

**Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut**

**HIUMAA LOODERANNIKU OFFSHORE TUULEPARGI MUUDETUD  
ASUKOHAPLAANI MERE PÕHJAE LUSTIKU JA ELUPAIKADE  
INVENTUUR**

**Aruanne**

**Töövõtuleping: 23.05.2014  
Tellija: Nelja Energia AS**

**Lepingu vastutav täitja:  
Georg Martin**

**Tallinn 2014**

# SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	3
1. MATERJAL JA METOODIKA .....	4
1.1. Välitööd ning videosalvestiste ja proovide analüüs .....	4
1.1.1. Apollo madal .....	5
1.1.2. Vinkovi madal ja Madal 2 .....	6
1.1.3. Madal 1.....	6
1.2. Sonariga merepõhja kaardistamine ning merepõhja elupaikade levikukaartide koostamine .....	7
1.2.1. Sonariga merepõhja kaardistamise vajadus ja tööpõhimõtted .....	7
1.2.2. Merepõhja elupaikade levikukaartide vajadus ja koostamine .....	10
2. TULEMUSED.....	16
2.1. Uurimisalade merepõhja setteline kirjeldus .....	16
2.1.1 Apollo madal .....	16
2.1.2. Vinkovi madal ja Madal 2 .....	18
2.1.3. Madal 1 .....	20
2.2. Põhjaelustiku inventuuri tulemused .....	22
2.2.1. Põhjataimestik .....	24
2.2.2. Põhjaloostik .....	33
2.3. Põhjaelupaigad .....	42
2.3.1. EU Life projekti „Merekaitsealad Läänemere idaosas“ välja töötatud elupaikade (EBHAB) levik uuringualade piirkonnas .....	42
2.3.2. EL Loodusdirektiivi Lisa 1 elupaigatüüpide levik uuringualade piirkonnas .....	46
3. Meretuulepargi võimalikud mõjud merepõhja elustikule .....	52
3.1. Loode-Eesti meretuulepargi lühiiseloostus .....	52
3.2. Meretuulepargi rajamise, käitamise ja käigust maha võtmise mõjud mereorganismidele ja kooslustele .....	52
3.2.1. Mõju põhjaelustikule.....	54
3.2.2. Mõju teistele organismide rühmadele .....	55
KOKKUVÕTE.....	57
KIRJANDUS.....	60
LISA 1 .....	62
LISA 2 .....	71
LISA 3 .....	75
LISA 4 .....	82

## SISSEJUHATUS

Käesoleva töö eesmärgiks on teostada inventuur põhjataimestiku ja –loomastiku liigilise koosseisu ja leviku iseärasuste ning piirkonna põhjakoosluste kvantitatiivse iseloomustuse kohta Hiiumaa tuulepargi muudetud asukohaskeemi alusel. Tööd teostatakse 2008 aastal teostatud inventuuridele lisaks võimaldamaks hinnata tuulepargi rajamisega seotud keskkonnamõju. Hinnatakse antud madalatele planeeritava tuulepargi piirkonda jääva ala põhjaelustiku ja –elupaikade väärtust ning kavandatava tuulepargi mõju neile. Antud töö käigus valmisid Apollo, Vinkovi ja kahe nimetu madala (Madal 1 ja Madar 2) põhjaelustiku (põhjataimestiku ja põhjaloomastiku) leviku kaardid.

Arendaja poolt kavandatava tegevuse eesmärk on avamere tuuleparkide rajamine, eespool nimetatud aladele, tootmaks tuulest elektrienergiat.

Vastavate hinnangute andmiseks vajalik alginformatsioon koguti 2014 aasta juuni- ja juulikuus. Välitööde meetodiline osa põhineb osaliselt (põhjataimestiku ja –loomastiku uuringud) Eesti Rahvusliku Rannikumere seires kasutataval välitööde meetodikal.

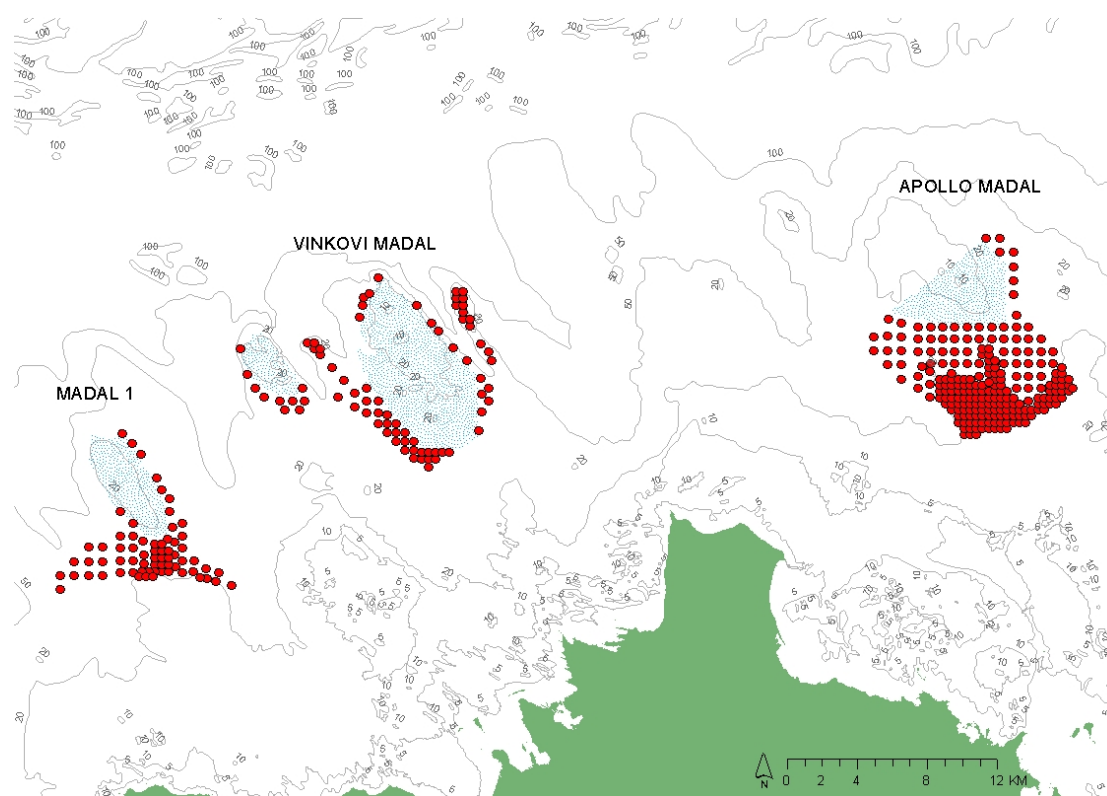
Töö teostati TÜ Eesti Mereinstituudi merebioloogia osakonna uurimisrühma poolt:

Georg Martin (PhD, juhtivteadur) – projekti juht, välitööd, aruandlus;  
Greta Reisalu (MSc, nooremteadur) – välitööd, biomassiproovide analüüs;  
Ivan Kuprijanov (MSc, laborant) – välitööd;  
Jaak Timpson (laborant), välitööd;  
Kaire Kaljurand (MSc, nooremteadur) – välitööd;  
Kristiina Nurkse (MSc, laborant) – välitööd;  
Kristjan Herkül (PhD, vanemteadur) – välitööd, akustika, GIS analüüs ja modeleerimine;  
Liis Rostin (MSc, nooremteadur) – välitööd, videomaterjali analüüs, aruande koostamine;  
Martin Teeveer (laborant) – välitööd;  
Merli Pärnoja (PhD, nooremteadur) – välitööd;  
Priit Kersen (PhD, teadur) – välitööd;  
Sander Paekivi (BSc, laborant) – välitööd, akustika, GIS analüüs ja modeleerimine;  
Siiri Raudsepp (laborant) – välitööd, biomassiproovide analüüs;  
Teemar Püss (MSc, koordinaator) – välitööd;  
Birgit Jullinen (laborant) – biomassiproovide analüüs;  
Elise Joonas (laborant) – biomassiproovide analüüs;  
Katarina Oganjan (MSc, nooremteadur) - kaarditöö.

# 1. MATERJAL JA METOODIKA

## 1.1. Välitööd ning videosalvestiste ja proovide analüüs

Vaatlused toimusid Apollo ja Vinkovi malal, Madalal 1 ja Madalal 2 361 jaamast (361 videovaatlust), millest põhjaelustiku proovide kogumine toimus 57 jaamast (kokku 137 põhjaelustiku kvantitatiivset ja kvalitatiivset proovi) ajavahemikul 11. juuni kuni 20. juuli 2014 (joonis 1).



**Joonis 1.** Uurimisjaamade paiknemine Apollo ja Vinkovi madalal ning Madalal 1. Kaardi autor on Katarina Oganjan.

Kõikides jaamades teostati videoülesvõtted kasutades allveevideosüsteemi („drop“ kaameraid – merepõhja laevalt lastavaid videosüsteeme, mis koosneb vealusest videokaamerast ning paadis olevast salvestusseadmest), hindamaks põhjataimestiku üldkatvust, liigilist koosseisu ning selle ja settetüüpide katvust. Salvestatud videomaterjal analüüsiti, saamaks jaamade põhjakoosluste katvuskirjeldused ning põhjatüübid. Tulenevalt erinevatest teguritest (kehvad ilmastikuolud, mis tingib kaamera kiire triivi; halb valgustus merepõhjas, mis tuleneb sügavusest) ei võimaldanud videomaterjali analüüsimisel määrata/tuvastada niitjaid punavetikaid. Sellest tulenevalt hinnati taimerühma katvust ühe kategooriana - „niitjad punavetikad“.

