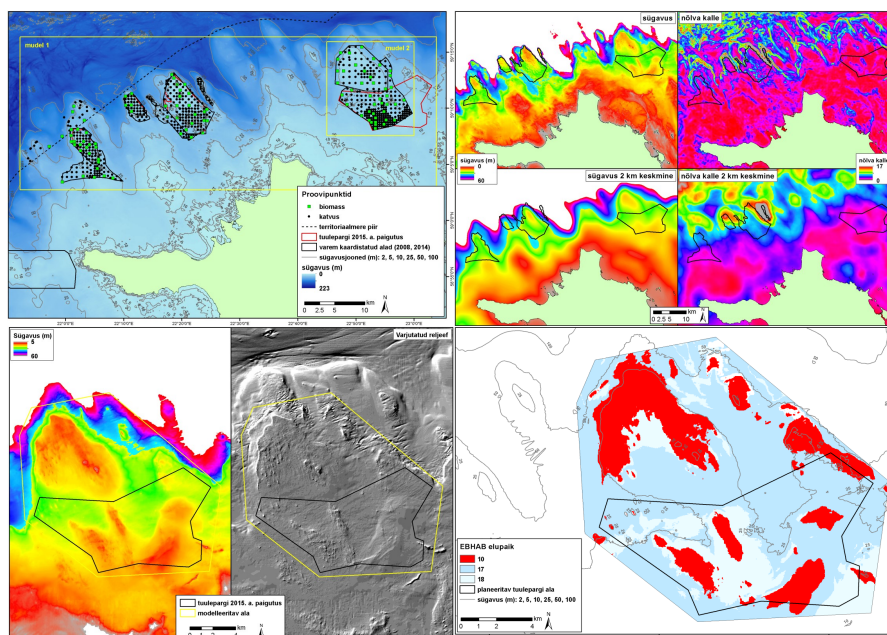


# TÄIENDAV EKSPERTHINNANG SEoses HIUMAA LOODERANNIKU OFFSHORE TUULEPARGI MUUDETUD ASUKOHA PLAANI MEREPÕHJAJELUSTIKU JA ELUPAIKADE INVENTUURIGA



Tellijä: SKEPAST & PUHKIM OÜ  
(tellimiskiri 27.05.2016, nr 35)



SISSEJUHATUS .....	3
1 MATERJAL JA METOODIKA .....	4
2 TULEMUSED .....	12
2.1 Uurimisala merepõhja setteline kirjeldus .....	12
2.2 Uurimisala merepõhja elustiku kirjeldus .....	13
2.3 Uurimisala põhjaelupaigad.....	17
2.3.1 EU Life projekti „Merekaitsealad Läänemere idaosas“ välja töötatud elupaikade (EBHAB) levik uurimisala piirkonnas.....	17
2.3.2 EL Loodusdirektiivi Lisa 1 elupaigatüüpide levik uurimisala piirkonnas .....	18
KOKKUVÕTE .....	20
KIRJANDUS .....	22

## **SISSEJUHATUS**

Antud uuringu eesmärgiks oli hinnata merepõhja substraadi, elustiku ja elupaikade levikut kavandatava Hiiumaa avamere tuulepargi alal, mis seoses 2015. aasta tuulepargi paiknemise muudatusega jääb väljapoole 2008. ja 2014. aastal väliuuringutega kaetud alasid. 2015. aasta muudatus on seotud ainult Apollo madala piirkonda jääva tuulepargi ala piiride muutmisega.

Ekspertarvamuse koostasid TÜ Eesti Mereinstituudi merebioloogia osakonna töötajad:

Kristjan Herkül

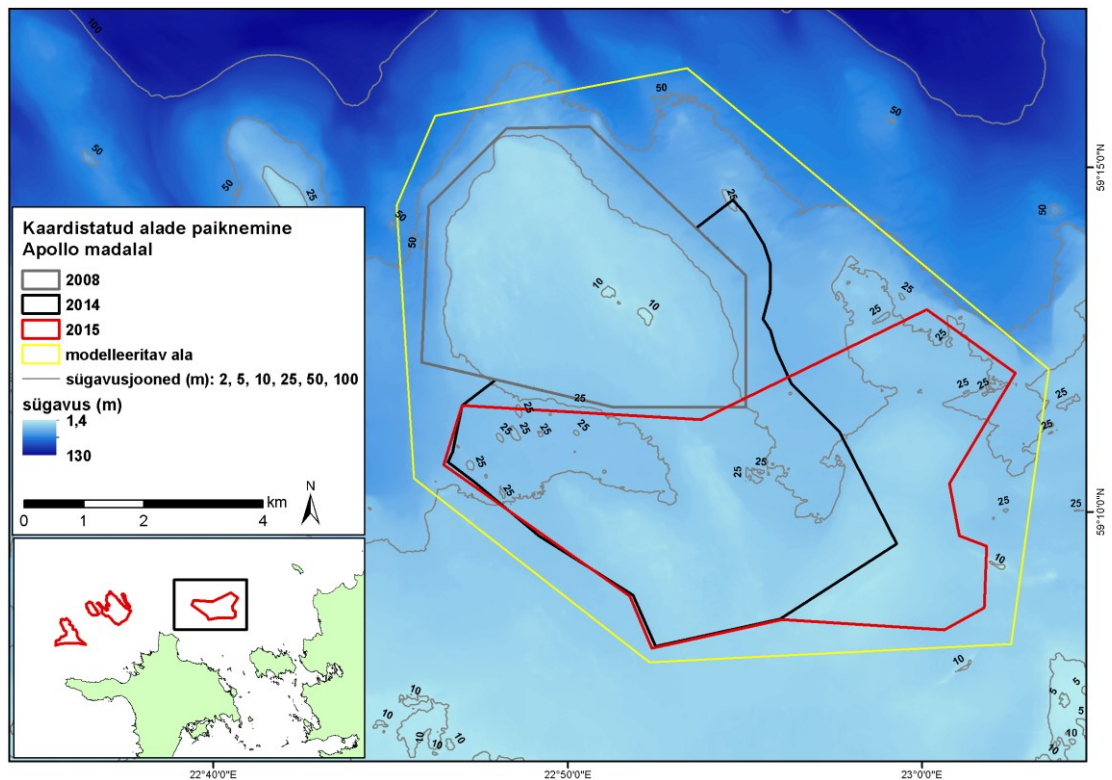
Liis Rostin

Georg Martin

# 1 MATERJAL JA METOODIKA

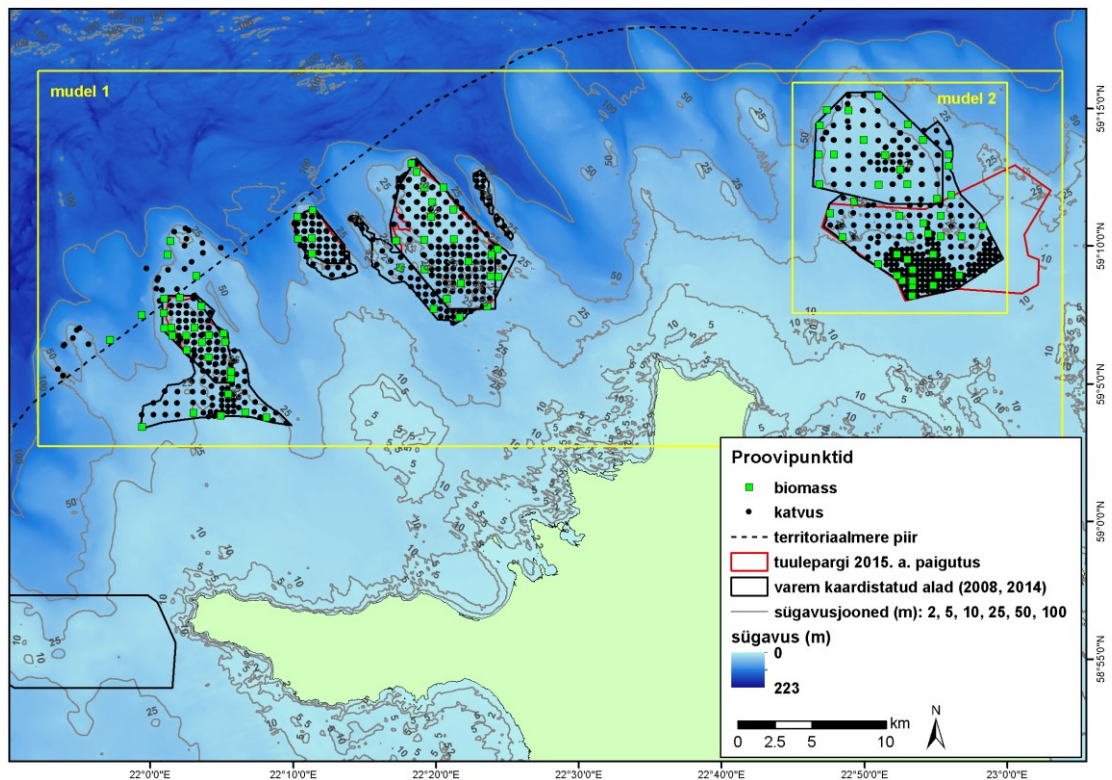
Kuna 2015. a. teostatud asukohamuudatus on võrdlemisi väike ja puudutab ainult teatud osa Apollo madalast (joonis 1), siis teostati käesolev hindamine ainult varem kogutud andmete ja modelleerimise abil ilma täiendavate väliuuringuteta. Põhjaelustiku ja –substraadi modelleerimise sisendandmetena kasutati TÜ Eesti Mereinstituudi bentose andmebaasi materjali, mis sisaldab kirjeid üle 25000 proovipunkti kohta alates 1959. aastast tänapäevani.

