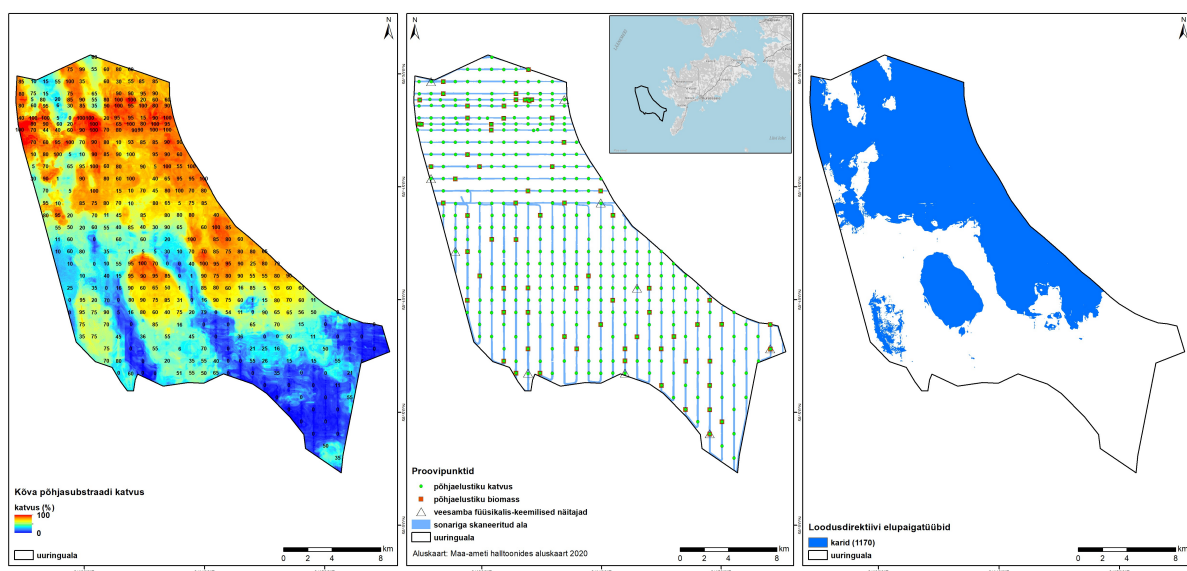


# MEREPÕHJA ELUSTIKU JA ELUPAIKADE UURING NATURA JA HELCOMi ELUPAIGATÜÜPIDE LEVIKU HINDAMISEKS NING MERE CO<sub>2</sub> SIDUMISPOTENTSIAALI SELGITAMISEKS

## Aruanne

Aruande versioon 3, 02.06.2020



Tellija: Keskkonnaministerium

Leping: 4-1/19/147

Vastutav täitja: Georg Martin, PhD, juhtivteadur



Tallinn 2020

### Aruande versioonide info

Versiooni number	Kuupäev	Info
1	28.04.2020	Esimene tellijale esitatud versioon
2	22.05.2020	Lisatud peatükk 4 uuringuala looduskaitse väärtuse kohta. Lisas 3 lisatud HELCOM HUB 3. taseme elupaikadele vastavad MSRD ja EUNIS elupaigad vastavalt tabelile 2.6.1
3	02.06.2020	Täiendatud peatükk 4 looduskaitse soovituste lõiku

# SISUKORD

1. SISSEJUHATUS .....	5
2. MATERJAL JA METOODIKA .....	6
2.1. Uuringuala .....	6
2.2. Välitööd proovipunktides .....	6
2.2.1. Põhjasubstraat ja -elustik.....	6
2.2.2. Vee füüsikalised ja keemilised näitajad.....	7
2.3. Kaartide loomise meetodid.....	10
2.3.1. Sonariga merepõhja kaardistamise vajadus ja tööpõhimõtted .....	10
2.3.2. Sonariandmete kogumine ja töötlemine.....	11
2.3.3. Modelleerimismeetodid ja ruumianalüüsid .....	12
2.4. Loodusdirektiivi elupaigatüüpide klassifikatsioon.....	16
2.5. Loodusdirektiivi elupaigatüüpide seisund .....	18
2.6. HELCOM HUB elupaikade klassifikatsioon ja MSRD elupaikade põhitüübid.....	21
3. TULEMUSED .....	26
3.1. Sonariandmed .....	26
3.2. Merepõhja substraat .....	29
3.3. Merepõhja elustik.....	33
3.4. Loodusdirektiivi elupaigatüübid .....	42
3.4.1. Levik.....	42
3.4.2. Seisund .....	44
3.5. HELCOM HUB elupaigad.....	45
3.6. Mudelite valideerimine ja usaldusväarsuse hinnang.....	54
3.7. Vee füüsikalised ja keemilised näitajad .....	55
3.8. Meetodika süsiniku sidumisvõime arvutamiseks merepiirkondades ja uuringuala süsiniku sidumisvõime hinnang vastavalt väljatöötatud meetodikale.....	57
3.8.1. Alamtegevuse taust.....	57
3.8.2. Meetodika merepiirkondade süsiniku sidumisvõime arvutamiseks.....	59

4. Uuritud ala looduskaitsealine väärtus .....	65
KIRJANDUS .....	73
LISA 1. Esimese astme mudelite tulemused.....	77
LISA 2. Allveefotod uuringuala merepõhjast .....	84
LISA 3. Digitaalsete andmekogumite info .....	88



# 1. SISSEJUHATUS

Eesti mereala planeeringu kavandis on välja toodud tuuleenergeetika arendamiseks sobilikud alad. Üheks selliseks alaks on Saaremaast läänes olev mereala. Käesolevas projektis teostati merepõhja elustiku ja elupaikade ning veesamba keemiliste ja füüsikaliste näitajate uuringud selle ala territoriaalmere piiresse jääval osal.

Töö oli jaotatud kahte etappi, millest esimese etapi tulemused – loodusdirektiivi elupaigatüüpide kaardistamine ja seisundi hindamine – esitati vahearuandena novembris 2019. Käesolevas aruandes on esitatud kõik töö tulemused ehk aruanne sisaldab nii esimese kui teise etapi tööde tulemusi:

- Loodusdirektiivi elupaigatüüpide levik
- Loodusdirektiivi elupaigatüüpide seisundi hinnang
- HELCOM HUB elupaikade levik, sh merestrategia raamdirektiivi elupaikade põhitüüpidele vastavad 3. taseme elupaigad
- Põhjaelustiku liikide nimekiri ja levik
- HELCOM punase raamatu (*Red List*) liikide ja elupaikade hinnang
- Merepõhja substraadi levik
- Mere sügavusandmed sonariga mõõdistatud alal
- Vees mõõdetud füüsikaliste ja keemiliste näitajate andmed
- Süsiniku sidumisvõime metoodika
- Uuringuala süsiniku sidumisvõime hinnang vastavalt välja arendatud metoodikale

Lisaks käesolevale aruandele on töö tulemused esitatud ka kahe digitaalse andmelisana, mille kohta on informatsioon toodud lisan 3.

Töö viidi läbi Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituudi töötajate poolt:

Kristjan Herkül, Georg Martin, Jonne Kotta – andmeanalüüs, aruande koostamine;

Teemar Püss, Sander Püss – sonariandmete kogumine;

Martin Teeveer, Kaire Kaljurand, Greta Reisalu, Tiia Möller, Jonne Kotta, Annely Enke, Georg Martin, Lauri London, Hanna-Eliisa Luts, Trude Taevere, Arno Põllumäe, Sander Püss, Maria Põldma – välitööd proovipunktides;

Tiia Möller, Teemar Püss – videoproovide analüüs;

Greta Reisalu, Hanna-Eliisa Luts, Trude Taevere, Imbi Esko, Karolin Teeveer, Nataliia Yarmola – biomassiproovide analüüs;

Greta Reisalu – andmesisestus.

## 2. MATERJAL JA METOODIKA

### 2.1. Uuringuala

Uuringuala asus avameres Saaremaast läänes (joonis 2.2.1). Uuringuala pindala oli 473,8 km<sup>2</sup>. Uuringuala põhja-lõunasuunaline ulatus oli ligikaudu 34 km ning ida-läänesuunaline ligikaudu 31 km. Mere sügavus jäi Veeteede Ameti sügavusandmete (uuendatud 20.09.2019) põhjal vahemikku 4,6 kuni 38,7 m.

### 2.2. Välitööd proovipunktides

#### 2.2.1. Põhjasubstraat ja -elustik

Andmed põhjasubstraadi ja põhjaelustiku parameetrite kirjeldamiseks koguti ajavahemikul 12.07 – 23.09.2019. a.

Merepõhja substraaditüüpide ning põhjataimestiku ja –loomastiku katvuse hindamiseks kasutati valdavalt allveevideosüsteemi (nn *drop*-kaamera), mis koosneb veealusest videokaamerast ning paadis olevast salvestusseadmest ja ekraanist. Katvushinnanguid saadi ka punktides, kus sukeldujad kogusid biomassiproove. Igas proovipunktis salvestatud videolõigud analüüsiti hiljem visuaalselt arvutimonitorilt vaadatuna. Videopildilt hinnati põhjataimestiku üldkatvus, põhjataimestiku ja –loomastiku liikide/rühmade katvused ja põhjasubstraadi tüüpide katvused protsentuaalselt. Sukeldujate teostatud katvushinnangud kanti väliprotokollis vahetult proovipunktis. Katvushinnangute puhul tuleb silmas pidada, et tuvastada on võimalik ainult suuremõtmelisi taimi ja loomi ja seetõttu on võimalik kirjeldada eelkõige koosluse dominantliike.

Biomassiproovid kõvadelt põhjadelt koguti sukeldujate abil ja pehmetelt põhjadelt Ekman-tüüpi põhjaammutajatega (proovivõtu pindala 0,023 m<sup>2</sup>). Sukeldujad kasutasid proovi kogumiseks 20 × 20 cm küljepikkustega metallraami (proovivõtu pindala 0,04 m<sup>2</sup>), mille üle külje külge on kinnitatud võrgust kott (võrgu silma Ø < 0,25 mm). Raam asetati põhja pinnale ja kogu raami sisse jääv põhjataimestik ja –loomastik koguti võrgust kotti. Nii raamiga kui ka põhjaammutajaga koguti proovid ühes korduses ehk üks proov proovipunkti kohta. Kogutud proovid pesti merel nailonsõeltel, mille võrgusilma diameeter on 0,25 mm, et eemaldada

peenliiv ja muda. Välitöödel pakiti proovid kilekottidesse, varustati etiketidega 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. Koordinaadid saadi Garmin GPSmap 62s ja 64s GPS-seadmete või Trimble GeoExplorer 6000 differentsiaal-GNSS-seadme abil.

Katvushinnangud teostati kokku 400 proovipunktis (joonis 2.2.1). Kuna mõningates proovipunktides teostatud videosalvestused eraldati merepõhja selgete üleminekute tõttu kaheks eraldi punktiks, siis andmebaasikirjeid katvushinnangutest oli kokku 414. Biomassiproove koguti 72 proovipunktist (joonis 2.2.1).

Biomassiproovide analüüs toimus TÜ Eesti Mereinstituudi merebioloogia osakonna akrediteeritud laboris (Eesti Akrediteerimiskeskuse tunnistus L179<sup>1</sup>) vastavalt kvaliteedisüsteemi juhenditele. Analüüsi meetodid on kooskõlas HELCOM-i soovitusetega (HELCOM 2015). Laboris proovid sulatati ja eristati kõik põhjaelustiku organismid liigiti või madalaima võimaliku taksonoomilise tasemeni kasutades vajadusel mikroskoobe ja erinevaid määrajaid. Kirpvähkide *Gammarus* noorjärgud (kehapikkus < 5 mm) määrati perekonna, surusääsklaste vastsed (*Chironomidae*) sugukonna ja väheharjasussid (*Oligochaeta*) alamklassi tasemeni. 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. Kõik katvus- ja biomassiandmed sisestati TÜ Eesti Mereinstituudi põhjaelustiku andmebaasi.

## 2.2.2. Vee füüsikalised ja keemilised näitajad

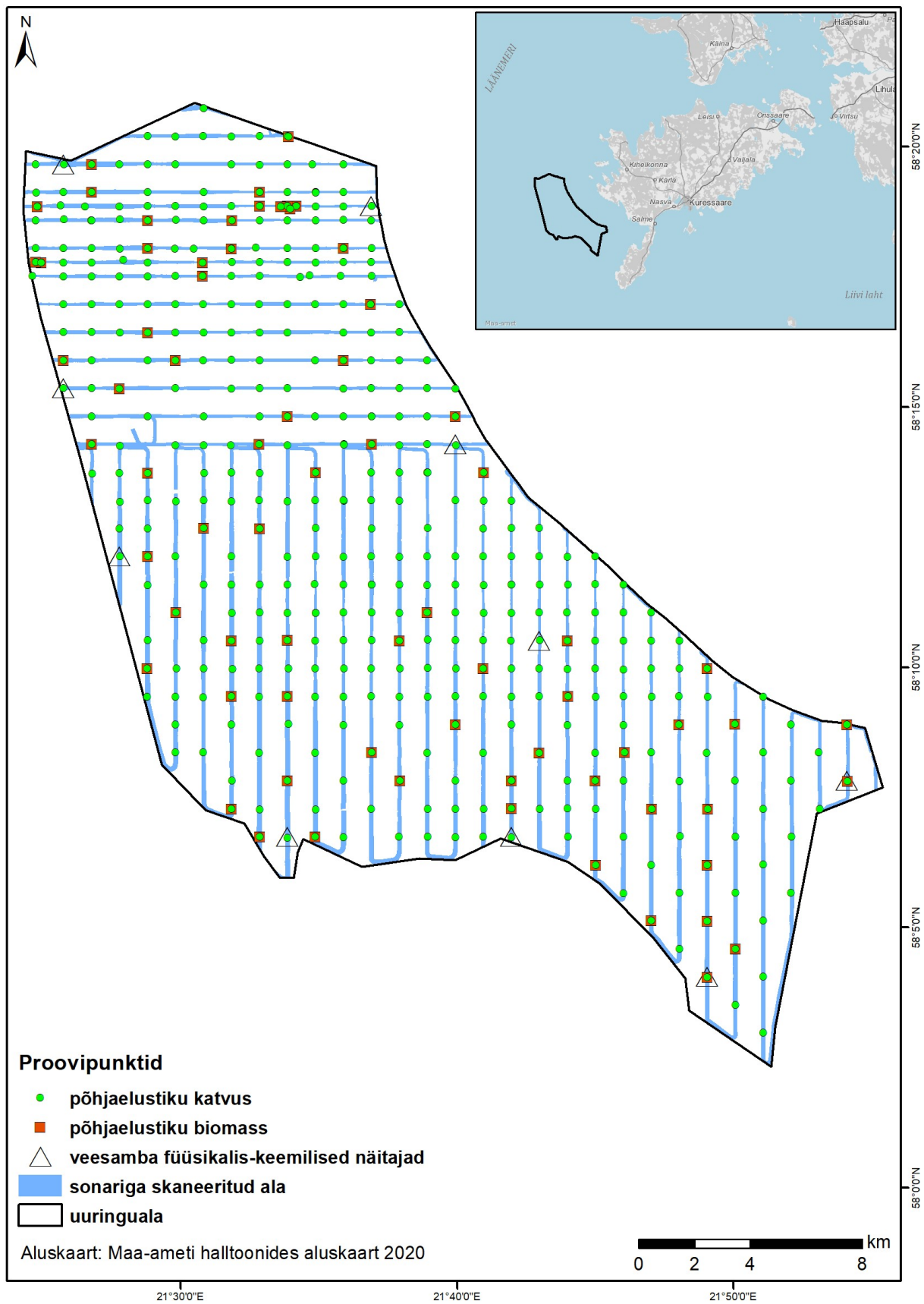
Vastavalt lähteülesandele teostati uurimisalal merepõhja kvantitatiivsete proovide kogumise ajal ka veesamba füüsikalise-keemiliste parameetrite mõõtmisi. Selleks mõõdeti 22. juulil 2019. a. läbiviidud välitööde ajal 10 jaamas (asukohad joonisel 2.2.1) erinevate parameetrite vertikaalprofiilid. Mõõtmised teostati Sea & Sun Technology M90 CTD-ga, millele on lisatud AMT CO<sub>2</sub> sensor. Mõõdetavad parameetrid olid:

---

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

- Sügavus
- Elektrijuhktivus
- Soolsus
- Temperatuur
- Klorofüll a fluorestsents
- Hapniku küllastus % merevees
- Hapniku kontsentratsioon merevees
- pH
- CO<sub>2</sub> kontsentratsioon
- CO<sub>2</sub> partsiaalrõhk

Mõõtmised teostati standardsügavustel (1m, 5m, edasi 5 m tagant + merepõhja lähedane veekiht).



Joonis 2.2.1. Uuringuala, sonariga skaneeritud merepõhja ja proovipunktide paiknemine.

## 2.3. Kaartide loomise meetodid

Proovipunktidest kogutud merepõhja substraadi ja elustiku punktandmed (peatükk 2.2) laiendati üle kogu uuringuala polügooni pindandmeteks (raster) kasutades akustilist skaneerimist (sonar) ja matemaatilist modelleerimist. Punktandmetest pindandmete loomine toimus kaheastmeliselt:

- **Esimese astme modelleerimine** sonariga skaneeritud merealal. Mitmekiirelise sonariga teostati skaneerimine uuringualal ligikaudu 15% pindalalise katvusega. Sonariga kogutud andmeid – sügavust ja tagasihajunud helilaine intensiivsust – kasutati merepõhja substraadi ja elustiku muutujate leviku modelleerimisel sisendina. Bentose muutujate väärtused saadi välitöödel teostatud proovide kogumisel. Proovipunktid olid paigutatud selliselt, et nad kattuksid sonariga skaneeritud merepõhja alaga (vt joonis 2.2.1). Esimese astme modelleerimise tulemusena saadi merepõhja substraadi ja elustiku levikukaardid ainult sonariga skaneeritud mereala piires.
- **Teise astme modelleerimise** eesmärgiks oli katta andmekihtidega kogu uuringuala. Piki sonari mõõtejooni modelleeritud bentiliste muutujate andmeid ehk esimese astme mudelite tulemusi kasutati sõltuvate muutujatena teise astme mudelis. Sõltumatute muutujatena kasutati Veeteede Ameti sügavusandmeid ja geograafilisi koordinaate.

### 2.3.1. Sonariga merepõhja kaardistamise vajadus ja tööpõhimõtted

Merepõhja elustiku ja elupaikade kaardistamisel kasutati lisaks proovipunktipõhisele materjali kogumisel ka mitmekiirelist sonarit. Senini Eestis läbi viidud punktipõhise kaardistamise peamine puudus seisneb selles, et punktidevahelise ala kohta ei ole teadmisi ja seetõttu ei ole võimalda tuvastada merepõhja elustiku ja elupaikade leviku tegelikke mustreid ja inimtegevuse jälgede ulatust. Täieliku ruumilise katvusega kaartide saamiseks on seni kasutatud interpoleerimist, st. proovipunktidega katmata merealadele arvutatakse merepõhja omaduste ja elustiku parameetrite väärtused matemaatiliselt interpoleerimise teel. Sonari kasutamine võimaldab võrreldes tavapärase ainult merepõhja punktvaatlustel põhineva kaardistamisega väga palju suuremat täpsust: võrreldes interpoleerimisega võimaldavad sonariga kogutud andmed äärmiselt palju täpsemalt ennustada elustiku ja elupaikade levikut reaalsete merepõhja punktvaatluste vahelisel alal.

Sonari tööpõhimõte seisneb aja mõõtmises helilaine väljumisest kuni veekogu põhjalt tagasi peegeldunud laine registreerimiseni sonaris, mille kaudu arvutatakse vahemaa ehk sügavus. Vahemaa arvutamise eelduseks on heli levimise kiiruse andmed, mida salvestatakse eraldi sensoritega. Lisaks heli tagasipeegeldumise ajale salvestab sonar ka peegelduse tugevuse. Seega on sonariga 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. Tagasihajumine on tugevam kõvalt substraadilt (nt paeplaat) ja nõrgem pehmelt substraadilt (nt liiv).

Käesolevas töös modelleeriti sonaripõhiste andmete alusel merepõhja substraadi ja elustiku võtmeliikide ning liigrikkuse levikut uuringualal. Leviku ennustamiseks kasutati matemaatilist modelleerimist, kus sõltumatuteks muutujateks olid sonaripõhised andmed (sügavus, tagasihajumine, sügavusest arvutatud merepõhja kalle) ja sõltuvateks muutujateks põhja substraadi ja elustiku leviku punktandmed, mis pärinesid merepõhja videovaatlustest. Seega matemaatiliste mudelite abil loodi seosed sonariandmete ja merepõhja vaatluste info vahel ning nende seoste abil ennustati merepõhja omadusi ja liikide levikut nendel aladel, kus puudusid reaalsed merepõhja vaatlused, aga mis olid kaetud sonarimõõdistamisega.

Detailsema ülevaate sonari kasutamisest merepõhja elustiku ja elupaikade kaardistamisel annab Keskkonnainvesteeringute Keskuse rahastatud projekti „Sonarisüsteemi rakendamise meetodika loomine merepõhja elupaikade ja füüsikaliste omaduste kaardistamiseks“ käigus valminud aruanne (TÜ Eesti Mereinstituut 2014b). Käesolevas töös on rakendatud nimetatud projekti käigus väljatöötatud meetodeid.

### 2.3.2. Sonariandmete kogumine ja töötlemine

Välitööd mitmekiirelise sonariga *Reson SeaBat 7101-Flow* viidi läbi ajavahemikul 12. juuli – 10. august 2019. a. Sonar on paigaldatud TÜ Eesti Mereinstituudi uurimislaevale *AluDevil 33* (joonis 2.3.2.1). Kuna uuringuala pindala oli väga suur ja tööde teostamiseks kasutatav aeg

lühike, siis teostati sonariga skaneerimine valdavalt sellise trajektooriga, et sonarijoonte kesktelgede vahekaugus oli ligikaudu 1 km (joonis 2.2.1).



Joonis 2.3.2.1. TÜ Eesti Mereinstituudi uurimislav AluDevil 33. Vööris sonari *Reson SeaBat 7101-Flow* pea transpordiasendis.

Sonariga kogutud andmete esmane töötlemine, sealhulgas sügavusmudeli ja tagasihajumise mudeli loomine, toimusid tarkvaras *Reson PDS2000*. Toorandmetest sügavusmudeli loomisel kasutati CUBE (*Combined Uncertainty and Bathymetric Estimator*) meetodit (Calder & Mayer 2003). Tagasihajumise radiomeetriline parandamine (väljundvõimsusest, võimendustegurist, impulsi pikkusest, sügavusest, kiire langemisnurgast jm teguritest tingitud erinevuste kompenseerimine) ja mosaiikimine viidi läbi *PDS2000* lisamooduli *Backscatter Processing* abil, milles rakendatakse *Geocoder* algoritme (Fonseca & Calder 2005). Sonaritarkvaras loodud andmekihid olid 1 m piksli suurusega.

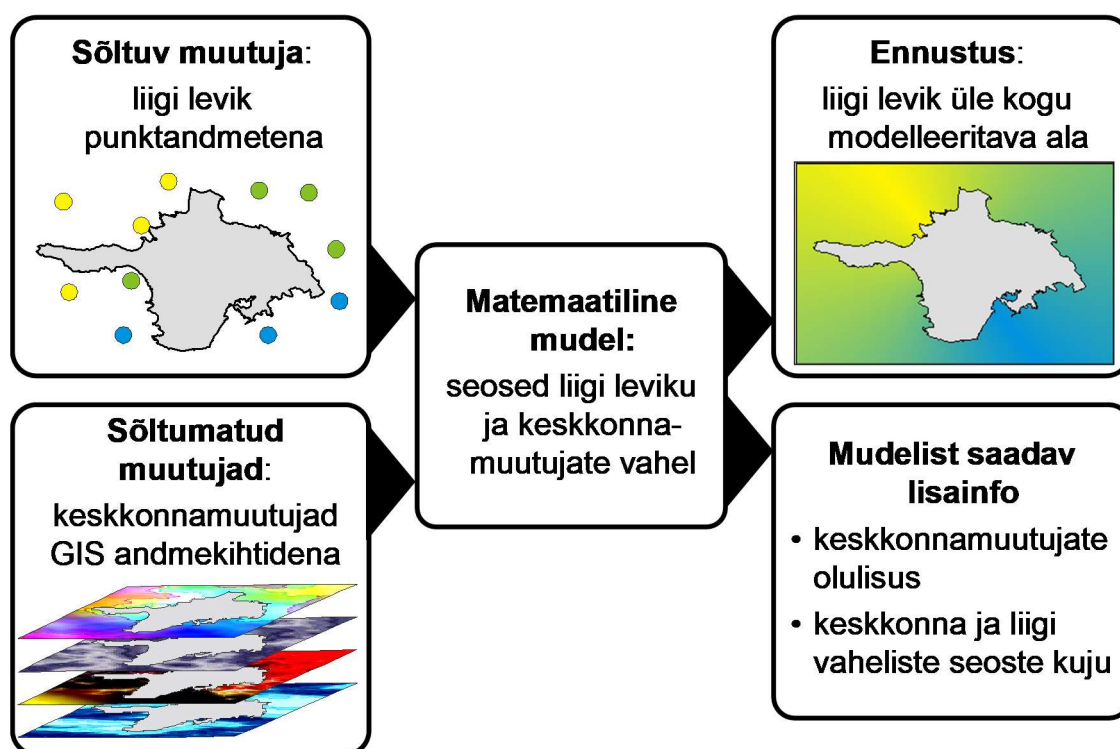
Valminud sügavuse ja tagasihajumise andmestikud viidi geinfosüsteemi *ArcGIS*, kus sügavusmudeli andmete põhjal arvutati merepõhja nõlva kalle. Nõlva kalle arvutati 20 piksli raadiuses keskmistatud sügavusest, et see kajastaks suuremaskaalalisi reljeefi mustreid.

### 2.3.3. Modelleerimismeetodid ja ruumianalüüsid

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 (joonis 2.3.3.1). Sõltumatuteks muutujateks kutsutakse mudelis muutujaid, mille väärtus mudelis ei sõltu ühestki teisest muutujast. Käesolevas töös olid esimese astme mudelites sõltumatuteks muutujateks sonaripõhised andmed sonariga skaneeritud alal (vt peatükk 2.3.2) ja sügavus, merepõhja nõlva kalle ja geograafilised koordinaadid sonarijoonte vahelisel alal (teise astme mudelid). Sõltuvaks muutujaks kutsutakse mudelis tunnust, mida soovitakse modelleerida ja mille väärtus mudelis on seotud sõltumatute muutujate väärtustega. Sõltuvateks muutujateks olid antud töös substraaditüüpide katvused, põhjaelustiku tunnusliikide/rühmade katvused ja/või biomassid ning põhjaelustiku mitmekesisuse ja ohtruse näitajad.



Joonis 2.3.3.1. Liikide ruumilise leviku modelleerimise tööpõhimõtte skeem. Samal põhimõttel modelleeriti ka merepõhja substraaditüüpide levikut.

Matemaatilise mudeli lihtsaimaks näiteks on lineaarne regressioon, kus kahe tunnuse vahelist seost kirjeldatakse sirge joonena. Käesolevas töös kasutati keerukamat mudelit, mis võimaldavad formaliseerida erineva kujuga seoseid. Varasemate tööde (nt. Elith et al 2006, TÜ Eesti Mereinstituut 2014a, Peterson & Herkül 2017) põhjal on teade, et tänapäevased masinõppe algoritmid võimaldavad väga kõrge ennustusvõimega mudelite loomist. Mudelite ennustusvõime on sageli väga sarnane erinevate hästi toimivate mudelite puhul ning lõpliku mudeli valikul võib osutada määravaks mudelennustuse visuaalne eksperthinnang.

Käesolevas töös kasutati nii esimese kui teise astme mudelites juhumetsa (RF, *random forest*) modelleerimisalgoritmi. RF 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 määrati puude arvuks esimese astme mudelites 1000 ja teise astme mudelites 500. RF mudelite kalibreerimise diagnostikagraafikute (puude arv vs ennustuse viga) abil veenduti, et kasutatud puude arv ületas platoo saavutamise puude arvu vähemalt kahekordselt.

Kõik mudelarvutused viidi läbi vabavaralises statistikatarkvaras R 3.6.1 (R Core Team 2019). RF meetodi jaoks kasutati R-i paketti *randomForest* (Liaw & Wiener 2002, Breiman et al 2018).

### **Esimese astme mudelid**

Modelleerimiseks loodi sonarijoontega kaetud alale 20 m küljepikkusega ruudustik ( $n = 233\ 200$ ), mille igas ruudus arvutati sügavuse, tagasihajumise ja nõlva kalde keskväärtused ning sügavuse ja tagasihajumise standardhälbed. Igale merel külastatud proovipunktile leiti neli lähimat ruutu ja seeläbi loodi esimese astme mudelite kalibreerimisandmestik, kus igale proovipunktile vastasid proovist kogutud põhjasubstraadi ja elustiku muutujate väärtused ning sonaripõhiste muutujate statistikumid neljast ruudust. Lisaks sonaripõhiste andmetele kasutati sõltumatute muutujatena ka geograafilisi koordinaate meetermõõdukus. Kalibratsiooniandmestiku alusel modelleeriti seosed proovandmete ja sonariandmete vahel kasutades RF meetodit. Pärast matemaatiliste mudelite loomist kasutati ennustusandmestikku ehk kõiki sonariga skaneeritud ala ruutusi, et mudelite abil prognoosida liikide ja substraadiomaduste levikut üle kogu sonariga skaneeritud mereala.

### **Teise astme mudelid**

Mööda sonarijooni ennustatud bentose muutujate väärtusi kasutati sisendina teise astme mudelites, mille eesmärgiks oli kaardikihtidega täita kogu uuringuala. Kogu uuringuala ulatuses loodi 20 m küljepikkusega ruudustik ( $n = 1\ 548\ 774$ ), mille igas ruudus leiti Veeteede Ameti algandmetel (10 m punktandmed; saadud Veeteede Ametist 18.09.2019) põhinev sügavus, sügavuse standardhälve ja nõlvakalle 40 piksli raadiuses keskmistatud sügavusest. Sellest ruudustikust valiti välja need ruudud, mis kattusid esimese astme mudelite

kalibratsiooniandmestikuga (igale merel külastatud proovipunktile neli lähimat ruutu) ja lisaks juhuslikult valitud 50 000 ruutu (ca 21 % kõikidest esimese astme mudelite ruutudest), kuhu olid teostatud ennustused esimese astme mudelitest. Ruutude juhuslik valik oli vajalik selleks, et vähendada sisendandmete hulka ja seeläbi arvutusprotsessile kuluvat aega tagamaks projekti tulemuste õigeaegse valmimise. Lisaks Veeteede Ameti andmetele kasutati sõltumatute muutujatena ka geograafilisi koordinaate meetermõõdustikus. Valitud ruutude andmed moodustasid kalibratsiooniandmestiku teise astme mudelitele. Pärast matemaatiliste mudelite loomist kasutati ennustusandmestikku ehk kõiki uuringuala ruutusid, et mudelite abil prognoosida liikide ja substraadiomaduste levikut üle kogu uuringuala.

### **Mudelite valideerimine ja usaldusvärsuse hinnang**

Mudelite valideerimine viidi läbi ainult kõige olulisemate põhjaelupaigamuutujatega sh nendega, mis on vajalikud loodusdirektiivi elupaigatüüpide leviku kaardistamiseks: kõva substraadi, liiva, söödava rannakarbi, agariku, niitjate vetikate katvus ja põhjataimestiku üldkatvus. Mudelite ennustusvõime matemaatiliseks hindamiseks loodi iga modelleeritava muutuja kohta eraldi nn valideerimismudel, mille kalibreerimiseks kasutati 75% juhuslikult valitud sisendandmetest. Ülejäänud 25% andmeid, mida ei kasutatud mudeli kalibreerimisel, kasutati mudelite valideerimiseks. Valideerimiseks võrreldi 25%-le andmetele teostatud ennustusi tegelike proovipunktide andmetega ja arvutati lineaarne korrelatsioonikordaja ( $r$ ), determinatsioonikordaja ( $r^2$ ) ja olulisustõenäosus ( $p$ ) ning keskmine absoluutviga (*mean absolute error*; MAE). Lisaks välisele valideerimisele teostati ka mudelite sisemine valideerimine, kus 100% sisendandmetega kalibreeritud mudeleid kasutati samadele sisendandmetele ennustuste teostamiseks ning arvutati eelpoolkirjeldatud statistikud.

