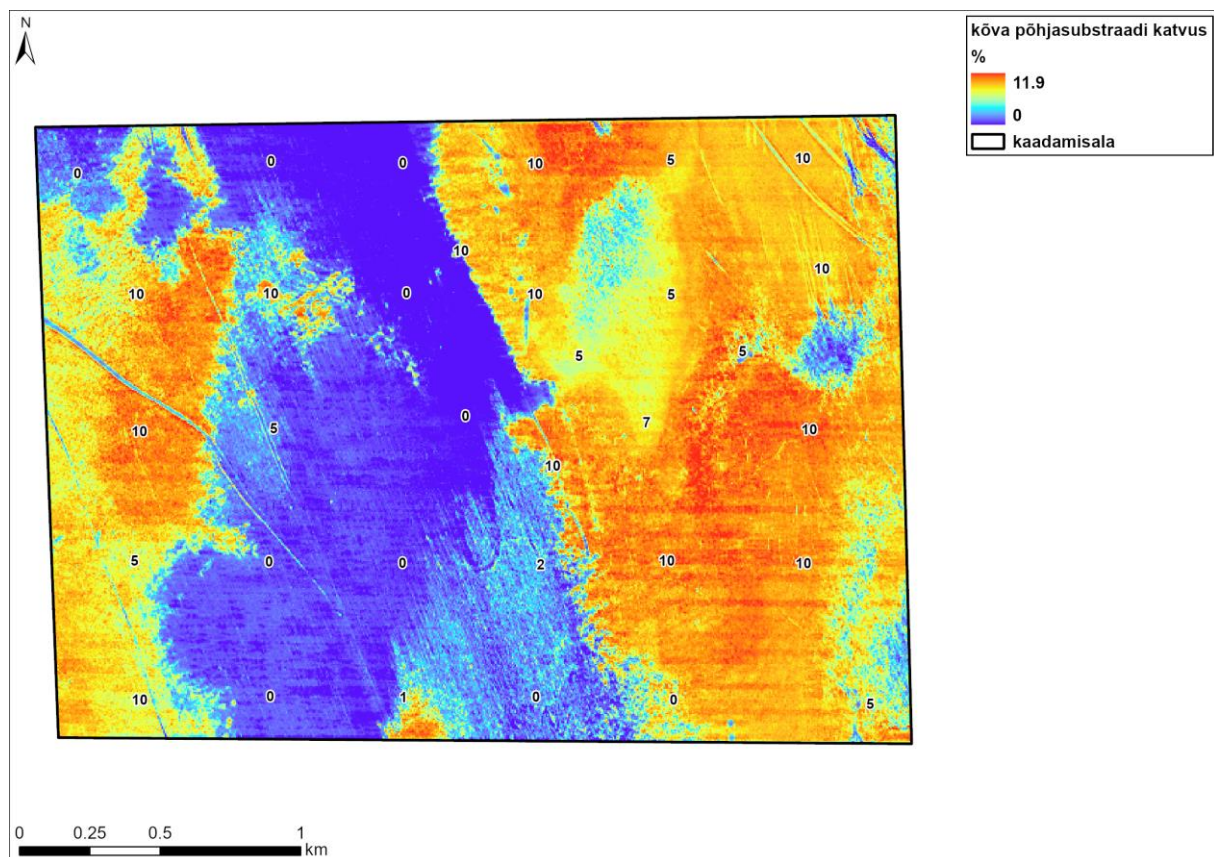
Loodusdirektiivi (*Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora*) elupaigatüüpide määratlemisel kasutati 2014. aastal loodud merepõhja elupaikade definitsioonide tõlgendamise juhendit (TÜ Eesti Mereinstituut 2014b).

HELCOM HUB elupaikade süsteemi alusel merepõhja elupaikade klassifitseerimisel kasutati vastavat HELCOM-i juhendit (HELCOM 2013a).