Bentose andmebaasis on peamiselt kahte tüüpi kirjed: biomassiproovid ja katvuseproovid. **Biomassiproovide** puhul on mere põhjast toodud füüsiline materjal (põhjasetted, taimed, loomad) põhjaammutajaga või sukelduja poolt. Biomassiproovide kogumisel kirjeldatakse põhjasubstraadi koostist ja omadusi. Hiljem laboris biomassiproovidest eraldatakse kõik makroskoopilised põhjataimestiku ja –loomastiku liigid ning määratakse nende kuivkaal. **Katvuseproovide** korral hinnatakse visuaalselt kas sukelduja poolt vee all või allveevideosalvestustelt põhjasubstraaditüüpide, põhjataimestiku ja –loomastiku liikide katvused protsentuaalselt. Proovide kogumine ja analüüs toimub vastavalt üldtunnustatud meetoditele, mille täpsemad kirjeldused on saadaval HELCOM seirejuhendis (HELCOM 2015) ja Eesti mereseire aruannetes (TÜ Eesti Mereinstituut 2016a). Täpsemat infot meetodikate kohta saab ka TÜ Eesti Mereinstituudi 2008. ja 2014. aastal valminud Hiiumaa avameretuuleparkide põhjaelustiku inventuuride aruannetest.



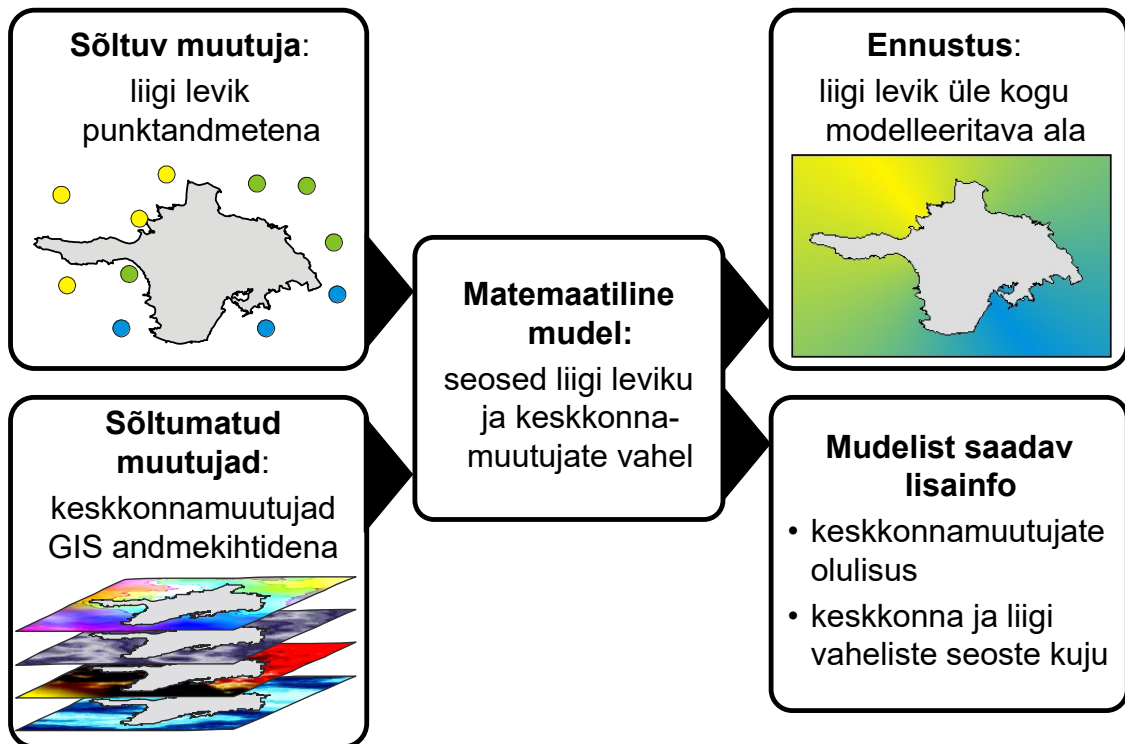
**Joonis 1.** Kaardistusalaade paiknemine Apollo madala piirkonnas. Eraldi polügooniga on näidatud modelleerimise ala, mille piires teostati põhjasubstraadi ja –elustiku leviku ennustused.

Modelleerimiseks valiti andmed, mis pärinesid avameremadalikelt Hiiumaast põhjas (joonis 2). Kasutati kokku 898 proovipunkti pärinevaid katvuseproove ja 97 proovipunkti pärinevaid biomassiproove, mis olid kogutud aastatel 2008–2015 läbiviidud tuulepargi planeerimisega seotud põhjaelustiku inventuuride ja projekti NEMA käigus.



**Joonis 2.** Käesolevas töös modelleerimiseks kasutatud proovipunktide paiknemine. Kollase raamiga on näidatud kahe erineva modelleerimise sisendandmestiku ulatus.

2015. aasta tuulepargi paigutuse muudatuse tagajärjel väliuuringutega katmata merealal Apollo madala piirkonnas põhjasubstraadi, põhjaelustiku ja elupaikade leviku hindamiseks kasutati ennustavat matemaatilist modelleerimist. Liikide (või ka elupaikade) leviku ennustav modelleerimine kujutab endast matemaatilist protseduuri, kus leitakse seosed liikide esinemise ja sõltumatute keskkonnamuutujate vahel ning nende seoste abil ennustatakse liikide levikut piirkondades, kust puuduvad vaatlused liikide kohta (joonis 3). Sõltumatuteks muutujateks kutsutakse mudelis muutujaid, mille väärtus mudelis ei sõltu ühestki teisest muutujast. Sõltuvaks muutujaks kutsutakse mudelis tunnust, mida soovitakse modelleerida ja mille väärtus mudelis on seotud sõltumatute muutujate väärtustega.



**Joonis 3.** Liikide (või ka abiootiliste elupaigamuutujate) ruumilise leviku modelleerimise töö-  
põhimõtte skeem.

Kuna tegemist on avamerelise keskkonnaga, mille ruumiline ulatus ei ole väga suur, siis oli kasutatavate keskkonnamuutujate hulk väga piiratud. Varasemates töodes (TÜ Eesti Mereinstituut 2016b), kus on modelleeritud põhjaelustiku ja –elupaikade levikut suurtel merealadel ja rannikust kuni majandusvööndi välispiirini, on võimalik kasutada suurt hulka keskkonnamuutujaid lisaks sügavusele, millel on selged ja tugevad gradiendid (näiteks soolsus ja avatus lainetusele). Käesoleval uuringualal kujundavad elustiku levikumustreid sügavus, põhjatopograafia ja põhjasubstraat. Kuna põhjasubstraadi kohta modelleeritaval alal infot ei ole, siis on võimalik kasutada sügavusandmestikku ja selle derivaadina merepõhja nõlva kallet (joonis 4).