Põhjaelustiku kvantitatiivsete ja kvalitatiivsete proovide kogumine toimus kõvadel põhjadel (kõvaks põhjaks loetakse põhjasid, kus domineerivad suured kivid (> 20 cm) ja/või paeplaad) sukeldujate (omavad vastavat kvalifikatsiooni – European Scientific Diver sertifikaati) ja pehmetel põhjadel (liiv, muda, savi) Wildco tüüpi põhjaammutaja abil. Kõvadelt põhjadelt

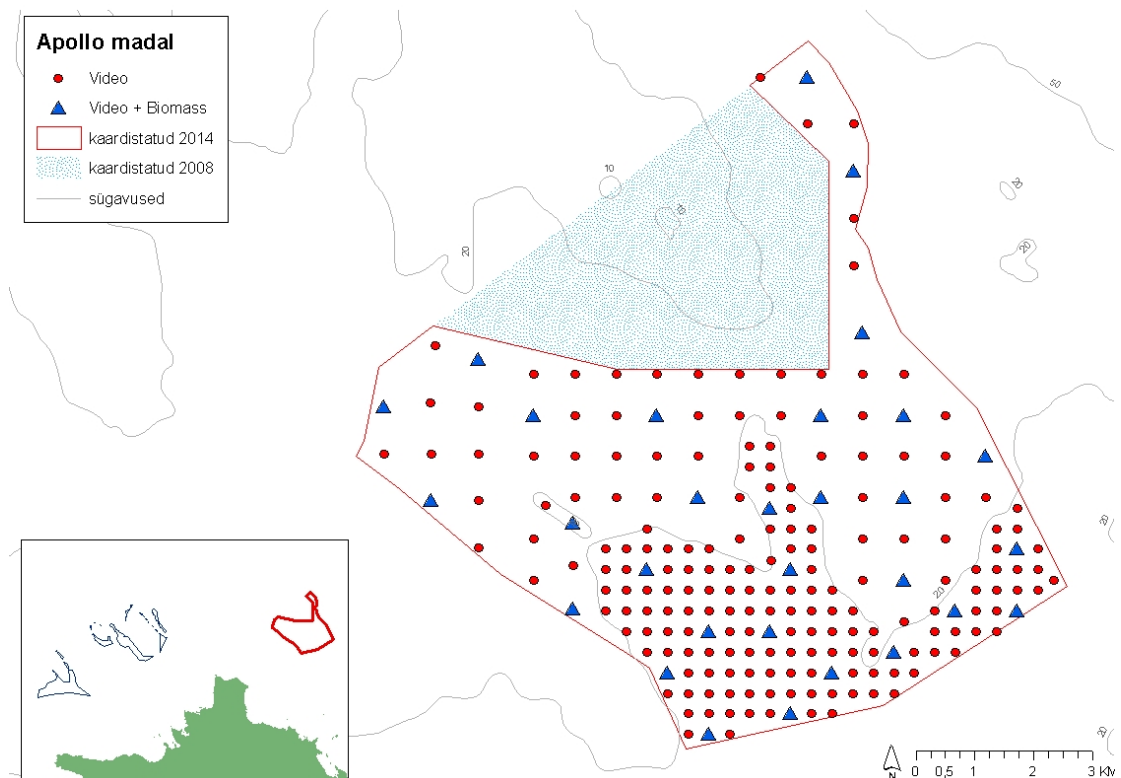
korjati proove raamidega (25x25 cm), mille ühele küljele on kinnitatud võrgust kott (silma suurus 0.25 mm). Antud raami paigutas sukelduja merepõhjale ning kogus raami sisse jääva elustiku võrgust kotti. Ühtlasi hindas sukelduja ka visuaalselt põhjataimestiku üldkatvust, põhjataimede ja –loomade ning settetüüpide katvusi. Kogutud proovid pesti merel nailonsõeltel, mille siidi silma diameeter on 0.25 mm, pakendati kilekottidesse, varustati etiketiga ning neid säilitati –20°C juures kuni nende laboratoorse analüüsini.

Proovide analüüs toimus TÜ Eesti Mereinstituudi merebioloogi osakonna laboris vastavalt kvaliteedisüsteemi juhendile (Eesti Akrediteerimiskeskuse tunnistus L179). Laboratooriumis määrati proovis leiduvad taime- ja loomaliigid ning leiti iga liigi arvukus ja kuivkaal 1 m<sup>-2</sup> kohta (loomade kaal peale 48 tundi ja taimede kaal peale 2 nädalat kuivamist 60°C juures). Liikide määramisel kasutati mikroskoobe ning erinevaid määrajaid.

Proovide kogumisel ning analüüsimisel kasutati HELCOM-i poolt väljatöötatud metoodilisi standardeid, mis tagavad esitatud algandmete võrreldavuse teiste Läänemere riikide põhjaelustiku materjalidega (HELCOM 2006).

### 1.1.1. Apollo madal

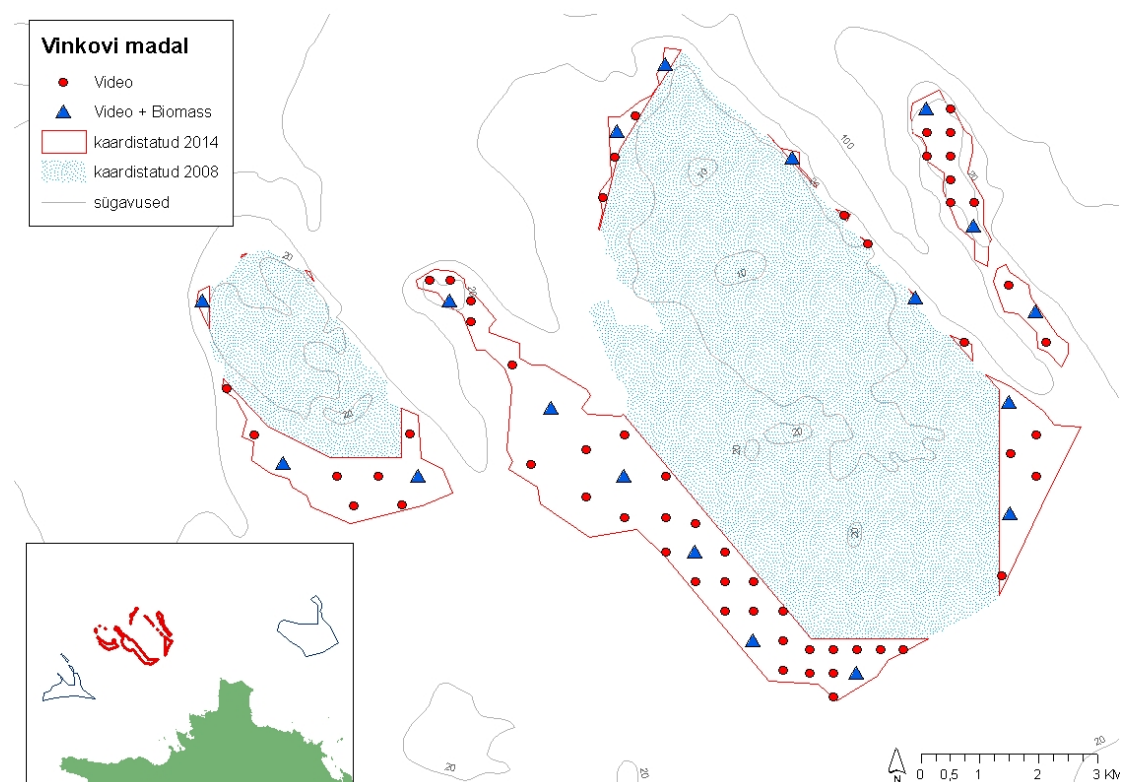
Apollo madalal teostati vaatlusi ning dokumenteeriti põhjakooslusi allveevideosüsteemi abil 216 jaamas sügavusvahemikus 13.2–36.5 m (joonis 2). 30 jaamast koguti 74 proovi põhjaammutajatega sügavusvahemikus 17.5–31.4 m. 12 kvalitatiivset raamiproovi võeti 4 jaamast sügavustel 13–16.7 m.



**Joonis 2.** Apollo madala põhjaelustiku biomassiproovide ja videojaamade punktid. Kaardi autor on Katarina Oganjan.

### 1.1.2. Vinkovi madal ja Madal 2

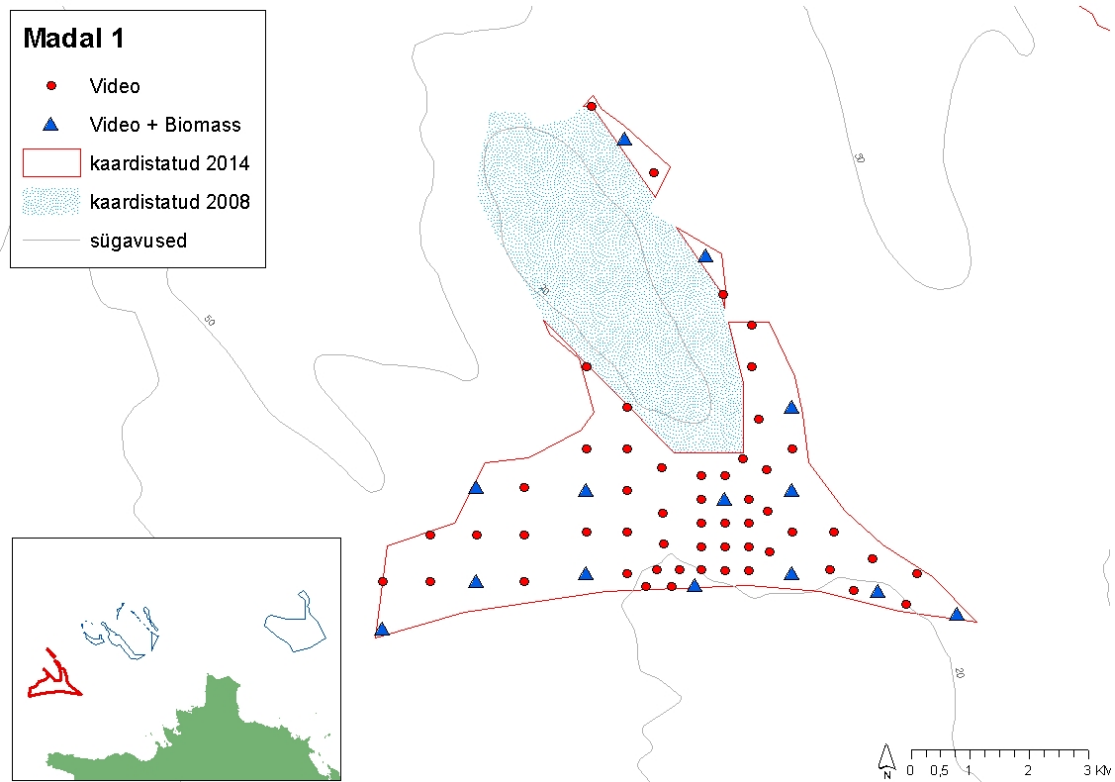
Vinkovi madalal ja nimetul madalal 2 teostati vaatlusi ja dokumenteeriti põhjakooslusi allveevideosüsteemi abil 92 jaamas (joonis 3). Jaamade sügavusvahemik jääb 15–37.8 m vahele. Põhjaammutajatega koguti piirkonnast 30 proovi 13 jaamast sügavusvahemikus 15–36.3 m.