### **Modelleeritavad põhjasubstraadi ja –elustiku muutujad**

Kirjeldatud metoodikat kasutades modelleeriti erinevate merepõhja muutujate ruumiline levik uuringualal:

- kõva põhjasubstraadi (kivid, kalju) summaarne katvus;
- liiva katvus;
- niitjate vetikate katvus;
- agariku (*Furcellaria lubricalis*) katvus;
- söödava rannakarbi (*Mytilus trossulus*) katvus;
- söödava rannakarbi (*Mytilus trossulus*) biomass;
- põhjataimestiku üldkatvus;

- hub 3. taseme elupaikade substraaditüüp;
- summaarne epibentose katvus;
- summaarne taimede katvus;
- summaarne epifauna katvus;
- mitmeaastaste vetikate katvus;
- üheaastaste vetikate katvus;
- hüdraloomade katvus;
- epibentiliste vähiliste katvus;
- tigude esinemine;
- infauna karpide biomass;
- infauna hulkharjasusside biomass;
- infauna vähiliste biomass;
- infauna putukavastsete biomass.

Karide elupaigatüübi ja HELCOM HUB elupaikade levikukaartide saamiseks teostati mudelennustuste kihtidega ülekatteanalüüs, mille käigus kontrolliti iga piksli vastavust elupaigatüübi või elupaiga definitsioonile.

## 2.4. Loodusdirektiivi elupaigatüüpide klassifikatsioon

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 vähedetailed jättes võimalusi erinevatele interpretatsioonidele. Aruandes „Merepõhja elupaikade definitsioonide tõlgendamise juhend“ (TÜ Eesti Mereinstituut 2014c) on toodud praktiliste definitsioonide ettepanekud kuidas loodusdirektiivi elupaigatüüpe eristada merepõhja inventuurides. Toodud definitsioone on kasutatud ka käesolevas töös. Proovipunktides teostatud katvushinnangute ja biomassiproovide eelanalüüsist selgus, et vastavalt merepõhja elupaikade definitsioonide tõlgendamise juhendis toodud kriteeriumitele, oli antud uuringupiirkonnas võimalik karide elupaigatüüpide esinemine.

Liivamadalate esinemine oli tehniliselt võimalik kuues proovipunktis, kus olid täidetud substraadi, footilise vööndi ja settes elavate karpide biomassi nõuded. Ekspertarvamusega otsustati neid siiski mitte klassifitseerida liivamadalate elupaigana, sest videopildis oli sageli näha, et liivavaalud katsid paeplaati. Sellised aluspõhjalisel kõrgendikul õhukese ja liikuva kihina olevad liivad ei moodusta püsivaid elupaikaid. Proovipunktid paiknesid liivamadalate tähenduses väga suures sügavuses (23–32 m), mis jääb antud uuringu vidovaatluste põhjal põhjataimestiku levikupiirile. Loodusdirektiivis on märgitud, et liivamadalad ei tohiks üldiselt olla sügavamal kui 20 m. Arvestades nende asjaoludega – mobiilsed liivad paekivist aluspõhjal, suur sügavus, avamerelised tingimused – leiti, et liivamadalatena klassifitseeritavaid alasid uuringualal ei esine.

## **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  $\geq$  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 percursa*, *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.

## 2.5. Loodusdirektiivi elupaigatüüpide seisund

Loodusdirektiivist lähtuvalt on vaja riiklikult tagada direktiivis loendatud elupaigatüüpide soodne looduskaitseline seisund. Loodusdirektiivi elupaigatüüpide looduskaitselise seisundi hindamiseks vajalikud kriteeriumid, soodsa seisundi võrdlusväärtused ja seisundi hindamise meetodika Eesti merealal kasutamiseks töötati välja projekti „Eesti merealade loodusväärtuste inventeerimine ja seiremeetodika väljatöötamine“ (edaspidi „NEMA“) raames 2016. aastal (TÜ Eesti Mereinstituut 2016a). Käesolevas töös on rakendatud seda meetodikat.

Vastavalt loodusdirektiivile ja sellega seotud juhendmaterjalidele (nt Evans & Arvela 2011) tuleb elupaigatüüpide seisundit hinnata nelja parameetri alusel: levila, pindala, struktuur ja funktsioonid (edaspidi „kvaliteet“) ning tulevikuväljavaated. Antud töös on hinnang teostatud ainult elupaigatüübi kvaliteedi alusel, sest teised parameetrid on kohaldatavad ainult üleriigilise hinnangu teostamisel.

Kuna karide elupaigatüüp võib esineda väga suures sügavusvahemikus alates rannajoonest kuni mitmekümne meetri sügavuseni, siis on elupaigatüübi seisundi hindamisel struktuuri ja

funktsioonide alusel karid jaotatud ökoloogilisteks vöönditeks, milleks on adruvöönd, punavetikavöönd ja rannakarbivöönd. Lisaks ökoloogilisele sügavusvööndile on adru- ja punavetikavööndid omakorda jaotatud kaheks vastavalt avatusele lainetusele (avatud ja suletud), sest sama ökoloogilise vööndi koosluse struktuur võib erinev sõltuvalt avatusest.

Käesoleva töö raames kogutud proovide alusel oli võimalik tuvastada kahe karide vööndi esinemine – avatud punavetikavöönd ja rannakarbivöönd.

Tabelis 2.5.1 on toodud kriteeriumid, mis peavad olema täidetud, et proov määratleda punavetikavööndisse kuuluvaks. Kuna käesoleva töö uurimispiirkond asus rannikust kaugel avameres ja uuringuala mere sügavus oli tunduvalt suurem kui projektis NEMA väljatöötatud praktiliste välitööde jaoks mõeldud seirealadel, siis oli vajalik teatud muudatuste tegemine kriteeriumites ning vastavad muudatused ja nende põhjendused on samuti tabelis 2.5.1

Tabel 2.5.1. Tingimused proovi määratlemisel punavetikavööndisse kuuluvaks vastavalt NEMA metoodikale (TÜ Eesti Mereinstituut 2016a) ja käesolevale tööle.

Kriteerium NEMAs	Kriteerium käesolevas töös	Muutmise põhjendus
sügavus vahemikus 3 – 11 m	sügavus pole piiratud	NEMAs loodi kriteeriumid arvestades Eesti merealal domineerivaid tingimusi ja praktilist kasutatavust (sukeldumine). Antud uuringuala oli rannikust kaugel ja sügav ja seetõttu ei olnud võimalik vastavat kriteeriumi rakendada.
punavetikate (v.a. <i>C. tenuicorne</i> ) summaarne biomass vähemalt 2,5 g m <sup>-2</sup> kuivkaalus või katvus üle 1%	punavetikate (v.a. <i>C. tenuicorne</i> ) summaarne katvus üle 1%	Kuna uuringuala oli sügav ja sukeldumine seetõttu raskendatud, siis oli taimestiku raamiproovide arv suhteliselt väike ja rakendati ainult katvuse kriteeriumit, mida saab hinnata ka videoproovist.
punavetikate biomass on suurem kui adru biomass biomassiproovide puhul või punavetikate katvus on suurem kui adru katvus katvusproovide puhul	muutmata	Kriteerium pole relevantne kuna adru uuringupiirkonnas ei leitud.

Kuna suure sügavuse tõttu ei olnud võimalik sukeldumine ja biomassiproovide kogumine rannakarbivööndist ja samas ei ole võimalik selle vööndi seisundit hinnata ainult katvusproovide abil, siis teostati karide elupaigatüüpi seisundi hindamine ainult punavetikavööndist kogutud materjali põhjal.

Vastavalt NEMA metoodikale on karide elupaigatüübi punavetikavööndi kvaliteedi hindamiseks vajalik alati biomassiproovide kogumine. Karide elupaigatüübi puhul on biomassiproovide kogumine võimalik ainult sukelduja abil, sest kõvalt substraadilt ei saa

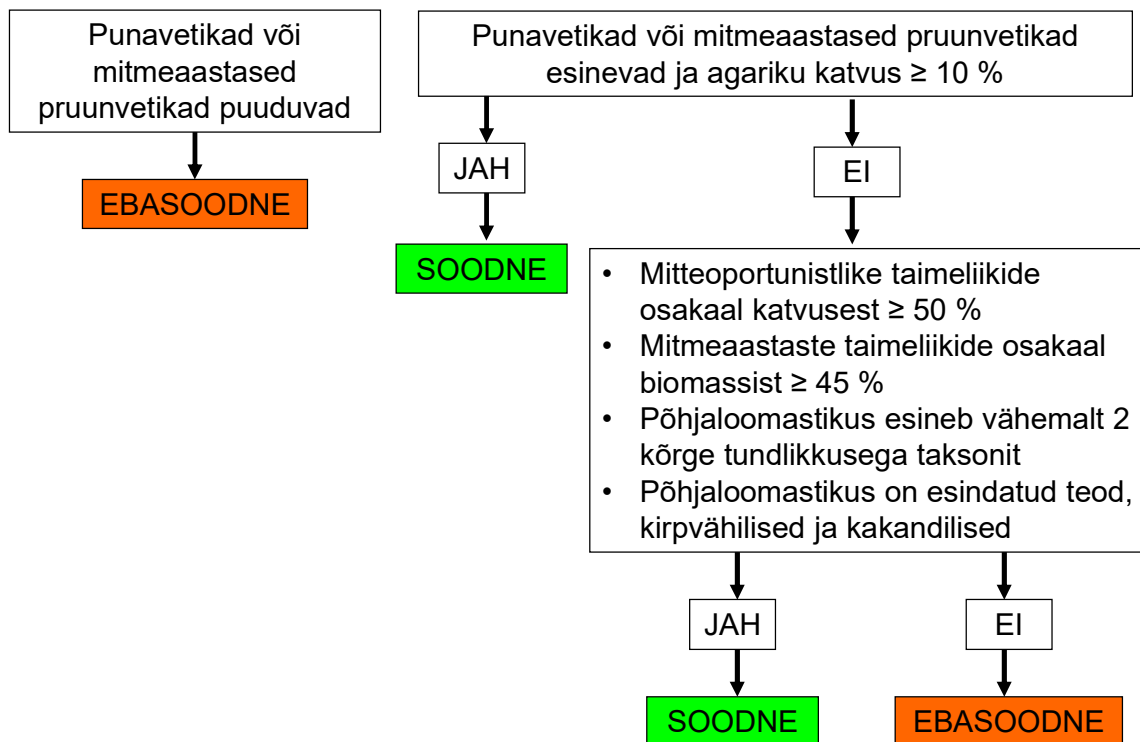
koguda proove põhja-ammutajaga. Uuringuala suur sügavus, avamerelised tingimused ja uuringu teostamiseks kasutada olnud väga piiratud aeg ei võimaldanud piisaval hulgal ja esinduslikus sügavusvahemikus biomassiproovide kogumist sukeldujate poolt. Sellest lähtuvalt otsustati, et hinnang teostatakse kasutades ka proovipunkte, kus on teostatud ainult katvushinnangud. Sellise järeleandmise tegemine võrreldes NEMA meetodikaga oli seotud ainult antud uuringupiirkonna ja uuringu ajastatuse iseärasustega (suur sügavus, avamerelised tingimused, piiratud aeg) ja selline praktika tulevikus on väga ebasoovitav, sest tulemused ei ole täielikult võrreldavad korrektse NEMA meetodikaga. Tabelis 2.5.2 on toodud karide elupaigatüübi lainetusele avatud piirkondade punavetikavööndi struktuuri ja funktsioonide hindamise kriteeriumid ja neile vastavad võrdlusväärtused. Tabelis toodud kriteeriumite täitmine on osaliselt hierarhiline (joonis 2.5.1) aga samas on vajalik kriteeriumite 3-6 samaaegne täitmine proovipunktis. Seoses ülalkirjeldatud järeleandmisele NEMA meetodikas käesoleva töö iseärasuste tõttu, lubati proovipunkti tasandil hinnangu teostamist ka ainult katvusandmete põhjal ehk tabelis 2.5.2 toodud kriteeriumite nr 1–3 alusel. Punktipõhise hinnangu saamiseks kasutati nendes proovipunktides, kus olid olemas ka sukelduja kogutud biomassiproovid, kriteeriume 1 kuni 6 ja proovipunktides, kust olid ainult katvushinnangud, kasutati kriteeriume 1 kuni 3.

Tabel 2.5.2. Karide elupaigatüübi lainetusele avatud piirkondade punavetikavööndi struktuuri ja funktsioonide hindamise kriteeriumid ja soodsad võrdlusväärtused vastavalt NEMA meetodikale (TÜ Eesti Mereinstituut 2016a).

<b>Kriteeriumid</b>	<b>Proovi tüüp</b>	<b>Soodne võrdlusväärtus</b>
1. Punavetikate või mitmeaastaste pruunvetikate esinemine	Katvus või biomass	Esineb vähemalt 1 liik
2. Agariku katvus	Katvus	10%
3. Mitteoportunistlike liikide osakaal katvusest	Katvus	50%
4. Mitmeaastaste liikide osakaal biomassist	Biomass	45%
5. Kõrge tundlikkusega põhjaloomastiku taksonite arv	Biomass	2
6. Tigude, kirpvähiliste ja kakandiliste esinemine	Biomass	Kõik rühmad esinevad



**KARID (1170)  
PUNAVETIKAVÖÖND, AVATUD**



Joonis 2.5.1. Avatud piirkondada karide elupaigatüübi punavetikavööndi soodsa seisundi kriteeriumite ja soodsate võrdlusväärtuste skeem (TÜ Eesti Mereinstituut 2016a).

Kogu uuringuala karide elupaigatüübi seisundi koondhinnangu saamiseks arvutati soodsa seisundis proovipunktide proportsioon protsentides vastavalt NEMA raames loodud loodusdirektiivi mereliste elupaigatüüpide looduskaitse seisundi seire metoodikale (TÜ Eesti Mereinstituut 2016b). Vastavalt sellele metoodikale on seisundi klassi piirid järgmised:

- soodne (FV):  $\geq 90\%$  soodne;
- ebasoodne-ebapiisav (U1):  $< 90\%$  kuni  $75\%$  soodne;
- ebasoodne-halb (U2):  $< 75\%$  soodne.

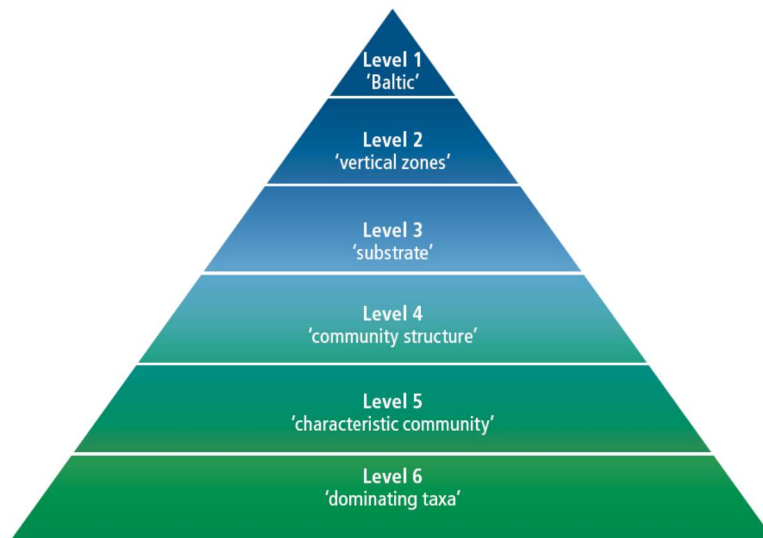
## 2.6. HELCOM HUB elupaikade klassifikatsioon ja MSRD elupaikade põhitüübid

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-Läänemerealist andmestikku, kuhu olid kaasatud ka Eesti andmed. HELCOM HUB on aluseks merestrateegia raamdirektiivi (MSRD; 2008/56/EÜ) elupaiga põhitüüpide määratlemisel vastavalt HELCOM SPICE projekti tulemustele (HELCOM 2017).

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 2.6.1). Alljärgnevalt on toodud tasemed ja nende tähendus põhjaelupaikade klassifikatsioonis (HELCOM 2013a).

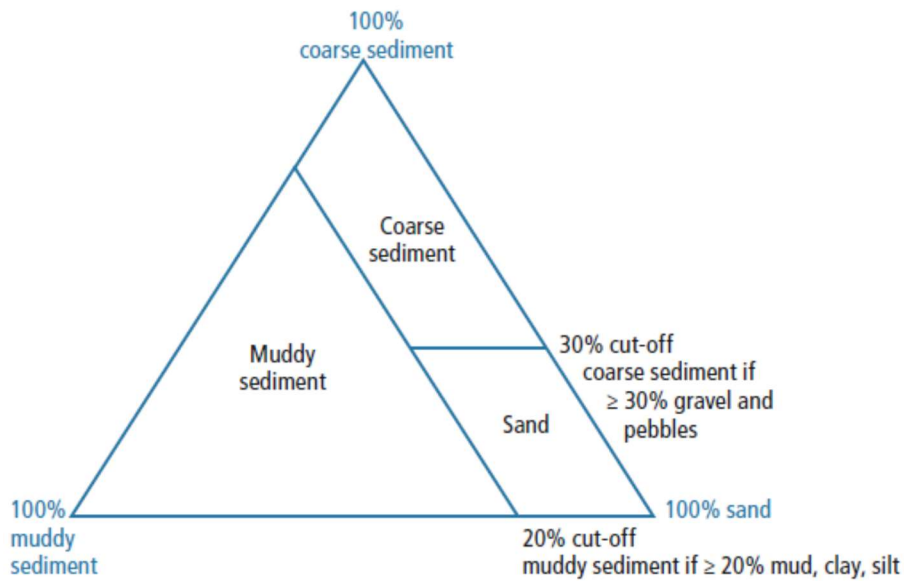
- Läänemeri: terve Läänemeri kuulub siia tasemesse
- Verikaalsed vööndid: bentaal, pelagiaal, talvine jää. Bentaal ja pelagiaal jaotatakse omakorda footiliseks ja afootiliseks. Footilise sügavuse maksimum hinnati käesolevas töös proovipunktide andmete alusel vastavalt põhjataimestiku kasvu maksimaalsele sügavusele (32 m).
- Substraat: bentiliste elupaikade substraat.
- Koosluse struktuur: määratakse üleüldine põhjakoosluse struktuuri tüüp:
- Makroepibentos: epifauna või taimestiku katvus  $\geq 10\%$
- Hõre makroepibentos: epifauna või taimestiku katvus  $> 0$  ja  $< 10\%$
- Makroinfauna: esineb makroskoopiline sette sees elav loomastik
- Makrobentos puudub
- Iseloomulik kooslus: määratakse domineeriva kõrgema taksonoomilise rühma järgi (nt mitmeaastased vetikad, üheaastased vetikad, epibentilised karbid, infauna hulkharjasussid jnt)
- Domineeriv liik: liigitase domineeriva liigi järgi



Joonis 2.6.1. HELCOM HUB elupaikade klassifikatsiooni tasemed (HELCOM 2013a).

HUB tase 3 substraaditüüpide määratlemisel on seatud esimeseks lahknemiskohaks  $\geq 90\%$  katvuse lävend, kus tehakse kindlaks, kas mõni substraaditüüp on katvusega  $\geq 90\%$ . Kui mõni selline tüüp esineb, siis omistatakse punktile vastav substraaditüüp. Kui pehmed substraaditüübid summaarselt moodustavad  $\geq 90\%$ , siis järgitakse järgmist skeemi (joonis 2.6.2):

1. kui muda, savi ja kõdu ( $< 0,063$  mm) summaarne katvus on rohkem kui 20%, siis on tegemist mudase settega;
2. kui tegemist ei ole mudase settega, siis
  - a) kui kruusa ja klibu (2 - 63 mm) katvus ületab 30% kruusa, klibu ja liiva summaarsest proportsioonist, siis on tegemist sõreda settega;
  - b) kui ei, siis on tegemist liivaga (0,063 - 2 mm).



Joonis 2.6.2. HELCOM HUB setteliste substraaditüüpide eristamise diagramm (HELCOM 2013a).

HUB klassifikatsiooni tehniline skeem elupaikade määratlemiseks 4. ja 5. tasemel on mahukas materjal ja seda ei ole otstarbekas siin välja tuua. Antud töös lähtuti HELCOM HUB juhendist *HELCOM HUB – Technical Report on the HELCOM Underwater Biotope and habitat classification* (HELCOM 2013a), mis on internetis saadaval<sup>2</sup>. Lisaks sellele on veebipõhisena olemas ka HUB elupaikade kataloog<sup>3</sup>.

HELCOM HUB 3. taseme, MSRD elupaikade ja EUNIS elupaikade vastavused on toodud tabelis 2.6.1; vastav informatsioon pärineb HELCOM SPICE projektist (HELCOM 2017) ja mereRITA projekti aruandest nr 3.1.1 (TÜ Eesti Mereinstituut 2019a).

<sup>2</sup> <https://www.helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/BSEP139.pdf>

<sup>3</sup> <https://helcom.fi/baltic-sea-trends/biodiversity/helcom-hub/>

Tabel 2.6.1. HUB 3. taseme elupaikade vastavus MSRД merepõhja elupaikade põhitüüpidele (HELCOM 2017, TÜ Eesti Mereinstituut 2019a). Tabelis on toodud ainult need MSRД elupaigad, mis on HELCOM SPICE aruande (HELCOM 2017) järgi Läänemeres esindatud.

<b>HUB tase 3<sup>1</sup></b>	<b>MSRD elupaikade põhitüübid</b>	<b>EUNIS (vers. 2016)<sup>2</sup></b>
AA.A Kalju ja kivid footilises vööndis	Infralitoraali kivine põhi ja biogeenilised karid	MB1 Infralitoraali kivine põhi
AA.H Mudane sete footilises vööndis	Infralitoraali mudane põhi	MB6 Infralitoraali mudane põhi
AA.I Jämedateraline sete footilises vööndis	Jämedateraline infralitoraali sete	MB3 Jämedateraline infralitoraali sete
AA.J Liiv footilises vööndis	Infralitoraali liivane põhi	MB5 Infralitoraali liivane põhi
AA.M Segasubstraat footilises vööndis <sup>3</sup>	Infralitoraali segasete <sup>4</sup>	MB4 Infralitoraali segasete
AB.A Kalju ja kivid afootilises vööndis	Tsirkalitoraali kivine põhi ja biogeenilised karid	MC1 Tsirkalitoraali kivine põhi, MC2 Tsirkalitoraali biogeenne elupaik
AB.H Mudane sete afootilises vööndis	Tsirkalitoraali mudane põhi	MC6 Tsirkalitoraali mudane põhi
AB.I Jämedateraline sete afootilises vööndis	Jämedateraline tsirkalitoraali sete	MC3 Jämedateraline tsirkalitoraali sete
AB.J Liiv afootilises vööndis	Tsirkalitoraali liivane põhi	MC5 Tsirkalitoraali liivane põhi
AB.M Segasubstraat afootilises vööndis <sup>3</sup>	Tsirkalitoraali segasete <sup>4</sup>	MC4 Tsirkalitoraali segasete

<sup>1</sup> Eestis esinevad HUB tase 3 elupaigatüübid (TÜ Eesti Mereinstituut 2018)

<sup>2</sup> Esitatud vaid Eestis esinevad vasted EUNIS elupaigatüüpidele

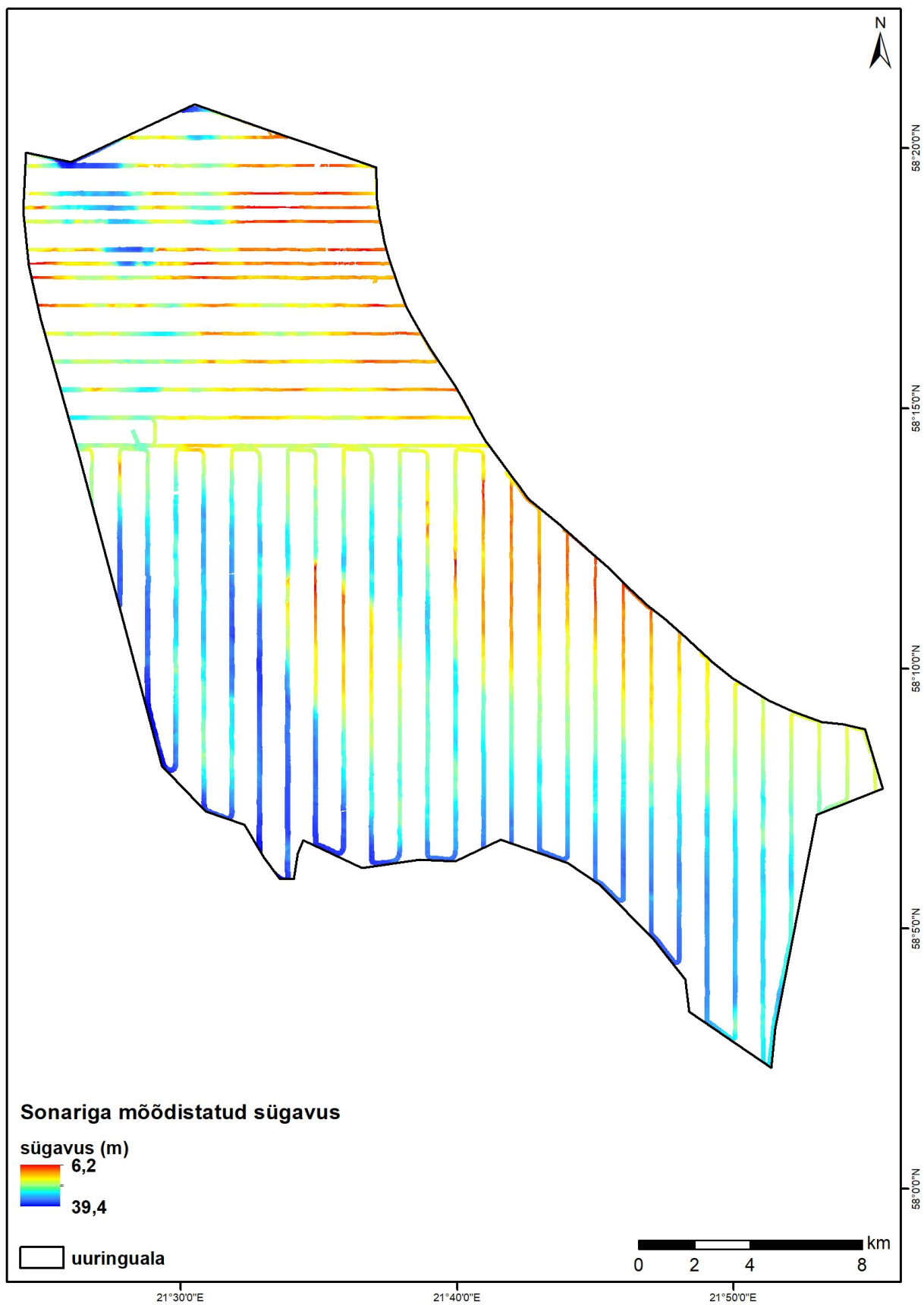
<sup>3</sup> Läänemeres laialdaselt levinud HUB tase 3 substraatitüüp, puudub ühene MSRД vaste. Segasubstraat on mosaiikne elupaik, mis sisaldab MSRД elupaikade põhitüüpe kivine põhi/liivane põhi/mudane põhi/segasete.

<sup>4</sup> MSRД elupaigad millel puudub HUB klassifikatsioonis täpne vaste.

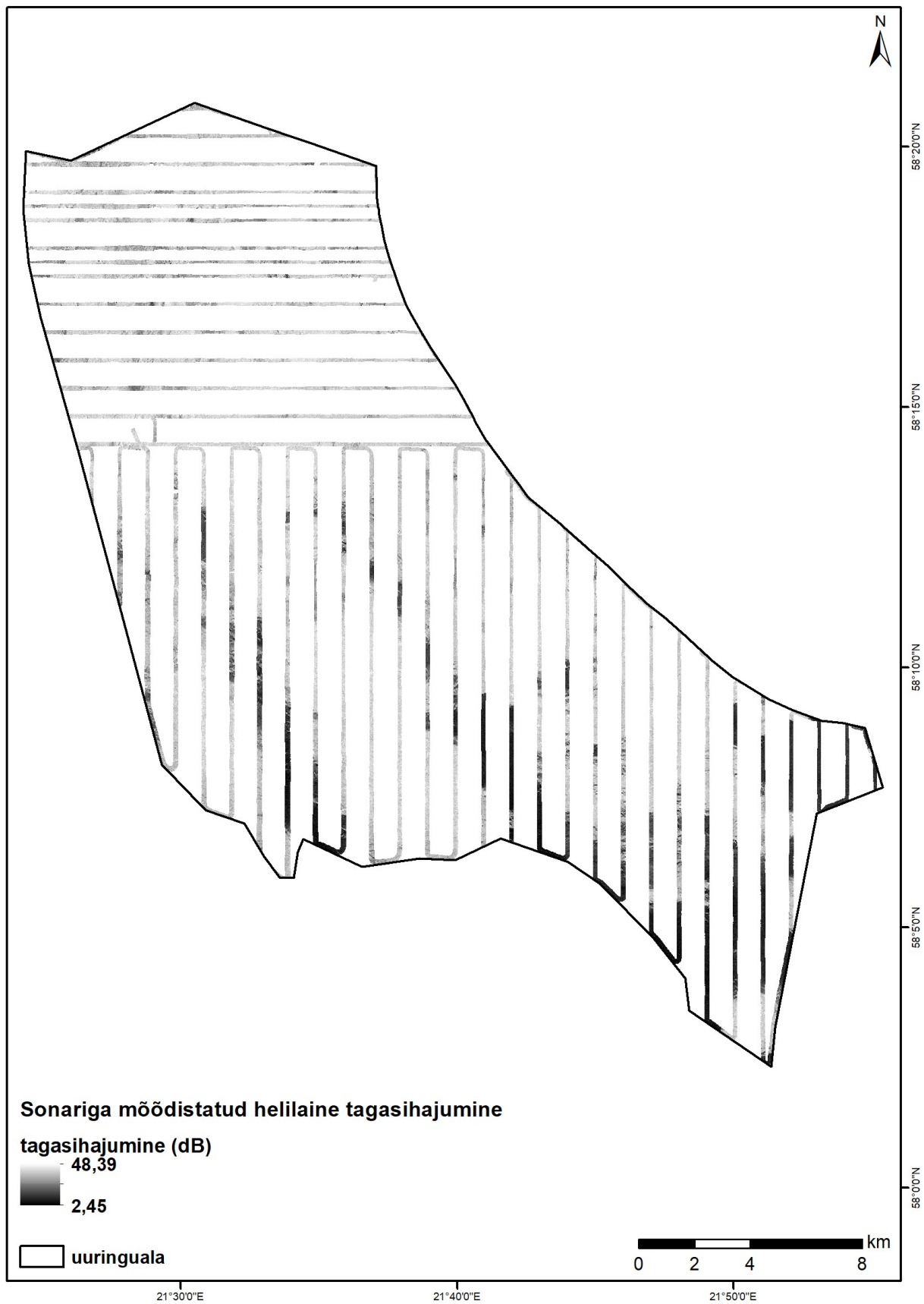
## **3. TULEMUSED**

### **3.1. Sonariandmed**

Kuna uuringuala pindala oli väga suur aga projekti teostamiseks kasutatav ajaperiood lühike, siis oli võimalik sonariskaneeringuga katta ligikaudu 15% uuringuala pindalast (joonis 3.1.1). Sonariga skaneeritud alal olid sügavused vahemikus 6,2 kuni 39,4 m (joonis 3.1.1). Helilaine tagasihajumise intensiivsuse jaotus on toodud joonisel 3.1.2.