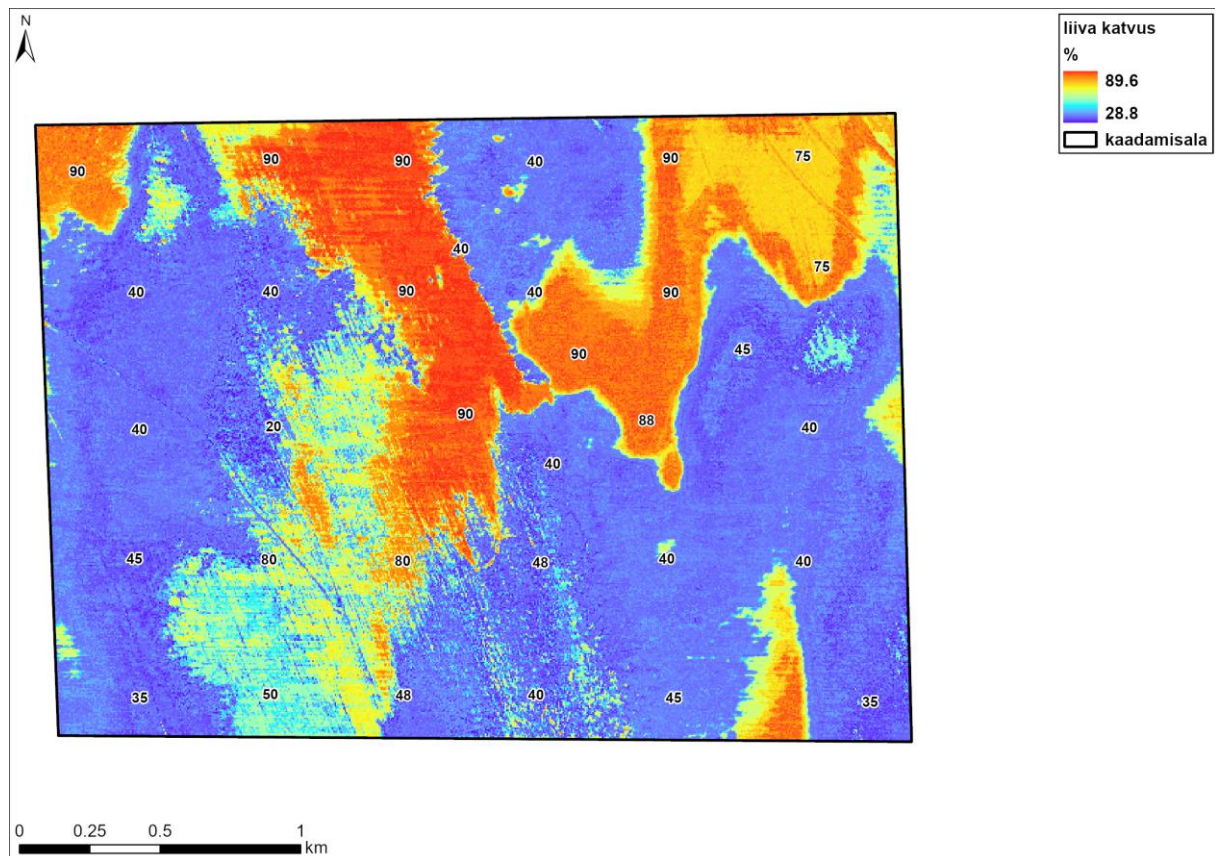
### 3. VÄLIUURINGUTE TULEMUSED

#### 3.1. Merepõhja substraat

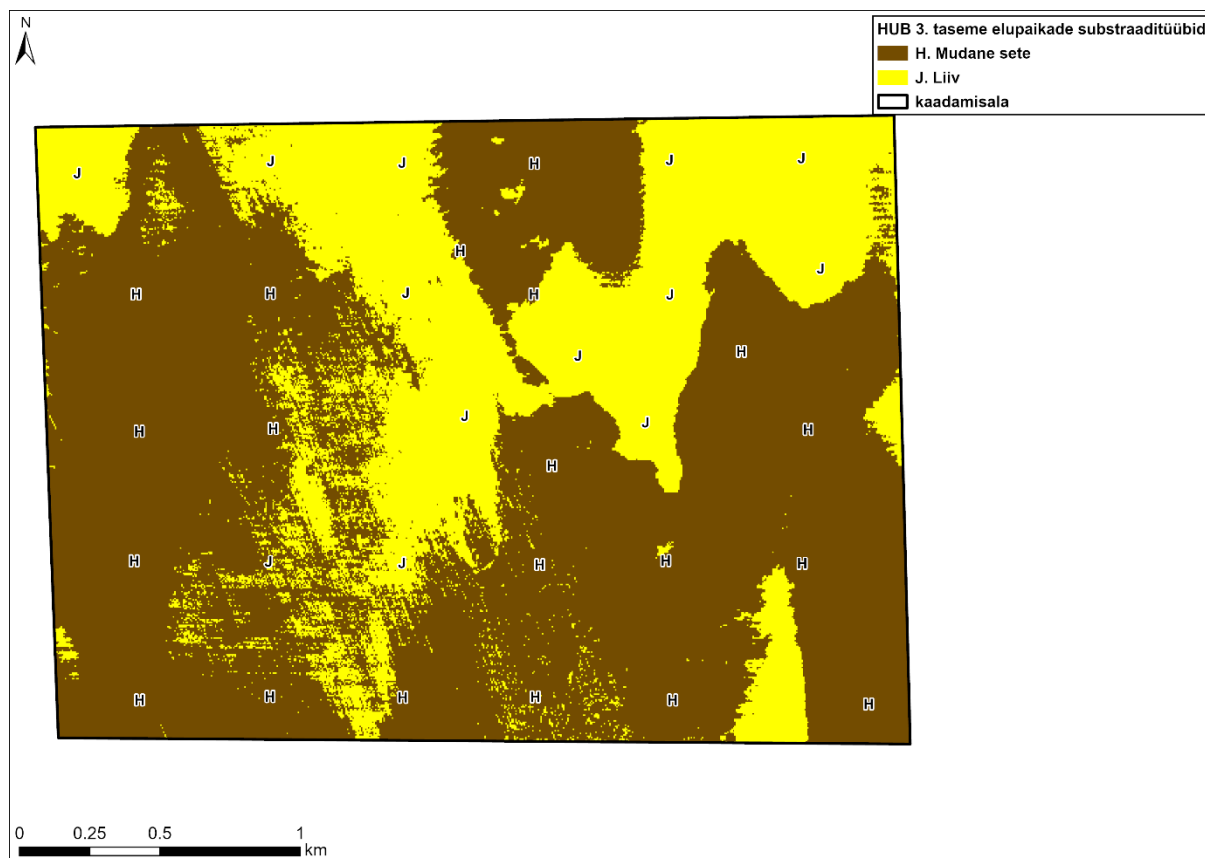
Modelleeriti kõvade substraaditüüpide (kivid, kalju) summaarset katvust (joonis 3.1.1) ja liiva katvust (3.1.2), mis on vajalikud loodusdirektiivi elupaigatüüpide määratlemiseks ning HELCOM HUB 3. taseme elupaikade põhjasubstraaditüüpe (joonis 3.1.3), mis on vajalik HUB elupaikade klassifikatsiooniks.



Joonis 3.1.1. Kõva põhjasubstraadi katvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.



Joonis 3.1.2. Liiva katvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.



Joonis 3.1.3. HELCOM HUB elupaikade klassifikatsiooni 3. taseme elupaikade substraaditüüpide levik uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Tähed näitavad väärtusi proovipunktides.

## 3.2. Põhjaelustik

Katvusproovides tuvastati kokku neli põhjaelustiku taksonit, millest kolm olid taime- ja üks loomastikutakson (tabel 3.2.1). Kõige levinumaks liigiks oli niitjas punavetikas *Vertebrata fucoides*, mida esines üle 70% proovipunktides (tabel 3.2.1). Rohkem kui pooltes proovipunktides esines agarik (*Furcellaria lumbricalis*). Ainsa loomaliigina tuvastati katvusproovides tavaline tõruvähk (*Amphibalanus improvisus*).

Tabel 3.2.1. Põhjaelustiku taksonite esinemine, sügavuse miinimum ja maksimumväärtused ning katvuse keskmised ja maksimumväärtused katvushinnangute põhjal. Keskmise katvus on arvatatud ainult nende proovipunktide põhjal, milles vastav liik esines.

takson	esinemine (%)	sügavus, miinimum (m)	sügavus, maksimum (m)	katvus, keskmine (%)	katvus, maksimum (%)
<b>taimestik</b>					
<i>Battersia arctica</i>	15.2	8.5	8.7	1	1
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	54.5	8	9.1	1.4	5
<i>Vertebrata fucoides</i>	72.7	8	9.1	4.7	10

<b>loomastik</b>					
<i>Amphibalanus improvisus</i>	27.3	8	9.1	1.4	5

Biomassiproovidest leiti kokku 26 erinevat põhjaelustiku taksonit, millest seitse olid taime- ja 19 loomataksoneid (tabel 3.2.2). Kõige sagedamini esinevateks liikideks (sagedus > 30%) olid tavaline harjasliimukas (*Hediste diversicolor*), lamekeermene vesitigu (*Peringia ulvae*), balti lamekarp (*Macoma balthica*), liiva-uurikkarp (*Mya arenaria*) ja väheharjasussid (*Oligochaeta*). Kõrgeimate maksimaalsete biomassidega liigid olid loomastikust söödav rannakarp (*Mytilus trossulus*) ja balti lamekarp (*Macoma balthica*) ning taimestikust agarik (*Furcellaria lumbricalis*) ja niitjas punavetikas *Vertebrata fucoidea* (tabel 3.2.2).

Joonisel 3.2.1 on näidatud kõigi liikide esinemine uuringualal üle katvus- ja biomassiproovide.

Mitte ükski leitud liikidest ei kuulu HELCOM punase raamatu (*Red List*) põhjaloostiku<sup>2</sup> ega põhjataimestiku<sup>3</sup> ohustatud liikide nimekirja (kategooriad CR, NE, VU, NT).

Tabel 3.2.2. Põhjaelustiku taksonite esinemine, sügavuslevik, biomassi keskmised ja maksimumväärtused biomassiproovide põhjal. Keskmise biomass on arvatud ainult nende proovipunktide põhjal, milles vastav takson esines.