**Joonis 3.** Vinkovi madala ja Madala 2 põhjaelustiku biomassiproovide ja videojaamade punktid. Kaardi autor on Katarina Oganjan.

### 1.1.3. Madal 1

Madalal 1 teostati vaatlusi, koguti põhjakoosluste proove ja dokumenteeriti põhjakooslusi allveevideosüsteemi abil 53 jaamas, mille sügavusvahemik jäi 13.4–37.2 m vahele (joonis 4). Madalal 1 koguti põhjaammutajaga 21 proovi 10 jaamast samas sügavusvahemikus, kus teostati videovaatlusi.



**Joonis 4.** Madala 1 põhjaelustiku biomassiproovide ja videojaamade punktid. Kaardi autor on Katarina Oganjan.

## 1.2. Sonariga merepõhja kaardistamine ning merepõhja elupaikade levikukaartide koostamine

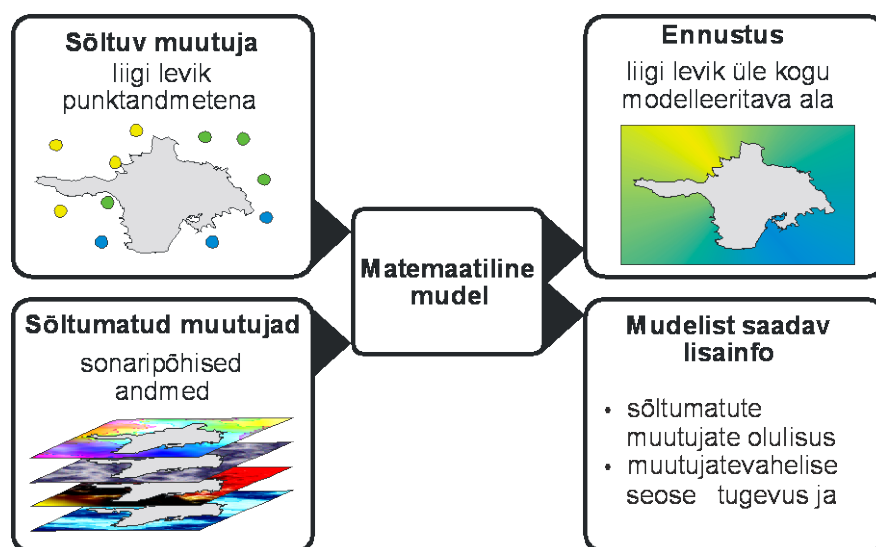
### 1.2.1. Sonariga merepõhja kaardistamise vajadus ja tööpõhimõtted

Merepõhja elustiku ja elupaikade kaardistamisel kasutati lisaks proovipunktipõhisele materjali kogumisel ka mitmekiirelist sonarit. Senini Eestis läbi viidud punktipõhise kaardistamise peamine puudus seisneb selles, et punktidevahlise 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 reaalseste 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 omaduste ja elustiku levikut nendel aladel, kust puudusid allveevideo või sukelduja abil teostatud merepõhja vaatlused. Leviku ennustamiseks kasutati matemaatilist modelleerimist, kus sõltumatuteks muutujateks olid sonaripõhised andmed (sügavus, tagasihajumine, sügavusest arvatud merepõhja kalle) ja sõltuvateks muutujateks põhja substraadi ja elustiku leviku punktandmed, mis pärinesid merepõhja vaatlustest ja biomassiproovidest. 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. Ennustava modelleerimise põhimõtet illustreerib joonis 5.



**Joonis 5.** Matemaatilise modelleerimise tööpõhimõte.

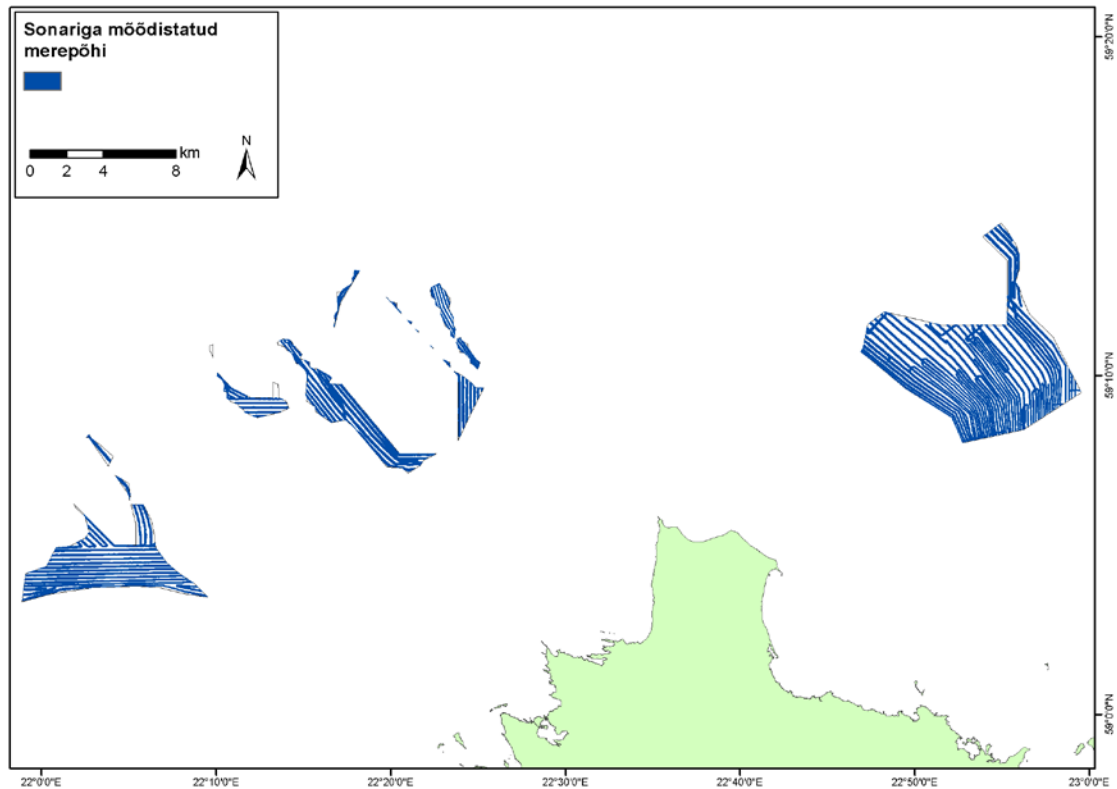
Detailsema ülevaate sonari kasutamisest merepõhja elustiku ja elupaikade kaardistamisel annab Keskkonnainvesteeringute Keskuse rahastatud projekti „Sonarisüsteemi rakendamise meetodika loomine merepõhja elupaikade ja füüsikaliste omaduste kaardistamiseks“ käigus valminud aruanne (TÜ Eesti Mereinstituut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

### **Andmete kogumine ja modelleerimine**

Välitööd mitmekiirelise sonariga *Reson SeaBat 7101-Flow* viidi läbi 19.-29.07.2014. Arvestades uuringuala väga suurt pindala ja töö eesmärgi täitmiseks vajalikku detailsuse taset, ei olnud uuringuala merepõhja 100 % katvusega skaneerimine vajalik ega praktiliselt teostatav. Seetõttu teostati sonariga mõõdistamine 50 % katvusega, kusjuures madalamad



alad, kus merepõhja heterogeensus on kõrgem, kaeti tihedama võrgustikuga kui sügavamad alad. Joonisel 6 on näidatud sonariga mõõdistatud merepõhja ulatus.



**Joonis 6.** Sonariga mõõdistatud merepõhi planeeritava Hiiumaa tuulepargi uuringualal.

Sonariga kogutud andmete esmane töötlemine, sealhulgas sügavusmudeli ja tagasihajumise mudeli loomine, toimusid *Reson*'i tarkvaras *PDS2000*. Valminud andmestikud viidi geoinfosüsteemi *ArcGIS*, kus sügavusmudeli andmete põhjal arvutati merepõhja nõlva kalle. Merepõhja substraadi omaduste ja liikide leviku modelleerimiseks kasutati kolme sonaripõhist andmekihti: sügavus, tagasihajumine, nõlva kalle. Matemaatiliste mudelite loomiseks kasutati sisendandmetena merepõhja vaatlustest ja biomassiproovidest saadud informatsiooni ning eelmainitud kolme sonaripõhist andmekihti. Igas proovipunkti asukohas arvutati  $10 \times 10$  m ruudus (proovipunkt asus ruudu keskel) sügavuse, tagasihajumise ja nõlvakalde keskmised väärtused. Selle tulemusel saadi mudelitele nn. treeningandmestik, kus iga proovipunkti kohta on üks rida ja veergudes andmed nii proovianalüüsist (substraaditüüpide katvused, liikide katvused) kui sonaripõhistest andmekihtidest. Lisaks treeningandmestikule loodi nn. ennustusandmestik, mis hõlmas kogu sonariga skaneeritud mereala (joonis 6), ning kus igas  $10 \times 10$  m ruudus oli arvutatud keskmine sügavus, tagasihajumine ja nõlvakalle. Treeningandmestiku alusel modelleeriti seosed proovianandmete ja sonariandmete vahel kasutades juhumetsa (*random forest*, RF) meetodit. Juhumets on ansambel-modelleerimise meetod, kus luuakse suur hulk üksikuid regressioonipuid. Iga regressioonipuu koostatakse juhuslikust sisendandmete valimist ja iga hargnemine toimub juhuslikult valitud sõltumatute muutujate alusel. 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. Käesolevas töös määrati puude arvuks 1000.