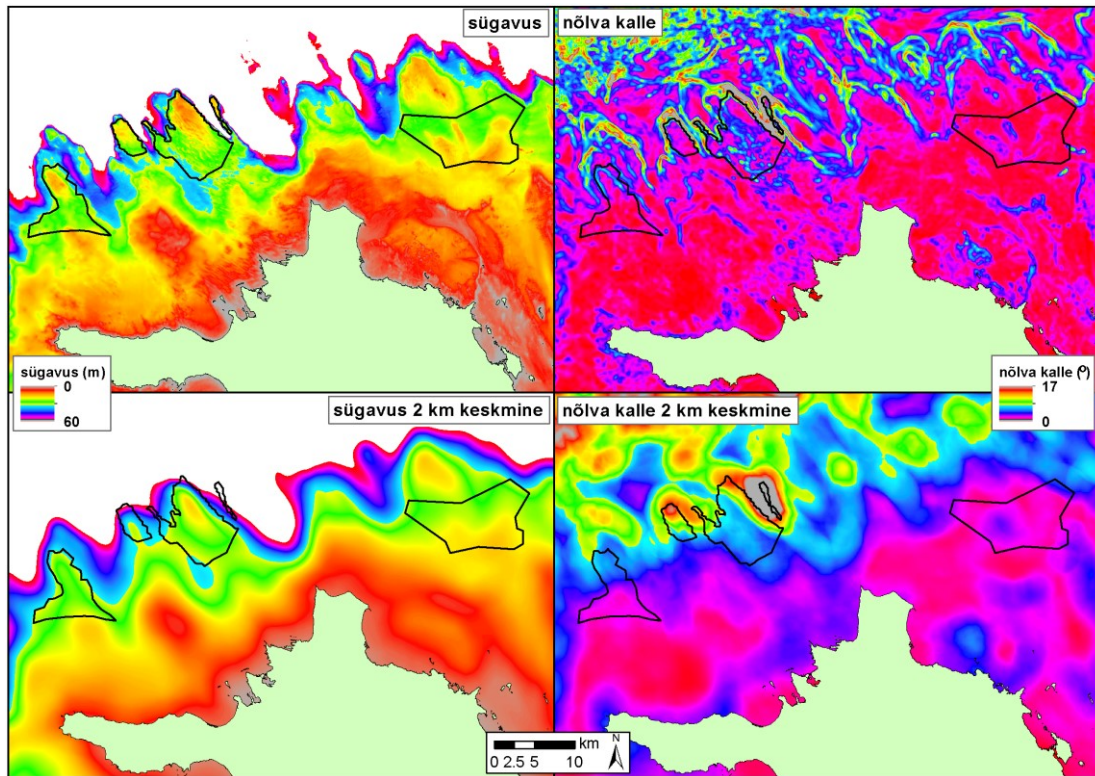
Merepõhja sügavuse allikana kasutati Eesti Veeteede Ametilt saadud mere sügavuste 10 m resolutsiooniga punktandmestikku seisuga 16.12.2015. Punktandmestikust loodi interpoleerimise teel 10 m piksliga sügavusraster geoinfosüsteemi tarkvaras *ArcGIS* 10.2.1 (joonised 4, 5). Merepõhja nõlva kalded arvutati *ArcGIS* tööriista *Slope* abil. Lisaks arvutati nii sügavusest kui nõlva kaldest 2 km raadiusega keskmistused, et lisaks lokaalsele väikeseskaalalisele keskkonnale kirjeldada ka laiemat lähiümbrust.

Sõltumatute muutujatena kasutati käesolevas töös järgmisi muutujaid (joonised 4, 5):

- sügavus

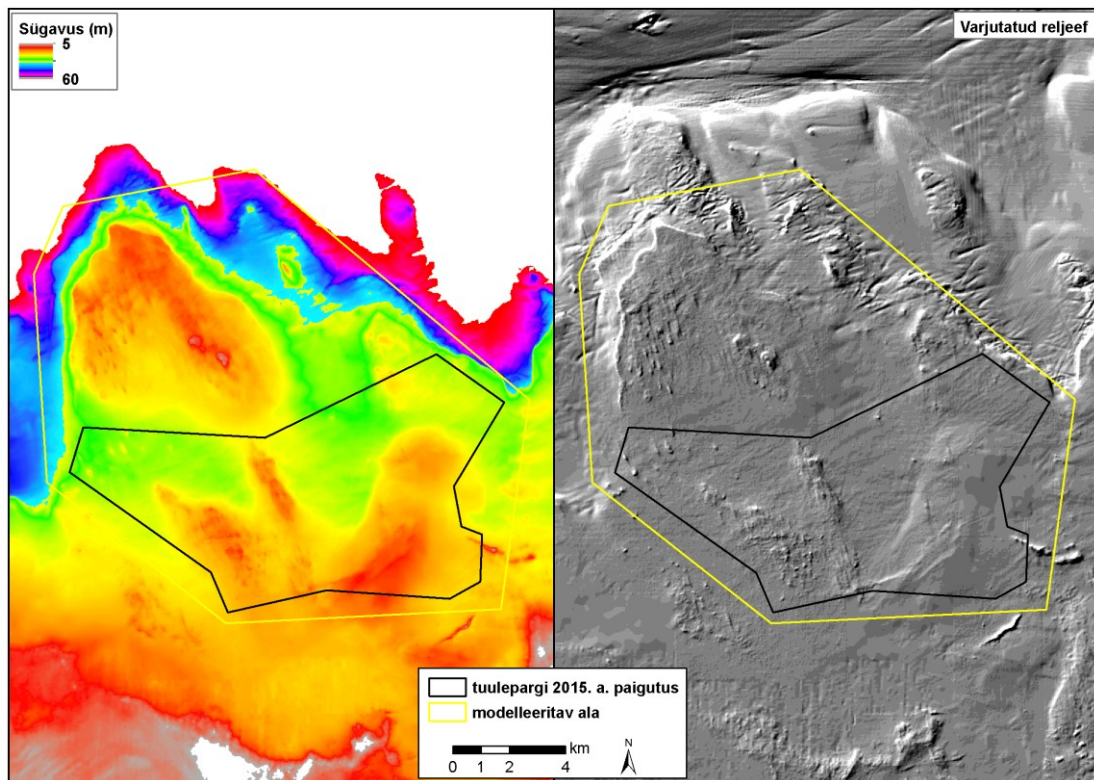


- keskmine sügavus 2 km raadiuses
- merepõhja nõlva kalle
- keskmine merepõhja nõlva kalle 2 km raadiuses
- geograafilised koordinaadid (meetermõõdustikus, Eesti riiklik koordinaatsüsteem 1997)



**Joonis 4.** Sügavuse ja mere põhja nõlva kallete sisendandmed, mida kasutati leviku modelleerimisel sõltumatute muutujatena. Sügavuse puhul ei ole kuvatud 60 m suuremaid sügavusi.





**Joonis 5.** Mere sügavus ja põhja topograafia modelleeritaval alal Apollo madalal.

Matemaatilise mudeli lihtsaimaks näiteks on lineaarne regressioon, kus kahe tunnuse vahelist seost kirjeldatakse sirge joonena. Käesolevas töös kasutati keerukamaid mudeleid, mis võimaldavad formaliseerida erineva kujuga seoseid. Ei ole olemas ühte ainsat mudeli algoritmi, mis sõltumata algandmetest annaks alati parima ennustuse. Seetõttu kasutati käesolevas töös kahte algoritmi, mis on varasemas praktiks näidanud head ennustusvõimet: üldistatud aditiivsed mudelid ja juhumets.

Üldistatud aditiivsed mudelid (**GAM**, *generalized additive models*) on mitteparameetiline meetod, mis võimaldab erineva kujuga seoste mittelineaarset modelleerimist silumisfunktsiooni abil (Wood 2011). Silumisfunktsiooni arvutamine toimus üldistatud ristvalideerimise meetodil (GCV, *generalized cross-validation*). Mudeli ülesobitumise (*overfitting*) vältimiseks piirati sõltumatute muutujate silumisfunktsiooni vabadusastmete arv maksimaalselt neljale. Algoritm lubati automaatset sõltumatute muutujate valikut mudelisse.

Juhumets (**RF**, *random forest*) on ansamblimeetod, mille puhul luuakse suur hulk otsuste puid kasutades iga puu loomisel tagasipanekuga juhuvalimit (*bootstrap*) tunnustest ja vaatlustest (Remm *et al.* 2012). Seejärel kombineeritakse lõpptulemuseks parima ennustusvõimega otsuste puud. Ennustamisel saadakse lõplik ennustatava muutuse 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 and Wiener 2002); käesolevas töös kasutati 1000 puud.

Kõik mudelarvutused viidi läbi vabavaralises statistikatarkvaras R 3.2.2 (The R Foundation for Statistical Computing 2015). GAM ja RF meetodite jaoks kasutati vastavalt järgmisi R-i pakette: *mgcv* (Wood 2015) ja *randomForest* (Breiman et al. 2015).

Lisaks erinevatele modelleerimisalgoritmidele testiti kahte erinevat sisendandmete komplekti:

1) kogu tuulepargi alalt pärinev andmestik (mudel 1, vt joonis 2);

2) ainult Apollo madalalt pärinev andmestik (mudel 2, vt joonis 2).

Kahe erineva andmestiku kasutamise eesmärgiks oli välja selgitada, kas parema ennustusvõime tagab mahukam laiemalt alalt pärinev sisend või väiksem aga modelleeritava ala lähinaabrusest pärinev sisend.