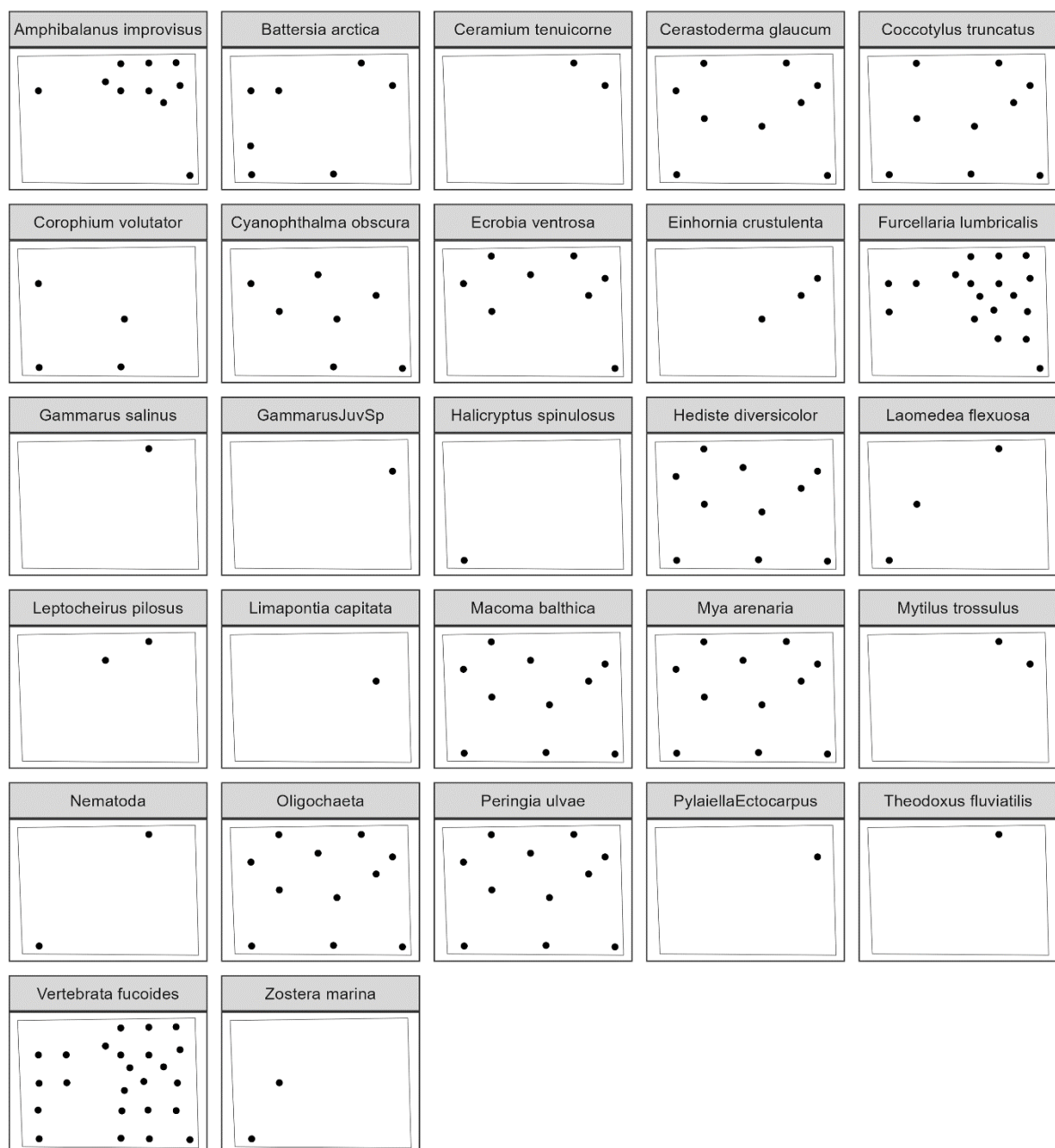
<b>takson</b>	<b>esinemine (%)</b>	<b>sügavus, miinimum (m)</b>	<b>sügavus, maksimum (m)</b>	<b>biomass, keskmine (g/m<sup>2</sup>)</b>	<b>biomass, maksimum (g/m<sup>2</sup>)</b>
<b>taimestik</b>					
<i>Battersia arctica</i>	9.1	8	8.6	1.0285	2.166
<i>Ceramium tenuicorne</i>	6.1	8	8.1	0.0114	0.019
<i>Coccotylus truncatus</i>	27.3	8	9.1	0.3884	3.1274
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	9.1	8	9.1	5.1401	14.0828
<i>Pylaiella Ectocarpus</i>	3	8	8	0.095	0.095
<i>Vertebrata fucoidea</i>	15.2	8	8.7	2.6228	7.2922
<i>Zostera marina</i> *	6.1	8.5	8.6	0.2527	0.285
<b>loomastik</b>					
<i>Amphibalanus improvisus</i>	6.1	8	8.7	0.266	0.4788
<i>Cerastoderma glaucum</i>	27.3	8	9.1	1.2067	9.3974
<i>Corophium volutator</i>	12.1	8.5	8.7	0.0456	0.1368
<i>Cyanophthalma obscura</i>	21.2	8.5	9.1	0.0342	0.1178
<i>Ecrobia ventrosa</i>	24.2	8	9.1	0.3705	0.741
<i>Gammarus salinus</i>	3	8.1	8.1	0.0836	0.0836
<i>Gammarus spp., juv.</i>	3	8	8	0.0152	0.0152
<i>Halicryptus spinulosus</i>	3	8.6	8.6	0.0114	0.0114
<i>Hediste diversicolor</i>	30.3	8	9.1	0.2607	0.8854
<i>Laomedea flexuosa</i>	9.1	8.1	8.6	0.0747	0.133
<i>Leptocheirus pilosus</i>	6.1	8.1	8.6	0.057	0.0836
<i>Limapontia capitata</i>	3	9.1	9.1	0.019	0.019

<sup>2</sup> <https://helcom.fi/baltic-sea-trends/biodiversity/red-list-of-baltic-species/red-list-of-benthic-invertebrates/>

<sup>3</sup> <https://helcom.fi/baltic-sea-trends/biodiversity/red-list-of-baltic-species/red-list-of-macrophytes/>

<i>Macoma balthica</i>	30.3	8	9.1	8.3942	22.7164
<i>Mya arenaria</i>	33.3	8	9.1	0.6885	3.3098
<i>Mytilus trossulus</i>	6.1	8	8.1	12.3842	24.7266
<i>Nematoda</i>	6.1	8.1	8.6	0.0361	0.0532
<i>Oligochaeta</i>	33.3	8	9.1	0.0411	0.0836
<i>Peringia ulvae</i>	33.3	8	9.1	3.9023	6.7146
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	3	8.1	8.1	0.0456	0.0456

\* lahtised fragmendid, mitte kohapeal kasvanud taim



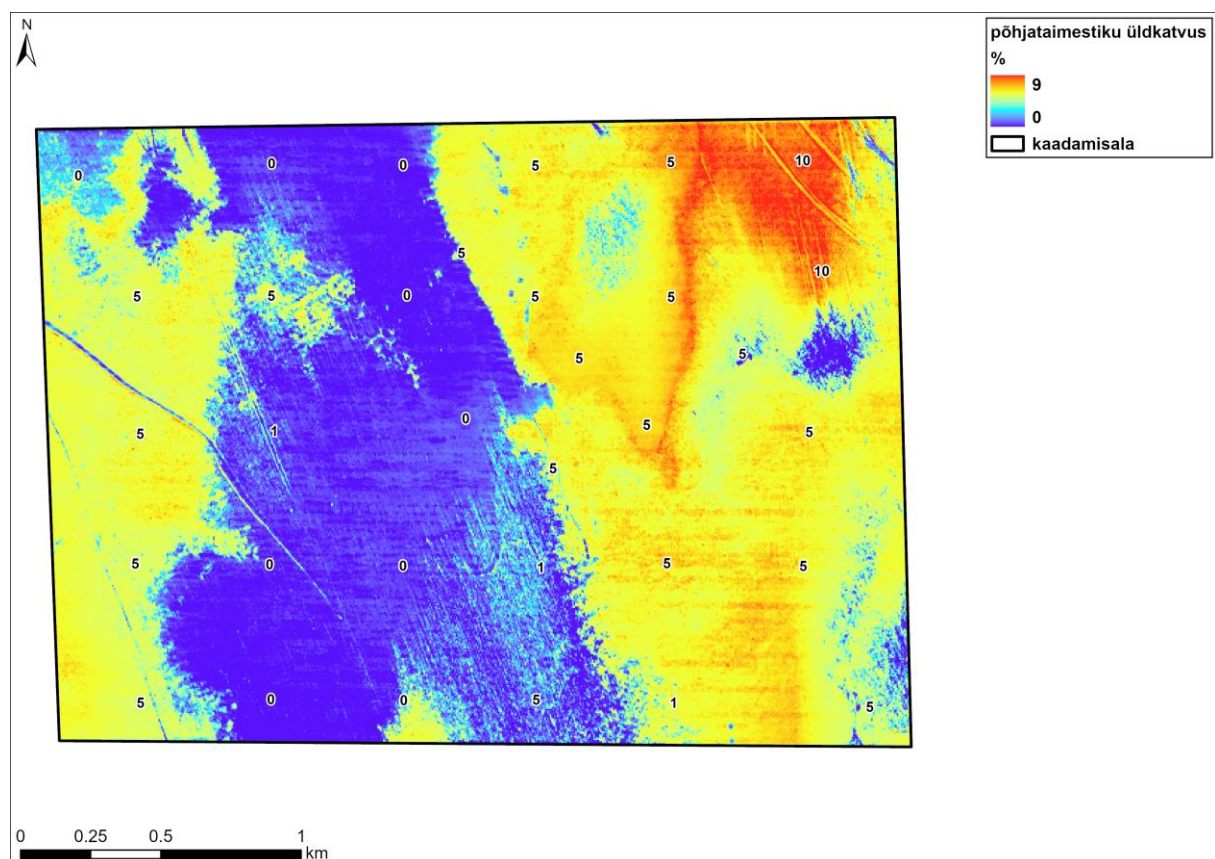
Joonis 3.2.1. Katvusproovides ja biomassiproovides tuvastatud põhjaelustiku taksonite esinemine proovipunktides.