Lisaks RF-le testiti ka üldistatud aditiivseid mudeleid (GAM, *generalized additive models*) ja võimendatud regressioonipuude (BRT, *boosted regression trees*) meetodit, kuid kuna parima ennustusvõime tagas RF, siis kasutati ainult seda käesolevas töös esitatud tulemuste saamiseks.

Kõik mudelarvutused viidi läbi vabavaralises statistikatarkvaras R 3.0.3 (The R Foundation for Statistical Computing 2014). GAM, BRT ja RF meetodite jaoks kasutati vastavalt järgmisi R-i pakette: *mgcv* (Wood 2014), *gbm* (Ridgeway 2013) ja *randomForest* (Breiman et al 2014). Pärast matemaatiliste mudelite loomist kasutati ennustusandmestikku, et mudeli abil prognoosida liikide ja substraadiomaduste levikut üle kogu sonariga skaneeritud mereala. Tulemus saadi ainult nende alade kohta, mis olid sonariga mõõdistatud. Et saada paremat visuaalset ülevaadet liikide ja elupaikade levikust üle kogu uuringuala, interpoleeriti tulemused ka sonari mõõtejoonte vahele jäävatele aladele kasutades geoinfosüsteemis ArcGIS pöörkauguse meetodit (*inverse distance weighting*, IDW).

Kirjeldatud meetodil modelleeriti järgmiste merepõhja substraadi ja elustiku muutujate levik:

- liiva katvus,
- kõva põhjasubstraadi (kivid, kalju) summaarne katvus,
- põhjataimestiku üldkatvus,
- niitjate punavetikate katvus,
- söödava rannakarbi katvus,
- loodusdirektiivi lisa 1 elupaigatüübi „karid“ tunnusliikide summaarne katvus,
- põhjaelustiku liikide arv (põhines biomassiproovidel),
- infauna karpide biomass (põhines biomassiproovidel, 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).

## 1.2.2. Merepõhja elupaikade levikukaartide vajadus ja koostamine

Mereliste elupaikade määramisel võib kasutada mitut kaasajal laiemalt kasutuses olevat süsteemi. Kahjuks pole siiani suudetud rakendada ühtset, kõiki tähtsaid rannikumere ökosüsteemi komponente arvestavat süsteemi. Praktilise looduskaitse puhul on tavaliselt vaja tegutseda tasemel, mis võimaldab korraldada bioloogiliste objektide või üksuste kaitset. Selle tõttu on EL Loodusdirektiivi elupaigatüübid praktiliseks käsitlemiseks enamasti liiga üldised ning Läänemere idaosa rannikualade inventeerimisel tekkis vajadus arendada välja elupaikade klassifikatsioon, mis võimaldaks arvestada elupaikade nii geomorfoloogilisi tunnuseid kui bioloogilisi iseärasusi. Nii loodi juba olemasolevate klassifikatsioonisüsteemide baasil uus rannikumere elupaikade klassifikatsioonisüsteem, mis arvestab esimesel ja teisel hierarhilisel tasemel Läänemere bioloogiliste koosluste jaoks tähtsate keskkonnafaktoritega nagu avatus, lainetusele ja merepõhjas domineeriva substraadi tüübist ning mis põhineb bioloogiliste koosluste iseloomustamisel. Selline klassifikatsioonisüsteem võimaldab esitada kogutud andmeid erineval informatsiooni integreerimise tasemel (vajadusel on võimalik esitada andmeid ka üksikute koosluste kaupa – samas on võimalik üldistada ka detailset bioloogilist informatsiooni kasutamata). Seega süsteem on tunduvalt paindlikum ja omab suuremat

praktilist väärtust merealade ökoloogiliste väärtuste kirjeldamisel. Käesolevat süsteemi kasutatakse hetkel mitme erineva mereelupaikade kaardistamise projekti tulemuste avaldamisel. Seda süsteemi kasutavad nii Eesti, Läti kui Leedu mere Natura alade inventeerijad.

### ***EU LIFE projekti “Merekaitsealad Läänemere idaosas” välja töötatud elupaikade klassifikatsioon (EBHAB)***

Elupaikade kaardistamisel kasutatakse Baltic Life projekti poolt välja töötatud EBHAB mereelupaikade klassifikatsioonisüsteemi (TÜ Eesti Mereinstituut 2014b). Klassifikatsioon on välja töötatud EL LIFE– Loodus projekti „Merekaitsealad Läänemere idaosas“ raames.

Süsteemi loomisel lähtuti eesmärgist võimaldada kasutada tähtsaimat bioloogilist informatsiooni (võtmeliikide kvantitatiivne iseloomustus) kombinatsioonis tähtsamate keskkonnateguritega. On teada, et rannikumere merepõhja koosluste struktuurile avaldavad Läänemere tingimustes suurimat mõju järgmised keskkonnategurid:

- avatus lainetusele (mehaaniline stress),
- põhja iseloom (sõltub taimestiku ja loomastiku kinnitumisvõimest),
- sügavus (eelkõige valguse kättesaadavuse kaudu),
- soolsus (Läänemere tingimustes üks tähtsamaid tegureid mis määrab liikide leviku. Omab tähtsust ainult regionaalsel skaalal, ei oma tähtsust kohalikul tasemel).

Süsteem arvestabki tähtsaima tegurina eelkõige avatust lainetuse mõjule (süsteemis on eristatud kolm avatuse klassi). Järgmise tegurina arvestatakse merepõhja iseloomu ja domineeriva substraadi tüüpi. Merepõhja iseloomu kirjeldamisel lähtuti järgmistest põhimõtetest:

- eristatakse kahte põhilist kategooriat – pehme ja kõva põhi,
- merepõhja tüüp määratakse domineeriva substraadi tüübi järgi (51% –domineerimine),
- klassifikatsiooni ühikuks on ühik pindalaga minimaalselt 10x10m.

Bioloogilise komponendina arvestatakse võtmeliikide esinemist. Koosluste võtmeliikideks loetakse järgmisi liike:

- *Fucus vesiculosus*
- *Furcellaria lumbricalis*
- kõvade põhjade karpide ja vääneljalaliste kooslused (*Mytilus trossulus*, *Dreissena polymorpha*, *Amphibalanus improvisus*)
- *Zostera marina*
- õistaimed (muud peale *Zostera marina*)
- mändvetikad
- pehmete põhjade karpide kooslused (*Macoma balthica*, *Cerastoderma glaucum*, *Mya arenaria*).

Footilise tsooni mõju iseloomustamiseks kasutatakse ühtset sügavuskriteeriumi. Selleks kriteeriumiks lepidi kokku Läänemere idaosa kohta kasutada 20 m samasügavusjoont. Tabelis 1 on ära toodud Eesti rannikuvetes esinevad 18 EU LIFE projekti „Merekaitsealad Läänemere kirdeosas“ merepõhja elupaigad..

**Tabel 1.** EU LIFE projekti “Merekaitsealad Läänemere idaosas” merepõhja elupaikade klassifikatsioon ja lühiiseloostus (Eesti rannikuvetes esinevad 18 elupaika)

<b>Elupaiga kood</b>	<b>Elupaiga nimetus</b>	<b>Lühiiseloostus</b>
1.	Varjatud kõvad põhjad põisadru ( <i>Fucus</i> spp.) kooslustega	Lainetuse eest varjatud kõvad põhjad põisadru kooslustega. Tavaliselt sügavusvahemikus 0–7(8) m. Kõrge biomass ja liigiline mitmekesisus.
2.	Varjatud kõvad põhjad karpide kooslustega	Lainetuse eest varjatud kivised merepõhjad. Reeglina sügavamal kui 10–15 m. Taimestik kas puudub või on väga madala biomassiga. Loomastikust domineerivad <i>Mytilus trossulus</i> , <i>Dreissena polymorpha</i> , <i>Balanus improvisus</i> .
3.	Varjatud kõvad põhjad ilma kindla liigilise domineerimiseta	Lainetuse eest varjatud kõvad põhjad madala liigilise mitmekesisusega ja biomassiga.
4.	Varjatud pehmed põhjad õistaimede kooslustega	Lainetuse eest kaitstud liivased, mudased põhjad koos lopsaka õistaimede taimestikuga. Tavaliselt sügavuseni kuni 4 m.
5.	Varjatud pehmed põhjad mändvetikakooslustega	Lainetuse eest kaitstud liivased ja tihti mudased põhjad, kus taimestikust domineerivad mändvetikakooslused. Biomass võib olla eriti kõrge (liigi <i>Chara tomentosa</i> puhul). Merepõhjas võib olla anoksiat. Taimestiku ja loomastiku liigiline mitmekesisus väike.
6.	Varjatud pehmed põhjad karpide kooslustega	Liivased ja mudased merepõhjad, kus domineerivad karbid. Taimestik reeglina puudub.
7.	Varjatud pehmed põhjad ilma selge liigilise domineerimiseta	Liivased ja mudased põhjad, lainetuse eest varjatud. Settes võivad olla anoksilised tingimused.
8.	Mõõdukalt avatud kõvad põhjad põisadru ( <i>Fucus</i> spp.) kooslustega	Kivised põhjad põisadru kooslustega. Tavaliselt kuni 6–7 m sügavuseni. Vahel ka sügavamal. Kõrge biomass ja liikide arv.
9.	Mõõdukalt avatud kõvad põhjad agariku ( <i>Furcellaria lumbricalis</i> ) kooslustega.	Kivised põhjad agariku kooslustega. Sügavusvahemik 6–10 (12) m. Biomass madal, liikide arv väiksem.
10.	Mõõdukalt avatud kõvad põhjad karpide kooslustega	Kivised põhjad reeglina allpool taimestiku sügavuspiiri karpide kooslustega. Samas võivad esineda ka madalamal, kui puudub mitmeaastane taimestik. Biomass suur, liigiline mitmekesisus väike.
11.	Mõõdukalt avatud kõvad põhjad ilma kindla liigilise domineerimiseta footilises stoonis	Footilise tsooni kivised põhjad ilma mitmeaastaste liikideta.
12.	Mõõdukalt avatud kõvad põhjad ilma kindla liigilise domineerimiseta afootilises tsoonis	Kivised põhjad allpool footilist tsooni kui puuduvad ka domineerivad karbid. Biomass väike, liigiline mitmekesisus väike.
13.	Mõõdukalt avatud pehmed põhjad pika meriheina ( <i>Zostera marina</i> ) kooslustega	Liivased põhjad <i>Zostera marina</i> kooslustega. Tavaliselt sügavusvahemik 1–6 m. Biomass võib olla kõrge. Liigiline mitmekesisus võib olla kõrge.
14.	Mõõdukalt avatud pehmed põhjad õistaimede kooslustega (v.a. <i>Zostera marina</i> )	Liivased põhjad õistaimede kooslustega. Tavaliselt madalamal kui 4 m. Liigiline mitmekesisus võib olla kõrge. Biomass võib olla väga kõrge. Settes võivad olla anoksilised tingimused.
15.	Mõõdukalt avatud pehmed põhjad mändvetikakooslustega	Liivased põhjad, kus domineerivad erinevad mändvetikaliigid. Tavaliselt kuni 2–3 m sügavuseni. Liigiline mitmekesisus madal. Biomass võib olla väga kõrge.