Võimalike sügavuste ja nõlvakallete andmetes mittekajastuvate, kuid põhjasubstraadi ja elustiku levikumustrites esinevate ruumimustrite kajastamiseks leviku modelleerimisel testiti ka geograafiliste koordinaatide (meetermõõdustikus) kasutamist sõltumatute muutujatena koos sügavuste ja nõlvakalletega. See võimaldab mudelil teoreetiliselt täpsustada seoseid otsese geograafilise mõõdme abil. Seega oli kokku kaheksa erinevat mudelivarianti:

algoritm (2 taset: GAM, RF) × sisendandmete komplekt (2 taset: mudel 1, mudel 2) × geograafilised koordinaadid (2 taset: jah, ei) = 8.

Tööprotsessi optimeerimiseks ei jooksutatud kõiki mudelivariante kõigi modelleeritavate muutujate leviku prognoosimiseks vaid teostati astmelisi valikuid mudelennustuste visuaalse hindamise abil. Esimese astmena teostati kõigi muutujate modelleerimine ainult RF meetodil koos kõigi sisendandmete komplektide ja koordinaatide kombinatsioonidega. Selle tulemusena selgus, et mudel 2 annab adekvaatsemaid tulemusi ning et koordinaatide kasutamine sisendandmetes loob teataval määral horisontaal- ja vertikaaltributusena ilmnevaid artefakte. Teises astmes kasutati GAM algoritmi koos mudel 2 sisendandmetega ja ilma koordinaatideta ning võrreldi tulemusi vastavate RF tulemustega nii matemaatilise valideerimise kui visuaalse hinnangu põhjal. Matemaatilisel valideerimisel võrreldi mudelennustuste keskmist absoluutset viga (*mean absolute error*). Lõplikuks valikuks osutus GAM algoritm mudel 2 sisendandmete komplektiga ja ilma koordinaatide kasutamiseta. Ainult settes elavate karpide levik faktortunnusena modelleeriti RF abil, sest GAM ei võimalda modelleerida faktortunnuseid.

Ennustusandmestiku jaoks loodi 20 m sammuga punktivõrgustik üle modelleeritava ala (joonis 1) ja igas punktis leiti kõigi keskkonnamuutujate väärtused. Kasutades loodud

mudeleid, arvutati iga ennustusandmestiku punkti jaoks substraadi ja elusiku muutujate väärtused, millest omakorda loodi geoinfosüsteemis ArcGIS rasterkihid ruudu suurusega 20 m.

Modelleeriti samade muutujate levikut, mille leviku kaardid on ära toodud 2014. aasta aruandes:

- liiva katvus,
- kõva põhjasubstraadi katvus,
- põhjataimestiku üldkatvus,
- niitjate punavetikate katvus,
- söödava rannakarbi (*Mytilus trossulus* Gould) katvus,
- karide elupaigatüübi tunnusliikide summaarne katvus,
- põhjaelustiku liikide arv biomassiproovide põhjal,
- settes elavate karpide levik biomassiproovide põhjal (modelleeritud faktortunnusena:  $< 10 \text{ g m}^{-2}$ ,  $\geq 10 \text{ g m}^{-2}$ ).

Kasutades ülekatteanalüüsi geoinfosüsteemis ArcGIS loodi eeltoodud muutujate alusel ka merepõhja elupaikade leviku kaardikihid:

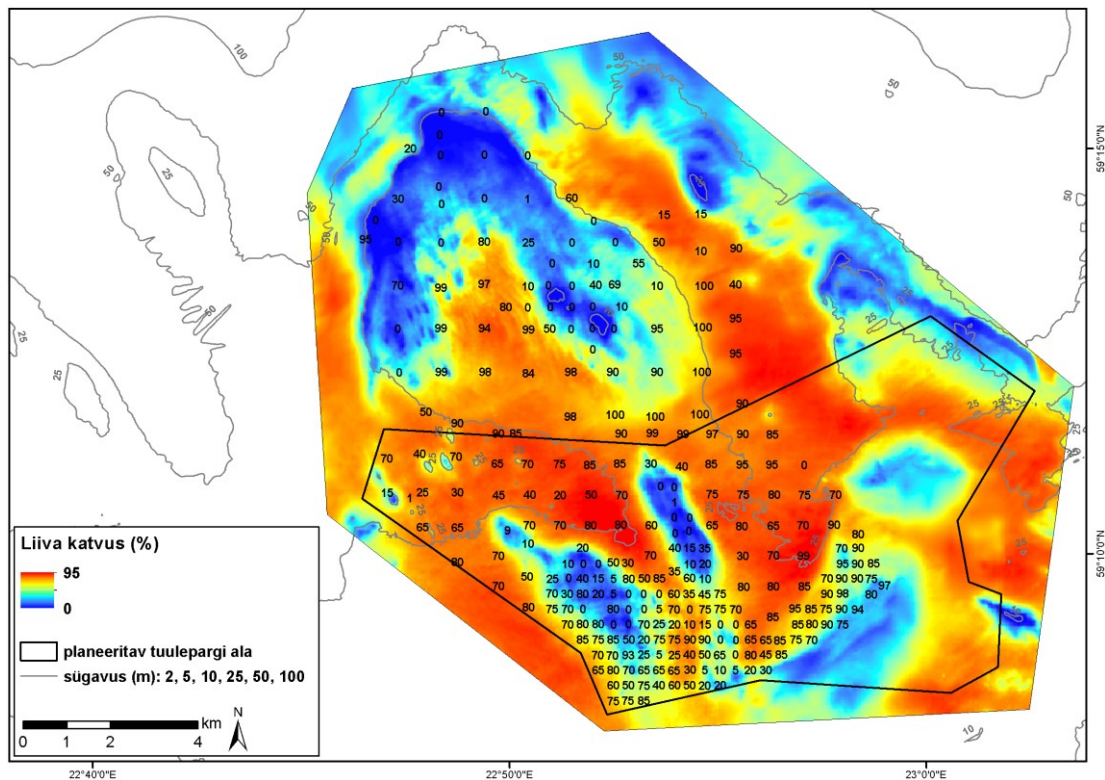
- EBHAB elupaik;
- Loodusdirektiivi lisa 1 elupaigatüübid „karid“ (kood 1170) ja „mereveega üleujutatud liivamadalad“ (kood 1110).

EBHAB elupaikade ja loodusdirektiivi elupaigatüüpide definitsioonide kirjeldused on toodud nii 2014. aasta Hiiumaa avamere tuulikupargi põhjaelustiku inventeerimise aruandes (TÜ Eesti Mereinstituut 2014a) kui ka näiteks Merepõhja elupaikade definitsioonide tõlgendamise juhendis (TÜ Eesti Mereinstituut 2014b) ning käesolevas aruandes neid seetõttu välja ei tooda.