Joonis 3.1.1. Sonariga mõõdistatud sügavus.



Joonis 3.1.2. Sonariga mõõdistatud helilaine tagasihajumine.

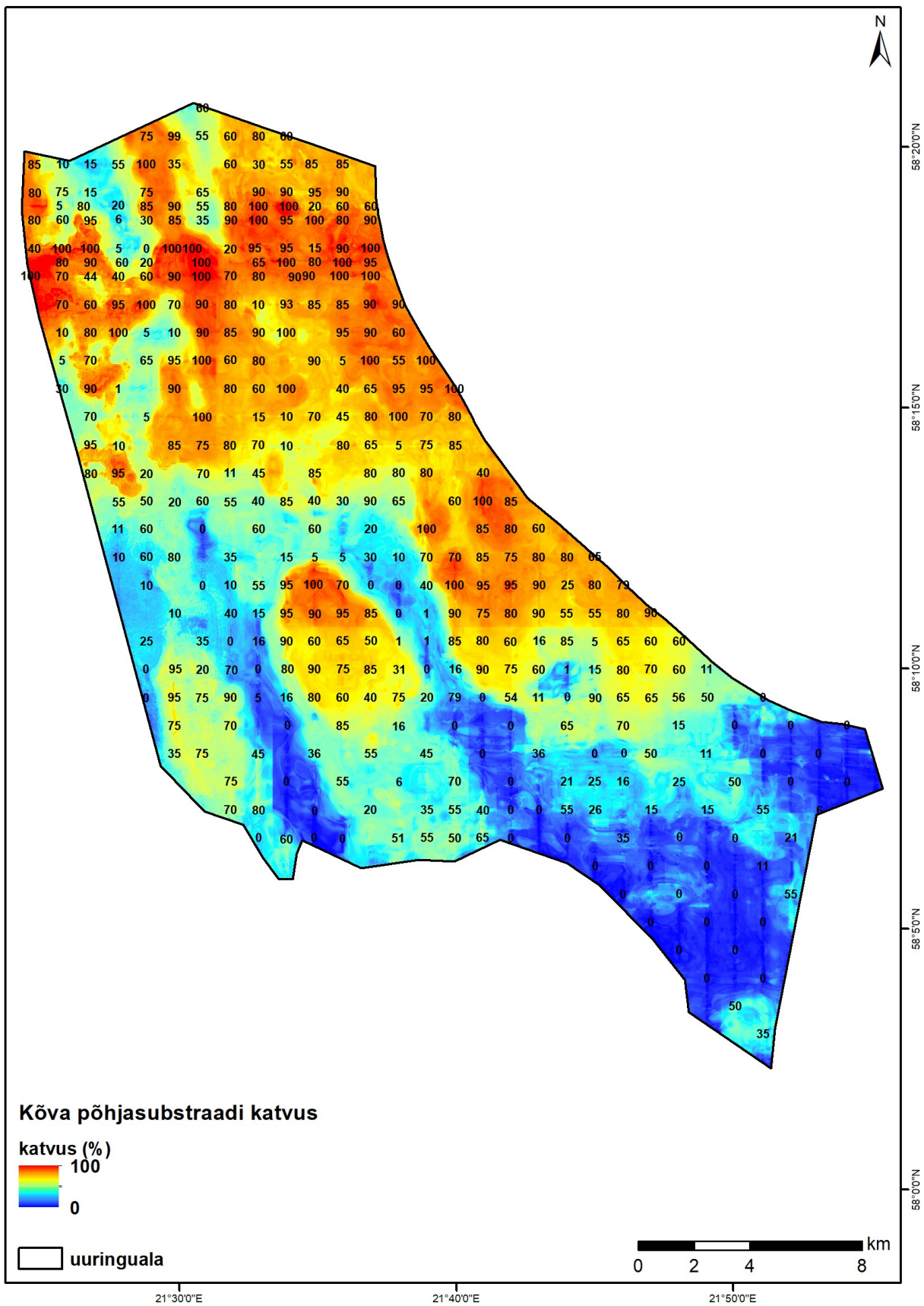


## 3.2. Merepõhja substraat

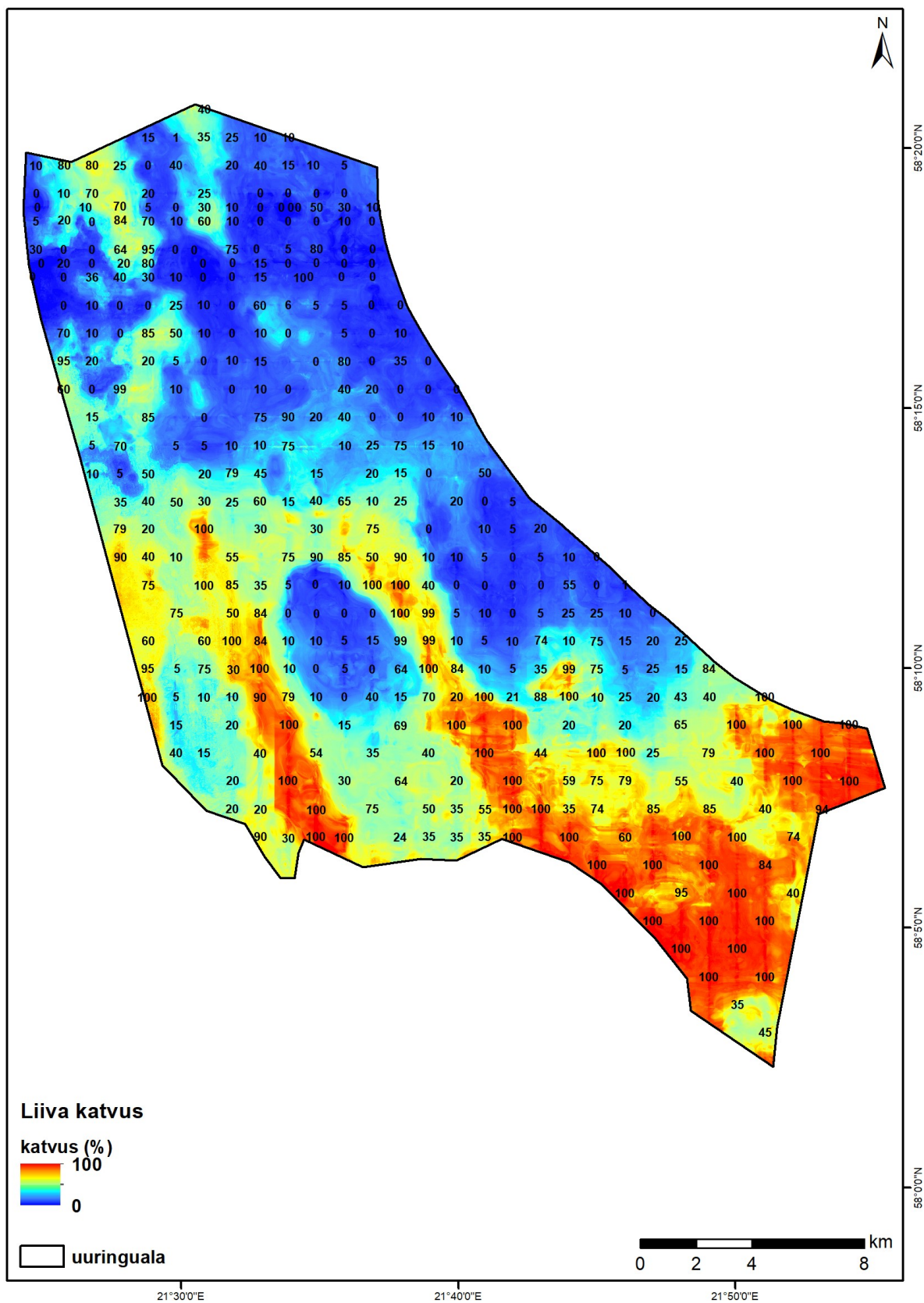
Antud peatükis on esitatud ainult kogu uuringuala katvad ehk teise astme mudelite tulemused. Lisas 1 on toodu ka esimese astme ehk sonariga skaneeritud mereala mudelite tulemused.

Merepõhja substraadi muutujatena modelleeriti kõvade substraaditüüpide (kivid, kalju) summaarset katvust ja liiva katvust, mis on vajalikud loodusdirektiivi elupaigatüüpide määratlemiseks ning HELCOM HUB 3. taseme elupaikade põhjasubstraaditüüpe, mis on ühtlasi merestrateegia raamdirektiivi merepõhja elupaikade põhitüüpide aluseks.

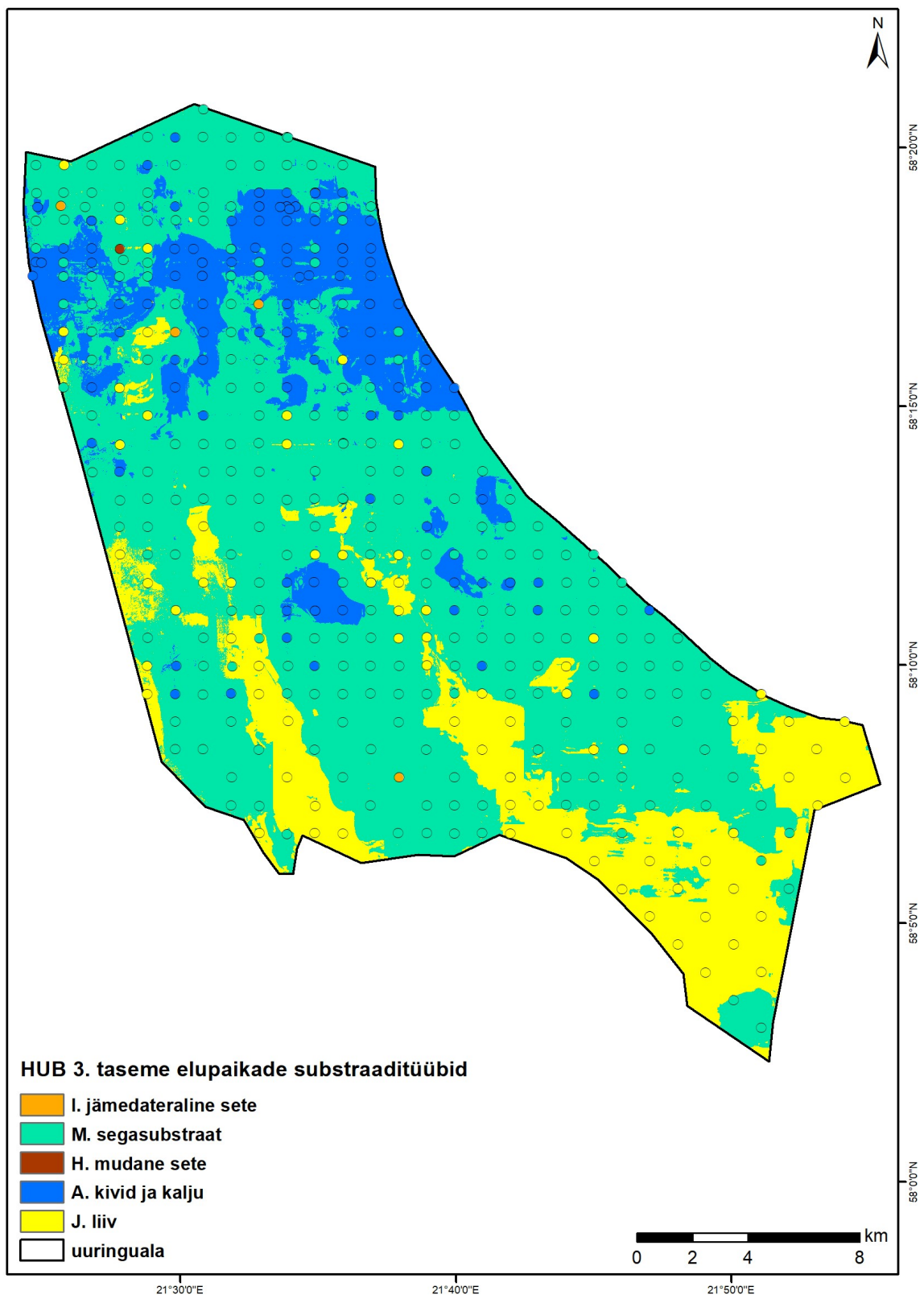
Kõva põhjasubstraati leidis enim uuringuala madalamas põhjapoolses osas (joonis 3.2.1). Liiva levik oli kõva substraadi levikuga pöördvõrdelises seoses ja kõrgema liiva katvusega piirkond oli seetõttu uuringuala lõunaosa (joonis 3.2.2). Joonisel 3.2.3 on esitatud HELCOM HUB 3. taseme elupaikade põhjasubstraaditüüpide levik.



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



Joonis 3.2.2. Liiva katvus uuringuualal. 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. Punktid, mille värvid vastavad rasteri klasside värvidele, näitavad väärtusi proovipunktides.

### 3.3. Merepõhja elustik

Katvushinnangutes tuvastati kokku 9 põhjataimestiku ja 2 põhjaloomastiku taksonit (tabel 3.3.1). Enamlevinud taimeliikideks olid niitjas pruunvetikas *Battersia arctica* ja niitjas punavetikas *Vertebrata fucoides*. Loomastikust leidis söödavat rannakarpi (*Mytilus trossulus*) ligi 80% proovipunktides ja tema maksimaalne katvus lähenes 100%-le (tabel 3.3.1).

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

takson	esinemine (%)	sügavus, miinimum (m)	sügavus, maksimum (m)	katvus, keskmine (%)	katvus, maksimum (%)
<b>taimestik</b>					
<i>Battersia arctica</i>	30,9	12,3	32,4	8,2	50
<i>Ceramium tenuicorne</i>	0,5	6,4	7,9	3	5
<i>Chorda filum</i>	0,5	6,4	7,9	3	5
<i>Cladophora glomerata</i>	0,2	6,4	6,4	5	5
<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>	0,5	6,4	7,9	5	5
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	3,9	14,8	22,4	2,2	5
<i>Pilayella/Ectocarpus</i>	6,3	6,4	18,9	16,7	80
<i>Rhodomela confervoides</i>	5,1	7,9	23,9	11,7	50
<i>Vertebrata fucoides</i>	19,1	7,9	32,2	7,6	50
<b>loomastik</b>					
<i>Hydrozoa</i>	24,4	16	37,9	7,4	50
<i>Mytilus trossulus</i>	78,7	6,4	37,9	23,1	95

Biomassiproovidest leiti kokku 14 põhjataimestiku ja 41 põhjaloomastiku taksonit (tabel 3.3.2; perekonna tasemeni määratud juveniilseid loomi pole eeltoodud taksonite arvu juures arvestatud). Biomassiproovides olid enamlevinud taimeliikideks niitjad pruunvetikad *Battersia arctica*, *Pilayella littoralis/Ectocarpus siliculosus* ning niitjad punavetikad *Ceramium tenuicorne*, *Rhodomela confervoides* ja *Vertebrata fucoides*, mis kõik olid esindatud ligikaudu 20% proovidest. Loomaliikidest olid ligikaudu pooltes proovipunktides esindatud balti lamekarp (*Limecola baltica*), söödav rannakarp (*Mytilus trossulus*) ja väheharjasussid (*Oligochaeta*). Suurim keskmine ja maksimaalne biomass oli seotud söödava rannakarbiga, kelle biomassid ulatusid üle 600 g m<sup>-2</sup> kohta (tabel 3.3.2).

Tabel 3.3.2. Põhjaelustiku liikide esinemine, sügavuse miinimum ja maksimumväärtused ning biomassi keskmised ja maksimumväärtused biomassiproovide põhjal. Keskmise biomassi arvutatud ainult nende proovide põhjal, milles vastav liik esines. Mõningate taimeliikide leidumine suurtes sügavustes tähendab seda, et lahtine taimefragment on sinna kantud vee liikumisega madalamatelt aladelt.

takson	Esine- mine (%)	sügavus, miinimum (m)	sügavus, maksimum (m)*	biomass, keskmise (g/m <sup>2</sup> )	biomass, maksimum (g/m <sup>2</sup> )
<b>taimestik</b>					
<i>Battersia arctica</i>	23,6	7,9	31,9	0,873	6,1583
<i>Ceramium tenuicorne</i>	20,8	6,4	31,9*	2,2849	8,8883
<i>Chorda filum</i>	2,8	6,4	7,9	1,81	3,6125
<i>Cladophora glomerata</i>	5,6	6,4	32,8*	1,0259	3,7467
<i>Coccotylus truncatus</i>	2,8	13,4	14,3	0,0604	0,0717
<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>	5,6	6,4	14,3	4,1879	16,7025
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	5,6	13,4	24	0,7812	2,2133
<i>Halosiphon tomentosus</i>	1,4	6,4	6,4	0,7505	0,7505
<i>Pilayella/Ectocarpus</i>	20,8	6,4	31,9*	8,7732	21,9053
<i>Rhodochorton purpureum</i>	2,8	15,3	17,1	0,0367	0,0633
<i>Rhodomela confervoides</i>	22,2	8,4	31,9	6,2127	18,8983
<i>Spirogyra</i>	1,4	32,8	32,8*	0,0043	0,0043
<i>Stictyosiphon tortilis</i>	6,9	12,3	17,1	0,004	0,0125
<i>Vertebrata fucoides</i>	19,4	7,9	37,1*	4,6241	17,255
Koloniaalne bentiline ränivetikas**	2,8	7,9	8,4		
<b>loomastik</b>					
<i>Amphibalanus improvisus</i>	30,6	8,4	29,5	1,7939	14,4742
<i>Argyroneta aquatica</i>	1,4	31,5	31,5	0,0129	0,0129
<i>Bylgides sarsi</i>	16,7	12,3	32,8	0,0272	0,085
<i>Calliopius laeviusculus</i>	13,9	6,4	15,3	0,0304	0,1442
Chironomidae	6,9	12,3	31,7	0,0041	0,0086
<i>Corophium volutator</i>	15,3	23,5	37,1	0,0324	0,0774
<i>Cyanophthalma obscura</i>	18,1	7,9	26,6	0,0076	0,015
<i>Diastylis rathkei</i>	1,4	30,4	30,4	0,0215	0,0215
<i>Echinogammarus stoerensis</i>	1,4	9,8	9,8	0,0042	0,0042
<i>Ecrobia ventrosa</i>	8,3	12,5	17,1	0,1356	0,2683
<i>Gammarus locusta</i>	2,8	8,4	9,8	0,0554	0,0917
<i>Einhornia crustulenta</i> ***	20,8	12,5	30		
<i>Gammarus oceanicus</i>	16,7	6,4	24	0,2371	0,7808
<i>Gammarus salinus</i>	25	6,4	29,5	0,2378	0,6783
<i>Gammarus zaddachi</i>	19,4	6,4	17,1	0,1298	0,5917
<i>Gammarus sp</i>	23,6	6,4	36	0,2487	1,245
Halacaridae	11,1	9,8	17,1	0,0101	0,0342
<i>Halicryptus spinulosus</i>	9,7	24,8	34,2	0,078	0,2924
<i>Hediste diversicolor</i>	25	7,9	33,5	0,0374	0,1634
<i>Hydracarina</i>	2,8	12,3	14	0,0017	0,0017
Hydrozoa	1,4	29,5	29,5	0,0688	0,0688
<i>Idotea balthica</i>	1,4	31,9	31,9	0,0602	0,0602
<i>Idotea sp</i>	1,4	9,8	9,8	0,0083	0,0083
<i>Jaera albifrons</i>	23,6	6,4	31,7	0,0714	0,1817
<i>Laomedea flexuosa</i>	6,9	13,4	24	0,0068	0,0129
<i>Limapontia capitata</i>	1,4	13,4	13,4	0,1675	0,1675
<i>Limecola balthica</i>	50	12,3	37,1	7,8722	49,4027
<i>Manayunkia aestuarina</i>	9,7	12,3	16,1	0,007	0,0258
<i>Marenzelleria neglecta</i>	29,2	20,7	37,1	0,0526	0,2064
<i>Monoporeia affinis</i>	15,3	22,5	36,3	0,078	0,3827



<i>Mya arenaria</i>	15,3	14,8	34,2	0,6314	2,1672
<i>Mytilus trossulus</i>	48,6	6,4	34,7	165,6995	680,8725
<i>Nematoda</i>	5,6	16,1	29,1	0,0034	0,0043
<i>Neomysis integer</i>	4,2	7,9	16,1	0,0058	0,0083
<i>Oligochaeta</i>	47,2	8,4	37,1	0,0266	0,2365
<i>Ostracoda</i>	1,4	36,3	36,3	0,0086	0,0086
<i>Peringia ulvae</i>	31,9	9,8	33,5	0,2465	0,9675
<i>Piscicola geometra</i>	12,5	6,4	15,3	0,0049	0,0158
<i>Platyhelminthes</i>	4,2	12,5	14,8	0,0025	0,0033
<i>Praunus inermis</i>	9,7	12,3	17,1	0,0164	0,0475
<i>Prostoma sp</i>	2,8	12,5	21,7	0,003	0,0043
<i>Pygospio elegans</i>	6,9	14,8	36,3	0,152	0,7052
<i>Saduria entomon</i>	2,8	32	35,5	4,2828	6,6091
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	19,4	6,4	17,1	0,4445	1,0208

\* maksimaalne sügavus taimeliikide puhul ei pruugi tähendada, et liik asustab vastavat sügavust, sest tegemist võib olla lahtise fragmendiga, mille veemassi liikumine on suuremasse sügavusse kandnud

\*\* esimene dokumenteeritud leid, täpsem taksonoomiline kuuluvus määramata; kuivkaal (biomass) määramata, sest proovid fikseeritud võimalikuks taksonoomiliseks uuringuks

\*\*\* koorikuna pindadel kasvava sammallooma biomassi ei määrata

Kõrgemad põhjataimestiku üldkatvuse väärtused olid seotud uuringupiirkonna kõige madalamate aladega (joonis 3.3.1). Kuna suure tallusega vetikaid oli uuringualal väga vähe, siis oli karide tunnusrühmaks oleva niitjate vetikate katvuse levik (joonis 3.3.2) äärmiselt sarnane põhjataimestiku üldkatvuse levikumustriga

Agariku (*Furcellaria lumbricalis*) levik oli piiratud mõne üksiku proovipunktiga uuringuala põhja- ja idaosas (joonis 3.3.3)

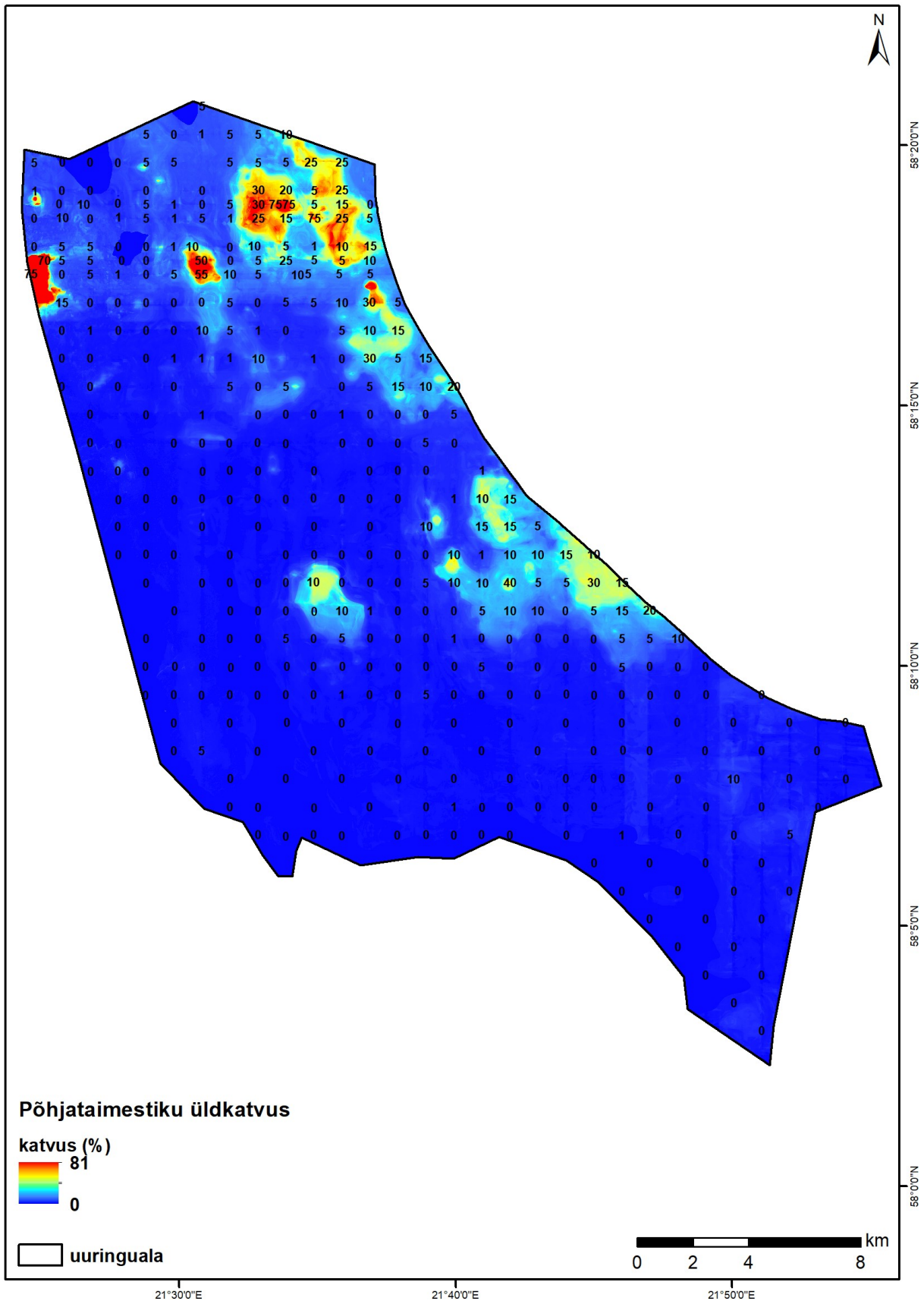
Karide loomaliikide tunnusrühmast oli katvusproovides esindatud söödav rannakarp (*Mytilus trossulus*) (joonis 3.3.4), kelle levikumuster sarnanes kõva põhjasubstraadi levikuga.

Mitte ükski leitud liikidest ei kuulu HELCOM punase raamatu (*Red List*) põhjaloomastiku<sup>4</sup> ega põhjataimestiku<sup>5</sup> ohustatud liikide nimekirja (kategoriad CR, NE, VU, NT).

Kõikide taksonite levik proovipunktides on toodud joonistel 3.3.5 ja 3.3.6 ning esitatud ka digitaalse lisana (vt lisa 3). Taksoni leid biomassiproovis ei pruugi teatud juhtudel tähendada, et vastav takson seda kohta asustab: eelkõige mõningate taimeliikide leidumine sügavate proovipunktide põhja-ammutajaga kogutud proovides tähendab seda, et lahtine taimefragment on sinna kantud vee liikumisega madalamatelt aladelt. Vastav märges on tehtud tabelis 3.3.2.

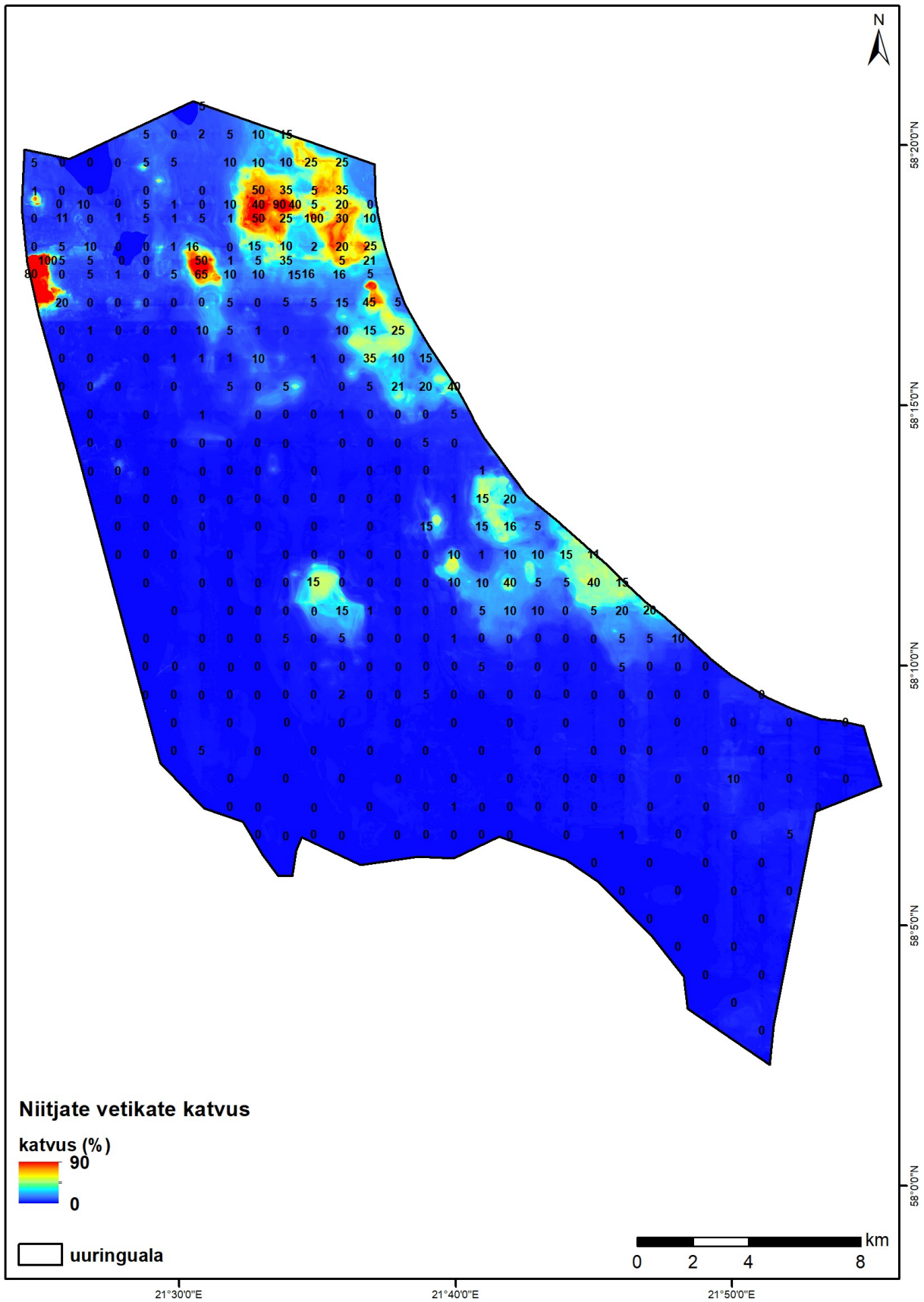
<sup>4</sup> <https://helcom.fi/baltic-sea-trends/biodiversity/red-list-of-baltic-species/red-list-of-benthic-invertebrates/>

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

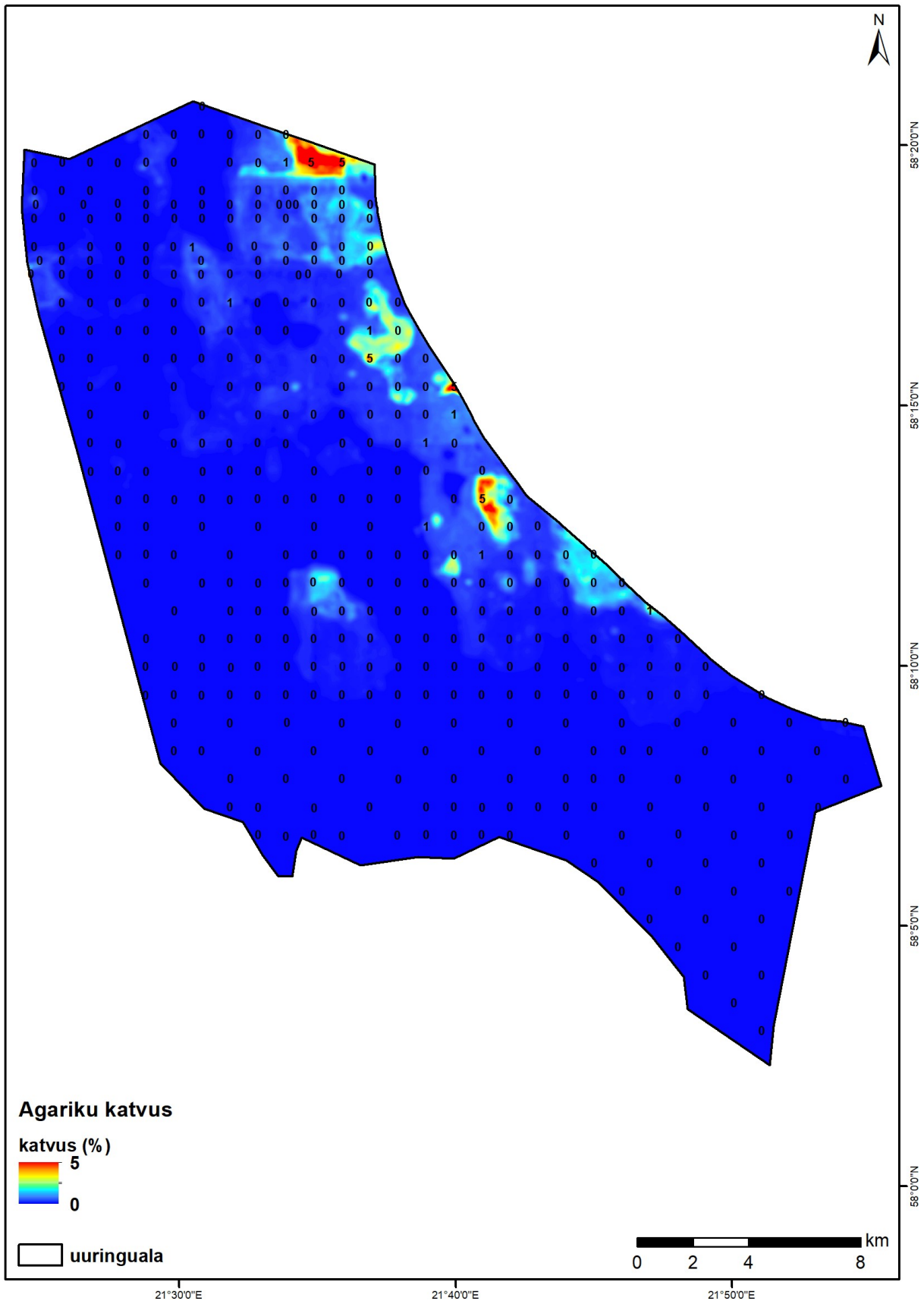


Joonis 3.3.1. Põhjataimestiku üldkatvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.