Elupaiga kood	Elupaiga nimetus	Lühiiseloostus
16.	Mõõdukalt avatud pehmed põhjad lahtise agariku ( <i>Furcellaria lumbricalis</i> f. <i>aegagropila</i> ) kooslustega	Liivased põhjad kinnitumata agariku kooslustega. Seni teada ainult Väinamere piirkonnast. Tavaliselt esineb sügavusvahemikus 4–9(10) m. Biomass kuni 4 kg/m <sup>2</sup> . Liigiline mitmekesisus madal.
17.	Mõõdukalt avatud pehmed põhjad karpide kooslustega	Liivased põhjad ilma taimestikuta, kuid arvestatava karpide biomassiga. Tavaliselt sügavamal kui 5(6) m.
18.	Mõõdukalt avatud pehmed põhjad kindla liigilise domineerimiseta	Liivased ja mudased põhjad allpool footilist tsooni.

### EL Loodusdirektiivi Lisa 1 elupaigatüüpide klassifikatsioon

EL on looduskaitseks oluliseks peetavad elupaigatüübid ära toodud Loodusdirektiivi Lisas 1, mis koondab endas elupaigatüüpe nii maismaalt, merest kui mageveekogudest (TÜ Eesti Mereinstituut 2014b). Antud lisas on kokku 8 merega seotud elupaigatüüpi, millest vastavalt Paal (2007) „Loodusdirektiivi elupaigatüüpide käsiraamatule“ esineb nendest Eestis 6 elupaigatüüpi (tabel 2).

**Tabel 2.** Elupaigatüüpide loodushoiualad

Kood	EL Loodusdirektiivi originaalnimetus	Eestikeelne nimi (Paal, 2007)
1110	Sandbanks which are slightly covered by sea water all the time	Mereveega üleujutatud liivamadala
1130	Estuaries	Jõgede lehtersuudmed
1140	Mudflats and sandflats not covered by seawater at low tide	Mõõnaga paljanduvad mudased ja liivased laugmadalikud
1150	Coastal lagoons	Rannikulõukad
1160	Large shallow inlets and bays	Laiad madalad abajad ja lahed
1170	Reefs	Karid

Loodusdirektiivi elupaigatüüpide nimekirja ei saa pidada põhjaelupaikade klassifikatsiooniks, vaid tegemist on loendiga Euroopas looduskaitseks oluliseks peetavatest elupaigatüüpidest. Loendile lisaks on välja antud EL elupaikade tõlgendamise juhend (Interpretation manual of European Union habitats; European Commission 2013), mis annab juhiseid elupaigatüüpide määratlemiseks. Täielikult merepõhja elupaigatüüpideks saab pidada liivamadalaid ja karisid, sest nende määrang ei ole kuidagi seotud rannajoone kuju või maismaaga. Seega antud uuringualadel on potentsiaalselt võimalik mereveega üleujutatud liivamadala (kood 1110) ja karide (kood 1170) leidumine. Eestis on siiani neid elupaigatüüpe määratletud järgmiselt:

- o Mereveega üleujutatud liivamadala (kood 1110) on elupaigatüüp, kus püsivalt vee all olevat footilises tsoonis asuvat liiva domineerimisega (summaarne osakaal > 50 %) põhja asustab mõni elupaigatüübi tunnusliik (vähemalt 10% katvus). Elupaigatüübi tunnusliikideks on merepõhjale kinnituvad või vähese liikmisvõimega liigid, mis vajavad kasvupinnana liivast põhjasubstraati: kõrgemad taimed ja sette sees elavad karbid (joonisel 7).

<p><b>mändvetikad</b></p> <p><i>Chara spp.</i></p> <p><i>Tolypella nidifica</i></p> <p><b>kõrgemad taimed*</b> (va. pikk merihein)</p> <p>kardhein (<i>Ceratophyllum spp.</i>)</p> <p>tähk-vesikuusk (<i>Myriophyllum spicatum</i>)</p> <p>meri-näkirohi (<i>Najas marina</i>)</p> <p>perekond penikeel (<i>Potamogeton spp.</i>, <i>Stuckenia pectinata</i>)</p> <p>särjesilm (<i>Ranunculus spp.</i>)</p> <p>perekond heinmuda (<i>Ruppia spp.</i>)</p> <p>harilik hanehein (<i>Zannichellia palustris</i>)</p> <p><b>pikk merihein (<i>Zostera marina</i>)</b></p> <p><b>infauna karbid</b> (merepõhja sette sees elavad karbid)</p> <p>balti lamekarp (<i>Macoma balthica</i>)</p> <p>liiva uurik-karp (<i>Mya arenaria</i>)</p> <p>söödav südakarp (<i>Cerastoderma glaucum</i>)</p> <p><b>agariku lahtine vorm</b> (<i>Furcellaria lumbricalis</i> f. <i>aegagropila</i>, ainult Kassari lahes)</p>
---

**Joonis 7.** Liivamadalate tunnusliigid ja –rühmad. \* Kõrgemate taimede rühma kuuluvad ainult riim- ja merevees leiduvad veesisesed liigid, mis kinnituvad juurtega mere põhja (juurdunu sukeltaimed).

- Karid (kood 1170) on elupaigatüüp, kus kivist merepõhja asustab mõni elupaigatüübi tunnusliik. Elupaigatüübi tunnusliikideks (summaarne katvus  $\geq 10$  %) on merepõhjale kinnituvad liigid, mis vajavad kasvupinnana kõva põhjasubstraati (joonis 8). Kõvaks põhjaks loetakse põhjasid, kus domineerivad suured kivid ( $> 20$  cm) ja/või paeplaat. Esineda võib ka muid setteid, aga suurte kivide ja/või paeplaadi katvus peab olema suurem kui teiste settetüüpide katvus.

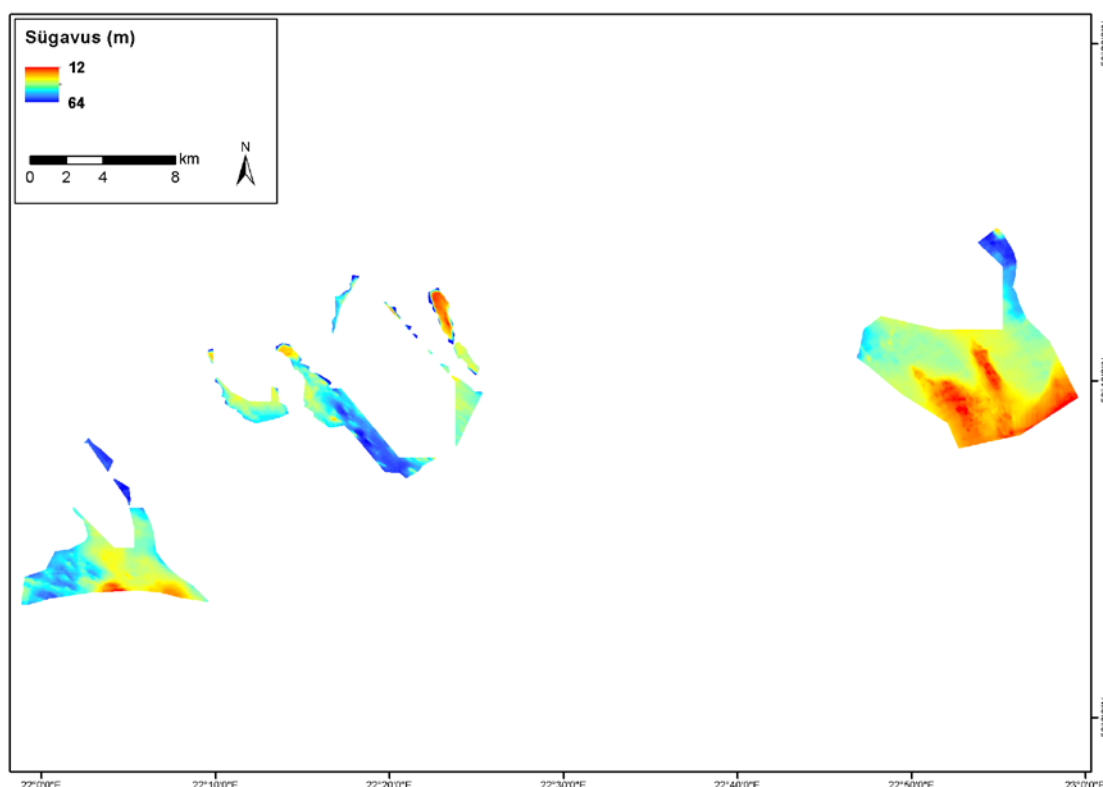
<p><b>põisadru (<i>Fucus vesiculosus</i>), <i>Fucus radicans</i></b>  <b>agarik (<i>Furcellaria lumbricalis</i>)</b>  <b>niitjad vetikad*</b>  <i>Aglaothamnion roseum, Battersia arctica,</i>  <i>Capsosiphon fulvescens, Ceramium spp,</i>  <i>Chaetomorpha linum, Chorda filum, Chroodactylon</i>  <i>ornatum, Cladophora spp, Coccotylus truncatus,</i>  <i>Dictyosiphon foeniculaceus, Ectocarpus siliculosus,</i>  <i>Eudesme virescens, Halosiphon tomentosus,</i>  <i>Leathesia marina, Monostroma balticum,</i>  <i>Percursaria percursa, Pilayella littoralis, Polyides</i>  <i>rotundus, Polysiphonia spp, Punctaria tenuissima,</i>  <i>Rhizoclonium riparium, Rhodomela confervoides,</i>  <i>Stictyosiphon tortilis, Ulothrix sp, Ulva spp,</i>  <i>Urospora penicilliformis</i></p> <p><b>söödav rannakarp (<i>Mytilus trossulus</i>)</b>  <b>tavaline tõruvähk (<i>Amphibalanus improvisus</i>)</b>  <b>rändkarp (<i>Dreissena polymorpha</i>)</b></p>
--

**Joonis 8.** Karide tunnusliigid ja –rühmad. \*Niitjad vetikad on tinglik taimede rühma nimetus, mis sisaldab valdavalt niitjaid vetikaid kuid vähesel määral ka sifonaalse, lehtja jm. ehitustüübiga vetikaid.