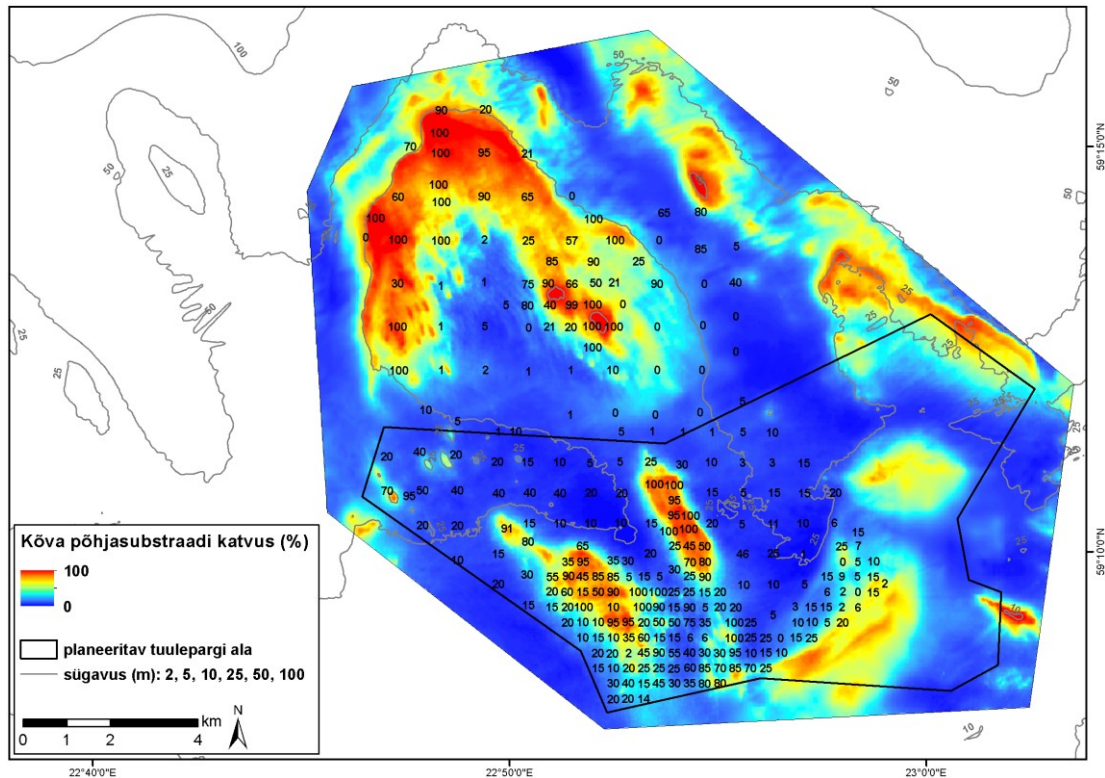
## 2 TULEMUSED

### 2.1 Uurimisala merepõhja setteline kirjeldus

Apollo madala piirkonnas ehk uurimisalal, mis 2015. aasta tuulepargi paigutuse muudatuse tagajärjel väliuuringutega katmata jäi, esineb nii liivamadalaid (joonis 6) ning kõva põhjasubstraati (joonis 7). Modelleerimistulemuste visuaalsel hinnangul moodustab pea pool uurismisalast kõva merepõhi, mis on iseloomulik madalamatele merealadele antud merepiirkonnas. Sügavamatel sügavustel on esindatud liivased merepõhjad.



**Joonis 6.** Liiva katvuse (liivamadalate elupaigatüübi üks kriteeriumitest) modelleeritud levik. Numbrilised väärtused näitavad liiva katvust proovipunktides.



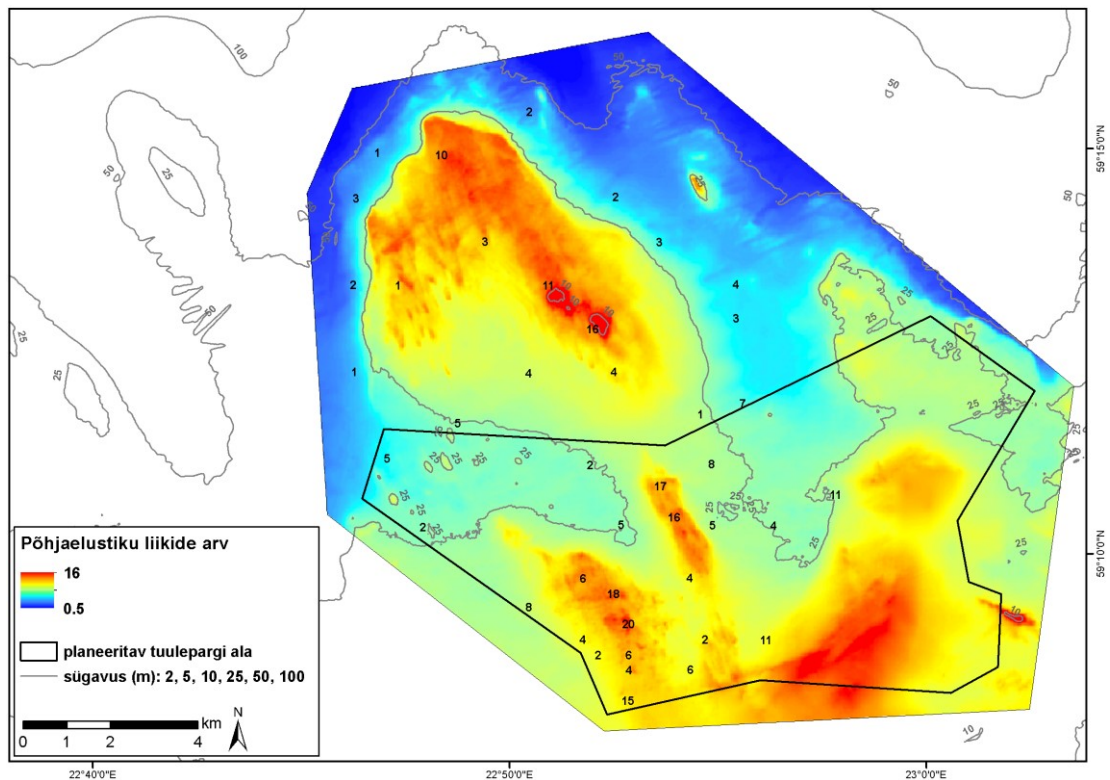
**Joonis 7.** Kõva põhjasubstraadi katvuse (karide elupaigatüübi üks kriteeriumitest) modelleeritud levik. Numbrilised väärtused näitavad kõva põhjasubstraadi katvust proovipunktides.

## 2.2 Uurimisala merepõhja elustiku kirjeldus

Apollo madal on suuresti mõjutatud Läänemere avaosa keskkonnatingimuste poolt. Põhiliseks elustikku vormivaks teguriks on sügavus, lainetuse mehhaaniline mõju ning mõnevõrra kõrgem soolsus (6–7 psu) võrreldes idapoolse jäävate mereosadega. Apollo madalal esines enamasti sügavatele ning avamere aladele iseloomulikke põhjataimestiku ning –loomastiku liike (HELCOM 2012). Varem kaardistatud Apollo madala põhjaelustiku kirjeldused on ära toodud 2014. aasta Hiiumaa avamere tuulikupargi põhjaelustiku inventeerimise aruandes (TÜ Eesti Mereinstituut 2014a).

Modelleerimistulemuste põhjal on uuritaval alal liigiline mitmekesisus madal võrreldes eelkõige rannikumerega (joonis 8). Liigilise mitmekesisuse vähesust uurimisalal võib põhjustada lisaks põhjaelustikku vormivatele teguritele ka erinevate elupaikade nappus, avatus lainetusele ning suured sügavused. Põhjaelustiku maksimaalne liigirikkus esineb uuritaval ala piirkondades, kus leidub kõva substraat mis jäävad uue tuulepargi paigutusala lõunapoolsemasse ja keskmisse ossa (joonis 7 ja 8).