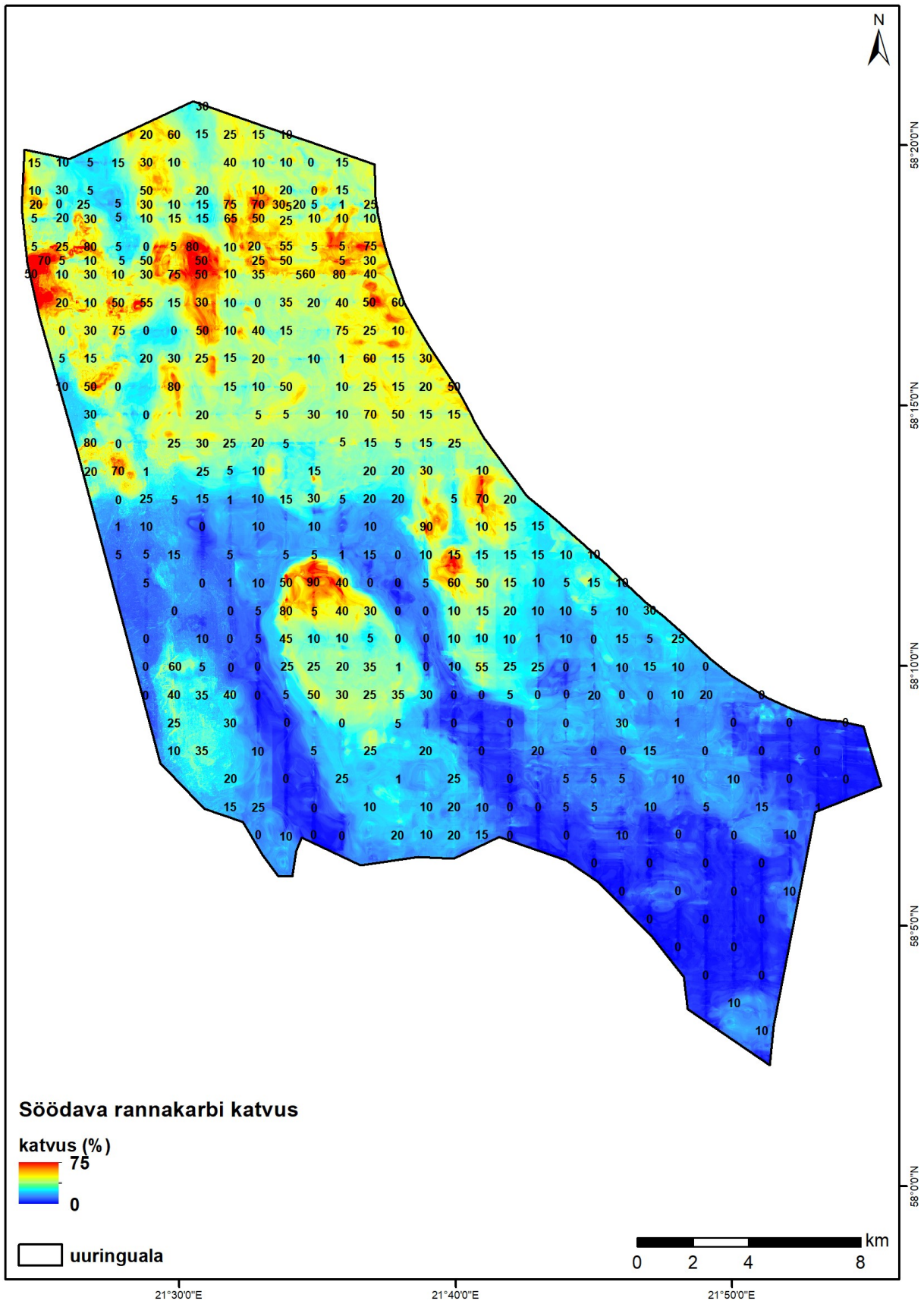




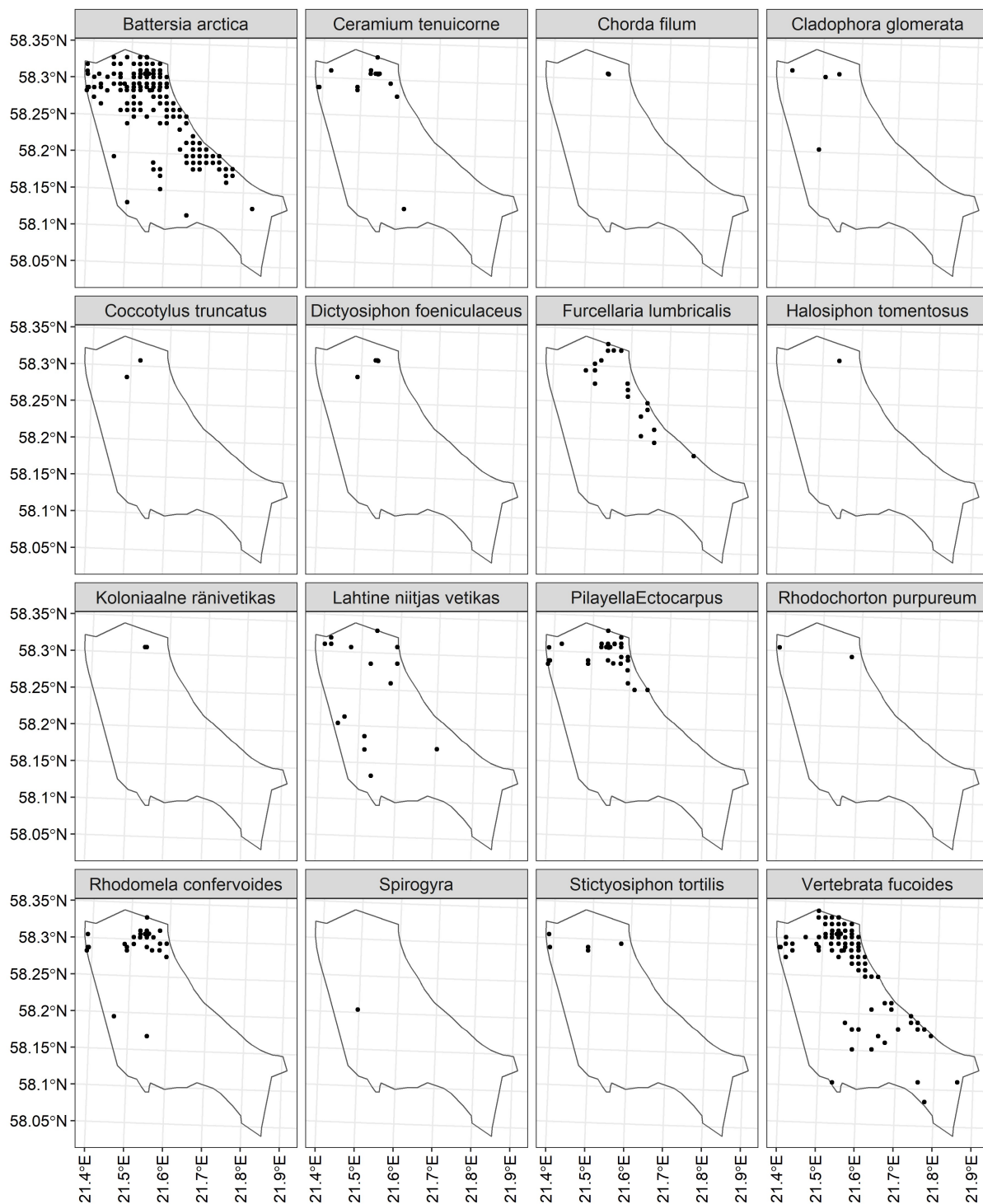
Joonis 3.3.2. Niitjate vetikate katvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.



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

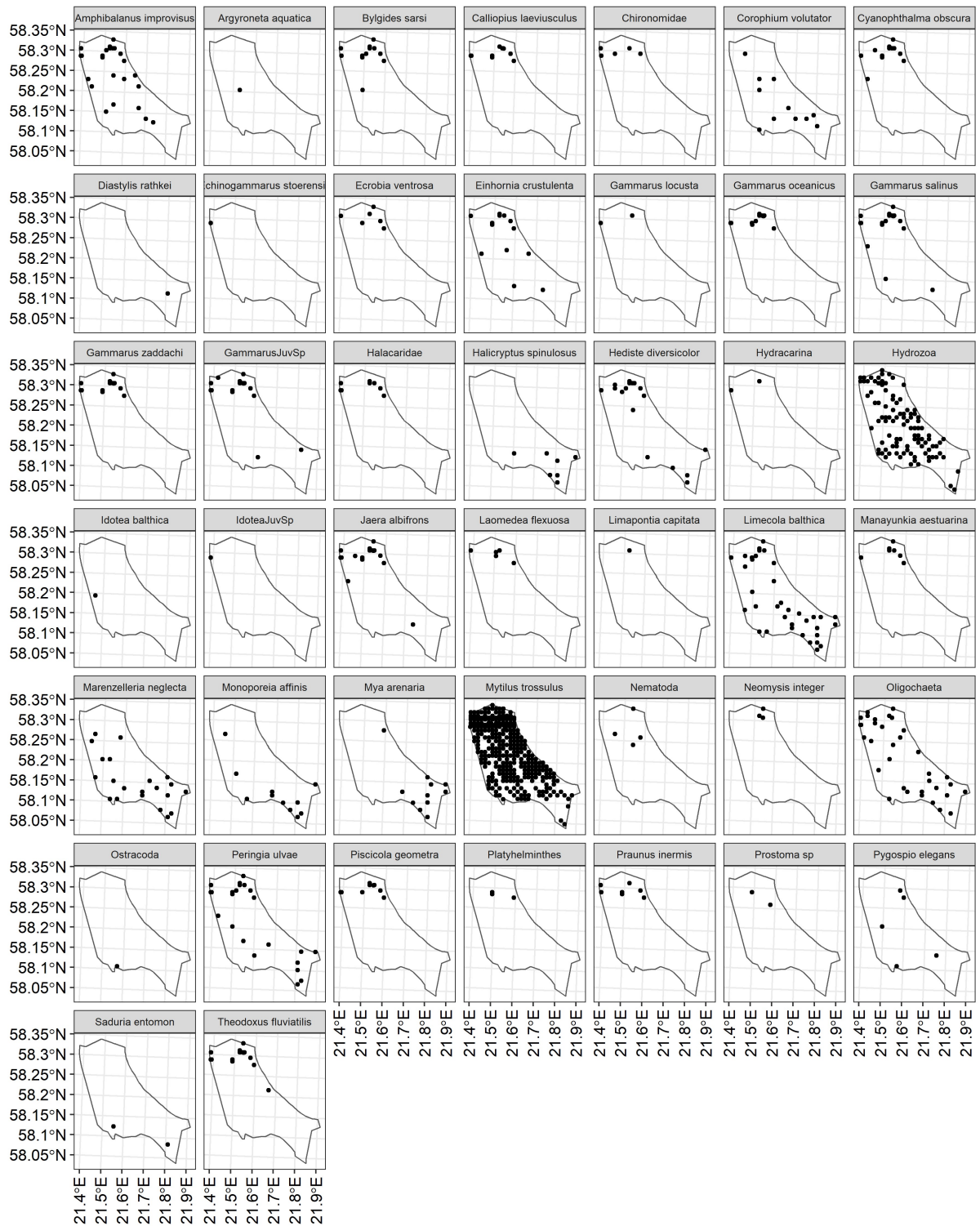


Joonis 3.3.4. Sõdava rannakarbi katvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.



Joonis 3.3.5. Videoproovides ja biomassiproovides tuvastatud põhjataimestiku taksonite levik proovipunktides.



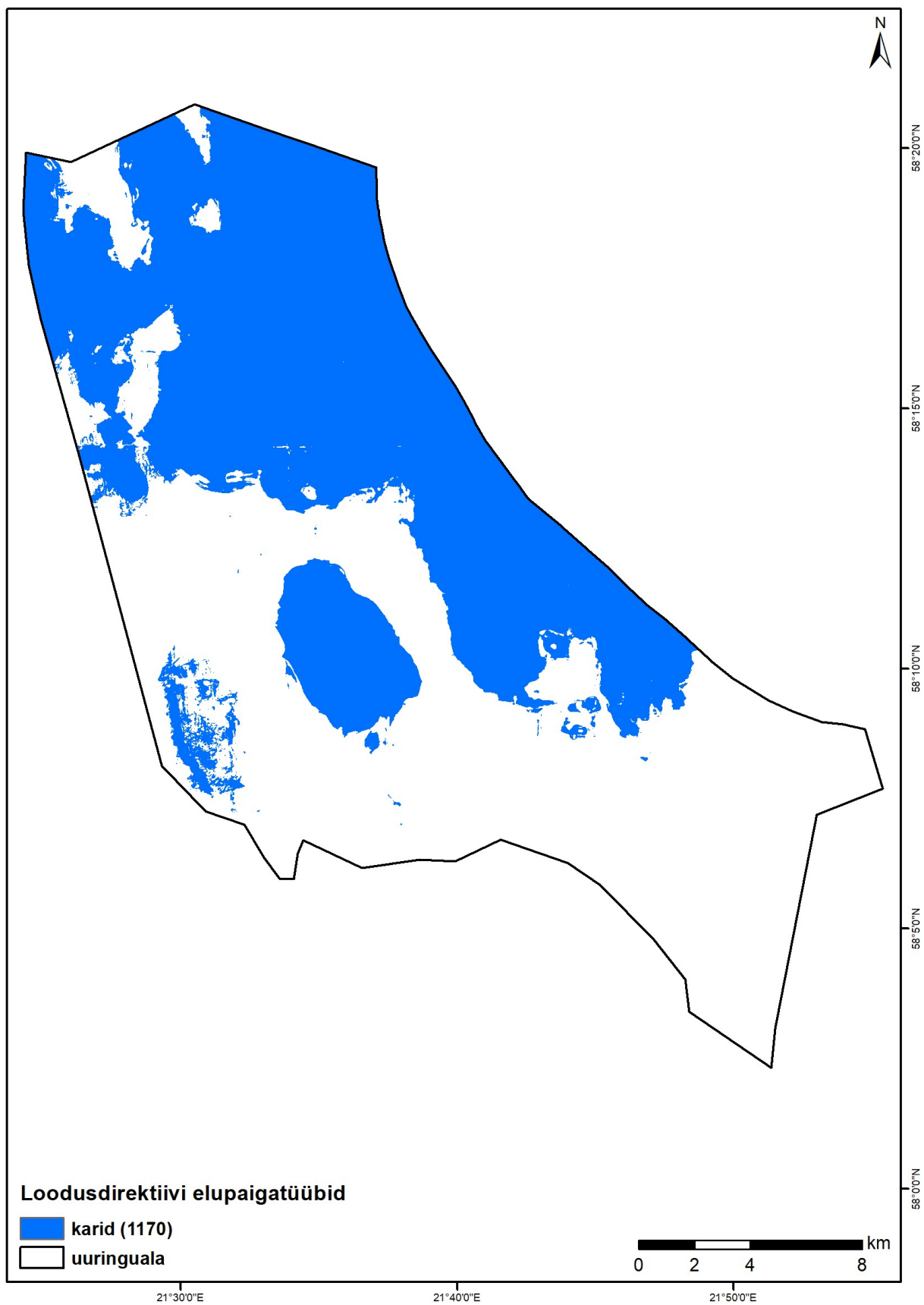


Joonis 3.3.6. Videoproovides ja biomassiproovides tuvastatud põhjaloomastiku taksonite levik proovipunktides.

## 3.4. Loodusdirektiivi elupaigatüübid

### 3.4.1. Levik

Karide elupaigatüüp oli levinud 228,3 km<sup>2</sup>, mis moodustas 48,2% uuringuala pindalast. Karisid leidis rohkem uuringuala põhja- ja keskosas (joonis 3.4.1.1). Lisas 2 on toodud allveefotosid karide elupaigatüübist.



Joonis 3.4.1.1. Loodusdirektiivi elupaigatüüpide levik uuringualal.

### 3.4.2. Seisund

Antud uuringuala ja töö iseärasuste tõttu (suur sügavus, avamerelised tingimused, väga piiratud aeg tööde teostamiseks) on karide elupaigatüübi seisundi hindamine teostatud ainult punavetikavööndi kriteeriumite alusel ning teatud mööndustega meetodikas (vt peatükk 2.5). Proovipunkte, mis olid määratletavad karide punavetikavööndis asuvateks, oli kokku 78. Proovides määratud kriteeriumite võrdlemisel soodsa võrdlusväärtusega (vt tabel 2.5.2) leiti, et 94,87% jaamadest olid karide elupaigatüübi struktuuri ja funktsioonide järgi soodsas seisundis (tabel 3.4.2.1). Kuna soodsa seisundi omistamiseks peab soodsat seisundit näitama vähemalt 90% proovipunktidest siis võib uuringuala karide seisundi lugeda soodsaks.

Tabel 3.4.2.1. Karide elupaigatüübi punavetikavööndi proovipunktide jaotus struktuuri ja funktsioonide seisundi klassidesse katvuse ja biomassi kriteeriumite ning koondhinnangu alusel.

<b>katvus</b>	<b>biomass</b>	<b>koondhinnang</b>	<b>jaamade arv</b>	<b>%</b>
ebasoodne	ebasoodne	ebasoodne	3	3.85
soodne	ebasoodne	ebasoodne	1	1.28
soodne	soodne	soodne	7	8.97
soodne		soodne	67	85.90



### 3.5. HELCOM HUB elupaigad

HELCOM HUB klassifikatsiooni järgi modelleeriti tasemete 3 kuni 5 levikut uuringualal. Tase 3 substraaditüüpide levik on esitatud peatükis 3.2. HUB 3. taseme elupaigad on toodud joonisel 3.5.1 ja nende pindalad tabelis 3.5.1. Tabelis 3.5.1 on toodud ka MSRD elupaikade põhitüübid vastavalt HELCOM SPICE aruandele (HELCOM 2017). HUB 4. ja 5. taseme elupaikade puhul on näidatud joonistel nii täisklassifikatsioon (joonised 3.5.2, 3.5.4) kui ka ainult vastavate tasemete elustikuklassid (joonised 3.5.3, 3.5.5). HUB 4. ja 5. taseme elupaikade pindalad on toodud vastavalt tabelites 3.5.2 ja 3.5.3.

HUB 6. taseme elupaikade esinemist uuringualal hinnati ainult eesmärgiga selgitada välja, kas alal esineb HELCOM-i punase raamatu (HELCOM *Red List*) elupaikasad (HELCOM 2013b). Kogu punase raamatu elupaikade nimekiri vaadati läbi ja vastavalt proovipunktidest leitud liikide nimekirjale tuvastati, et uuringualal võib liigilise koosseisu alusel esineda punase raamatu elupaikasad AB.H3N1 Baltic aphotic muddy sediment dominated by *Monoporeia affinis* and/or *Pontoporeia femorata* ja AB.H4U1 Baltic aphotic muddy sediment dominated by meiofauna. Kuna biomassiproovidest leitud taksonid *M. affinis* ja meiofauna (*Oligochaeta*, *Ostracoda*) esinesid ainult liivastel põhjadel ja segasubstraadil, siis ei leidnud nende elupaikade esinemine uuringualal kinnitust.

Biotoobikompleksidena on HELCOM-i punasesse raamatusse kantud Läänemeres esinevad loodusdirektiivi (92/43/EMÜ) elupaigatüübid. Elupaigatüübi karid (1170) levik on toodud peatükis 3.4.1.

Tabel 3.5.1. HELCOM HUB 3. taseme elupaikade modelleeritud pindalad. Näidatud on vastavus MSRD elupaikade põhitüüpidele (HELCOM 2017).

kood	eestikeelne nimetus	inglisekeelne nimetus	MSRD elupaikade põhitüübid	pindala (km <sup>2</sup> )	pindala (%)
AA.A	Kalju ja kivid footilises vööndis	Photic rock and boulders	Infralitoraali kivine põhi ja biogeenilised karid	65,96	13,92
AA.I	Jämedateraline sete footilises vööndis	Photic coarse sediment	Jämedateraline infralitoraali sete	0,02	0,003
AA.J	Liiv footilises vööndis	Photic sand	Infralitoraali liivane põhi	52,57	11,09
AA.M	Segasubstraat footilises vööndis	Photic mixed substrate	Infralitoraali segasete	287,88	60,76
AB.H	Mudane sete afootilises vööndis	Aphotic muddy sediment	Tsirkalitoraali mudane põhi	0,01	0,002
AB.J	Liiv afootilises vööndis	Aphotic sand	Tsirkalitoraali liivane põhi	41,75	8,81

AB.M	Segasubstraat afootilises vööndis	Aphotic mixed substrate	Tsirkalitoraali segasete	25,66	5,42
------	--------------------------------------	----------------------------	-----------------------------	-------	------

Tabel 3.5.2. HELCOM HUB 4. taseme elupaikade modelleeritud pindalad.

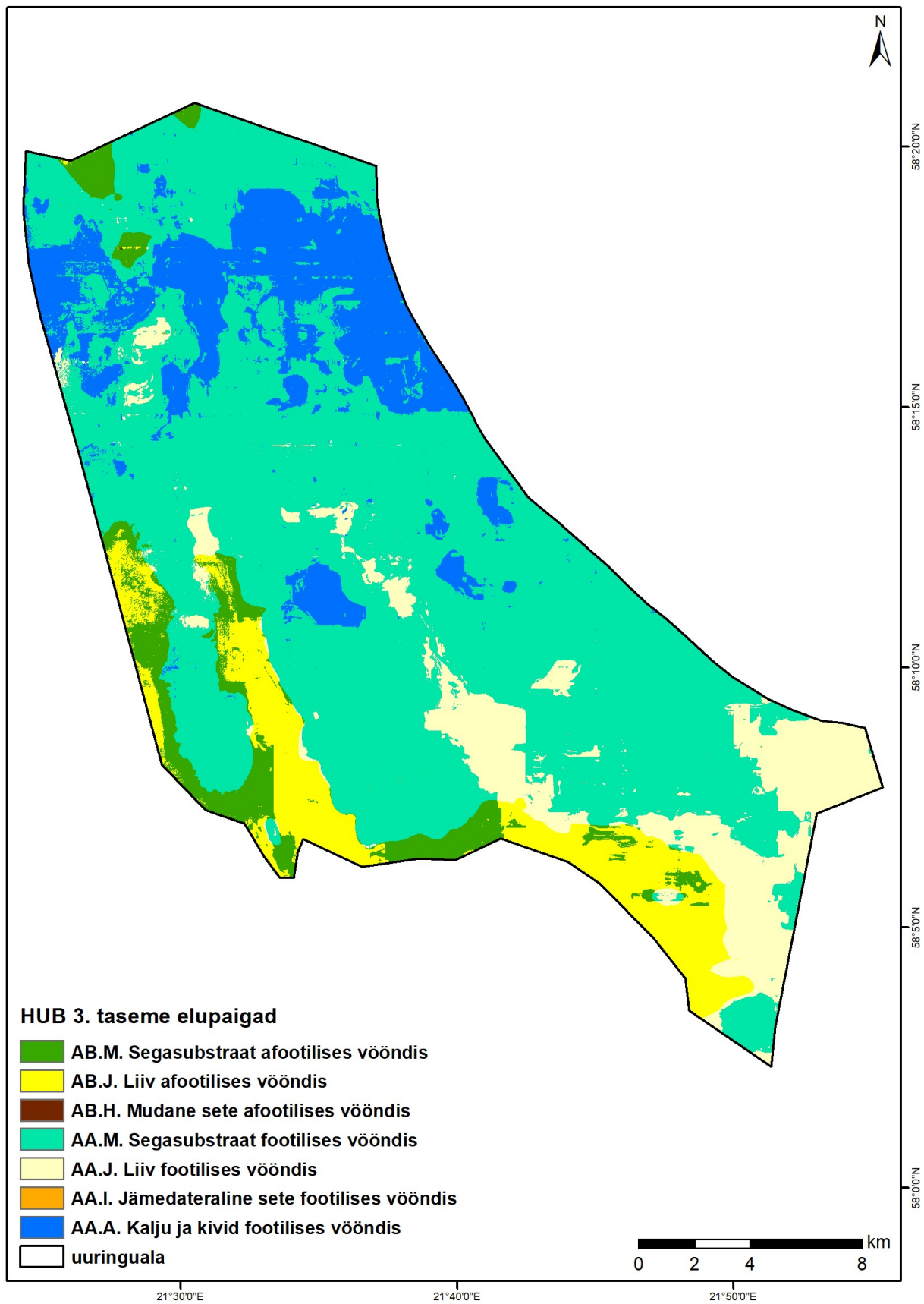
kood	eestikeelne nimetus	inglisekeelne nimetus	pindala (km <sup>2</sup> )	pindala (%)
AA.A1	Makroepibentosega kalju ja kivid footilises vööndis	Photic rock and boulders characterized by macroscopic epibenthic biotic structures	65,95	13,919
AA.A2	Hõreda makroepibentosega kalju ja kivid footilises vööndis	Photic rock and boulders characterized by sparse macroscopic epibenthic structures	0,004	0,001
AA.I1	Makroepibentosega jämedateraline sete footilises vööndis	Photic coarse sediment characterized by macroscopic epibenthic biotic structures	0,015	0,003
AA.J1	Makroepibentosega liiv footilises vööndis	Photic sand characterized by macroscopic epibenthic biotic structures	4,64	0,979
AA.J3	Makroinfaunaga liiv footilises vööndis	Photic sand characterized by macroscopic infaunal biotic structures	47,43	10,011
AA.J4	Ilma makrobentoseta liiv footilises vööndis	Photic sand characterized by no macroscopic biotic structures	0,5	0,105
AA.M1	Makroepibentosega segasubstraat footilises vööndis	Photic mixed substrate characterized by macroscopic epibenthic biotic structures	274,52	57,937
AA.M2	Hõreda makroepibentosega segasubstraat footilises vööndis	Photic mixed substrate characterized by sparse macroscopic epibenthic biotic structures	13,35	2,818
AB.H1	Makroepibentosega mudane sete afootilises vööndis	Aphotic muddy sediment characterized by macroscopic epibenthic biotic structures	0,01	0,002
AB.J1	Makroepibentosega liiv afootilises vööndis	Aphotic sand characterized by macroscopic epibenthic biotic structures	3,26	0,687
AB.J3	Makroinfaunaga liiv afootilises vööndis	Aphotic sand characterized by macroscopic infaunal biotic structures	37,27	7,865
AB.J4	Ilma makrobentoseta liiv afootilises vööndis	Aphotic sand characterized by no macroscopic biotic structures	1,23	0,26
AB.M1	Makroepibentosega segasubstraat afootilises vööndis	Aphotic mixed substrate characterized by macroscopic epibenthic biotic structures	18,25	3,851
AB.M2	Hõreda makroepibentosega segasubstraat afootilises vööndis	Aphotic mixed substrate characterized by sparse macroscopic epibenthic biotic structures	7,41	1,564

Tabel 3.5.3. HELCOM HUB 5. taseme elupaikade modelleeritud pindalad.