## 2. TULEMUSED

### 2.1. Uurimisalade merepõhja setteline kirjeldus

Kogu madalate ulatuses on tegemist suhteliselt homogeense keskkonnaga, kus põhjasubstraat varieerub suhteliselt vähesel määral. Suuremalt jaolt on uuringualadel põhjasubstraadiks liiv, kuid leidub ka kõva substraati (domineerivad suured kivid > 20 cm ja/või paeplaat). Inventuuri käigus kogutud jaamade algandmed ning põhja setteline kirjeldus videoandmete põhjal on ära toodud lisa 1, tabelites 1–3. Uuringualade sügavusjaotus on ära toodud joonisel 9.

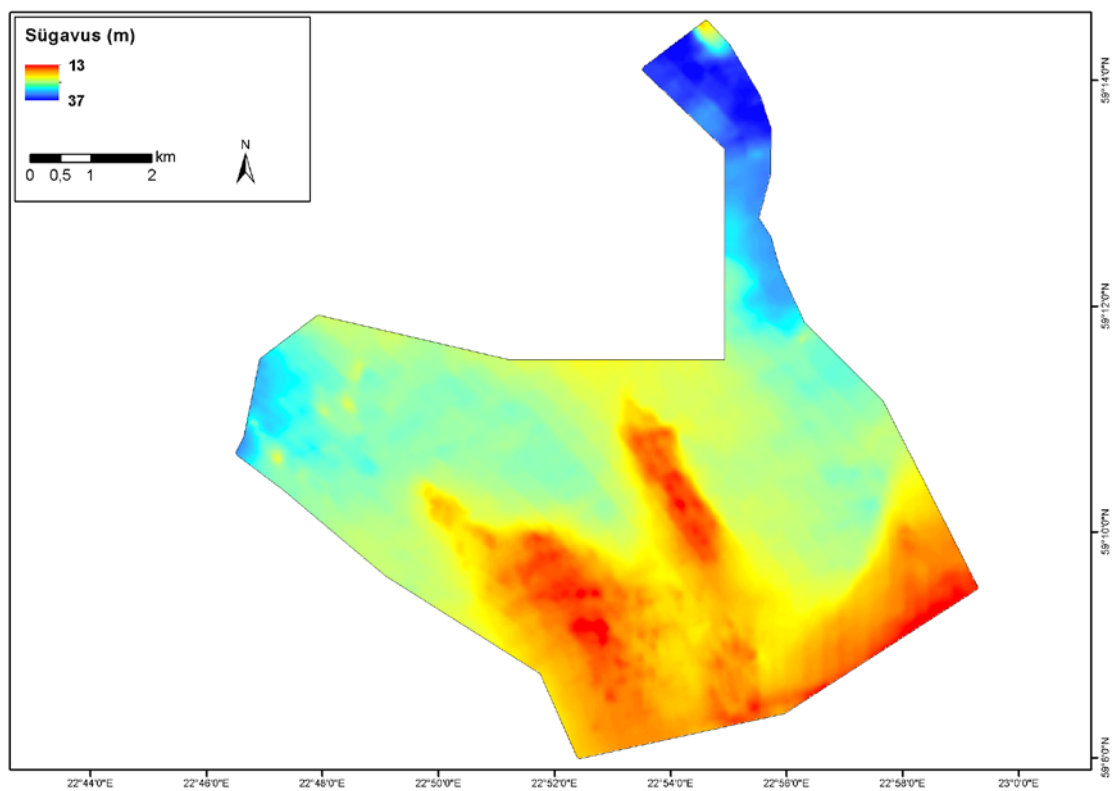


**Joonis 9.** Uuritud mereala sügavusjaotus. Kaardi autor on Kristjan Herkül.

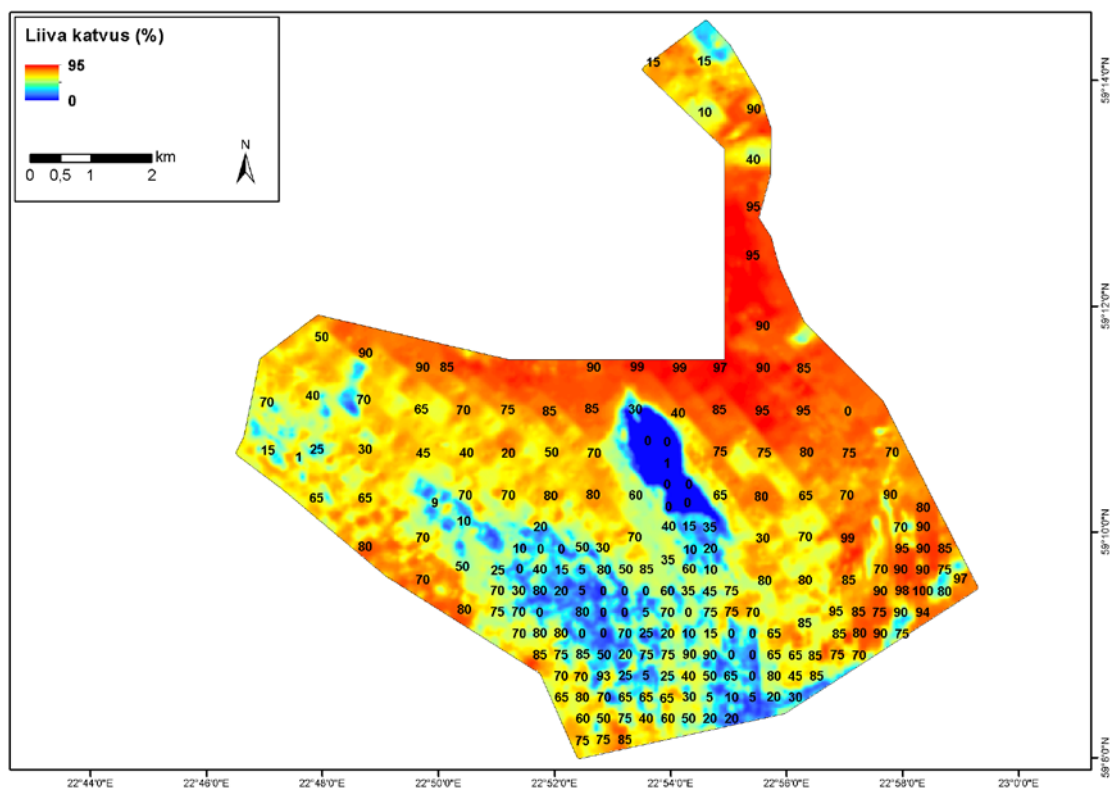
#### 2.1.1 Apollo madal

Apollo madalaks nimetatakse mereala, mis asub 17–18 km kaugusel Kärdla sadamast kirde suunas. Uuringuala sügavused jäävad sügavusvahemikku 13–37 m (joonis 10). Apollo madalaim piirkond jääb antud alal lõunasse ning sügavamad alad põhja poole. Tegemist on üsna homogeense põhjaga, kus põhjasubstraat erineb väga vähe. Suuremalt jaolt on põhjasubstraadiks liiv (joonis 11), kuid leidub ka kõva põhjasubstraati (joonis 12).