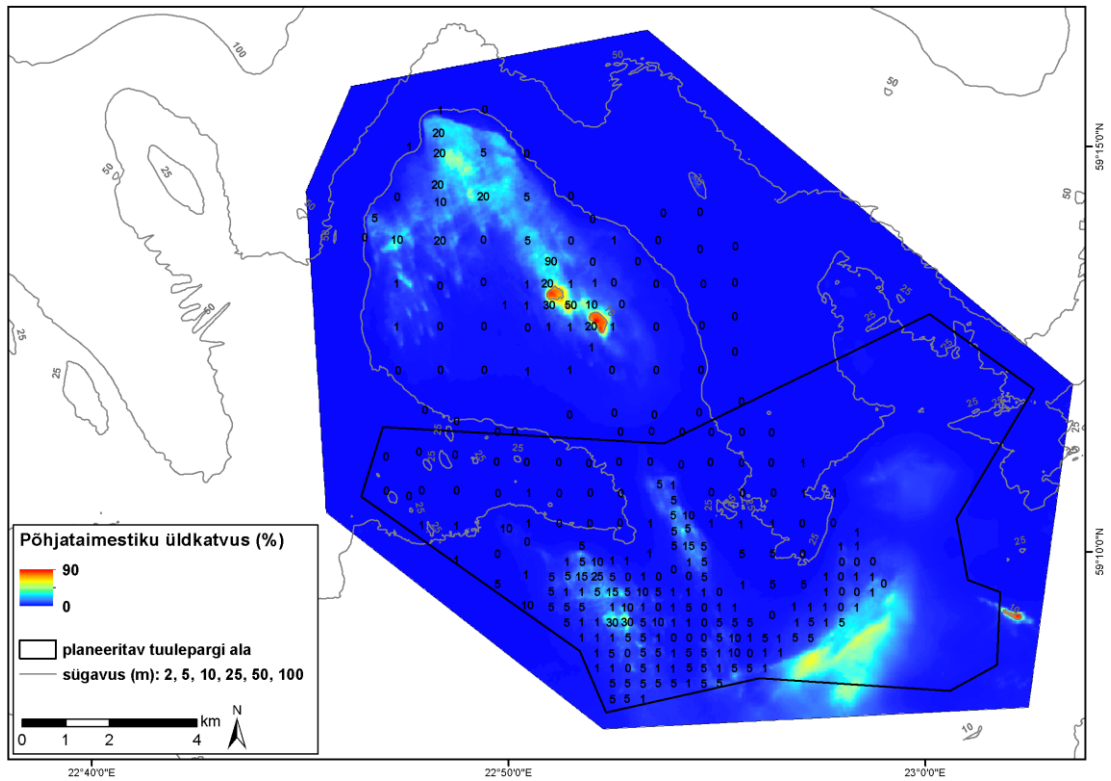




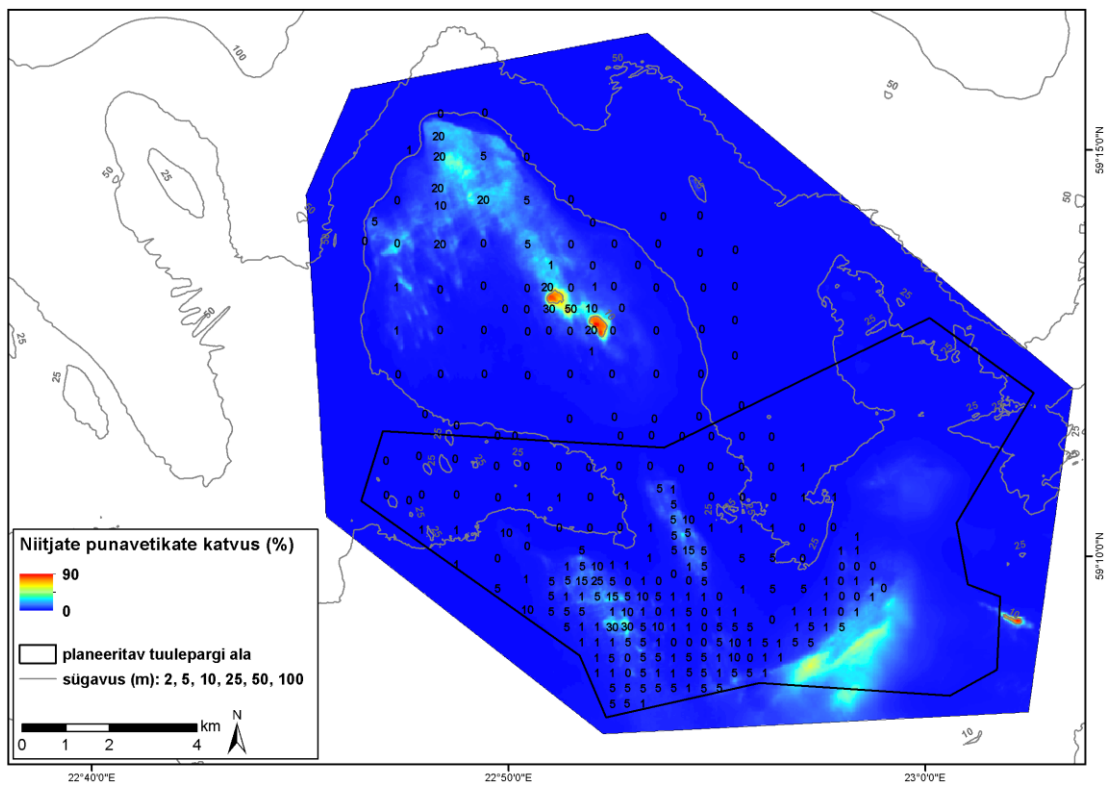
**Joonis 8.** Põhjaelustiku liigirikkuse modelleeritud levik. Numbrilised väärtused näitavad liikide arvu proovipunktides, kust on kogutud biomassiproove.

Suurim põhjataimestiku üldkatvus jääb uurimisala lõunaossa (joonis 9), mille suuremalt jaolt moodustavad niitjad punavetikad (joonis 10). Niitjate punavetikate rühm sisaldab kõiki kõval substraadil kinnitunult kasvavaid vetikaid peale pikaealiste ja suuretalluseliste agariku ja põisadru. Niitjad punavetikad on iseloomulikumat suurematele sügavustele ning Läänemere avaosale (HELCOM 2012).



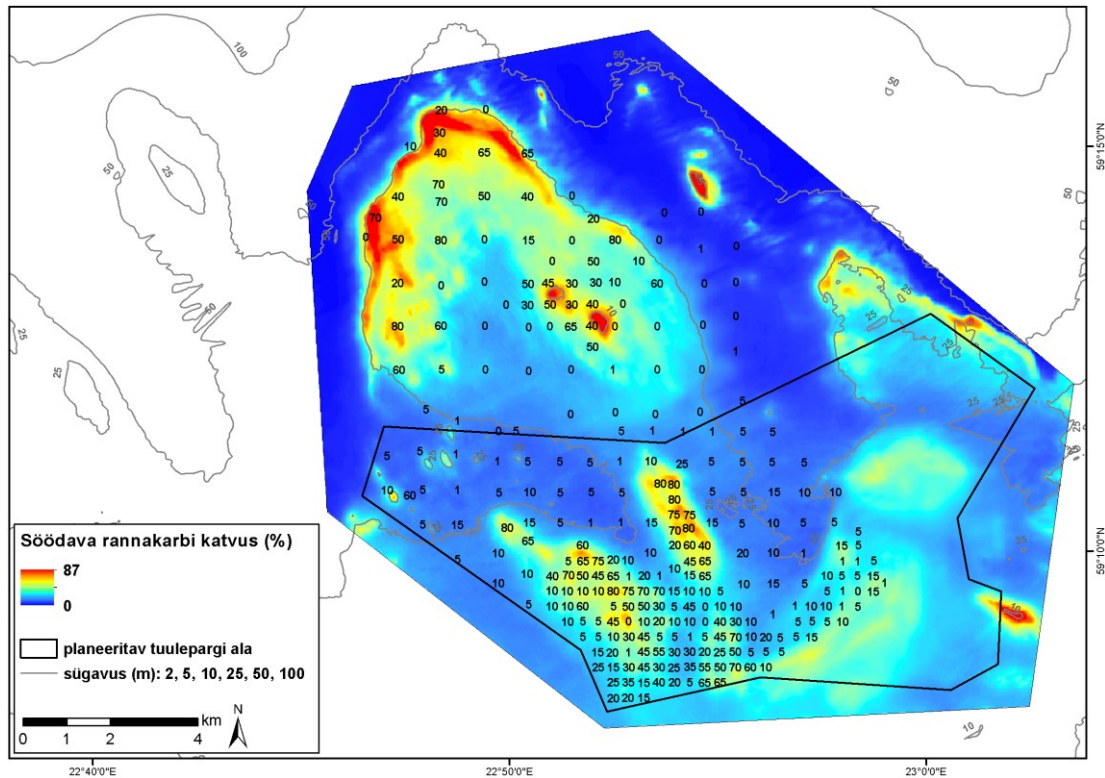


**Joonis 9.** Põhjataimestiku üldkatvuse modelleeritud levik. Numbrilised väärtused näitavad üldkatvust proovipunktides.

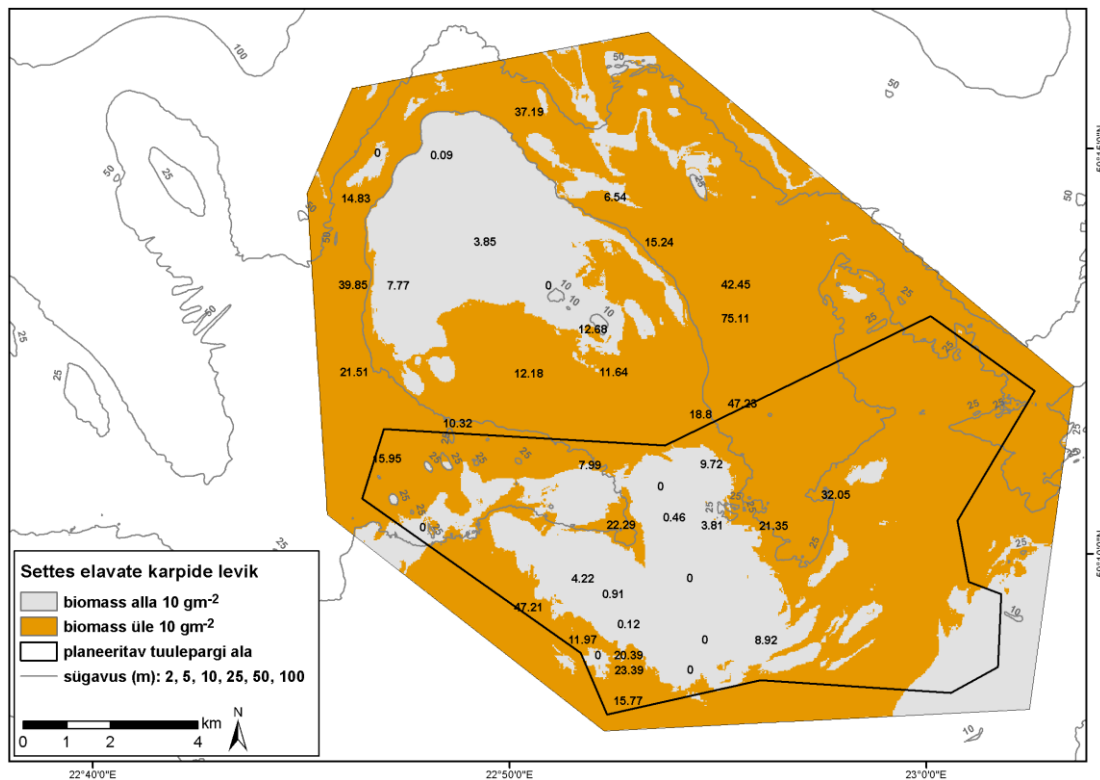


**Joonis 10.** Niitjate punavetikate katvuse modelleeritud levik. Numbrilised väärtused näitavad niitjate punavetikate katvust proovipunktides.