Kogu uuringuala merepõhi asus footilises tsoonis ehk sobiva subsraadi olemasolul võib kõikjal esineda põhjataimestikku. Vaatamata footilisele põhjale on sügavus uuringualal enamiku taimeliikide jaoks siiski liiga suur. Lisaks sügavusele piirab uuringualal taimestiku levikut pehmete põhjasetete domineerimine: pehmel substraadil kasvavate taimede (õistaimed, mändvetikad) jaoks on piirkonna vee sügavus liiga suur samas kui suurema sügavuslevikuga puna- ja pruunvetikate kinnitumiseks vajalikku kõva põhjasubstraati on väga vähe. Seetõttu oli põhjataimestiku ohtrust näitav üldkatvus uuringualal madal (joonis 3.2.2). Kõrgemad põhjataimestiku üldkatvuse väärtused ( $> 5\%$ ) olid levinud uuringuala kirdenurgas (joonis 3.2.2), mis oli ühtlasi uuringuala kõige madalam piirkond (joonis 2.3.1). Selles piirkonnas oli levinud ka agarik (joonis 3.2.3). Kõige laiema levikuga taimeliik, niitjas punavetikas *Vertebrata fucoides*, oli madalate katvuse väärtustega uuringualal laialdaselt levinud ja esines kõikjal, kus leidis kõva põhjasubstraati (joonis 3.2.4).

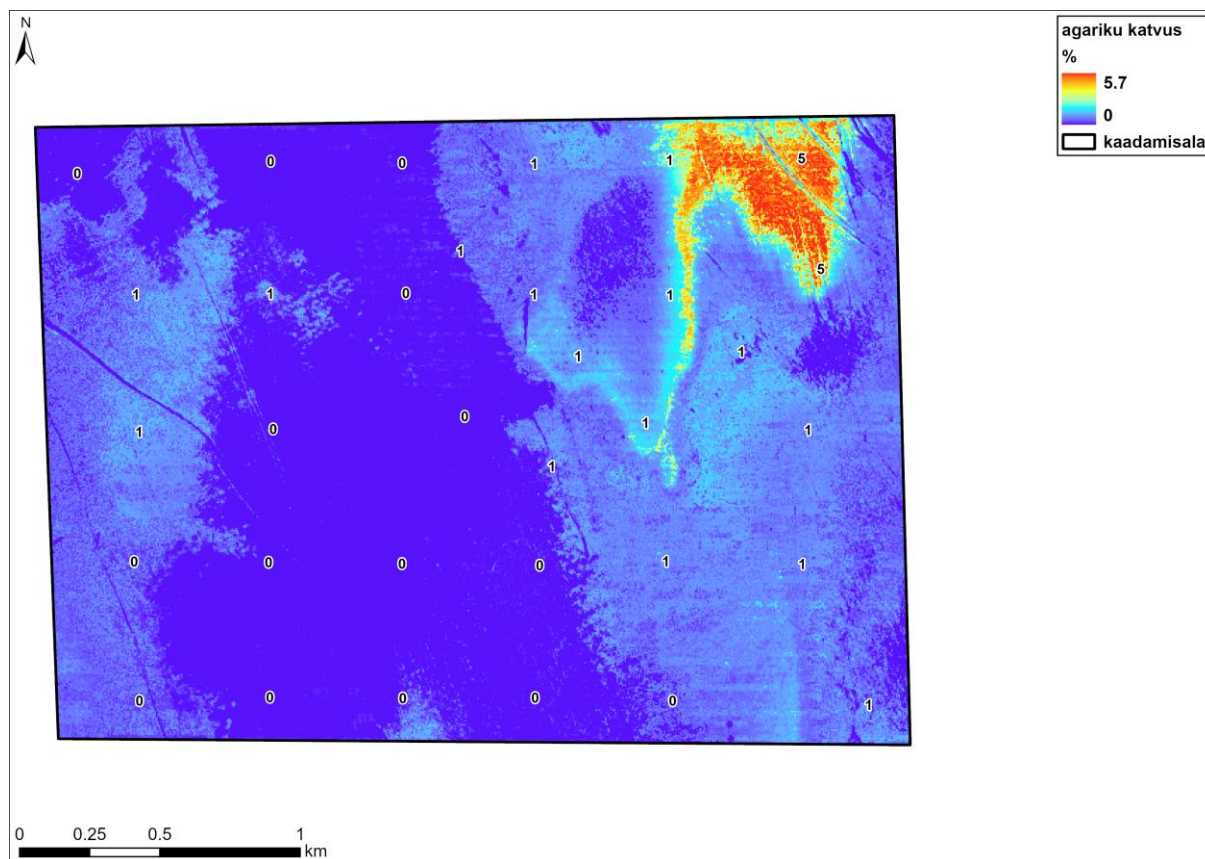
Katvusproovides tuvastatud ainsa loomaliigi, tavalise tõruvähi, levik oli samuti seotud uuringuala kõige madalama kirdeosaga (joonis 3.2.5).

Biomassi dominantliigi balti lamekarbi biomassi levik oli laiguline ja konkreetset mustrit välja tuua ei saa (joonis 3.2.6)