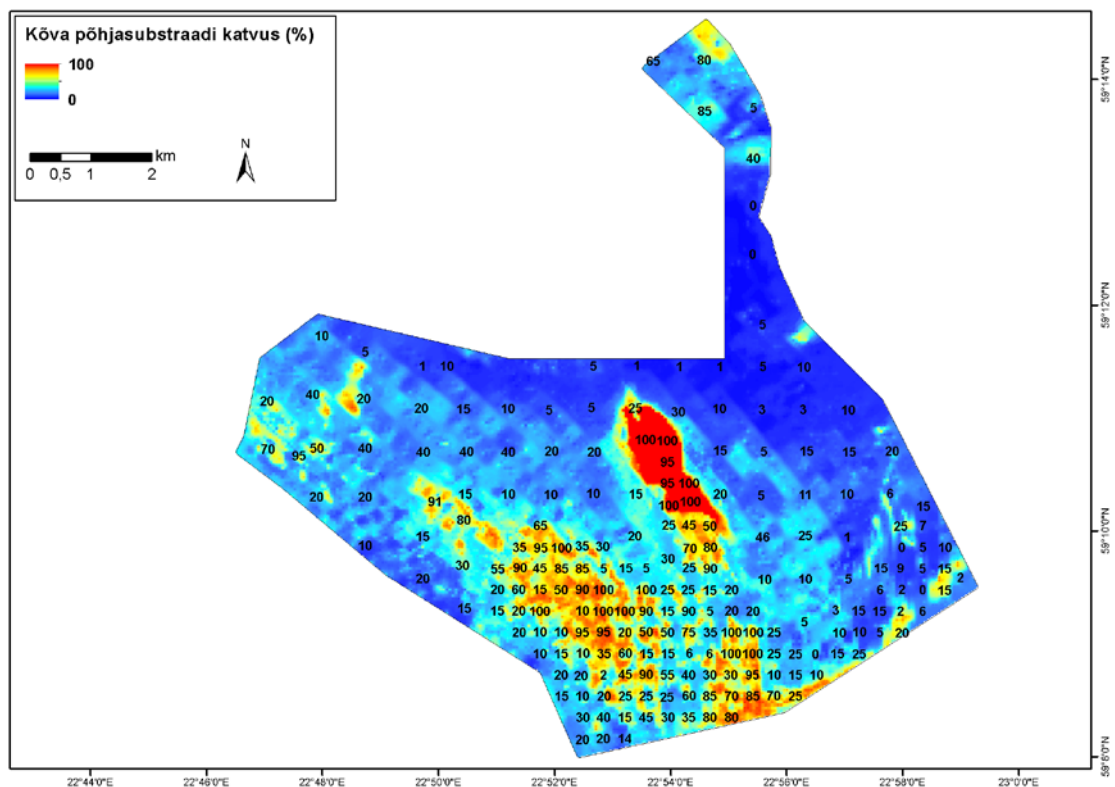




**Joonis 10.** Apollo madala sügavusjaotus. Kaardi autor on Kristjan Herkül.



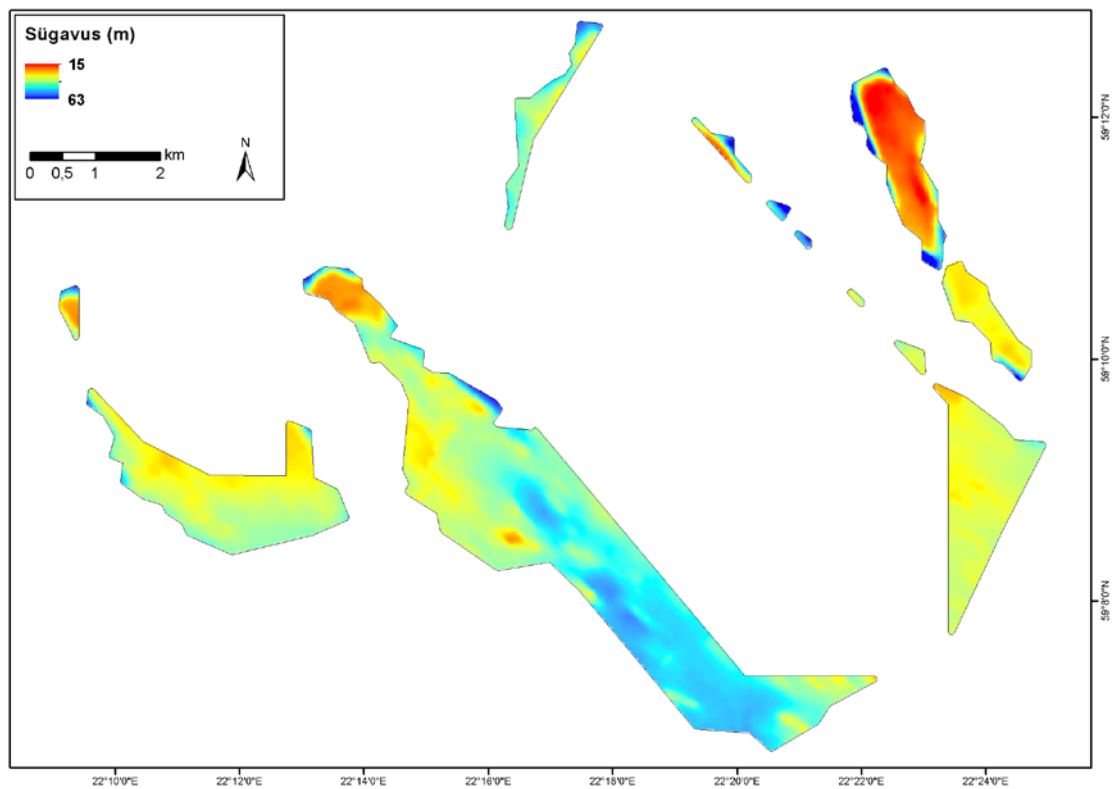
**Joonis 11.** Apollo madala liiva katvus (%). Lisaks modelleerimistulemustele on kaardil ära toodud numbritena jaamade videomaterjali analüüsi käigus saadud kõva põhjasubstraadi katvus (%). Kaardi autor on Kristjan Herkül.



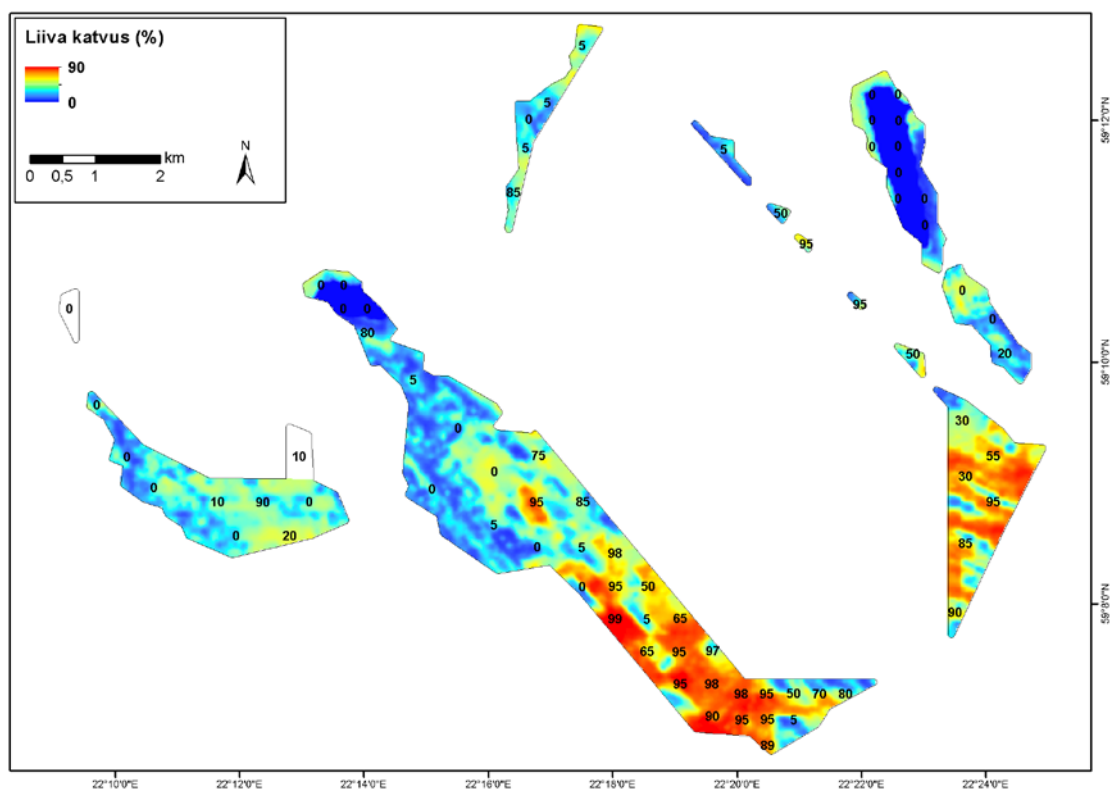
**Joonis 12.** Apollo madala kõva põhjasubstraadi katvus (%). Lisaks modelleerimistulemustele on kaardil ära toodud numbritena jaamade videomaterjali analüüsi käigus saadud kõva põhjasubstraadi katvus (%). Kaardi autor on Kristjan Herkül.

### 2.1.2. Vinkovi madal ja Madal 2.

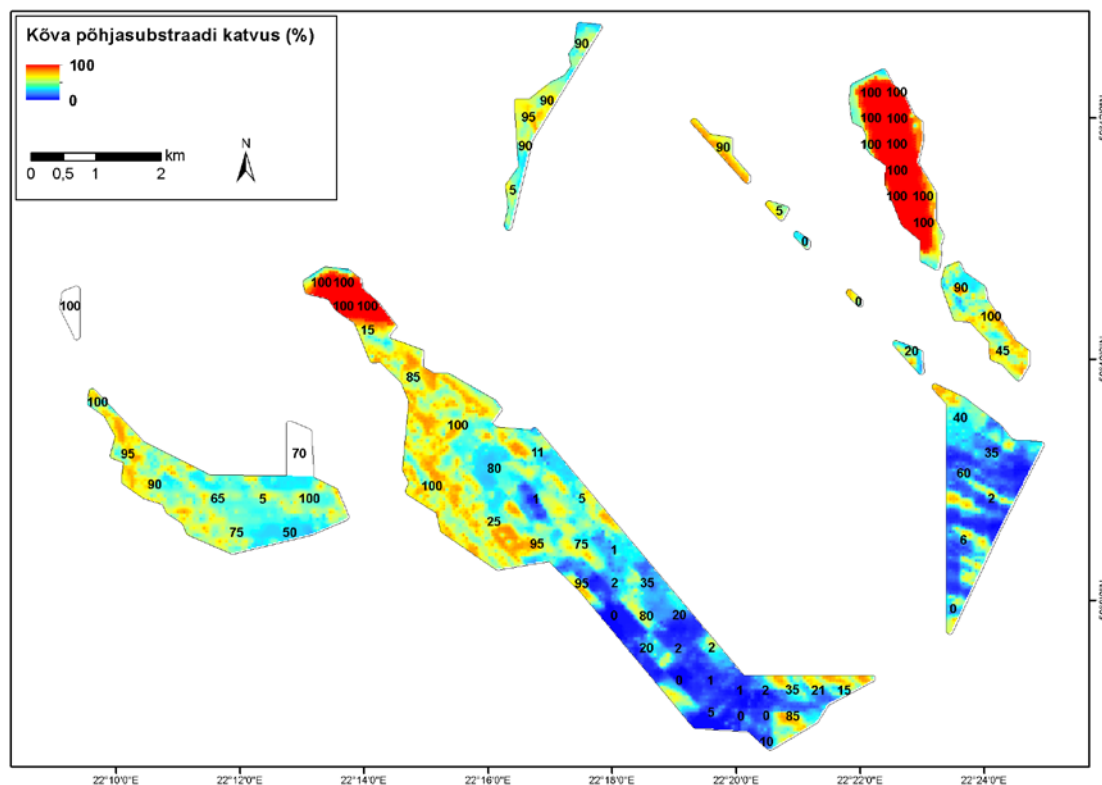
Vinkovi madal asub Kõrgessaarest loode suunas 13–14 km kaugusel. Käesolevas uuringus vaadeldi nimetatud madalat 2 koos Vinkovi madalaga. Uuringuala sügavused jäävad sügavusvahemikku 15–63 m (joonis 13). Vinkovi madala puhul on tegemist suuremalt jaolt sügava alaga. Tegemist on üsna homogeense põhjaga, kus põhjasubstraat erineb väga vähe. Suuremalt jaolt on põhjasubstraadiks liiv (joonis 14), kuid leidub ka kõva põhjasubstraati (joonis 15).