Põhjaloostiku leviku määravad ära eelkõige sette tüüp ning taimestiku olemasolu. Modelleerimistulemuste põhjal domineerib uurimisala kõval substraadil söödava rannakarpi (*Mytilus trossulus*) (joonis 11). Antud liigi puhul on tegemist kinnituvaga vormiga ning seega on eksisteerimiseks vajalik kõva aluspinnas. Pehmetel põhjadel leidub enamasti settes elavaid karpe (joonis 12).



**Joonis 11.** Söödava rannakarbi (*Mytilus trossulus*) katvuse modelleeritud levik. Numbrilised väärtused näitavad rannakarbi katvust proovipunktides.



**Joonis 12.** Settes elavate karpide modelleeritud levik faktortunnusena. Numbrilised väärtused näitavad settes elavate karpide biomassi proovipunktides.

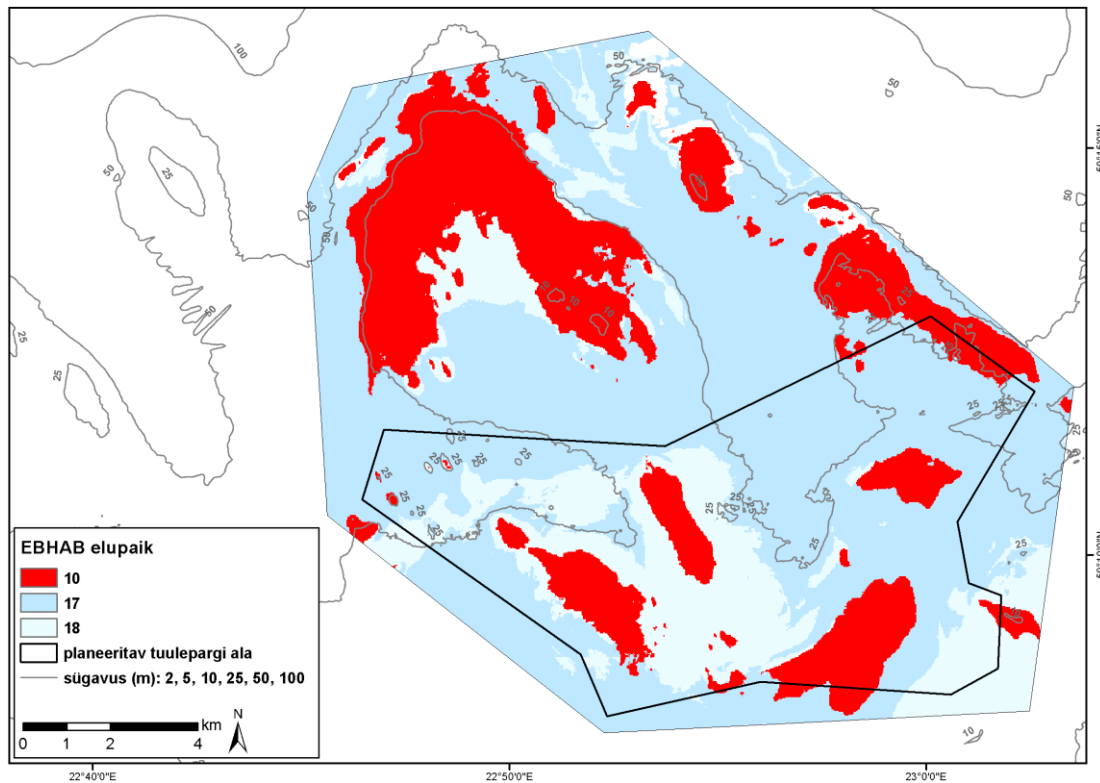
## 2.3 Uurimisala põhjaelupaigad

### 2.3.1 EU Life projekti „Merekaitsealad Läänemere idaosas“ välja töötatud elupaikade (EBHAB) levik uurimisala piirkonnas

EU Life projekti „Merekaitsealad Läänemere idaosas“ välja töötatud elupaikade klassifikatsiooni levik uuringuala piirkonnas osutus äärmiselt homogeenseks. Eesti rannikuvetes esinevatest 18-st EU LIFE projekti „Merekaitsealad Läänemere idaosas“ merepõhja elupaikadest esinesid kõikidel uuritud merealadel ainult 3:

- 10 – mõõdukalt avatud kõvad põhjad karpide kooslustega, kus elupaigale on iseloomulikud kinnitunud karpide kolooniad ning niitjad vetikad;
- 17 – mõõdukalt avatud pehmed põhjad karpide kooslustega, kus biomassis domineerivad erinevad karbid. Põhjataimestik on esindatud, kuid vähesel määral (kas kinnitunult üksikutele kividele või siis lahtise vetikamassina);
- 18 – mõõdukalt avatud pehmed põhjad kindla liigilise domineerimiseta, kus antud elupaigatüübile on iseloomulik selgete dominantliikide puudumine. Põhjataimestik on esindatud, kuid vähesel määral.

Modelleerimistulemuse visuaalsel hinnangul domineerib uurimisalal mõõdukalt avatud pehmed põhjad karpide kooslustega (EBHAB elupaik 17). Joonisel 13 on ära toodud EBHAB elupaikade modelleeritud levik. Varem kaardistatud Apollo madala EBHAB põhjaelupaikade kirjeldused on ära toodud 2014. aasta Hiiumaa avamere tuulikupargi põhjaelustiku inventeerimise aruandes (TÜ Eesti Mereinstituut 2014a).



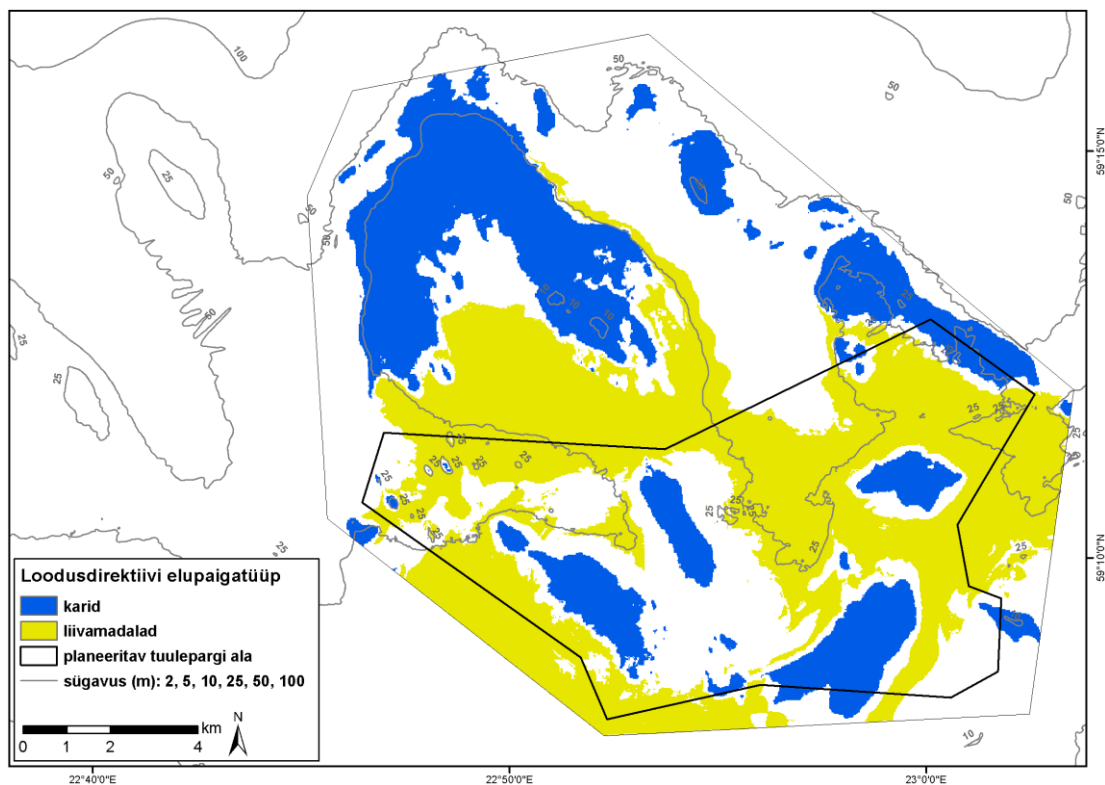
**Joonis 13.** EBHAB elupaikade modelleeritud levik.