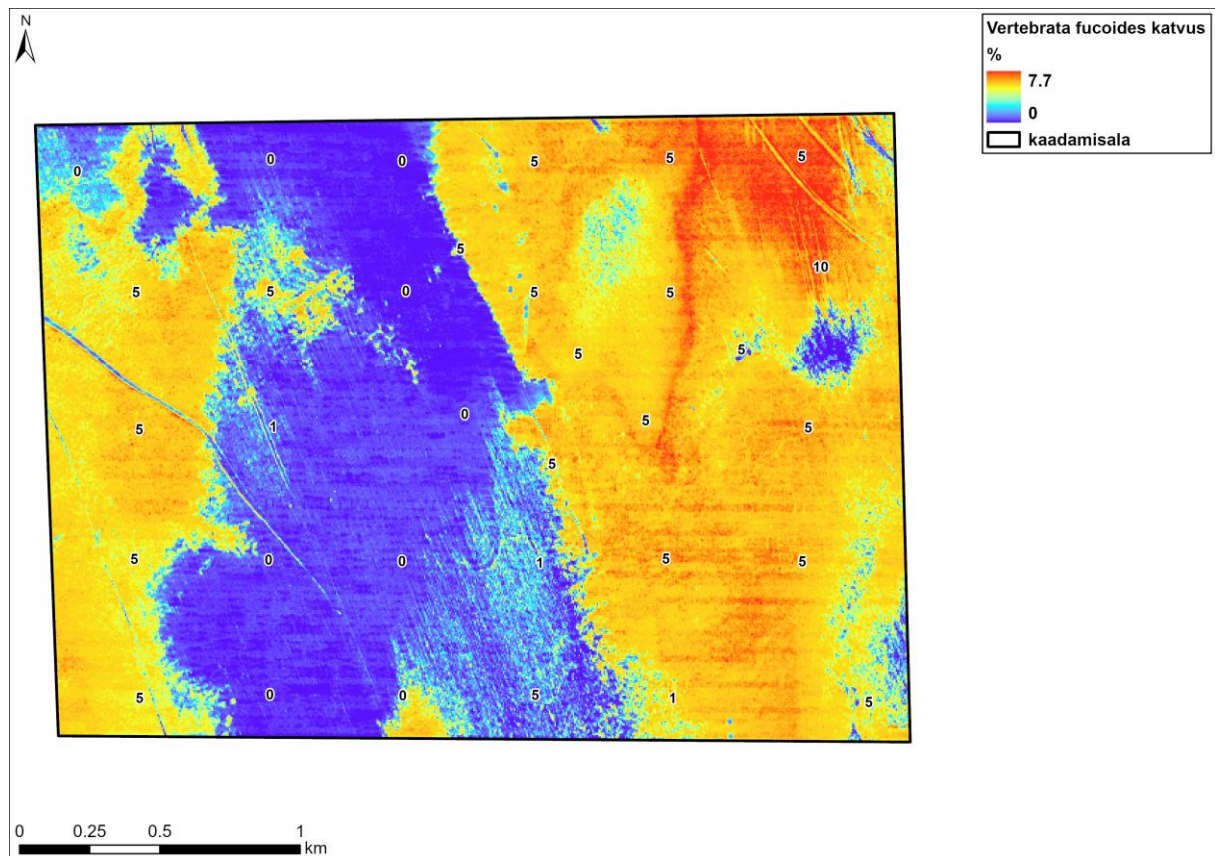




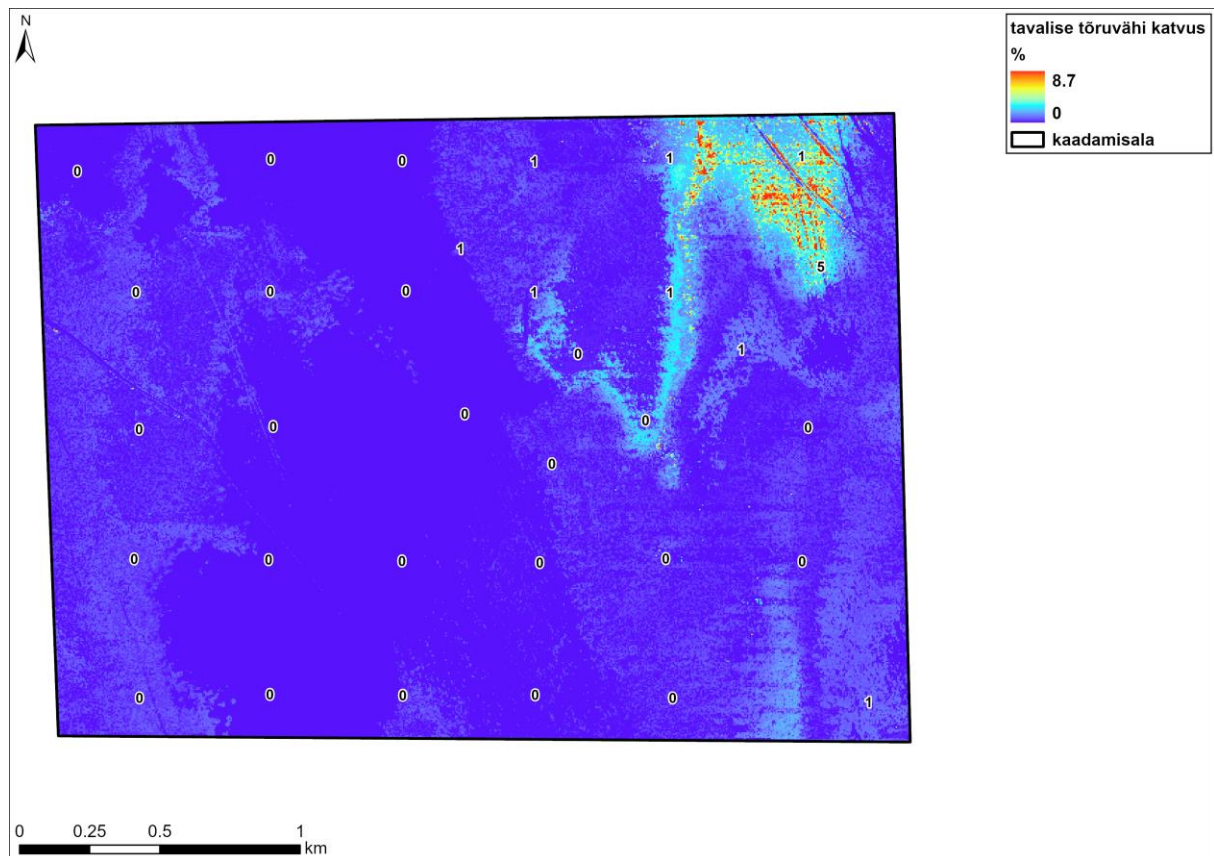
Joonis 3.2.2. Põhjataimestiku üldkatvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.



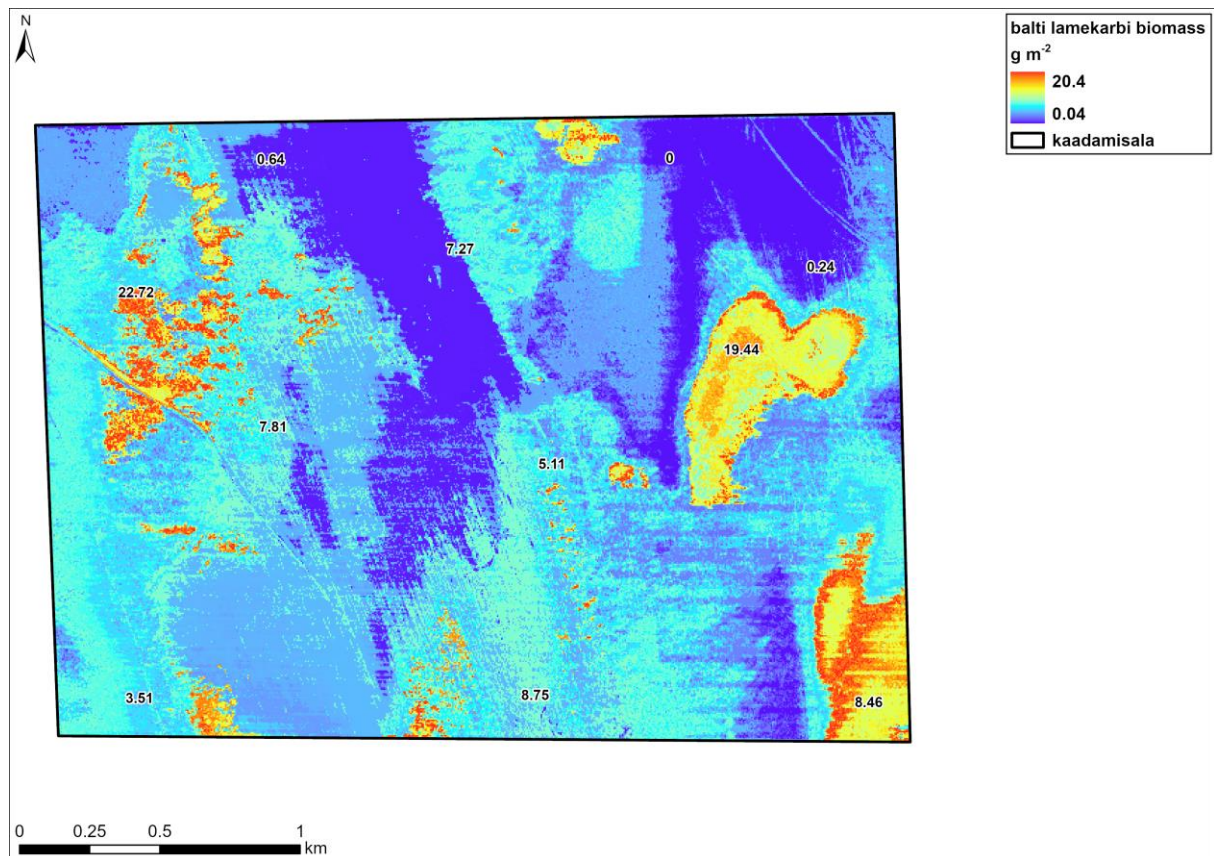
Joonis 3.2.3. Agariku (*Furcellaria lumbricalis*) katvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.



Joonis 3.2.4. Niitja punavetikat *Vertebrata fucoides* katvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.



Joonis 3.2.5. Tavalise tõruvähi (*Amphibalanus improvisus*) katvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.



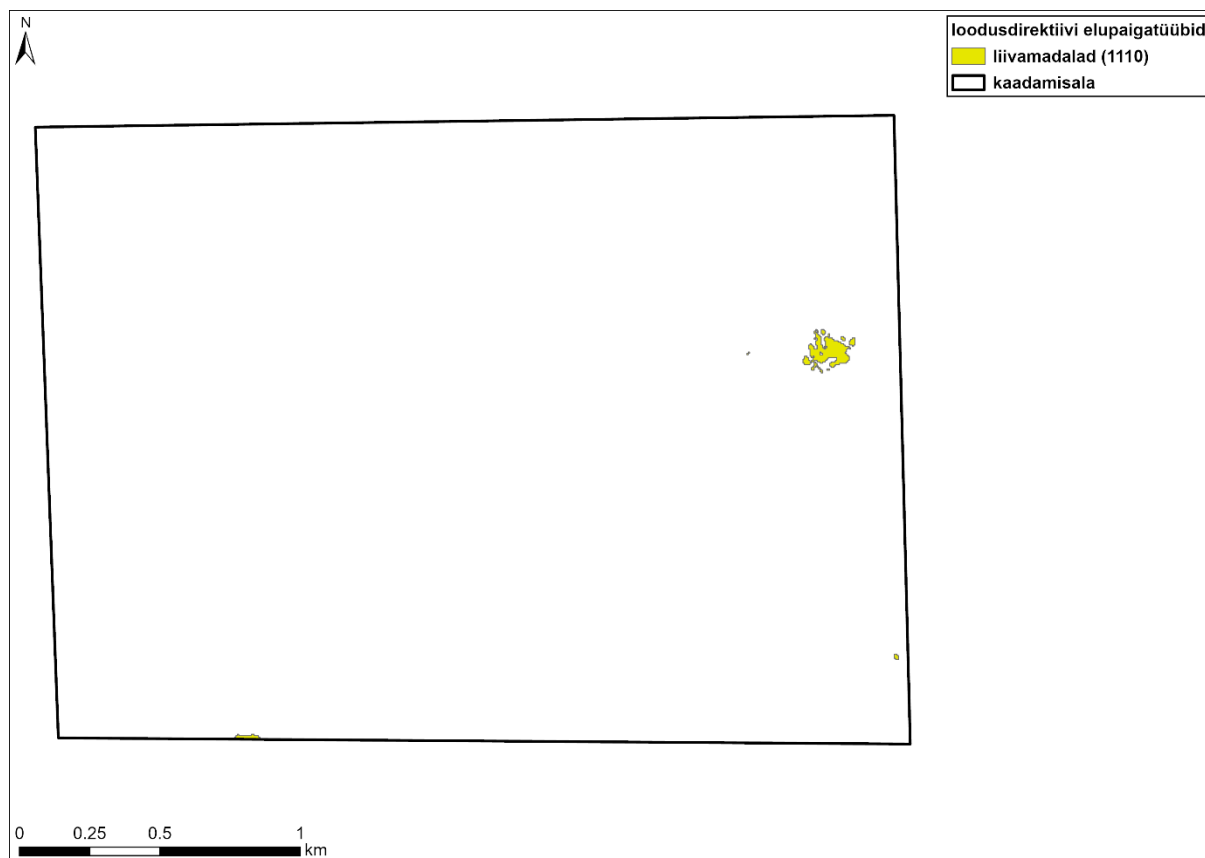
Joonis 3.2.6. Balti lamekarbi (*Macoma balthica*) biomass uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.