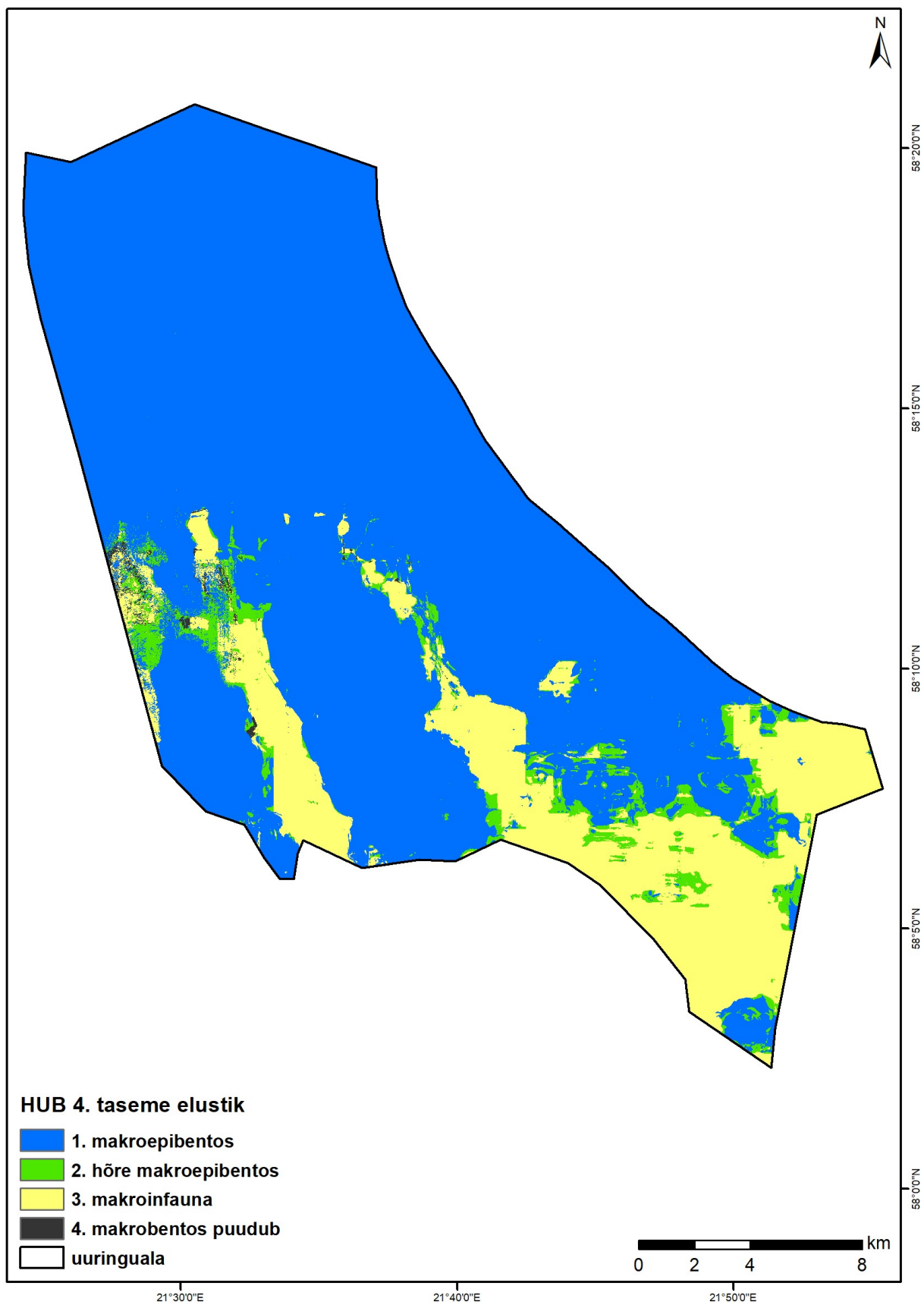
kood	eestikeelne nimetus	inglisekeelne nimetus	pindala (km <sup>2</sup> )	pindala (%)
------	---------------------	-----------------------	-------------------------------	----------------

AA.A1C	Mitmeaastaste vetikatega kalju ja kivid footilises vööndis	Photic rock and boulders characterized by perennial algae	1,26	0,267
AA.A1E	Epibentiliste karpidega kalju ja kivid footilises vööndis	Photic rock and boulders characterized by epibenthic bivalves	64,67	13,649
AA.A1V	Epibentilise segakooslusega kalju ja kivid footilises vööndis	Photic rock and boulders characterized by mixed epibenthic macrocommunity	0,01	0,003
AA.A2T	Hõreda epibentosega kalju ja kivid footilises vööndis	Photic rock and boulders characterized by sparse epibenthic macrocommunity	0,004	0,001
AA.I1E	Epibentiliste karpidega jämedateraline sete footilises vööndis	Photic coarse sediment characterized by epibenthic bivalves	0,01	0,003
AA.I1V	Epibentilise segakooslusega jämedateraline sete footilises vööndis	Photic coarse sediment characterized by mixed epibenthic macrocommunity	0,0004	0,0001
AA.J1E	Epibentiliste karpidega liiv footilises vööndis	Photic sand characterized by epibenthic bivalves	3,05	0,643
AA.J1V	Epibentilise segakooslusega liiv footilises vööndis	Photic sand characterized by mixed epibenthic macrocommunity	1,59	0,335
AA.J3L	Infauna karpidega liiv footilises vööndis	Photic sand characterized by infaunal bivalves	47,43	10,011
AA.J4U	Ilma makrobentosega liiv footilises vööndis	Photic sand characterized by no macrocommunity	0,5	0,105
AA.M1C	Mitmeaastaste vetikatega segasubstraat footilises vööndis	Photic mixed substrate characterized by perennial algae	4,97	1,049
AA.M1E	Epibentiliste karpidega segasubstraat footilises vööndis	Photic mixed substrate characterized by epibenthic bivalves	236,7	49,955
AA.M1V	Epibentilise segakooslusega segasubstraat footilises vööndis	Photic mixed substrate characterized by mixed epibenthic macrocommunity	32,85	6,933
AA.M2T	Hõreda epibentosega segasubstraat footilises vööndis	Photic mixed substrate characterized by sparse epibenthic macrocommunity	8,5	1,793
AA.M2W	Mikrofütotentose ja tigudega segasubstraat footilises vööndis	Photic mixed substrate characterized by microphytobenthic organisms and grazing snails	4,86	1,025
AB.H1E	Epibentiliste karpidega mudane sete afootilises vööndis	Aphotic muddy sediment characterized by epibenthic bivalves	0,01	0,002
AB.J1E	Epibentiliste karpidega liiv afootilises vööndis	Aphotic sand characterized by epibenthic bivalves	1	0,212
AB.J1V	Epibentilise segakooslusega liiv afootilises vööndis	Aphotic sand characterized by mixed epibenthic macrocommunity	2,25	0,475
AB.J3L	Infauna karpidega liiv afootilises vööndis	Aphotic sand characterized by infaunal bivalves	37,25	7,862
AB.J3N	Infauna vähilistega liiv afootilises vööndis	Aphotic sand characterized by infaunal crustacea	0,01	0,002
AB.J4U	Ilma makrobentosega liiv afootilises vööndis	Aphotic sand characterized by no macrocommunity	1,23	0,26
AB.M1E	Epibentiliste karpidega segasubstraat afootilises vööndis	Aphotic mixed substrate characterized by epibenthic bivalves	13,11	2,766

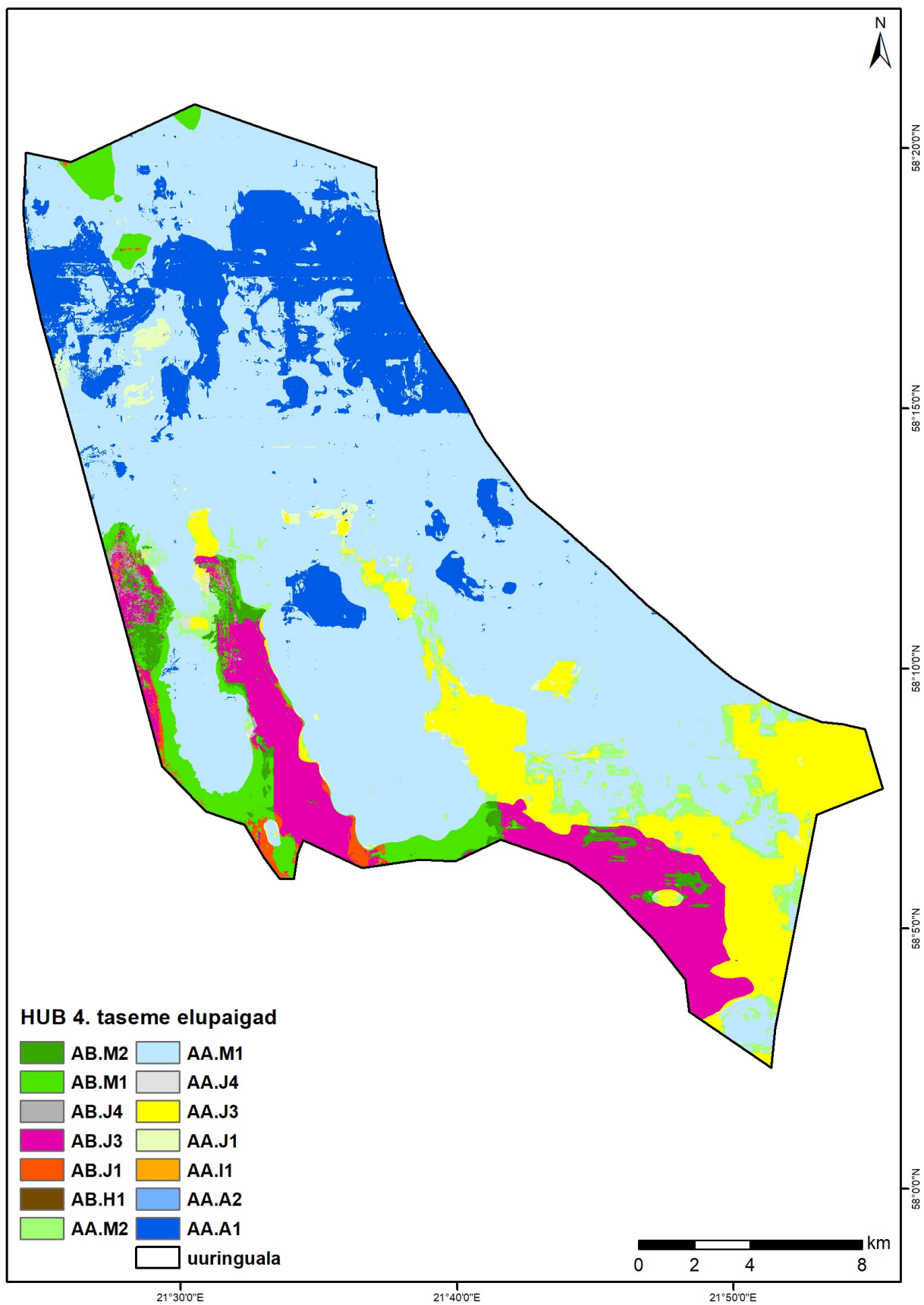
AB.M1V	Epibentilise segakooslusega segasubstraat afootilises vööndis	Aphotic mixed substrate characterized by mixed epibenthic macrocommunity	5,14	1,085
AB.M2T	Hõreda epibentosega segasubstraat afootilises vööndis	Aphotic mixed substrate characterized by sparse epibenthic macrocommunity	7,39	1,559
AB.M4U	Ilma makrobentoseta segasubstraat afootilises vööndis	Aphotic mixed substrate characterized by no macrocommunity	0,02	0,005



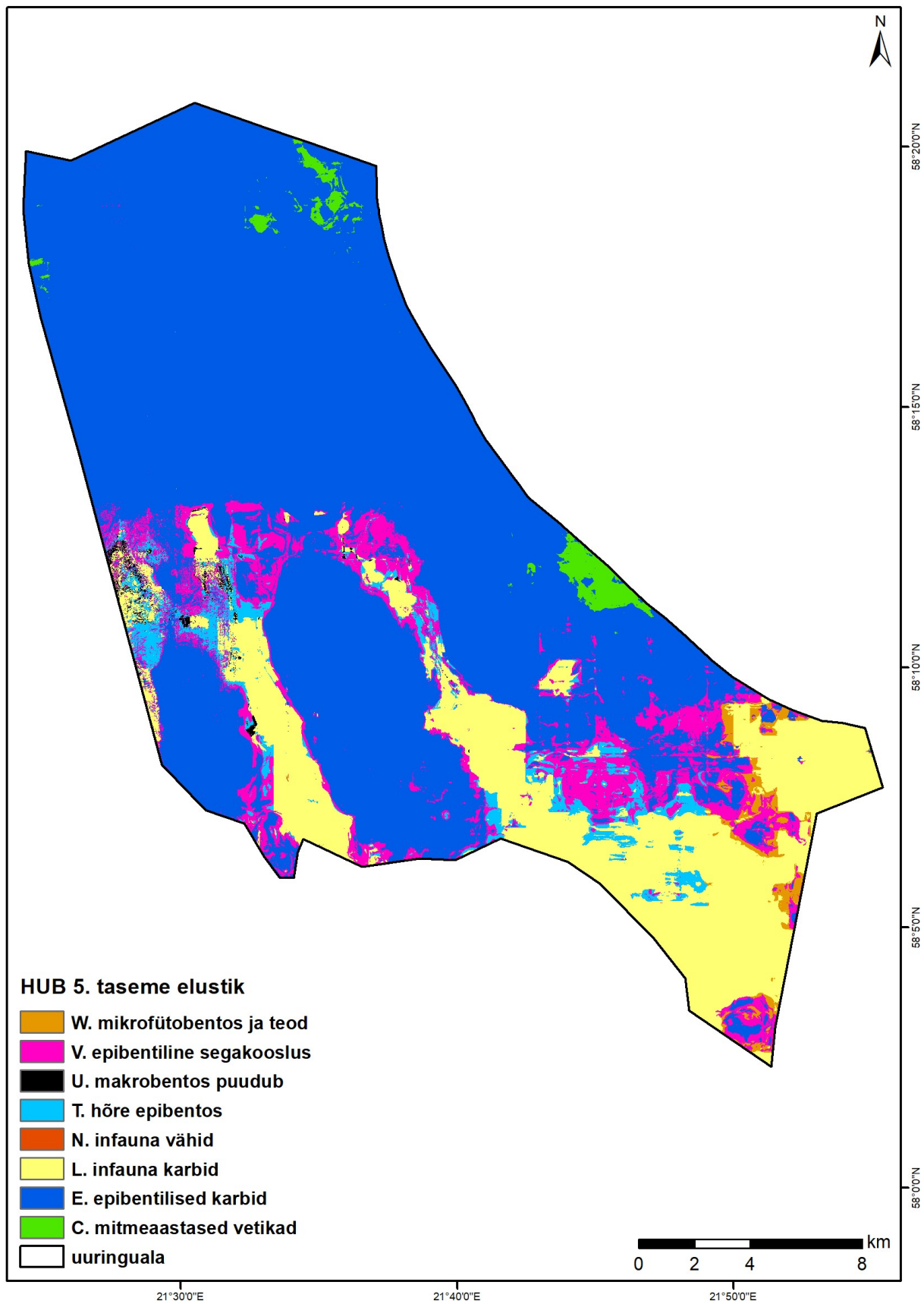
Joonis 3.5.1. HELCOM HUB 3. taseme elupaikade modelleeritud levik.



Joonis 3.5.2. HELCOM HUB 4. taseme elupaikade elustiku modelleeritud levik.

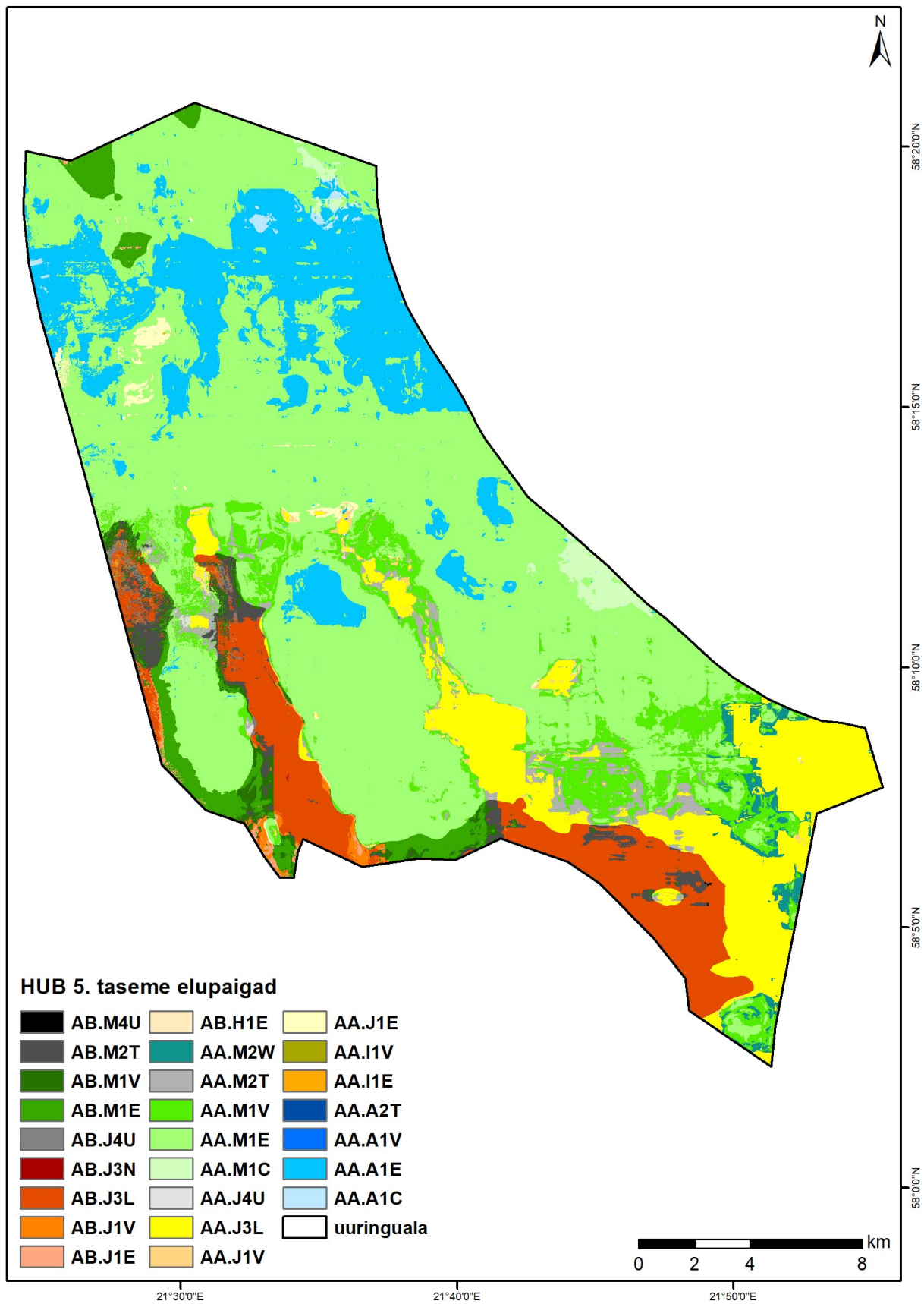


Joonis 3.5.3. HELCOM HUB 4. taseme elupaikade modelleeritud levik. Elupaikade koodidele vastavad nimed on toodud tabelis 3.5.2.



Joonis 3.5.4. HELCOM HUB 5. taseme elupaikade elustiku modelleeritud levik.





Joonis 3.5.5. HELCOM HUB 5. taseme elupaikade modelleeritud levik. Elupaikade koodidele vastavad nimed on toodud tabelis 3.5.3.

### 3.6. Mudelite valideerimine ja usaldusväarsuse hinnang

Mudelite matemaatilise valideerimise tulemused näitasid, et nii esimese kui teise astme mudelite ennustused korreleerusid statistiliselt olulisel määral proovipunktides määratud muutujate väärtustega. Taimestikumuutujate mudelid olid parema ennustusvõimega kui substraadi- ja loomastiku mudelid (tabel 3.6.1). Esimese astme mudelite ehk sonariga skaneeritud ala mudelite valideerimistulemused näitasid väga head mudelite ennustusvõimet. Esimese astme mudelite puhul jäi väliste andmetega valideerimisel determinatsioonikordaja vahemikku ligikaudu 0,6 kuni 0,9, mis näitab, et sonariga skaneeritud alal kirjeldasid mudelid ligikaudu 60–90% muutujate varieeruvusest. Eesti senises praktikas saab võrdluseks tuua NEMA projekti raames teostatud avameremadaliike kaardistamise, kus determinatsioonikordajad olid vahemikus ligikaudu 0,3 kuni 0,6 (Herkül et al 2017). Tuleb silmas pidada, et töö tulemustena esitatud modelleeritud andmekihtide loomiseks kasutati 100% sisendandmeid, aga valideerimisülesandes jäeti 25% andmeid mudeli kalibreerimisest välja. Seetõttu tuleb arvestada, et mudelite tegelik kirjeldusvõime on parem kui valideerimise käigus saadud kirjeldusvõime. Mudelite tegelik valideerimine on võimalik ainult täiendavate välitööde abil.

Mudellennustuste lõpliku ennustusvõime hindamisel tuleb arvestada, et esimese ja teise astme mudelite vead kombineeruvad omavahel. Ligikaudse hinnangu saamiseks tuleks esimese ja teise astme determinatsioonikordajad omavahel korrutada ja sellisel juhul on mudelite kirjeldusvõimeks ligikaudu 49–79%. Tuleb rõhutada, et tegemist on hinnanguga ja korrektseks valideerimiseks tuleks merel proove koguda ka sonarijoonte vaheliselt alalt.

Tabel 3.6.1. Esimese ja teise astme mudelite välise ja sisemise valideerimise tulemused.  $r$  - lineaarne korrelatsioonikordaja,  $r^2$  – determinatsioonikordaja, MAE – keskmine absoluutviga. Kõik korrelatsioonid olid statistiliselt olulised ( $p < 0,001$ ).

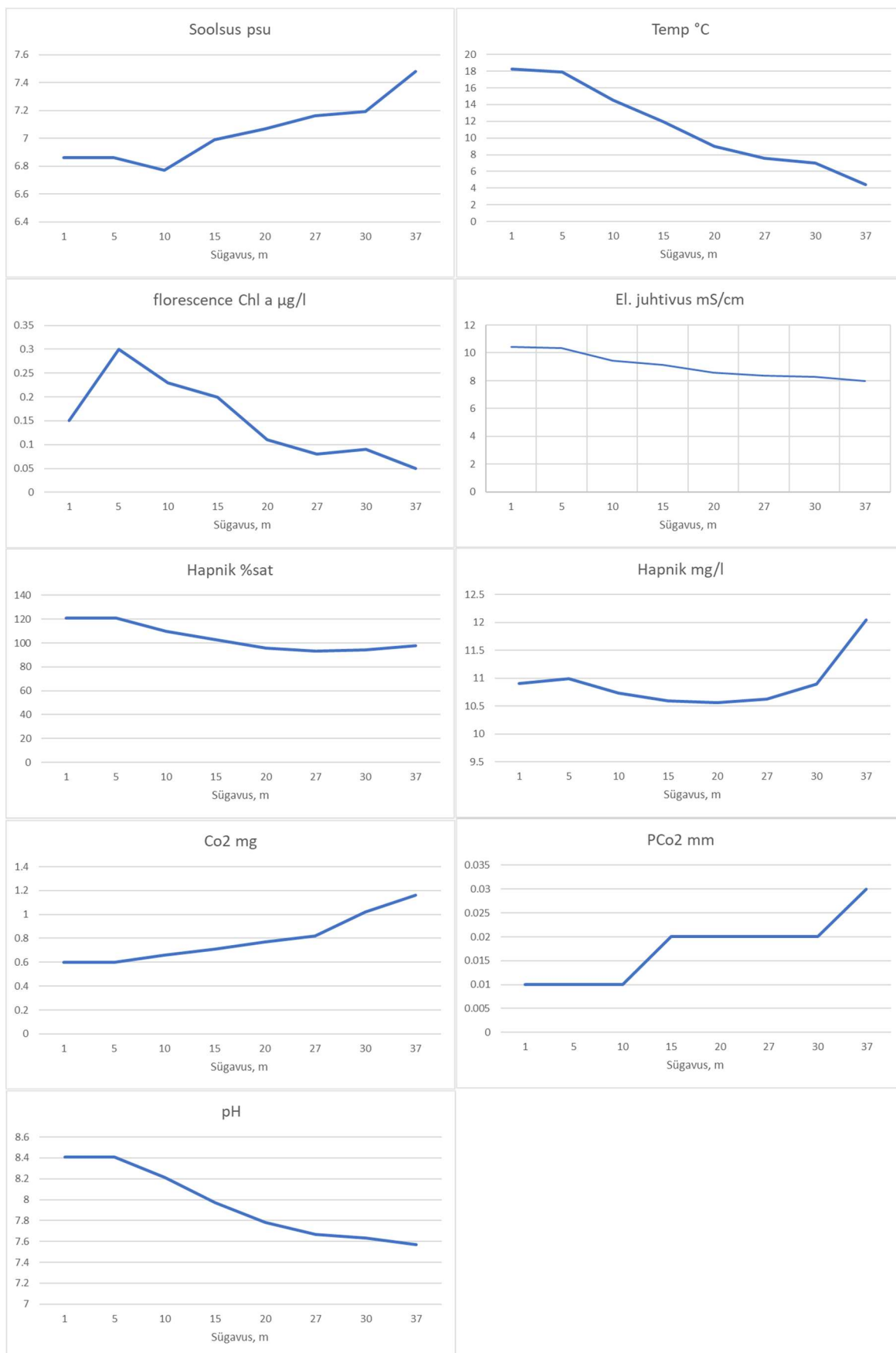
muutuja	väline valideerimine			sisemine valideerimine		
	r	r <sup>2</sup>	MAE	r	r <sup>2</sup>	MAE
<b>Esimese astme mudelid</b>						
Köva substraat	0,865	0,748	13,738	0,979	0,958	5,831
Liiv	0,897	0,804	12,178	0,985	0,969	5
Põhjataimestiku üldkatvus	0,913	0,833	1,993	0,984	0,968	0,889
Söödav rannakarp	0,752	0,566	9,827	0,968	0,937	4,062
Agarik	0,916	0,84	0,076	0,99	0,981	0,033
Niitjad vetikad	0,925	0,855	2,314	0,986	0,972	1,072
<b>Teise astme mudelid</b>						
Köva substraat	0,966	0,933	4,897	0,976	0,953	4,074
Liiv	0,97	0,94	4,924	0,979	0,958	4,096

Põhjataimestiku üldkatvus	0,957	0,916	0,698	0,974	0,949	0,57
Söödav rannakarp	0,928	0,862	3,06	0,953	0,909	2,533
Agarik	0,902	0,815	0,024	0,929	0,863	0,02
Niitjad vetikad	0,963	0,928	0,826	0,977	0,954	0,677

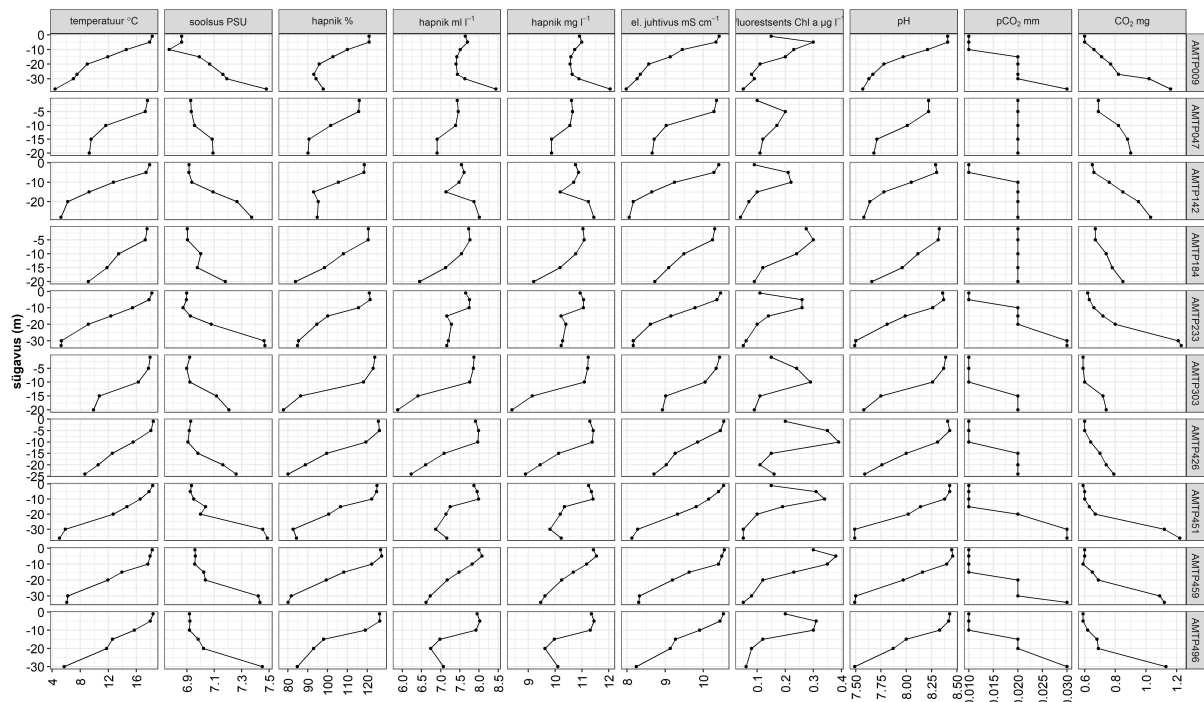
### 3.7. Vee füüsikalised ja keemilised näitajad

Teostatud veesamba vertikaalsed sondeerimised näitasid, et mõõtmiste ajal, 22. juulil, oli tegemist nii temperatuuri kui soolsuse järgi stratifitseeritud olukorraga. Kõigis jaamades näitasid kõik mõõdetud parameetrid üsna sarnaseid sügavuskõveraid. Joonisel 3.7.1 on toodud kõige sügavama jaama (jaam AMTP009, 37 m) parameetrite vertikaalsed profiilid (joonis 3.7.1). Kõikide jaamade ülevaatenähtena on esitatud verikaalprofiilid joonisel 3.7.2. Mõõtmiste andmed on esitatud ka digitaalse lisana, mille info on toodud lisan 3.

Mõõtmiste hetkel oli pindmise veekihi temperatuur üle 18 °C samas kui põhjalähedase veekihi temperatuuri näit oli veidi üle 4 °C. Merevee soolsuse vahe oli samuti pindmise ja põhjalähedase veekihi vahel peaaegu üks soolsuse ühik (pind 6,8 ja põhi 7,6). Fluorestsens näitas piiki 5 m sügavusel mille järel klorofüllil sisaldus veesambas järkjärgult langes. Hapnikuküllastus oli kogu veesamba osas 100% või üle selle. CO<sub>2</sub> sisaldus ja partsiaalrõhk suurenesid sügavuse kasvades. pH langes 8,4-lt ühikult pinnal 7,6-ni põhjalähedases kihis. Kõik need näitajad olid iseloomulikud Läänemere avaosa kesksuvistele näitajatele ning anomaaliaid uurimisalal vaatluste hetkel ei leitud.



Joonis 3.7.1. Jaamas AMTP009, 22. juulil 2019. a. teostatud veesamba füüsikalis-keemiliste parameetrite vertikaalsed profiilid.



Joonis 3.7.2. 22. juulil 2019. a. teostatud veesamba füüsikalis-keemiliste parameetrite vertikaalsed profiilid kõigis jaamades.

### 3.8. Metoodika süsiniku sidumisvõime arvutamiseks merepiirkondades ja uuringuala süsiniku sidumisvõime hinnang vastavalt väljatöötatud metoodikale

#### 3.8.1. Alamtegevuse taust

Euroopa Ühendus ja selle liikmesriigid on allkirjastanud ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni (UNFCCC, <https://unfccc.int/>). Vastavalt artiklile 2 on selle peamine eesmärk „saavutada kasvuhoonegaaside kontsentratsiooni stabiliseerumine atmosfääris tasemel, mis hoiaks ära antropogeense sekkumise kliimasüsteemi.” EL'i Ministrite nõukogu on võtnud vastu otsuse, et piir, mida ei tohi ületada, on üleilmse keskmise temperatuuri tõus 2°C võrra. Siseriiklikult kinnitas riigikogu KPP 2050 dokumendi 5. aprillil 2017 ([https://www.envir.ee/sites/default/files/362xiii\\_rk\\_o\\_04.2017-1.pdf](https://www.envir.ee/sites/default/files/362xiii_rk_o_04.2017-1.pdf)) ning see hõlmab sektorite kaupa suuniseid kliimamuutuste mõju leevendamiseks ja poliitilisi suuniseid kliimamuutuste mõjuga kohanemiseks.

Kasvuhooneefekt on looduslik ilming, ilma milleta puuduks elu maakeral. Probleem tekib aga siis, kui inimtegevuse mõjul suureneb kasvuhoonegaaside hulk üle kriitilise nivoo, mille tagajärjel tõuseb maakera keskmine temperatuur sellisel määral, et ökosüsteemid ei suuda sellega kohastuda. Kliimamuutuse mõju vähendamiseks on otsustava tähtsusega globaalse kasvuhoonegaaside heite vähendamine ning süsinikubilansi tasakaalustamine. Oluline indikaator kliimasoojenemise kontekstis on CO<sub>2</sub> sisaldus atmosfääris, mis on ka kõige tavalisem põlemisprotsessi kaasprodukt. Eelpooltulenevast on väga oluline vähendada CO<sub>2</sub> emissiooni ning veelgi enam, leida võimalusi CO<sub>2</sub> sidumiseks atmosfäärist.