### 2.3.2 EL Loodusdirektiivi Lisa 1 elupaigatüüpide levik uurimisala piirkonnas

Loodusdirektiivi Lisa I elupaigatüüpide kohaselt leidub uuritud madalate piirkonnas elupaigatüüpe „karid“ (kood 1170) ning „mereveega üleujutatud liivamadalad“ (kood 1110). Antud elupaikade leviku määratlemisel kasutati geoloogilist, batümeetrilist ja bioloogilist informatsiooni. Elupaigatüübile „mereveega üleujutatud liivamadalad“ on iseloomulik liivase sette domineerimine, suhteliselt taimestikuga koosluste olemasolu ning põhjaloomastikust domineerivad settes elavad karbid. Elupaigatüübile „karid“ on iseloomulik kõva substraadi domineerimine, põhjaelustiku moodustavad põhiliselt erinevad pruun- ja punavetikate kooslused ning sessiilse eluviisiga põhjaloomad. Elupaigal on oluline struktuurne roll kõrge hüdrodünaamilise aktiivsusega aladel. Karbid ning tõruvähid on biofiltreerijad, nad vähendavad vees leiduva fütoplanktoni hulka ja parandavad vee

läbipaistvust. Karbid on oluline toit mitmetele kalaliikidele ning madalamatel aladel moodustavad karbid suure osa ka veelindude toidust.

Modelleerimistulemuse visuaalsel hinnangul domineerib EL Loodusdirektiivi Lisa 1 elupaigatüüp „mereveega üleujutatud liivamadalad“. Küllaltki suure osa uuringualast moodustab ka elupaigatüüp „karid“. Joonisel 13 on ära toodud EL Loodusdirektiivi Lisa 1 elupaiga tüüpide modelleeritud levik. Varem kaardistatud Apollo madala EL Loodusdirektiivi Lisa 1 elupaikade kirjeldused on ära toodud 2014. aasta Hiiumaa avamere tuulikupargi põhjaelustiku inventeerimise aruandes (TÜ Eesti Mereinstituut 2014a).



**Joonis 14.** Loodusdirektiivi elupaigatüüpide modelleeritud levik.

## KOKKUVÕTE

Käesoleva uuringu eesmärgiks oli hinnata merepõhja substraadi, elustiku ja elupaikade levikut kavandatava Hiiumaa avamere tuulikupargi alal, mis seoses 2015. aasta tuulikupargi paiknemise muudatusega jääb väljapoole 2008. ja 2014. aastal väliuuringutega kaetud alasid.

Uuringuala ulatuses on tegemist suhteliselt homogeense keskkonnaga. Suuremalt jaolt leidub uuringualal aluspinnana liiv, kuid ka kõva substraati. Merepõhja taimestiku liigiline mitmekesisus oli madal võrreldes rannikumere mitmekesisusega, mis võib tuleneda erinevatest keskkonnatingimustest (avatus lainetusele, suured sügavused, homogeenne põhjasubstraat, soolsus). Suurimad taimestiku katvused, mille moodustasid niitjad punavetikad, esinesid siiski uuringuala kõva aluspinnaga piirkonnas. Põhjaloostikust domineeris söödav rannakarp (*Mytilus trossulus*) kõvadel põhjadel ning settes elavad karbid liivastel merepõhjadel. Elustiku võtmeliigiks oli antud uuringualal söödav rannakarp.

EU Life projekti „Merekaitsealad Läänemere idaosas“ välja töötatud elupaikade klassifikatsiooni (EBHAB) levik uuringuala piirkonnas osutus küllaltki homogeenseks. Eesti rannikuvetes esinevatest 18-st EU LIFE projekti „Merekaitsealad Läänemere idaosas“ merepõhja elupaikadest esinesid kõikidel uuritud merealadel ainult 3:

- 10 – mõõdukalt avatud kõvad põhjad karpide kooslustega,
- 17 – mõõdukalt avatud pehmed põhjad karpide kooslustega,
- 18 – mõõdukalt avatud pehmed põhjad kindla liigilise domineerimiseta.

Looduskaitse väärtusega EL Loodusdirektiivi Lisa 1 elupaigatüüpidest leidub uuringupiirkondades karid (kood 1170) ja mereveega üleujutatud liivamadalaid (kood 1110). Karide elupaiga madalatest piirkondadest leidis uuringualal põhjataimestikust niitjaid punavetikaid ning sessiilse eluviisiga söödavat rannakarpi. Sellest tulenevalt on karide elupaigatüübi näol tegemist uuringupiirkonnaga, kus looduskaitse väärtus on suurim ning ühtlasi on põhjaelustik kõige liigirikkam.

Meretuulepargi rajamisel tuleks lähtuda elupaigatüüpide kaartidest ning võimalusel mitte või võimalusel vähem paigaldada tuulikuid piirkonda, kus esineb looduskaitse väärtusega elupaiku, eelkõige EBHAB elupaika nr. 10 – mõõdukalt avatud kõvad põhjadkarpide kooslustega ning EL loodusdirektiivi lisa 1 elupaigatüüpi karid (1170), mis on kõrge looduskaitse väärtusega. See on tingitud tavapärasest suurema biomassi (kõrge produktsioon) ning olulisuse tõttu toiduahelas.



Nii ehituse ajal kui hiljem ekspluatatsiooni käigus tuleb korraldada merepõhja elupaikade ja merekeskkonna seiret jälgimaks võimalikke muutusi ja võimaldamaks operatiivselt reageerida ebasoovitavatele muutustele merepõhjaelupaikade ja –keskkonna seisundis.

Kuna käesolevas aruandes esitatud elupaikade levikuhinnangud põhinevad modelleerimisel, soovitame enne ehitustegevust tesotada ka reaalne piirkonna merepõhja elupaikade inventuur vastavalt varasemalt teistel tuulepargi paiknemisaladel teostatud inventuuride metoodikale. See annaks võimaluse hinnata ka kvantitatiivselt elupaikade levikut (käesolevas töös elupaikade levikule kvantitatiivseid hinnaguid ei antud, kuna metoodika on võrreldes varasemate uuringutega erinev).

## KIRJANDUS

- Breiman L, Cutler A, Liaw A, Wiener M (2015) randomForest: Breiman and Cutler's random forests for classification and regression. R package version 4.6-12. <http://cran.r-project.org/web/packages/randomForest/>
- HELCOM. 2012. Checklist of Baltic Sea Macro-species. Balt. Sea Environ. Proc.,130: 26–195.
- 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>
- Liaw A, Wiener M (2002) Classification and Regression by randomForest. R News 2(3):18–22.
- Remm K, Remm J, Kaasik A (2012) Ruumiliste loodusandmete statistiline analüüs. Õpik-käsiraamat. Tartu Ülikooli Ökoloogia ja Maateaduste Instituut. Tartu
- The R Foundation for Statistical Computing (2015) R version 3.2.2. <http://www.r-project.org/>
- TÜ Eesti Mereinstituut (2014a) Hiiumaa looderanniku offshore tuulepargi muudetud asukohaplaani merepõhjaelustiku ja elupaikade inventuur
- TÜ Eesti Mereinstituut (2014b) Merepõhja elupaikade definitsioonide tõlgendamise juhend. Teostatud projekti „Eesti merealade planeerimiseks looduskaitse teabe koondamine, sh. territoriaalmere mereelupaikade modelleerimine“ raames
- TÜ Eesti Mereinstituut (2016a) Rannikumere operatiivseire 2015
- TÜ Eesti Mereinstituut (2016b) Loodusdirektiivi mereliste elupaigatüüpide ja eunis tase 3 elupaikade leviku modelleerimine eesti majandusvööndis. Teostatud projekti „Eesti merealade loodusväärtuste inventeerimine ja seiremetoodika väljatöötamine“ raames
- Wood SN (2011) Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models. Journal of the Royal Statistical Society (B) 73(1):3-36
- Wood S (2015) mgcv: Mixed GAM Computation Vehicle with GCV/AIC/REML smoothness estimation. R package version 1.8-9. <http://cran.r-project.org/web/packages/mgcv>