### 3.3. Põhjaelupaigad

#### 3.3.1. Loodusdirektiivi elupaigatüübid

Uuringualal tuvastati Loodusdirektiivi elupaigatüübi liivamadalad (1110) esinemine (joonis 3.3.1.1). Liivamadalate leviku pindala oli 0,013 km<sup>2</sup>, mis moodustas ligikaudu 0,2% uuringuala pindalast.





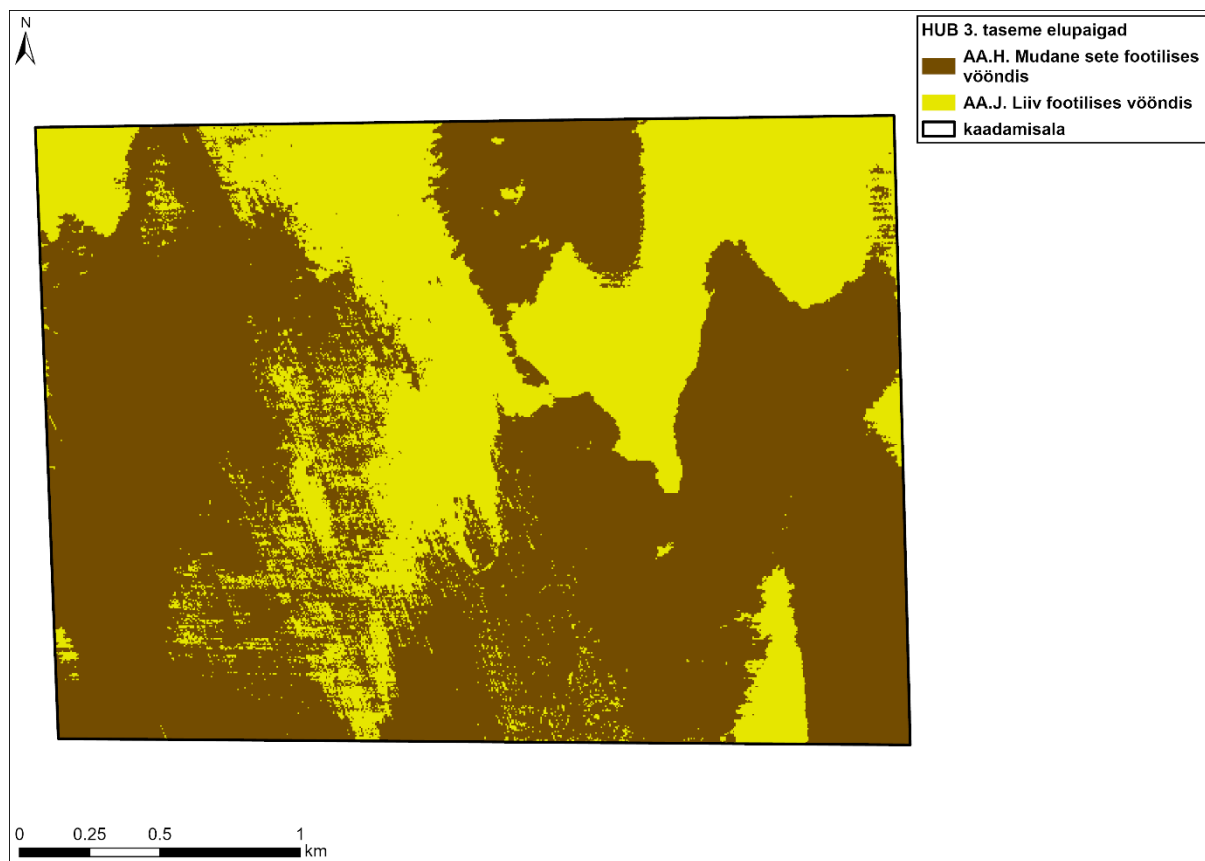
Joonis 3.3.1.1. Loodusdirektiivi elupaigatüüpide levik uuringualal.

### 3.3.2. HELCOM HUB elupaigad

HELCOM HUB klassifikatsiooni järgi modelleeriti tasemete 3 kuni 5 levik uuringualal. Tase 3 substraaditüüpide levik on esitatud peatükis 3.1. HUB 3. taseme elupaigad on toodud joonisel 3.3.2.1 ja nende pindalad tabelis 3.3.2.1. Kogu uuringuala merepõhi oli nii varasemate footilise merepõhja leviku modelleerimise tulemuste kui ka käesolevas töös kogutud merepõhja taimestiku andmete alusel footiline. HUB 4. ja 5. tasemete puhul on näidatud joonistel nii elupaigaklass (joonised 3.3.2.3, 3.3.2.5) kui ka ainult vastavate tasemete elustikuklassid (joonised 3.3.2.2, 3.3.2.4). HUB 4. ja 5. taseme elupaikade pindalad on toodud vastavalt tabelites 3.3.2.2 ja 3.3.2.3.

Biotoobikompleksidena on HELCOM-i punasesse raamatusse (HELCOM *Red List*) kantud Läänemeres esinevad loodusdirektiivi (92/43/EMÜ) elupaigatüübid (HELCOM 2013b). Uuringualal tuvastati loodusdirektiivi elupaigatüüpidest liivamadalate (1110) esinemine uuringualal (vt peatükk 3.3.1). Täiendavalt hinnati HUB 6. taseme elupaikade olemasolu

eesmärgiga selgitada välja, kas alal esineb HELCOM-i punase raamatu elupaiksid<sup>4</sup>. Proovipunktidest kogutud andmete alusel ei esine uuringualal HUB 6. taseme punase raamatu elupaiksid.