Teoreetiliselt on võimalik juba praegu antropogeenselt CO<sub>2</sub> siduda ja ladustada. Selle protsessi käigus surutakse CO<sub>2</sub> kokku ja transporditakse vedelal kujul ladustamisele sobivas geoloogilises struktuuris. Paraku kulub CO<sub>2</sub> eraldamiseks ja kokkusurumiseks väga palju energiat ning tavapraktika jaoks puuduvad praegu mõistlikud tööstuslikud lahendused. Seega on juba praegu väga oluline ära kasutada looduslike ökosüsteemide potentsiaali liigsete kasvuhoonegaaside sidumisel. Selleks, et suudaksime vastu võtta kliimamuutuste kontekstis mõistlikke otsuseid, on vaja inventeerida olemasolevate ökosüsteemide süsiniku sisaldust ning hinnata selliste ökosüsteemide võimet süsinikku ladestada.

Mere ökosüsteemid täidavad olulist rolli globaalses süsinikuringes. Näiteks ookeani pinnavees on lahustunud süsiniku sisaldus 700 Pg (IPCC 2013), kuid selline varu on väga ebastabiilne ning võib teatud keskkonnatingimuste puhul kiirelt vabaneda. Mere ökosüsteemide osad elemendid sh. rannikumere põhjaelupaigad seovad aga pikas ajalisel perspektiivis väga suurel hulgal süsinikku ja sellest tulenevalt pakuvad tähtsat kliimareguleerimise teenust. Süsiniku sidumise osas on eriti olulised erinevad meriheina liigid. Ehkki globaalselt on vaid väga väike osa merepõhjast (0,1–0,2%) kaetud meriheina-aasadega, suudavad meriheinad siduda tervelt viiendiku kogu ookeanis leiduvast süsinikust. Hinnanguline süsiniku sisaldus meriheina-aasadel on 25200–84000 t süsinikku km<sup>2</sup> kohta. Meriheintest kujunenud "süsiniku laod" püsivad stabiilselt aastatuhandeid ja selles osas eristuvad nad oluliselt paljudest maismaaökosüsteemidest sh. muldadest, milles süsinik seotakse vaid aastakümneteks. Veelgi enam, sellised meriheina-aasad seovad pindalaliselt 10 korda enam süsinikku kui näiteks metsaökosüsteemid (Gattuso et al 1998, Duarte et al 2005, Kennedy et al 2010, Fourqurean et al 2012). Lisaks meriheintele täidavad Läänemeres süsiniku sidumise teenust ka osad pikaajalised suurvetikaliigid ning suurselgrootutest suurem osa merekarbi liikidest, kuid selliste liikide puhul on oluline igas uurimispiirkonnas mõõdistada, kas seotud süsinik ladestub pikaajaliselt (nt. karbikodade mattumisel setetesse) või süsinik vabaneb uuesti merekeskkonda (Howard et al 2017).

### 3.8.2. Metoodika merepiirkondade süsiniku sidumisvõime arvutamiseks

Selleks, et saaksime mereseire ja merealade kaardistamise käigus kogutud andmeid parimal võimalikul moel integreerida merealade süsiniku sidumisvõime arvutuseeskirjadesse, tuleks arvutustes lähtuda järgmisest valemist:

$$SSV_i = B_i \times P_i \times L_i \times C_i \times S_i, \text{ milles}$$

$SSV_i$  on uuritava tunnusliigi süsiniku sidumisvõime uurimisalal (tonni süsinikku aastas)

$B_i$  on liigi keskmine biomass uurimisalal (g kuivkaalus ruutmeetri kohta)

$P_i$  on liigi keskmine aastane produktsioon uurimisalal (g kuivkaalus  $i$  liigi g kohta ruutmeetril aastas)

$L_i$  on suhtarv, mis iseloomustab, kui suur osa liigi poolt toodetud aastasest produktsioonist ladestub merealal (varieerub 0....1 vahel)

$C_i$  on suhtarv, mis iseloomustab, kui suur osa ladestunud produktsioonist sisaldab süsinikku (varieerub 0....1 vahel)

$S_i$  on uuritava mereala pindala  $\text{km}^2$

Mereseire programmi ja merealade kaardistamisprojektide käigus kogutakse üldjuhul andmeid suurtaimede ja -selgrootute biomassi ruumilise varieeruvuse kohta ning need andmed annavad väga olulise sisendi mereala süsiniku sidumisvõime hindamiseks. Teadmised liikide produktsiooni, süsiniku sisalduse ja ladestumise ruumilistest ja ajalistest mustritest on aga väga puudulikud. Süsiniku sidumisvõime täpsemate inventuuride tegemiseks on vajalik selliseid parameetreid erinevates mereelupaikades määratleda, kuna nii produktsiooni- kui ka süsiniku ladestumise mustritele on iseloomulik väga suur ruumiline ja ajaline varieeruvus (Röhr 2019).

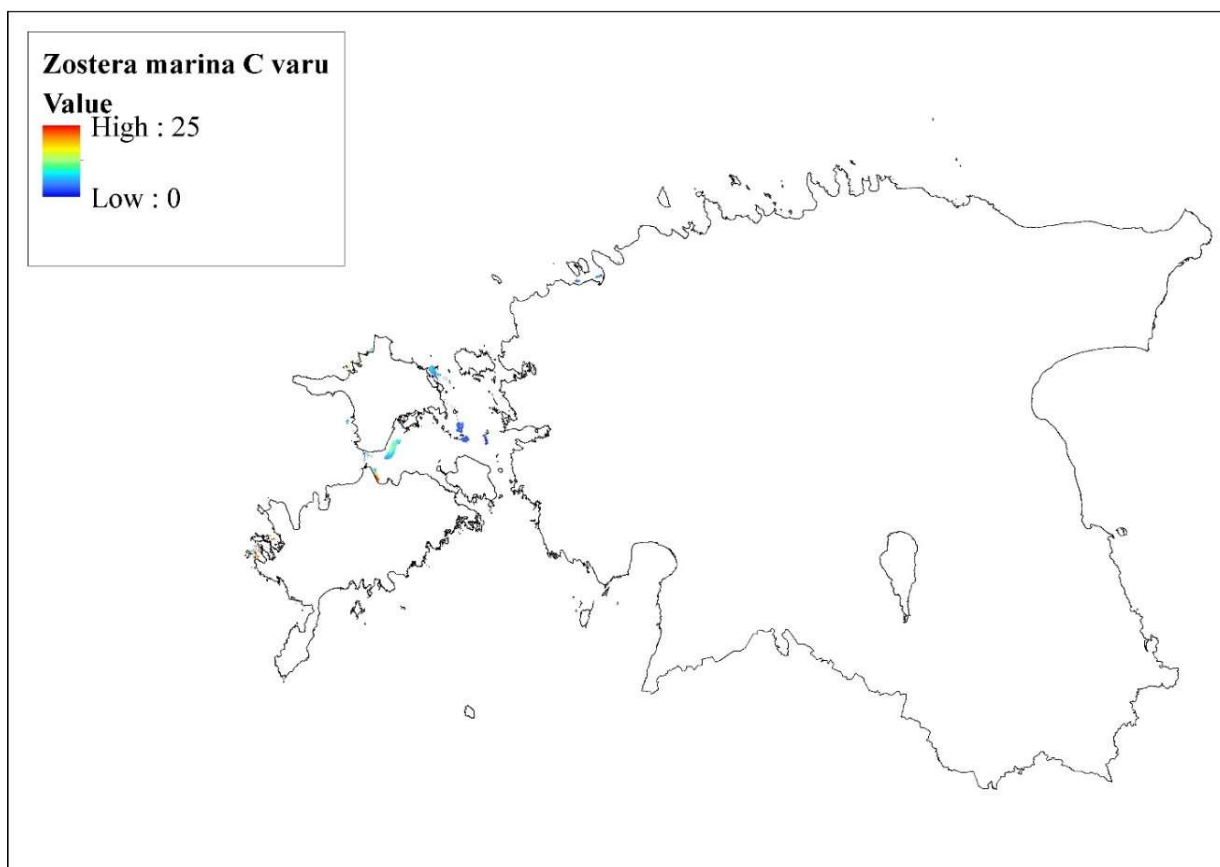
Käesoleva projekti raames kasutasime kaardistamistöde käigus kogutud alusmaterjali, et hinnata süsiniku sidumise osas oluliste võtmeliikide biomassi merealal. Süsiniku sidumisvõime hindamiseks leidsime teised vajaminevad parameetrid teaduskirjandusest. Kuna paljud kasutatud teadusuuringutest on läbi viidud elupaikades, mis oluliselt eristuvad Eesti mereala elupaikadest, siis on saadud hinnangud seotud suure veaga, kuid hinnangu suurusjärg on tõenäoliselt täpne. Täpsemate süsiniku sidumisvõime hindamise läbiviimiseks soovitame uurimisalal kaardistada süsiniku sidumise seisukohast oluliste võtmeliikide süsiniku sisaldust, produktsiooni ning süsiniku ladestumise kiirust.

Käesoleva projekti kaardistustööde käigus uurimisalalt meriheina kooslusi ei leitud. Kuna meriheina kooslused on väga olulised süsiniku sidumise kontekstis, siis allpool anname ülevaate, kuidas on selliste koosluste kohta võimalik süsiniku sidumisvõime arvutusi teha kombineerides kaardistamise andmeid teaduskirjandusest saadud infoga. Eesti rannikumeres kasvab suhteliselt arvukalt **pikk merihein** (*Zostera marina*), mis täidab elupaika kujundavat ökoloogilist rolli lainetele mõõdukalt avatud liivastel põhjadel. Meriheina peetakse ka Läänemeres puhta, puutumatu ja häirimata keskkonna indikaatoriks. Sarnaselt teistele meriheinte liikidele omab ka pikk merihein olulist potentsiaali süsiniku sidumises, mistõttu on vaja enam väärtustada selliseid elupaiku.

Projekti "Merealade valitud ökosüsteemiteenuste alusmaterjalid" (Kotta 2019) käigus modelleeriti meriheina biomassi Eesti rannikumeres ning töötati välja meetodika meie meriheina aasade süsiniku sisalduse hindamiseks. Mereseire ja muude kaardistamistööde käigus hinnatakse vaid meriheina lehtede biomassi ning meriheina kogubiomassi (lehed + juured) saamiseks on vaja biomassi väärtusi korrigeerida selliselt, et oleks arvesse võetud ka juurte biomass. Läänemere põhjaosas on meriheina juurte ja lehtede suhe kuivkaalu ühikutes 0,87 ning süsiniku sisaldus meriheina kogubiomassist (kuivkaal) 37% (Rohr et al 2016). Kasutades eelpooltoodud konstante, konverteeriti modelleeritud meriheina biomassi andmed süsiniku ühikusse (joonis 3.8.2.1). Saadud number iseloomustab meriheina aasadesse seotud süsiniku hulka.

Selleks, et hinnata selliste aasade potentsiaali süsinikku ajas siduda, on vaja hinnata meriheina produktsioonipotentsiaali ning määratleda milline osa koguproduktsioonist ladestub kliimamuutuste mastaabis süsiniku varuna. Teaduskirjanduses on väga vähe infot erinevate Läänemere mereorganismide sh. meriheina produktsiooni kohta. Hiljuti avaldatud uuring Läänemere põhjaosas (Soomes) näitas, et meriheina kasv erinevates rannikumere piirkondades varieerub suhteliselt vähe (Rohr et al 2016). Kui selle uuringu tulemusi ekstrapoleerida meile, siis Eesti merealade oodatav meriheina aastane juurdekasv oleks 5 korda suurem meriheina biomassi väärtustest ning see on suurusjärgus 500 g kuivkaalus ruutmeetri kohta aastas. Samuti puuduvad Eesti rannikumere jaoks uuringud, mis kirjeldaks orgaanilise süsiniku ladestumise kiirust meriheina aasadel. Toetudes teaduskirjanduses publitseeritud andmetele (Duarte et al 2013, Serrano et al 2014, Miyajima et al 2015) on siiski kaudselt võimalik hinnata orgaanilise süsiniku akumulereimisprotsessi intensiivsust meie merealadel (tabel 3.8.2.1). Selliste konstantide rakendamisel suudab näiteks 1 km<sup>2</sup> suurune keskmiselt 100 g m<sup>-2</sup> biomassiga meriheina aas siduda 66-1082 tonni süsinikku aastas.





Joonis 3.8.2.1. Meriheina (*Zostera marina*) aasadesse seotud süsiniku hulk (g C m<sup>-2</sup>). Tegemist on lineaarse teisendusega (biomassileviku joonise muster oleks antud joonisega sama), mille puhul meriheina seotud süsiniku hulk = 0,795 × meriheina biomass g m<sup>-2</sup> kuivkaalus. Allikas: Merialade valitud ökosüsteemiteenuste alusmaterjalid (Kotta 2019).

Tabel 3.8.2.1. Meriheina aasade poolt orgaanilise süsiniku sidumise võime arvatatud 1 km<sup>2</sup> ala kohta eeldusel, et sellisel aasal on meriheina keskmine biomass 100 g kuivkaalus m<sup>-2</sup> kohta.

Indikaator	Väärtus	Ühik
Meriheina aasa pindala	1	km <sup>2</sup>
Meriheina lehtede biomass	100	g kuivkaalus m <sup>-2</sup>
Meriheina aasa produktsioon	518.76	g kuivkaalus m <sup>-2</sup> aastas
Meriheina aasa C tihedus	2.574	mg C cm <sup>-3</sup>
Meriheina aasa C varu	620.73	g C m <sup>-2</sup>
Minimalne meriheina aasade orgaanilise C ladestumine (setete akumulatsioonil kiirusega 0.32 mm aastas)	66	t C km <sup>-2</sup> aastas
Maksimaalne meriheina aasade orgaanilise C ladestumine (setete akumulatsioonil kiirusega 4.2 mm aastas)	1082	t C km <sup>-2</sup> aastas

Eesti rannikumere potentsiaalselt väga olulisteks süsinikku ladustavateks kõrgemateks taimedeks on **Kamm-penikeel** (*Stuckenia pectinata*) ja **kaelus-penikeel** (*Potamogeton perfoliatus*), kellede puhul aga puuduvad teaduskirjandusest leitavad meie oludesse ekstrapoleeritavad alusandmed. Kuna suur osa penikeelte elupaikadest paikneb lainetuse suhtes varjatud merealades ning penikeelte aastane juurdekasv on väga suur, siis sellised elupaigad suudavad pindalaühiku kohta ladustada süsinikku kordades rohkem kui näiteks meriheina aasad. Rannikumere süsiniku sidumisvõime inventeerimiseks on väga oluline penikeelte elupaikades liikide kasvu ja süsiniku ladestumise kiirust mõõdistada.

Suurvetikad ei loo enese ümber orgaanikarikast setet, kuid nende lagunemisel liigub suur osa vetikamassist detriidi näol akumulatsioonialadele. Sellest tulenevalt võivad ka merevetikad olla olulised süsiniku ladestajad. Ladestumise kiirus sõltub suurel määral sellest, millisel määral detriit laguneb liikumisel akumulatsioonialade suunas ning kui kiiresti toimub akumulatsioonialal detriidi mattumine settesse. Praegu puuduvad uuringud, mis käsitleksid suurvetikate laguproduktide liikumist meres, mistõttu on hetkel hinnangute andmine suurvetikate rollist süsiniku ladestamisel võimatu (Hill et al 2015).

Meie suurselgrootutest on süsiniku ladestajatena kõige pespektiivsemad erinevad **merekarbi** liigid (*Mytilus trossulus*, *Dreissena polymorpha*, *Limecola balthica*, *Mya arenaria*, *Cerastoderma glaucum*). Karbid seovad kasvades oma organismi süsinikku ja kasvu käigus sekreteerub osa süsinikku  $\text{CaCO}_3$  näol karbi lubikesta. Kuna  $\text{CaCO}_3$  molaarmass on  $100 \text{ g mol}^{-1}$  ja süsiniku molaarmass  $12 \text{ g mol}^{-1}$ , siis suures plaanis 12% karbikestade massist moodustab süsinik. Süsiniku sidumise seisukohast on oluline, milline osa karpide kestadest ladestub meresetetes ja/või eemaldatakse süsteemist (näiteks kasvatades karpe kasvandustes) ning milline osa karpidest jääb lebama merepõhjale (Hily et al 2013, Filgueira et al 2018). Viimasel juhul lahustuvad karbikojad mõnekümne aasta jooksul merevees ja ei toimu süsiniku sidumist kliimamuutuste kontekstis. Kui karbikojad aga mattuvad setetesse (tüüpiline olukord pehmete setetega elupaikades) või karbid eemaldatakse saagi koristamisel (karbikasvatused), siis toimub süsiniku pikaajaline ladestumine.

Uurimisalal leidub ohtramalt kahe suurema produktsioonipotentsiaaliga karbiliiki *Mytilus trossulus* ja *Limecola balthica*. Käesoleva projekti puhul kasutasime välitööde materjali, et hinnata nende merekarbiliikide keskmist biomassi uurimisalal. Eeldasime, et karbikestade ladestumine toimub vaid liivastes ja veelgi peeneteralisemates setetes (liivaste setete osakaal vähemalt 50%). Tõenäoliselt alahindab selline lähenemine süsiniku ladestumise kiirust, kuna väga suur osa uurimisala kivistel põhjadel kasvavatest karpidest kantakse sügavamatesse merepiirkondadesse, kus nad mattuvad meresetetesse. Kuna sellise ärakandeprotsessi

intensiivsus pole teada, siis eelistasime kasutada konservatiivset süsiniku sidumise hinnangut. Karpide produktsiooni ja süsiniku sisalduse leidmisel lähtusime Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituudi andmebaasides olemasolevatest kirjetest ja hiljutistest projektitulemustest.

**Söödava rannakarbi *Mytilus trossulus* produktsioonipotentsiaali uuriti põhjalikult kahe projekti käigus:** INTERREG "Baltic Blue Growth" (<https://www.submariner-network.eu/balticbluegrowth>) ja "Vesiviljeluse piirkondlike kavade koostamine võimaliku keskkonnasurve ohjamiseks" (Tartu Ülikool 2019b). Nendes projektides läbi viidud uuringud näitasid selgelt, et rannakarbi produktsioon varieerub Eesti merealal väga suurtes piirides. Rannakarbi kasvukiiruse ruumiline varieeruvus on enim määratletud merevee soolsusest, hoovuste liikumise kiirusest, vee temperatuurist ja taimse hõljumi rohkusest. Rannakarbi kasvukiirus on intensiivsem soolasematel ja soojematel merealadel, millele on iseloomulik kiire vee liikumine ja mõõdukas taimse hõljumi sisaldus. Sellest tulenevalt jäävad rannakarbi paremad kasvukohad Eesti rannikumeres ava-Läänemere piirkonda Hiiumaast ja Saaremaast läände jäävatel merealadele ehk siis ka käesoleva projekti uurimisalale. Eelpooltoodud mudelist lähtuvalt on 100 g m<sup>-2</sup> biomassiga *Mytilus trossulus* koosluse aastane juurdekasv projektialal 43.5 g kuivkaalus m<sup>-2</sup> aastas. Sellest produktsioonist moodustab karbikoja mass 87,8%, millest omakorda 12% moodustab süsinik. Seega, kui kogu *Mytilus trossulus* karbikoja produktsioon ladestuks setetes, oleks sellise protsessi kiirus 4.58 t C km<sup>-2</sup> aastas. Uurimisalal on üle 50% liiva sisaldusega elupaikades *Mytilus trossulus* biomass 24,1 g kuivkaalus m<sup>-2</sup> ja sellise ala pindala on 219,5 km<sup>-2</sup>. *Siit tulenevalt on Mytilus trossulus poolt akumuleeritav süsiniku hulk kogu uurimisalal 242,4 t C aastas.*

Ehkki **balti lamekarp *Limecola balthica*** on meil pehmetel setetel suurima biomassiga suurselgrootu liik, puuduvad selle liigi produktsioonimustrite kohta teadmised. Liigi sessoonset dünaamikat on põhjalikumalt uuritud vaid Pärnu ja Tallinna lahes. Need andmed näitavad, et *Limecola balthica* produktsioon varieerub nii ruumiliselt kui ka ajaliselt väga suures piirides. 100 g m<sup>-2</sup> biomassiga *Limecola balthica* koosluse aastane juurdekasv jääb 59 ja 1933 g kuivkaalus m<sup>-2</sup> aastas vahele. Sellest produktsioonist moodustab karbikoja mass 84,7%, süsiniku sisaldus omakorda 12%. *Limecola balthica* elupaigaks on valdavalt peeneteralise settega (liiv, savi, muda) elupaigad. Sellest tulenevalt on ootuspärane, et suurem osa karbikodade produktsioonist ladestub setetesse. Eelpooltoodust lähtuvalt ladestab 100 g m<sup>-2</sup> biomassiga *Limecola balthica* kooslus keskmiselt 61.6 t C km<sup>-2</sup> aastas. Kuna *Limecola balthica* keskmine biomass üle 50% liiva sisaldusega elupaikades on 5.23 g kuivkaalus m<sup>-2</sup> ja liigile sobiva elupaiga pindala projektialal on 219,5, siis liigi poolt akumuleeritav süsiniku hulk uurimisalal on 709,8 t C aastas.

Olulisemad võtmeliigid seovad projektialal aastas süsinikku kokku 952 tonni. Tegemist on merealaga, milles süsiniku sidumise potentsiaal on setete mobiilsuse tõttu võrdlemisi väike. Uurimisalal ei kasva suure süsiniku sidumise potentsiaaliga liike (nt. merihein ja penikeeled) ning uurimisalal on väga väike karpide biomass. Eesti merealade süsiniku sidumise inventuuride läbiviimisel on oluline keskenduda lainetusele enam varajatud mereelupaikadele, milles domineerivad kõrgemad taimed ja merekarbid.

## 4. Uuritud ala looduskaitseline väärtus

Inventuuriga kaetud uuringuala looduskaitse väärtuse hindamisel tuleks arvestada laiemat konteksti ja hinnata ala kogu Eesti mereala loodusväärtuste kaitse seisukohalt.

Teostatud inventuuri käigus tuvastati uuringualalt Loodusdirektiivi elupaigatüübi 1170 (karid) levik (kogupindala alal 228 km<sup>2</sup>, 48% uuringualast). Muid direktiivides ega teistes loodusväärtuste nimekirjades olevaid merepõhja elupaigatüüpe ega liike uuritud alal ei leitud. Loodusdirektiivi elupaigatüübi esinemine alal iseenesest ei eelda selle eraldi kaitse alla võtmist. Karide elupaigatüüp levib Eesti jurisdiktsiooni all oleval merealal olemasoleva informatsiooni põhjal alal 3421.3 km<sup>2</sup> (tabel 4.1). Eestis juba olemasolevad loodusladad katavad sellest 19,2%. HELCOMi merekaitsealade võrgustikku pakutud Eesti alad (sisaldab nii loodusalasid kui linnualasid) katavad kogu Eesti merealadel esinevatest karide elupaigatüübist 27,8%. Eesti on raporteerinud Eesti merealal asuva elupaigatüübi karid olevat soodsas looduskaitse seisundis.

Tabel 4.1. Loodusdirektiivi elupaigatüübi 1170 (karid) pidalad eri kaitsestaatusel aladel Eesti merealal.

ühik	pindala Eesti merealal (km <sup>2</sup> )	karide pindala selles ühikus (km <sup>2</sup> )	karide osakaal selles ühikus karide kogupindalast (%)	allikas, info
Eesti mereala (sh majandusvöönd)	36480.9	3421.3	100.0	
Elupaigatüüp "karid" 1170	3421.3	3421.3	100.0	Karide koondkiht modelleeritud + kaardistatud (TÜ Eesti Mereinstituut 15.05.2020)
HELCOM MPAs	6017.8	951.4	27.8	HELCOM MPAs. HELCOM metadata catalogue, <a href="http://metadata.helcom.fi/geo/network/srv/eng/catalog.search#/metadata/d27df8c0-de86-4d13-a06d-35a8f50b16fa">http://metadata.helcom.fi/geo/network/srv/eng/catalog.search#/metadata/d27df8c0-de86-4d13-a06d-35a8f50b16fa</a> (alla laetud 15.05.2020)
NATURA 2000 loodusladad	3901.5	658.4	19.2	EELIS kiht KR_loodusala_region (EELIS, alla laetud 07.05.2020)
NATURA 2000 loodusladad koos projekteeritava Vilsandi rahvuspargi laiendusega	4229.1	896	26.2	EELIS kiht KR_loodusala_region, millele lisatud kihist KR_projekteeritav_region Vilsandi rahvuspargi polügoon (EELIS, alla laetud 07.05.2020)

## **Elupaigatüüp 1170 Karid väärtuslikemate fragmentide määramine uuringualal**

Hetkel puudub meetodika, mille järgi saaks olemasoleva loodusdirektiivi elupaigatüübi sees prioritseerida looduskaitse seisukohast teatud elupaiga fragmente või selle komponente. Inventeeritud uuringualal oleks võimalik tuvastatud karide elupaigatüübist teostada sellist prioritseerimist mitme tunnuse kaudu. Allpool on toodud sellised prioritseerimised järgmiste tunnuste järgi:

1. Karide elupaigatüüp, footiline tsoon (joonis 4.1)

Uuringualal asub valdav enamus tuvastatud karide elupaigatüübist footilises tsoonis (uuringuala asub avameres, kus vee läbipaistvus on suur). Seega pindalaliselt ei erine oluliselt footilises tsoonis asuva kari pindala karide kogupindalast uuringualal.

2. Karide elupaigatüüp, sügavus alla 20 m (joonis 4.2)

Karid, mis jäid madalamale kui 20 m, moodustasid 21,1% kogu uuringualast ja katsid 100,1 km<sup>2</sup> merepõhja.

3. Karide elupaigatüüp, sügavus alla 15 m (joonis 4.3)

Karid, mis jäid madalamale kui 15 m, moodustasid 2,4% kogu uuringualast ja katsid 11,5 km<sup>2</sup> merepõhja.

4. Karide elupaigatüüp, põhjataimestiku üldkatvus suurem kui 10% (joonis 4.4)

Põhjataimestiku üldkatvus on seostatav kõige paremini merepõhja koolsuste liigirikkusega. Uuringualal olid põhjataimestiku katvusnäitajad enamasti üsna madalad. Üle 10% katvusega põhjataimestiku kooslusega karid moodustasid uuringualast 7,3% ja katsid merepõhja pindalal 34,4 km<sup>2</sup> suuremate ja väiksemate laikudena. Suurim laikude kontsentratsioon oli uuringuala kirde- ja põhjaosas.

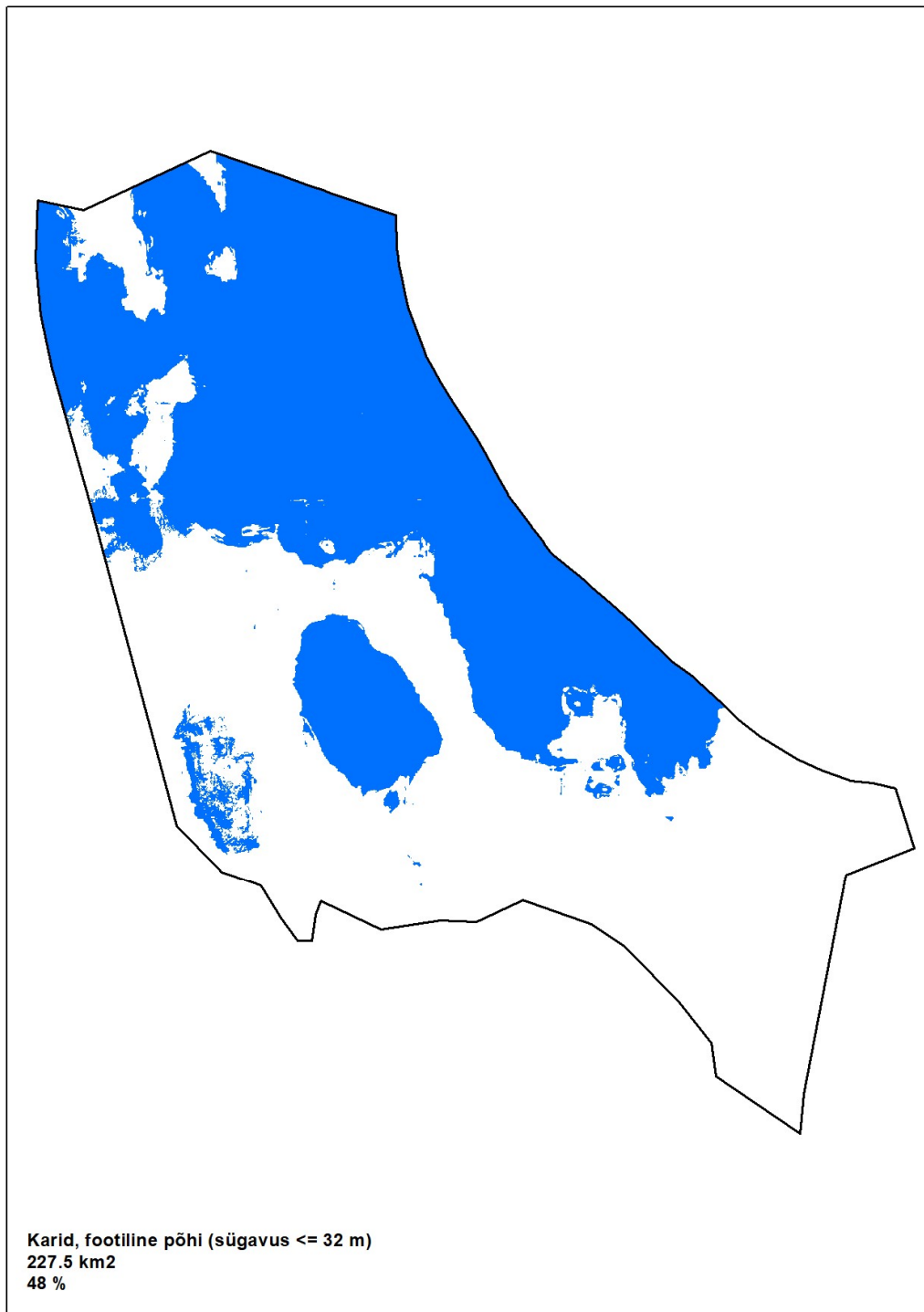
Prioritseerimise ülesande tulemusel on bioloogiliselt ja ökoloogiliselt väärtuslikum elupaigatüüp 1170 fragmentide esinemine koondunud uuringuala kirde- ja põhjaossa.