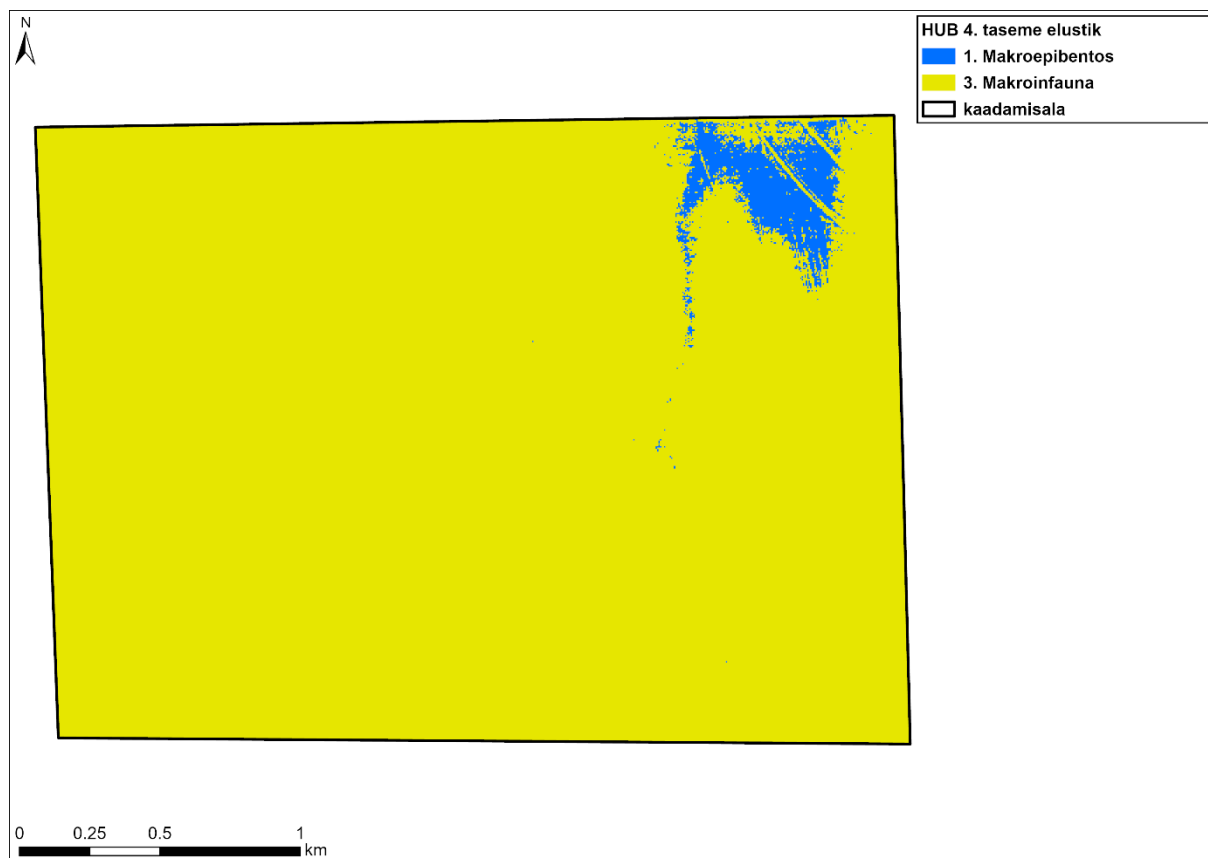


Joonis 3.3.2.1. HELCOM HUB 3. taseme elupaikade levik uuringualal.

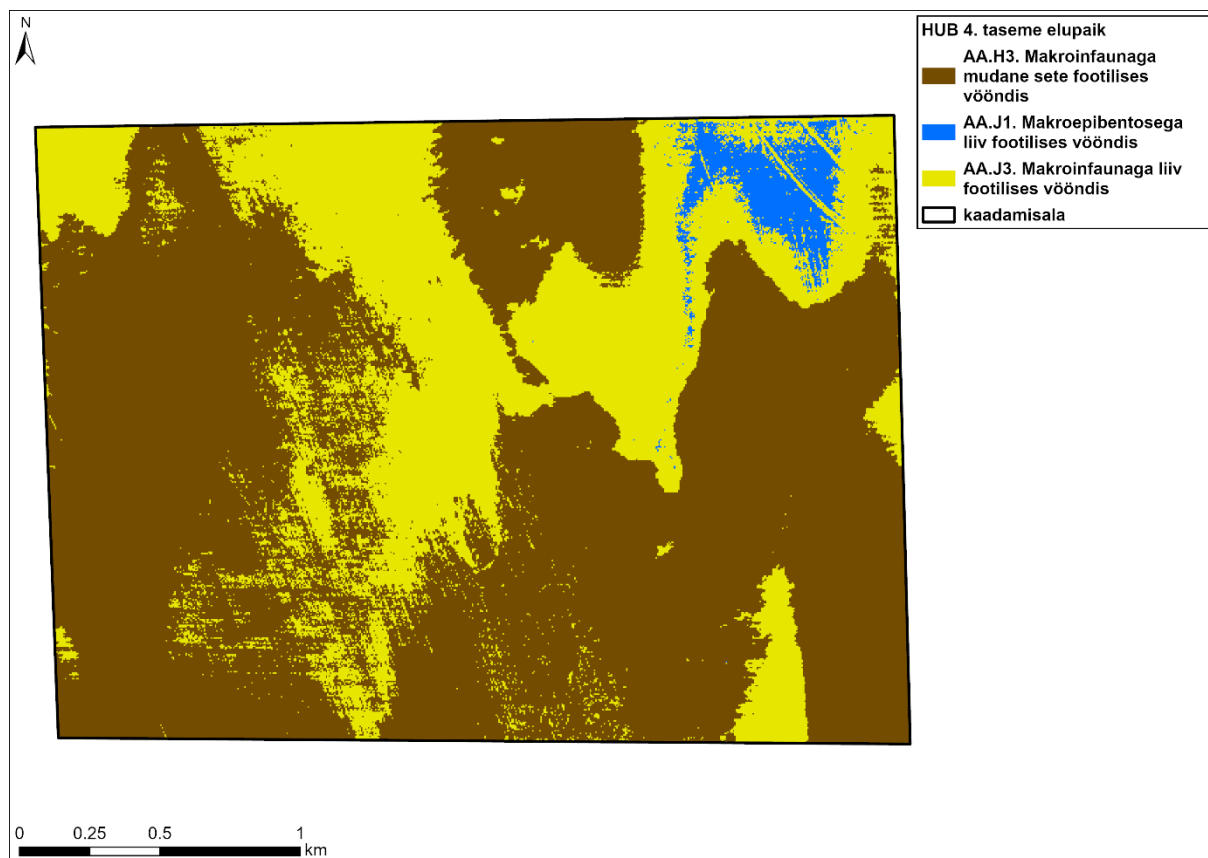
Tabel 3.3.2.1. HELCOM HUB 3. taseme elupaikade pindalad uuringualal. Näidatud on ka planeeritavate kaablite alla jääva elupaiga pindala ja proportsiooni hinnang.

kood	nimetus	pindala (km <sup>2</sup> )	pindala (%)
AA.H	Mudane sete footilises vööndis	4.54	67.56
AA.J	Liiv footilises vööndis	2.18	32.44

<sup>4</sup> <https://helcom.fi/baltic-sea-trends/biodiversity/red-list-of-biotopes-habitats-and-biotope-complexes/biotope-information-sheets/>



Joonis 3.3.2.2. HELCOM HUB 4. taseme elupaikade elustiku levik uuringualal.

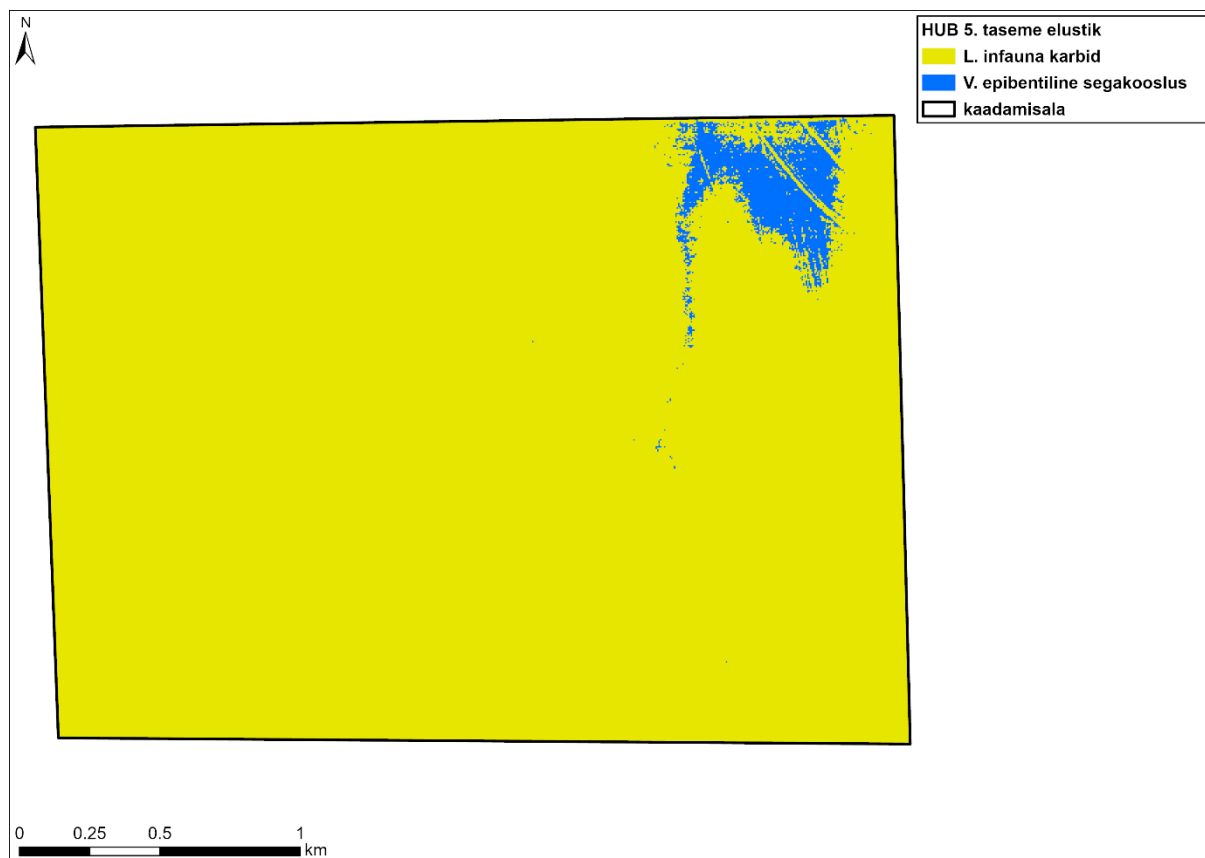


Joonis 3.3.2.3. HELCOM HUB 4. taseme elupaikade levik uuringualal.

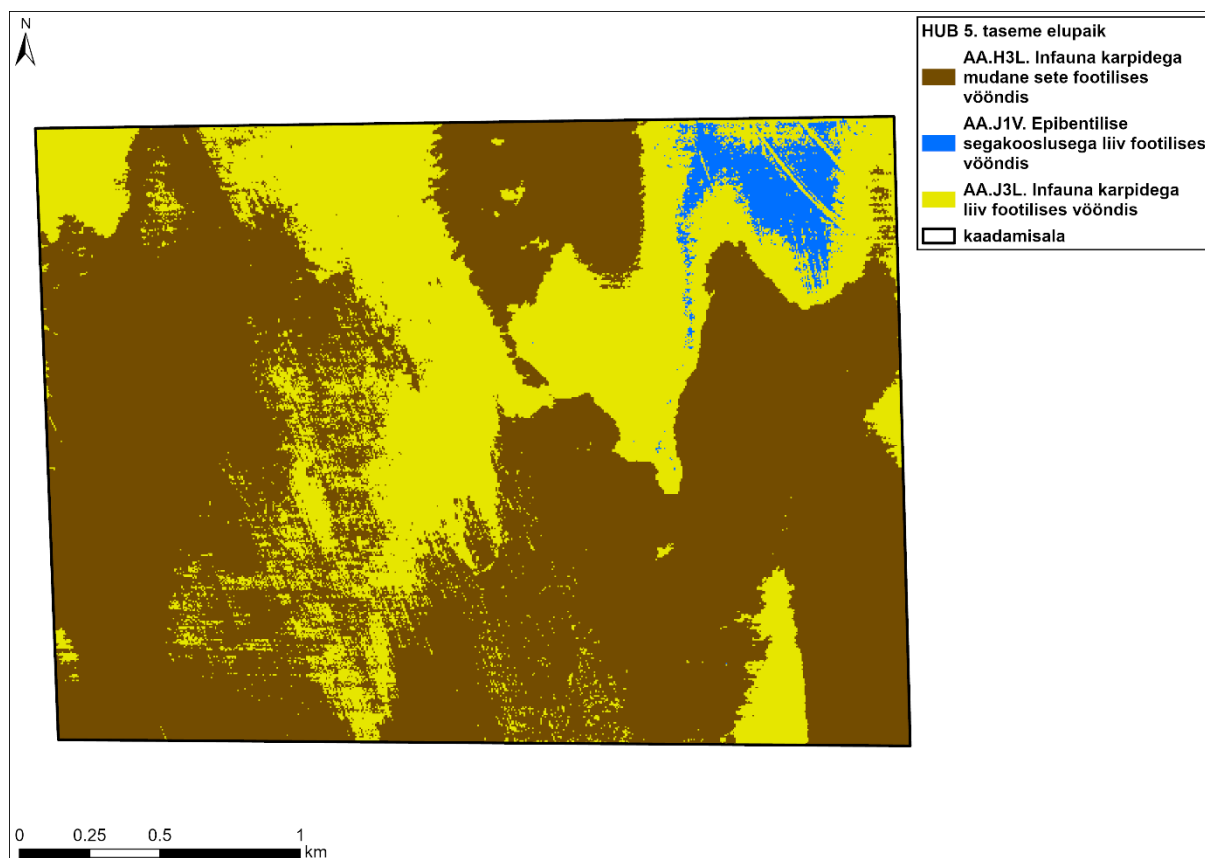
Tabel 3.3.2.2. HELCOM HUB 4. taseme elupaikade pindalad uuringualal. Näidatud on ka planeeritavate kaablite alla jääva elupaiga pindala ja proportsiooni hinnang.

kood	nimetus	pindala (km <sup>2</sup> )	pindala (%)
AA.H3	Makroinfaunaga mudane sete footilises vööndis	4.54	67.56
AA.J1	Makroepibentosega liiv footilises vööndis	0.17	2.48
AA.J3	Makroinfaunaga liiv footilises vööndis	2.01	29.96





Joonis 3.3.2.4. HELCOM HUB 5. taseme elupaikade elustiku levik uuringualal.



Joonis 3.3.2.5. HELCOM HUB 5. taseme elupaikade levik uuringualal.

Tabel 3.3.2.3. HELCOM HUB 5. taseme elupaikade pindalad uuringualal. Näidatud on ka planeeritavate kaablite alla jääva elupaiga pindala ja proportsiooni hinnang.

<b>kood</b>	<b>nimetus</b>	<b>pindala (km<sup>2</sup>)</b>	<b>pindala (%)</b>
AA.H3L	Infauna karpidega mudane sete footilises vööndis	4.54	67.56
AA.J1V	Epibentilise segakooslusega liiv footilises vööndis	0.17	2.48
AA.J3L	Infauna karpidega liiv footilises vööndis	2.01	29.96

# UURINGU KOKKUVÕTE

Teostatud uuringute käigus leiti kokku 26 erinevat põhjaelustiku taksonit, millest seitse olid taime- ja 19 loomataksoneid. Mitte ükski leitud liikidest ei kuulu HELCOM punase raamatu (Red List) põhjaloomastiku ega põhjataimestiku ohustatud liikide nimekirja (kategooriad CR, NE, VU, NT). Samuti ei kuulu ükski nendest liikidest Eestis kaitstavate liikide nimekirja. Taimestiku katvused olid väga madalad.

Uuringualal tuvastati Loodusdirektiivi elupaigatüübi liivamadalad (1110) esinemine ala kirdeosas. Liivamadalate leviku pindala oli 0,013 km<sup>2</sup>, mis moodustas ligikaudu 0,2% uuringuala pindalast. Muid Loodusdirektiivi lisa I elupaigatüüpe alalt ei tuvastatud.

Alal puudusid HELCOMi Punase Nimistu (Red List) biotoobid (peale ülalpool mainitud liivamadalate).

Kogutud andmete põhjal puuduvad mainitud alal kaitsmist vajavad loodusväärtused ja seega sobiks ala kaadamisalaks.

## Soovitused ala kaadamisalaks kasutusele võtmisel:

Käesolevad uuringud viidi läbi etteantud kaadamisala koordinaatidega piiratud polügoonil. Ala kaadamisalana kasutusele võtmisel võib eeldada lahtise sette levikut sellest polügonist ka väljapoole. Ala kaadamisalana kasutusele võtmisel oleks vajalik vähemalt esimese hooaja jooksul läbi viia seire kaadamisalast kuni 1 km raadiuses tuvastamiseks võimalikku negatiivset mõju kaadamisala ümbritsevale merepõhjale. Seirataivateks parameetriteks peaksid olema merepõhja koosluste struktuur ja selle võimalikud muutused.

## KIRJANDUS

- 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 (2017) Manual for Marine Monitoring in the COMBINE Programme of HELCOM. <https://helcom.fi/action-areas/monitoring-and-assessment/monitoring-guidelines/combine-manual/>
- Liaw A, Wiener M (2002) Classification and Regression by randomForest. R News 2(3):18–22.
- 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 meetodika 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-kaitselise teabe koondamine, sh. territoriaalmere mereelupaikade modelleerimine“ raames.
- 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>