## **Looduskaitse soovitused uuritud ala kohta**

Arvestades, et uuringualal ei tuvastatud muid looduskaitsele tähtsust omavaid objekte kui Loodusdirektiivi elupaik 1170 (karid), mis on juba kaetud Eestis olemasolevate kaitsealade

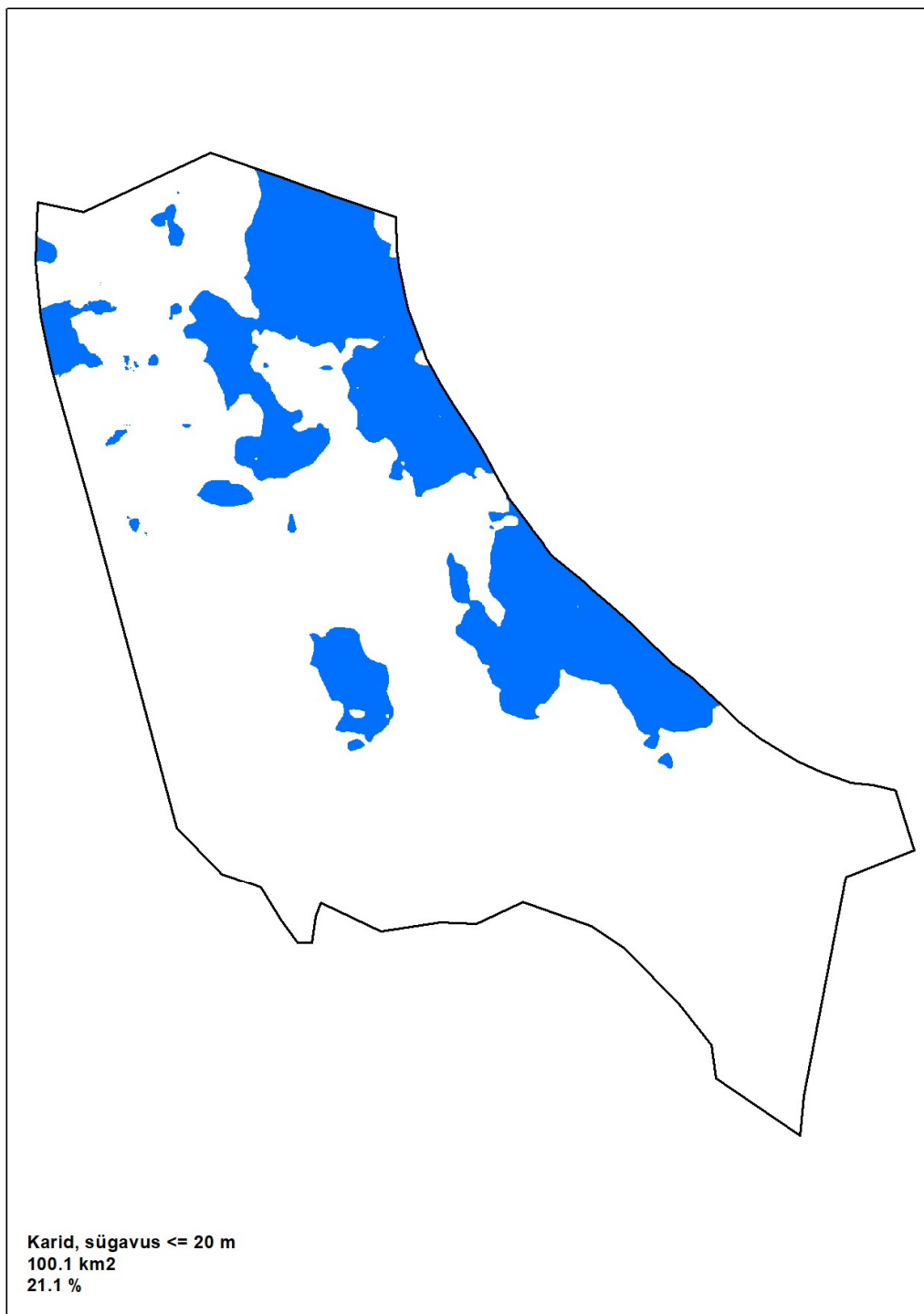
võrgustikuga piisaval määral, ja arvestades ka uuringuala vahetus läheduses paikneva kahe potentsiaalse uue merekaitsealaga (menetluses olev Vilsandi rahvuspargi laiendus ja potentsiaalne avamere kaitseala uuringuala majandusvööndis (joonis 4.5)), ei näe töö teostanud ekspertgrupp otsest vajadust kehtestada uuringualal uusi looduskaitselisi piiranguid juhul, kui planeeritud ja menetluses olevad kaitsealad ka realiseeruvad ja tagavad elupaigatüübi 1170 soodsa seisundi säilimise.

Uuritud ala oli teaduslikus mõttes väga huvitav. Leiti mitu varem Eesti merealalt väga harva kirjeldatud liiki, samas ei välista leiud ala säästlikku inimkasutust näiteks tuulepargi arendamise kaudu. Kavandatavate arendusprojektide käigus on äärmiselt oluline läbi viia põhjalikud KMH-d, kuna läbiviidud uuring ning selle ajaline ja ressursiraamistik võimaldasid anda põguse ülevaate varem kirjeldamata piirkonnast ja käsitles teatud detailsusega vaid merepõhja elupaikasad. Käesolev uuring ei hõlmanud muid merekeskkonna komponente (kalastik, linnustik, imetajad, veekvaliteet, hüdroloogia, setete geoloogia jne), mis tuleks katta täiendavate uuringutega KMH käigus, et tagada ka ehitusgeoloogiliselt vajalik info. Ka merepõhja elupaikade hinnangu andmisel kaeti füüsiliselt vahetute vaatlustega vaid väga väike osa merepõhjast (sonarikaardistus 15% merepõhjast, visuaalne või füüsiline merepõhja kirjeldus hinnanguliselt 0,1% merepõhjast), mis tähendab, et ka täiendavad detailsemad merepõhja uuringud oleksid vajalikud KMH etapis hindamiseks näiteks tuulikute asukohavaliku ja kaablite paigutuse mõju merepõhja elustikule ja elupaikade kvaliteedile.

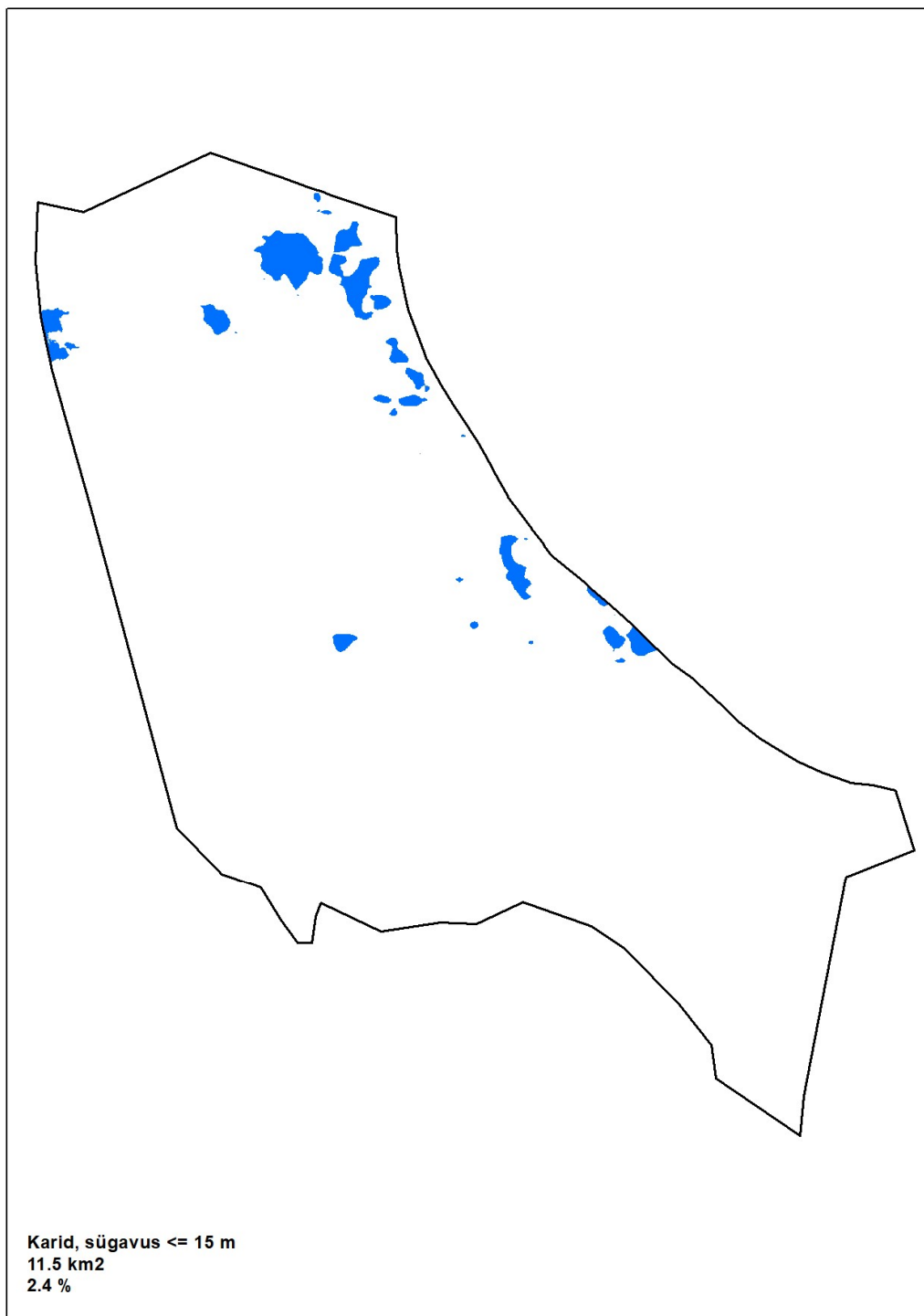


Joonis 4.1. Uuringuala footilises tsoonis asuv elupaigatüüp 1170.

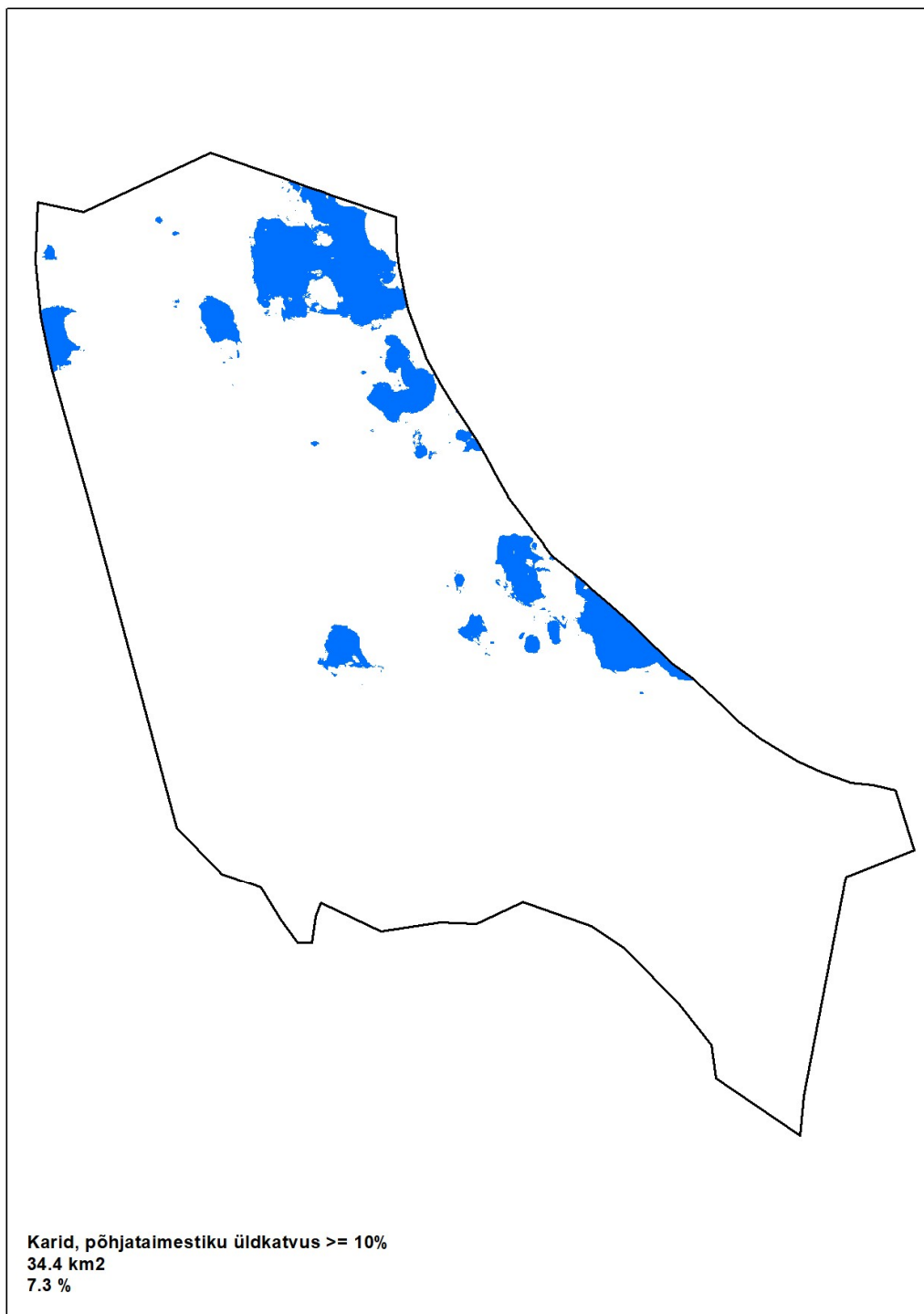




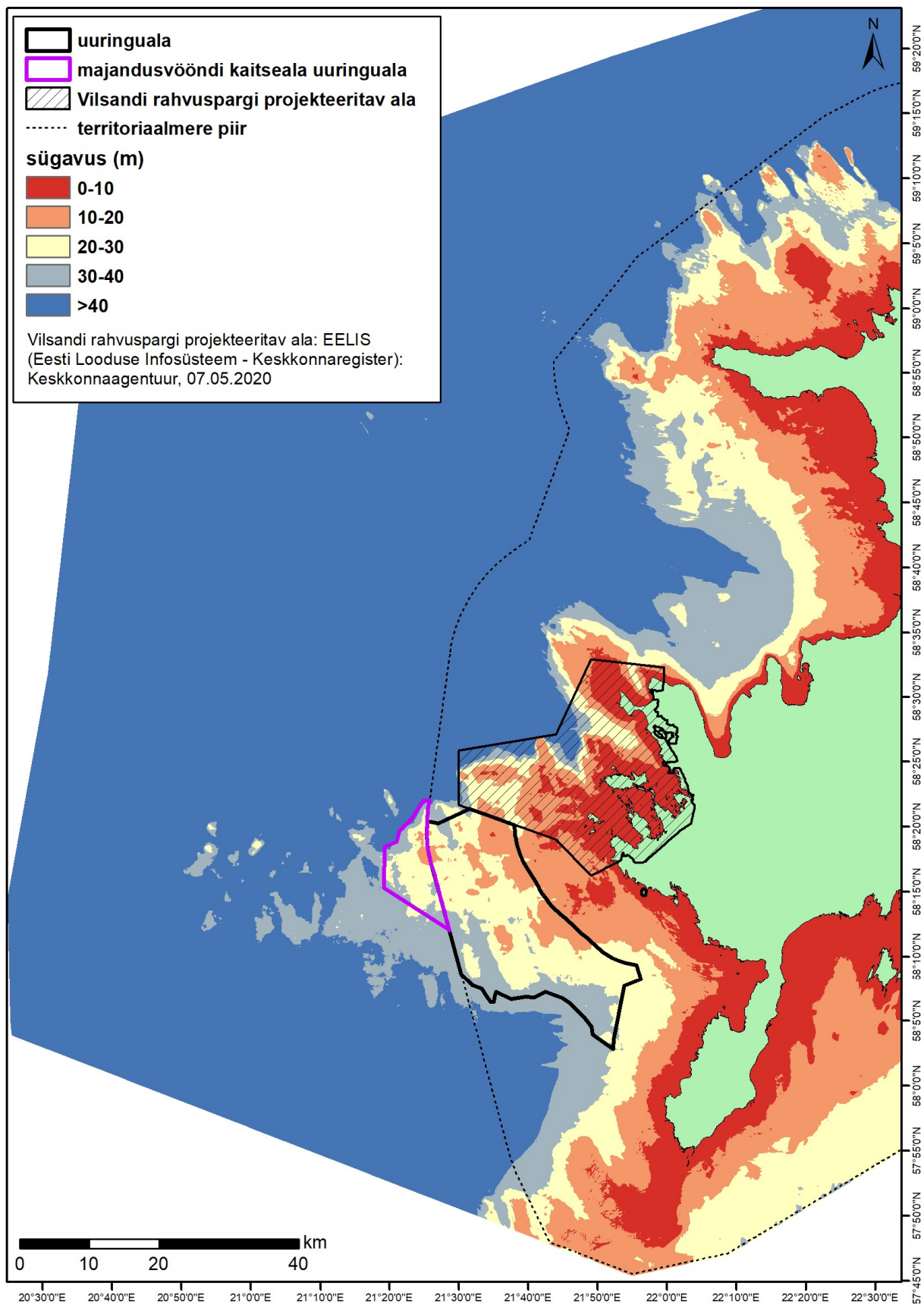
Joonis 4.2. Uuringualal asuv elupaigatüüp 1170 sügavusvahemikus 0-20 m.



Joonis 4.3. Uuringualal asuv elupaigatüüp 1170 sügavusvahemikus 0-15 m.



Joonis 4.4. Uuringualal asuv elupaigatüüp 1170 põhjataimestiku katvusega üle 10%.



Joonis 4.5. Uuringuala naabruses asuvate potentsiaalsete merekaitsealade asukohad: Vilsandi rahvusparki menetluses olev laiendus ja majandusvööndis asuv merekaitseala uurimisala.

## KIRJANDUS

- Breiman L, Cutler A, Liaw A, Wiener M (2018) randomForest: Breiman and Cutler's random forests for classification and regression. R package version 4.6-14. <http://cran.r-project.org/web/packages/randomForest/>
- Calder BR, Mayer LA (2003) Automatic processing of high-rate, high-density multibeam echosounder data. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*. 4 (6), 1-22.
- Duarte CM, Losada IJ, Hendriks IE, Mazarrasa I, Marba N (2013) The role of coastal plant communities for climate change mitigation and adaptation, *Nature Climate Change*, 3, 961–968.
- Duarte CM, Middelburg JJ, Caraco N (2005) Major role of marine vegetation on the oceanic carbon cycle, *Biogeosciences*, 2, 1–8.
- Elith J, Graham CH, Anderson RP et al (2006) Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* 29, 129-151.
- European Commission (2013) Interpretation manual of European Union habitats. Interpretation Manual - EUR 28. European Commission, DG Environment.
- Evans D, Arvela M (2011) Assessment and reporting under Article 17 of the Habitats Directive. Explanatory Notes & Guidelines for the period 2007-2012. European Topic Centre on Biological Diversity.
- Filgueira R, Strohmeier T, Strand Ø (2018) Regulating services of bivalve molluscs in the context of the carbon cycle and implications for ecosystem valuation. In: *Goods and Services of Marine Bivalves*, pp. 231–251.
- Fonseca L, Calder B (2005) Geocoder: An efficient backscatter map constructor. Proceedings of the U.S. Hydrographic Conference 2005, San Diego.
- Fourqurean JW, Duarte CM, Kennedy H, Marba N, Holmer M, Mateo AM (2012) Seagrass ecosystems as a globally significant carbon stock. *Nat. Geosci.*, 5, 505–509.
- Gattuso JP, Frankignoulle M, Wollast R (1998) Carbon and carbonate metabolism in coastal aquatic ecosystems. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 29, 405–434.
- HELCOM (2013a) HELCOM HUB – Technical Report on the HELCOM Underwater Biotope and habitat classification. *Balt. Sea Environ. Proc. No. 139*. <https://www.helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/BSEP139.pdf>
- HELCOM (2013b) Red List of Baltic Sea underwater biotopes, habitats and biotope complexes. *Baltic Sea Environmental Proceedings No. 138*. <https://www.helcom.fi/wp-content/uploads/2019/10/BSEP138.pdf>

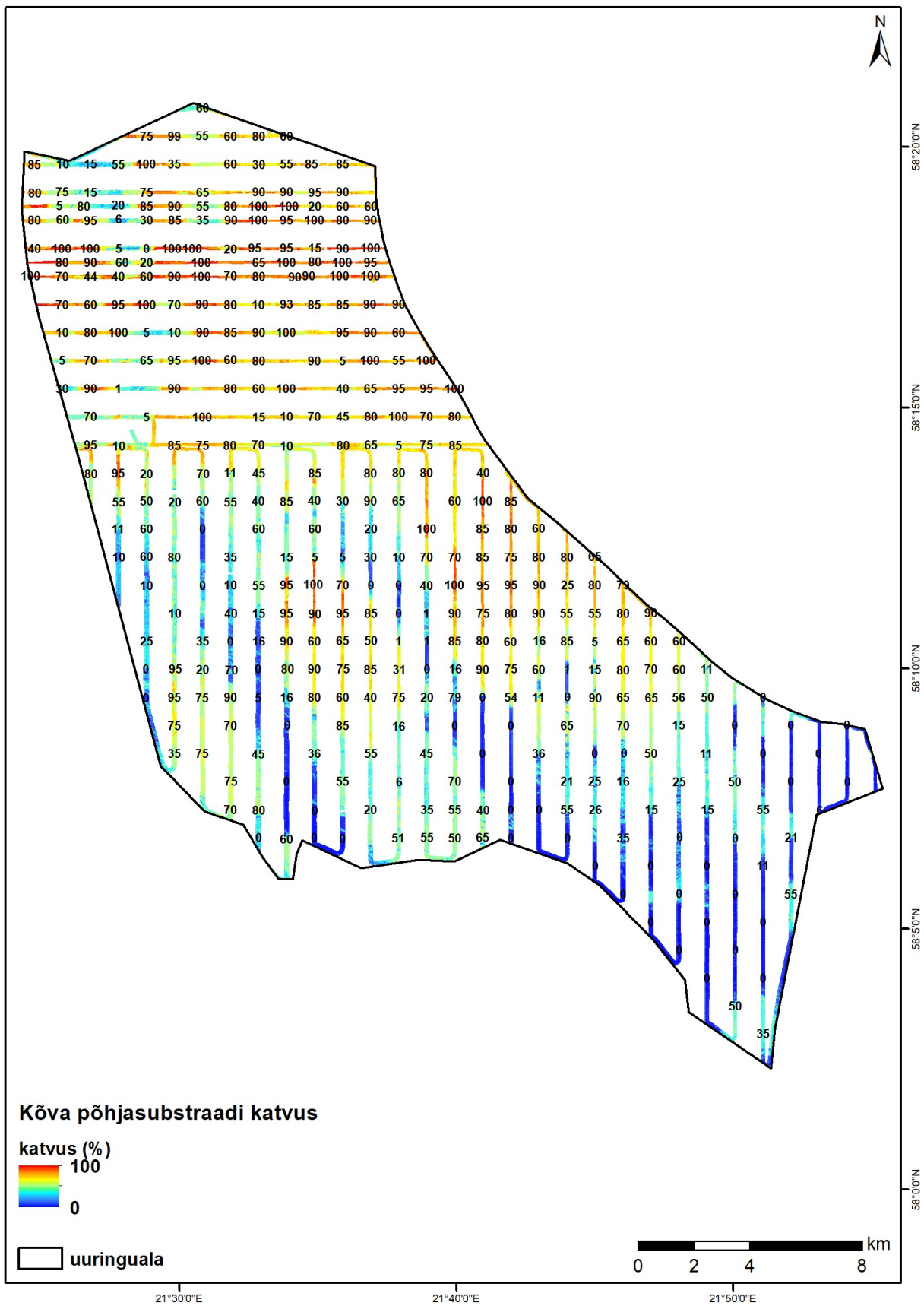
- HELCOM (2015) Manual for Marine Monitoring in the COMBINE Programme of HELCOM. <http://www.helcom.fi/action-areas/monitoring-and-assessment/manuals-and-guidelines/combine-manual>
- HELCOM (2017) Draft proposal on alignment of broad habitat types and the HELCOM HUB classification. SPICE project deliverable of task 4.1.2. <https://portal.helcom.fi/meetings/STATE%20-%20CONSERVATION%206-2017-412/MeetingDocuments/4J-12%20Draft%20proposal%20on%20alignment%20of%20HELCOM%20underwater%200biotopes%20and%20broad%20habitat%20types.pdf>
- Herkül K, Peterson A, Paekivi S (2017) Applying multibeam sonar and mathematical modeling for mapping seabed substrate and biota of offshore shallows. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 192, 54-71.
- Hill R, Bellgrove A, Macreadie PI, Petrou K, Beardall J, Steven A, Ralph PJ (2015) Can macroalgae contribute to blue carbon? An Australian perspective. *Limnology and Oceanography*, 60, 1689-1706.
- Hily C, Grall J, Chavaud L, Lejart M, Clavier J (2013) CO<sub>2</sub> generation by calcified invertebrates along rocky shores of Brittany, France. *Mar Freshw Res*, 64, 91–101.
- Howard J, Sutton-Grier A, Herr D, Kleypas J, Landis E, Mcleod E, Pidgeon E, Simpson S (2017) Clarifying the role of coastal and marine systems in climate mitigation. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15, 42–50.
- IPCC (2013) Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Kennedy H, Beggins J, Duarte CM, Fourqurean JW, Holmer M, Marba N (2010) Seagrass sediments as a global carbon sink: Isotopic constraints. *Global Biogeochem. Cy.*, 24, GB4026.
- Kotta J (2019) Merealade valitud ökosüsteemiteenuste alusmaterjalid. Lõpparuanne. Keskkonnaagentuuri töövõtuleping nr 4-5/19/4.
- Liaw A, Wiener M (2002) Classification and Regression by randomForest. *R News* 2(3):18–22.
- Miyajima T, Hori M, Hamaguchi M, Shimabukuro H, Adachi H, Yamano H (2015) Geographic variability in organic carbon stock and accumulation rate in sediments of East and Southeast Asian seagrass meadows, *Global Biogeochem. Cy.*, 29, 397–415.
- Paal (2007) Loodusdirektiivi elupaigatüüpide käsiraamat. Auratrükk, Tallinn.
- Peterson A, Herkül K (2017) Mapping benthic biodiversity using georeferenced environmental data and predictive modeling. *Marine Biodiversity*, 1-16, DOI:10.1007/s12526-017-0765-5.

- R Core Team (2019) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Remm K, Remm J, Kaasik A (2012) Ruumiliste loodusandmete statistiline analüüs. Õpik-käsiraamat. Tartu Ülikooli Ökoloogia ja Maateaduste Instituut. Tartu.
- Röhr ME (2019) Environmental drivers influencing the carbon sink capacity of eelgrass (*Zostera marina*). PhD Thesis. Environmental and Marine Biology, Faculty of Science and Engineering, Åbo Akademi University.
- Röhr ME, Boström C, Canal-Vergés P, Holmer M (2016) Blue carbon stocks in Baltic Sea eelgrass (*Zostera marina*) meadows. *Biogeosciences*, 13, 6139–6153.
- Serrano O, Lavery PS, Rozaimi M, Mateo AM (2014) Influence of water depth on the carbon sequestration capacity of seagrasses, *Global Biogeochem. Cy.*, 28, 950–961.
- TÜ Eesti Mereinstituut (2014a) Eesti territoriaalmere merepõhja elupaikade ja liikide leviku modelleerimine. Teostatud KIK projekti „Eesti merealade planeerimiseks looduskaitse teabe koondamine, sh. territoriaalmere mereelupaikade modelleerimine“ raames.
- TÜ Eesti Mereinstituut (2014b) Keskkonnainvesteeringute Keskuse poolt rahastatud projekti nr 3125 „Sonarisüsteemi rakendamise meetodika loomine merepõhja elupaikade ja füüsikaliste omaduste kaardistamiseks“ aruanne/juhendmaterjal.
- TÜ Eesti Mereinstituut (2014c) Merepõhja elupaikade definitsioonide tõlgendamise juhend. Teostatud KIK projekti „Eesti merealade planeerimiseks looduskaitse teabe koondamine, sh. territoriaalmere mereelupaikade modelleerimine“ raames.
- TÜ Eesti Mereinstituut (2016a) Loodusdirektiivi mereliste elupaigatüüpide looduskaitse seisundi hindamise kriteeriumid ja soodsa seisundi võrdlusväärtused. Teostatud projekti „Eesti merealade loodusväärtuste inventeerimine ja seiremeetodika väljatöötamine“ raames. <http://nema.bef.ee/wp-content/uploads/2015/01/NEMA-seisundi-kriteeriumite-aruanne1.pdf>
- TÜ Eesti Mereinstituut (2016b) Loodusdirektiivi mereliste elupaigatüüpide looduskaitse seisundi seire meetodika. Teostatud projekti „Eesti merealade loodusväärtuste inventeerimine ja seiremeetodika väljatöötamine“ raames. <http://nema.bef.ee/wp-content/uploads/2015/01/NEMA-seire-metoodika-aruanne-1.pdf>
- TÜ Eesti Mereinstituut (2018) Eesti mereala elupaikade kaardiandmete kaasajastamine. Aruanne.
- TÜ Eesti Mereinstituut (2019a) Mereliste elupaigatüüpide seisundi seire ja hindamise meetodika. Deliverable 3.1.1. Methodological guidelines for assessing status of marine habitat types in Estonian marine area. Teostatud projekti "Eesti mereala keskkonna ja loodusväärtuste hindamise ja seire innovaatilised lahendused" raames.

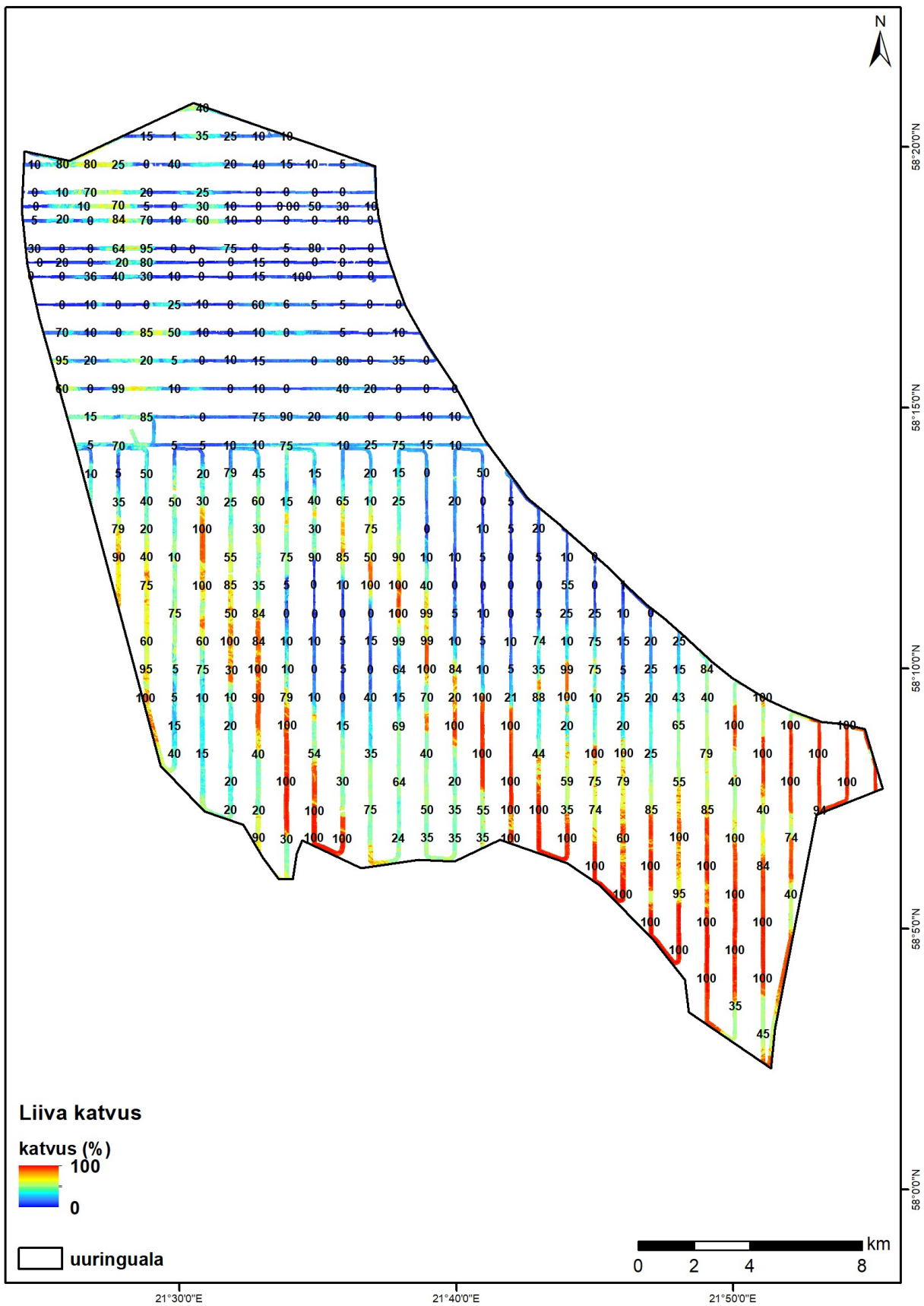
TÜ Eesti Mereinstituut (2019b) Vesiviljeluse piirkondlike kavade koostamine võimaliku keskkonnasurve ohjamiseks. Lõpparuanne.



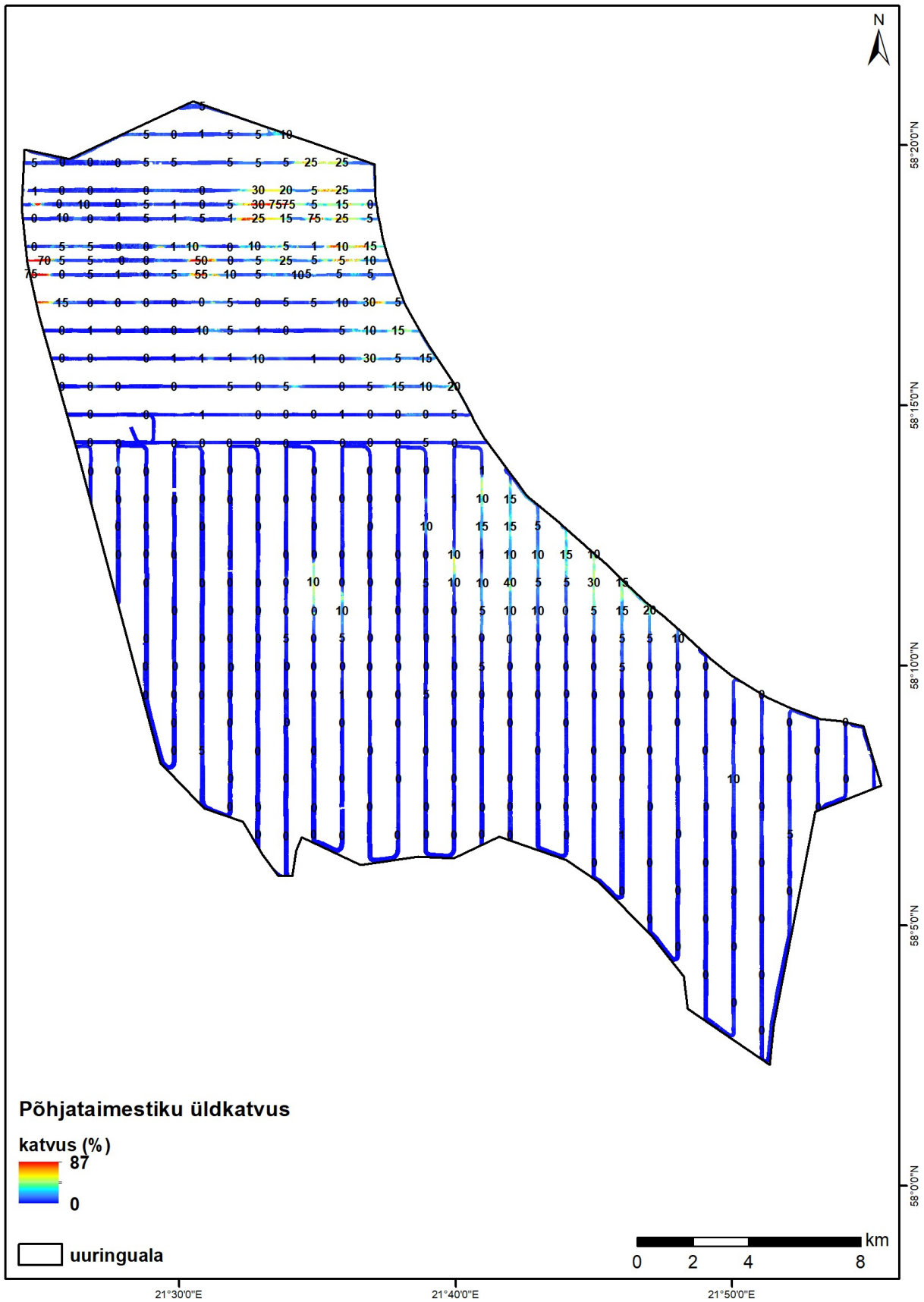
## **LISA 1. Esimese astme mudelite tulemused**



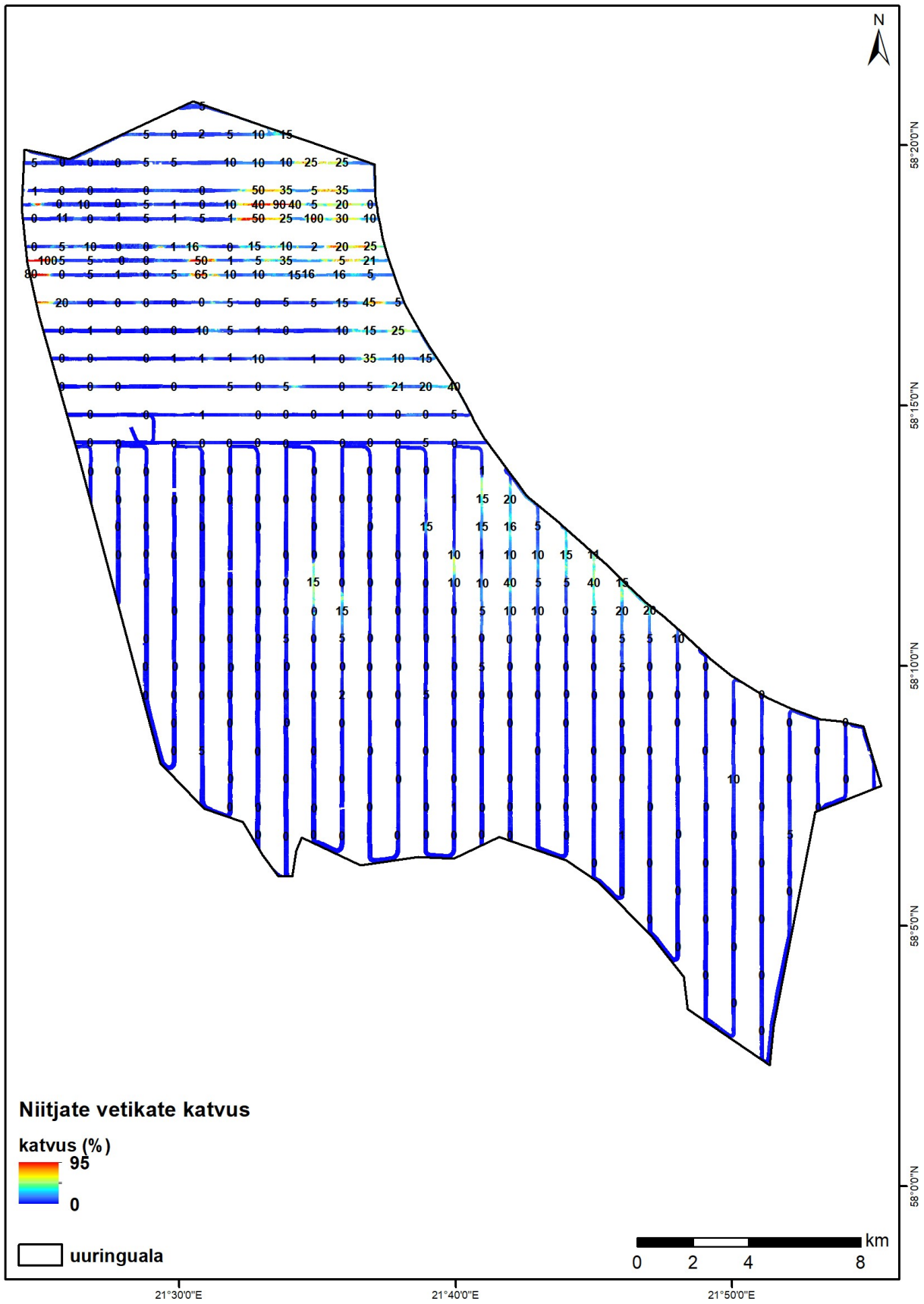
Joonis 1. Kõva põhjasubstraadi katvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.



Joonis 2. Liiva katvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.

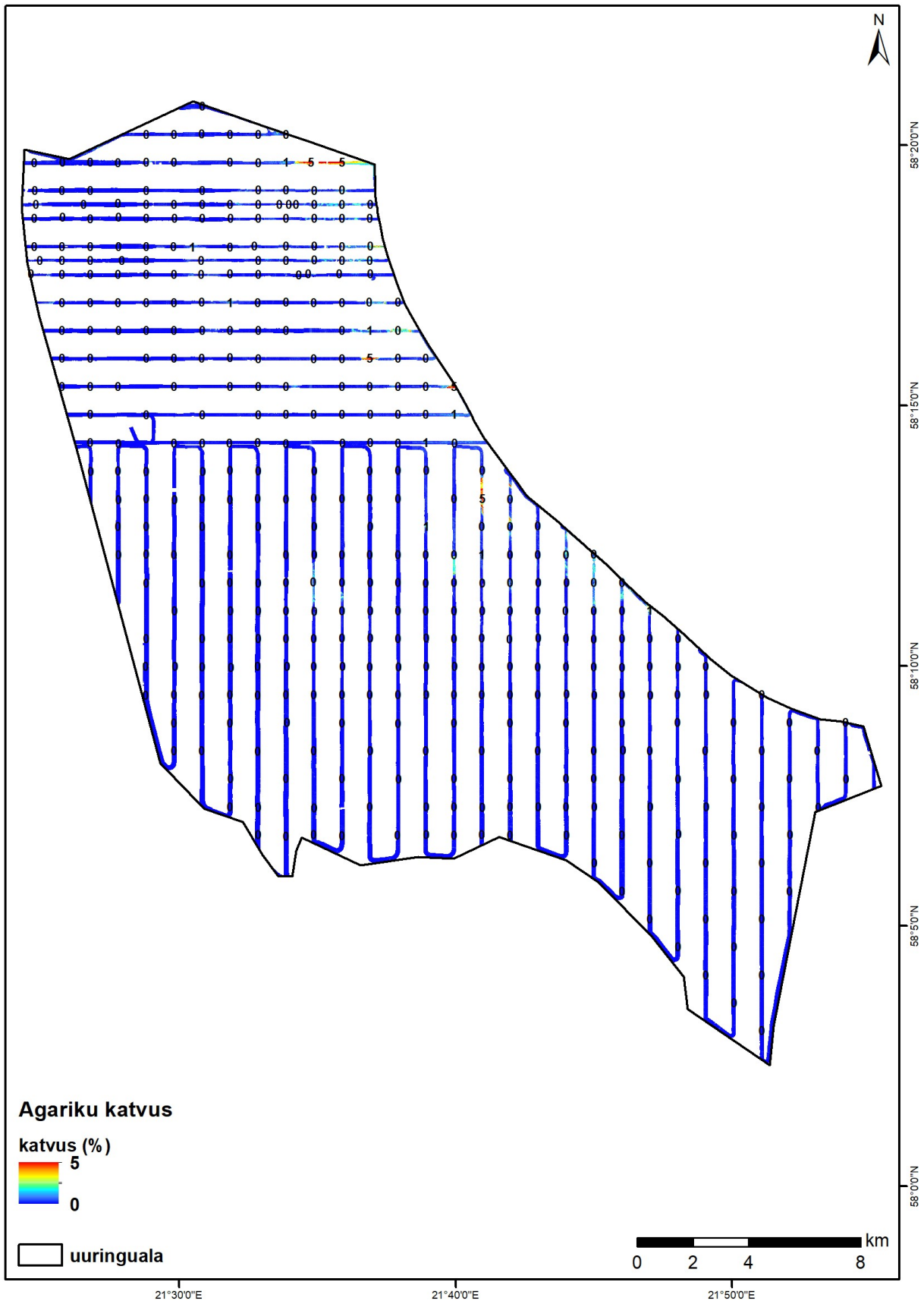


Joonis 3. Põhjataimestiku üldkatvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.

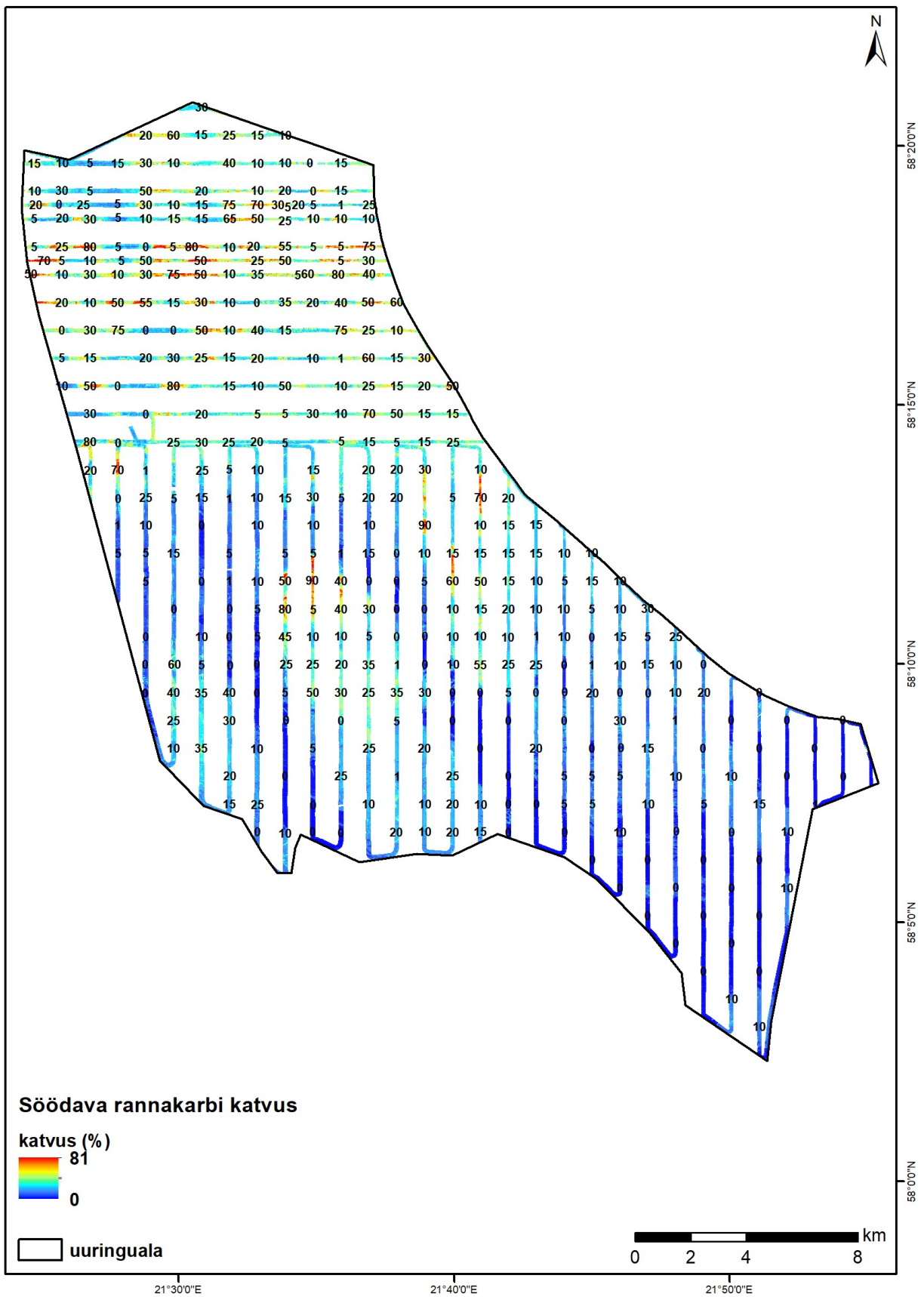


Joonis 4. Niitjate vetikate katvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.





Joonis 5. Agariku katvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.



Joonis 6. Sõdava rannakarbi katvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides.

## LISA 2. Allveefotod uuringuala merepõhjast



Foto 1. Karide elupaigatüüp: paeplaat niitjate vetikatega ja rahn söödava rannakarbiga (*Mytilus trossulus*). Foto autor Martin Teeveer.





Foto 2. Söödav rannakarp (*Mytilus trossulus*) ja punavetikas *Rhodomela confervoides* on karide elupaigatüübi tunnusliikideks. Foto auto Kaire Kaljurand.

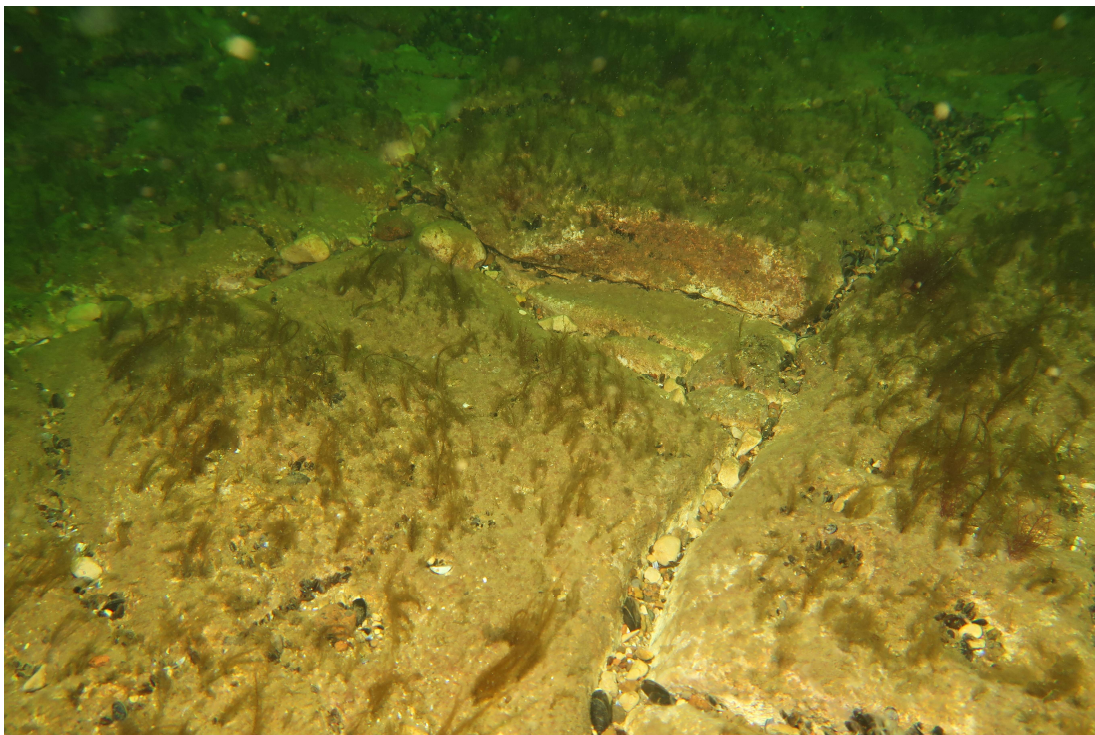


Foto 3. Paeplaat niitjate vetikatega vastab karide elupaigatüübile. Paeplaadi pragudes ja õnarustes on näha söödavat rannakarpi (*Mytilus trossulus*). Foto autor Kaire Kaljurand.





Foto 4. Agarik (*Furcellaria lubricalis*) oli üks väheseid tugeva tallusega suurvetikaid, mida uuringualal leidis. Foto auto Martin Teeveer.

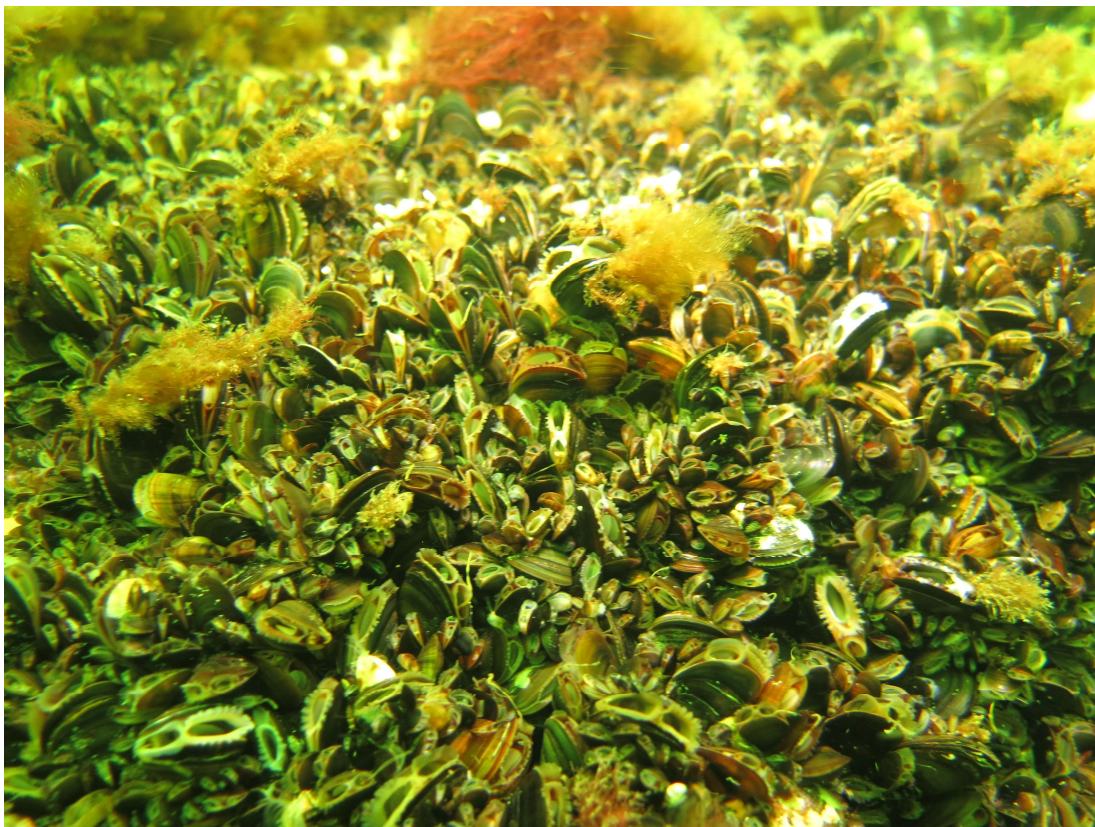


Foto 5. Karide elupaigatüübi tunnuslik söödav rannakarp (*Mytilus trossulus*) oli uuringupiirkonna põhjaloomastiku dominantliik. Foto autor Georg Martin.





Foto 6. Uuringualal tabatud Eestis väga haruldane võikala (*Pholis gunnellus*). Foto autor Georg Martin.

## LISA 3. Digitaalsete andmekogumite info

### Andmekogum 1 – ruumilised andmed

Tööde tulemusel valminud ruumilised andmed on koondatud *ESRI ArcGIS file geodatabase* andmebaasi (*aruanne.gdb*). Kihtide koordinaatsüsteem on Eesti riiklik koordinaatsüsteem L-EST97 (*ESRI: Estonia 1997 Estonia National Grid*). Modelleerimise tulemusel valminud kihid on rasterkujul. Proovipunktide andmed ja uuringuala piir on vektorkujul vastavalt punkti- ja polügoonikihtina. Geoandmebaas (*aruanne.gdb*) sisaldab järgmisi andmekihte:

Andmekihi nimi	Andmekihi sisu	Möötüühik
<i>rasterkihid</i>		
bs	Sonariga mõõdistatud helilaine tagasihajumise intensiivsus	dB
sügavus	Sonariga mõõdistatud sügavus	m
karid	Loodusdirektiivi elupaigatüübi karid (1170) levik uuringualal	esinemine = 1
epifauna	Söödava rannakarbi ( <i>Mytilus trossulus</i> ) katvus kogu uuringualal; teise astme mudeli tulemus	%
furcellaria	Agariku ( <i>Furcellaria lumbricalis</i> ) katvus kogu uuringualal; teise astme mudeli tulemus	%
kova	Kõva põhjasubstraadi summaarne katvus kogu uuringualal; teise astme mudeli tulemus	%
liiv	Liiva katvus kogu uuringualal; teise astme mudeli tulemus	%
niitjas	Niitjate vetikate summaarne katvus kogu uuringualal; teise astme mudeli tulemus	%
üldkatvus	Põhjataimestiku üldkatvus kogu uuringualal; teise astme mudeli tulemus	%
sonar_epifauna	Söödava rannakarbi ( <i>Mytilus trossulus</i> ) katvus sonariga skaneeritud alal; esimese astme mudeli tulemus	%
sonar_furcellaria	Agariku ( <i>Furcellaria lumbricalis</i> ) katvus sonariga skaneeritud alal; esimese astme mudeli tulemus	%
sonar_kova	Kõva põhjasubstraadi summaarne katvus sonariga skaneeritud alal; esimese astme mudeli tulemus	%
sonar_liiv	Liiva katvus sonariga skaneeritud alal; esimese astme mudeli tulemus	%
sonar_niitjas	Niitjate vetikate summaarne katvus sonariga skaneeritud alal; esimese astme mudeli tulemus	%
sonar_üldkatvus	Põhjataimestiku üldkatvus sonariga skaneeritud alal; esimese astme mudeli tulemus	%
hub3	HELCOM HUB 3. taseme elupaigad, MSRD elupaikade põhitüübid, EUNIS elupaigad (vt tabel 2.6.1) kogu uuringualal; teise astme mudeli tulemus 1 – AA.A; Infralitoraali kivine põhi ja biogeenilised karid; MB1 2 – AA.I; Jämedateraline infralitoraali sete; MB3 3 – AA.J; Infralitoraali liivane põhi; MB5 4 – AA.M; Infralitoraali segasete; MB4 6 – AB.H; Tsirkalitoraali mudane põhi; MC6 7 – AB.J; Tsirkalitoraali liivane põhi; MC5 8 – AB.M; Tsirkalitoraali segasete; MC4	

hub3_substraat	<p>HELCOM HUB 3. taseme substraaditüüp kogu uuringualal; teise astme mudeli tulemus</p> <p>1 – jämedateraline sete  2 – segasubstraat  3 – mudane sete  4 – kivid ja kalju  5 – liiv</p>
hub4	<p>HELCOM HUB 4. taseme elupaigad kogu uuringualal; teise astme mudeli tulemus</p> <p>1 – AA.A1  2 – AA.A2  3 – AA.I1  4 – AA.J1  5 – AA.J3  6 – AA.J4  7 – AA.M1  8 – AA.M2  10 – AB.H1  11 – AB.J1  12 – AB.J3  13 – AB.J4  14 – AB.M1  15 – AB.M2</p>
hub4_elustik	<p>HELCOM HUB 4. taseme elustik kogu uuringualal; teise astme mudeli tulemus</p> <p>1 – makroepibentos  2 – hõre makroepibentos  3 – makroinfauna  4 – makrobentos puudub</p>
hub5	<p>HELCOM HUB 5. taseme elupaigad kogu uuringualal; teise astme mudeli tulemus</p> <p>1 – AA.A1C  2 – AA.A1E  3 – AA.A1V  4 – AA.A2T  5 – AA.I1E  6 – AA.I1V  7 – AA.J1E  8 – AA.J1V  9 – AA.J3L  10 – AA.J4U  11 – AA.M1C  12 – AA.M1E  13 – AA.M1V  14 – AA.M2T  15 – AA.M2W  17 – AB.H1E  19 – AB.J1E  20 – AB.J1V  21 – AB.J3L  22 – AB.J3N  23 – AB.J4U  24 – AB.M1E  25 – AB.M1V  26 – AB.M2T  27 – AB.M4U</p>
hub5_elustik	<p>HELCOM HUB 5. taseme elustik kogu uuringualal; teise astme mudeli tulemus</p> <p>1 – mitmeaastased vetikad  2 – epibentilised karbid</p>

	4 – infauna karbid 5 – infauna vähilised 6 – hõre epibentos 7 – makrobentos puudub 8 – epibentiline segakooslus 9 – mikrofütobentos ja teod
<b>vektorkihid</b>	
uuringuala	Uuringuala polügoon
proovipunktid	Proovipunktide asukohad. Veerus 'meetod' info selle kohta, kas teostati ainult bentose proovivõtt või bentose ja veesamba mõõtmised

## Andmekogum 2 – tabelandmed

Tööde tulemusel valminud tabelandmed on koondatud *Microsoft Excel* faili (*aruanne.xlsx*).

Failis on kolm lehte ja järgmised veerud:

- proovipunktid – proovipunktide loend koos geograafiliste koordinaatidega. Ühele proovipunktile vastab üks rida. Veerud:
  - mainid – TÜ Eesti Mereinstituudi bentose andmebaasi proovipunkti tasandi identifikaator
  - kuupäev – proovipunkti külastuse kuupäev
  - laius – geograafiline põhjalaius WGS84 koordinaatsüsteemis kümnendsüsteemis
  - pikkus – geograafiline idapikkus WGS84 koordinaatsüsteemis kümnendsüsteemis
  - punkt – proovipunkti nimetus
  - meetod – info selle kohta, kas teostati ainult bentose proovivõtt või bentose ja veesamba mõõtmised
- bentos – proovipunktide kogutud bentoseandmed tihetabeli kujul. Veerud:
  - mainid – TÜ Eesti Mereinstituudi bentose andmebaasi proovipunkti tasandi identifikaator
  - prid – TÜ Eesti Mereinstituudi bentose andmebaasi proovi tasandi identifikaator
  - laius – geograafiline põhjalaius WGS84 koordinaatsüsteemis kümnendsüsteemis
  - pikkus – geograafiline idapikkus WGS84 koordinaatsüsteemis kümnendsüsteemis
  - punkt – proovipunkti nimetus
  - sampler – proovivõtu vahendi nimetus. Raam – 20×20 cm metallraam, millega sukelduja kogub proove kõvadelt põhjadelt. Wildco – Ekman-tüüpi

põhjaammutaja (proovivõtu pindala 0,023 m<sup>2</sup>). Video – allveevideosüsteem (nn *drop*-kaamera). Sukelduja – sukelduja poolt teostatud katvushinnangud.

- takson – taksoni nimetus. Enamasti ladinakeelne nimetus; eestikeelset nimetust on kasutatud väga üldiste taimerühmade korral (nt „niitjad rohevetikad“) videoproovides kui täpne määrang ei ole võimalik
- parameeter – mõõdetud parameeter: biomass kuivkaalus, arvukus, katvus, esinemine. Esinemine on märgitud mõningate taksonite korral, mille biomassi ega katvust ei hinnata (koorikuna kasvav sammalloom *Einhornia crustulenta*) või mille kuivkaal on määramata kuna proovid on fikseeritud täpsema taksonoomilise määramise jaoks (koloniaalne ränivetikas)
- mõõtühik – parameetri mõõtühik. Kuivkaal hinnatud biomassina ühe ruutmeetri kohta (g/m<sup>2</sup>), katvus protsentuaalselt (%), arvukus indiviidide arvuna ühe ruutmeetri kohta (ind/m<sup>2</sup>). Kui on hinnatud ainult liigi esinemine, siis on väärtuseks üks (1)
- väärtus – mõõdetud parameetri väärtus. Kui on hinnatud ainult liigi esinemine, siis on väärtuseks üks (1)

- veesammas – proovipunktidest kogutud veesamba keemilised ja füüsikalised andmed.

Veerud:

- kuupäev – proovipunkti küllastuse kuupäev
- punkt – proovipunkti nimetus
- laius – geograariline põhjalaius WGS84 koordinaatsüsteemis kümnnendsüsteemis
- pikkus – geograafiline idapikkus WGS84 koordinaatsüsteemis kümnnendsüsteemis
- sügavus – mõõtmishorisoni sügavus
- El. juhtivus mS/cm – elektrijuhtivus
- Fluorestsents Chl a µg/l – klorofüll a fluorestsents
- Hapnik %sat – hapniku küllastus
- Hapnik mg/l – hapniku kontsentratsioon
- Hapnik ml/l – hapniku kontsentratsioon
- pH – pH
- Soolsus psu – soolsus
- Temp °C – temperatuur
- CO<sub>2</sub> mg – süsinikdioksiidi kontsentratsioon
- PCO<sub>2</sub> mm – süsinikdioksiidi partsiaalrõhk