**Joonis 13.** Uuringuala sügavusjaotus Vinkovi madalal ja Madalal 2. Kaardi autor on Kristjan Herkül.



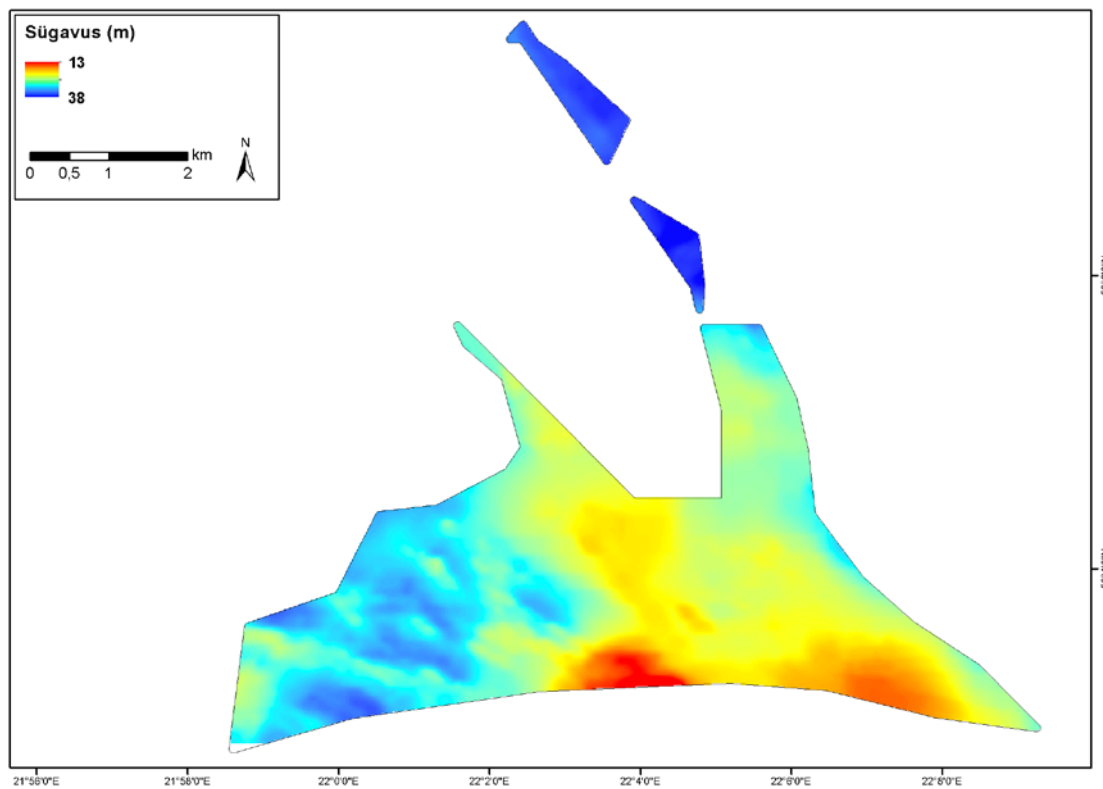
**Joonis 14.** Liiva katvus Vinkovi madala ja Madala 2 uuringualal (%). Lisaks modelleerimistulemustele on kaardil on ära toodud numbritena jaamade videomaterjali analüüsi käigus saadud kõva põhjasubstraadi katvus (%). Kaardi autor on Kristjan Herkül.



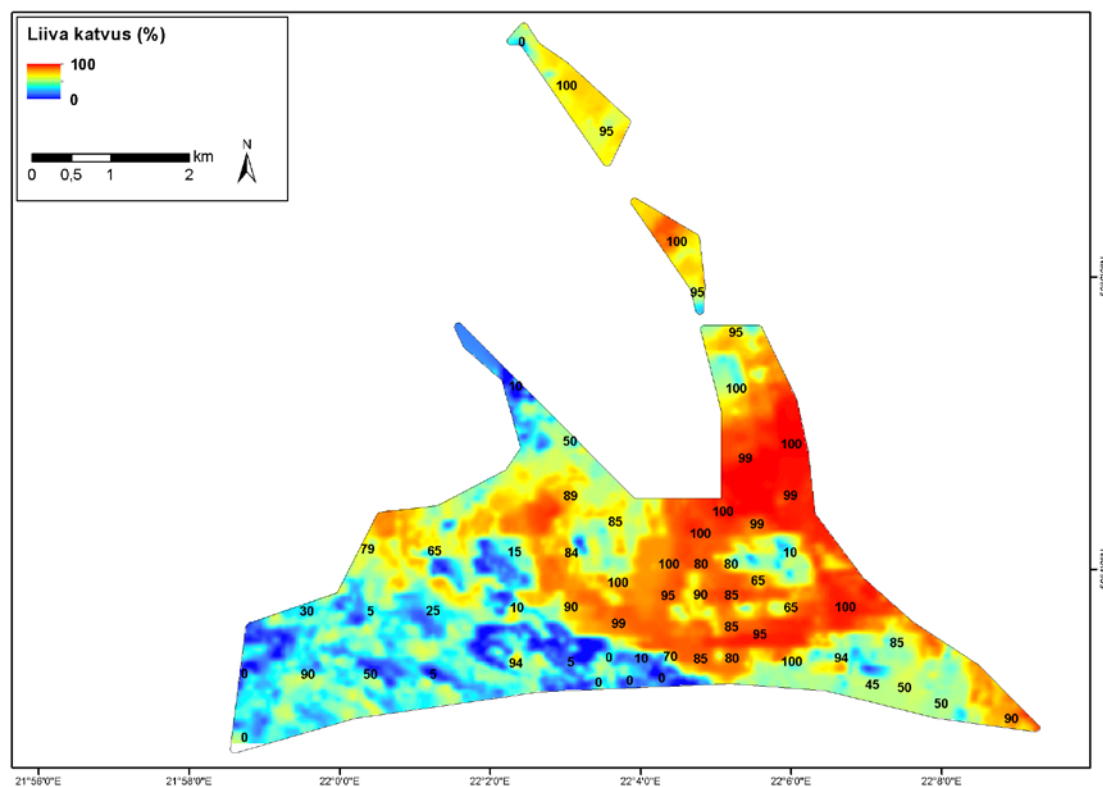
**Joonis 15.** Kõva põhjasubstraadi katvus Vinkovi madala ja Madala 2 uuringualal (%). Lisaks modelleerimistulemustele on kaardil on ära toodud numbritena jaamade videomaterjali analüüsi käigus saadud kõva põhjasubstraadi katvus (%). Kaardi autor on Kristjan Herkül.

### 2.1.3. Madal 1

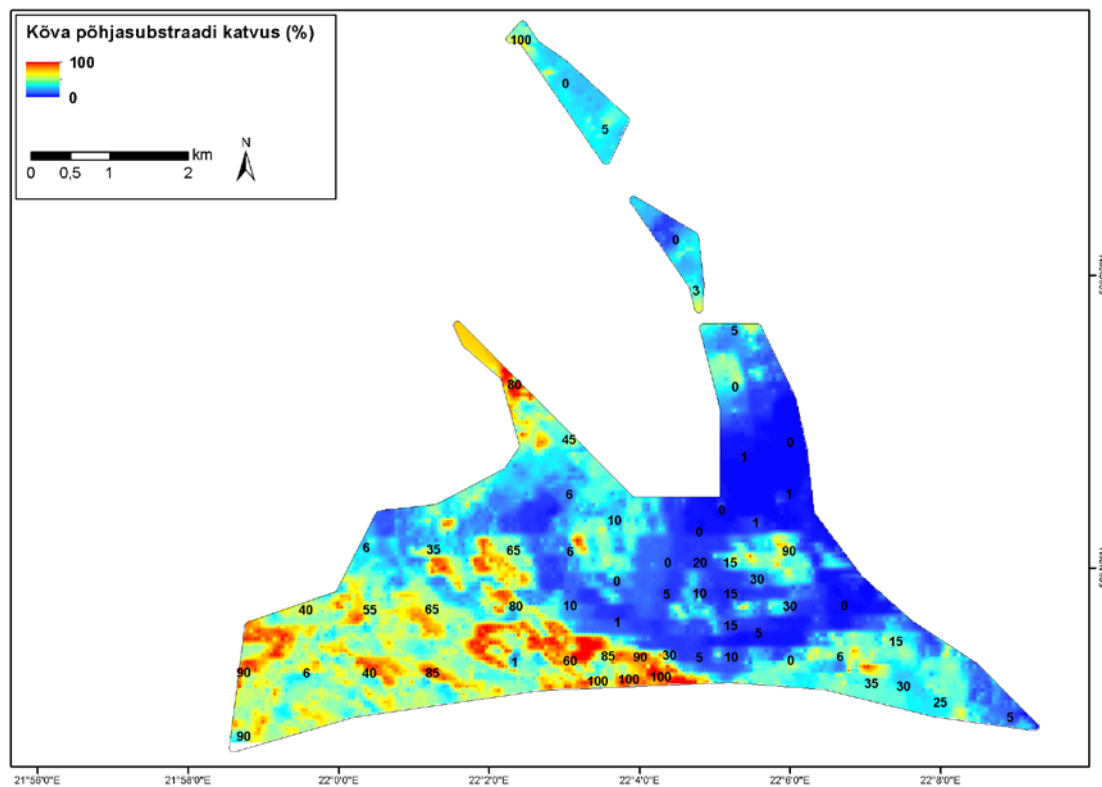
Madalaks 1 nimetatakse mereala, mis asub 20–21 km kaugusel Kõrgessaarest kagu suunas. Uuringuala sügavused jäävad sügavusvahemikku 13.4–38 m (joonis 16). Madala 1 uuringuala puhul on tegemist on üsna homogeense põhjaga, kus põhjasubstraat erineb väga vähe. Suuremalt jaolt on põhjasubstraadiks liiv (joonis 17), kuid leidub ka kõva põhjasubstraati (joonis 18).



**Joonis 16.** Madala 1 uuritud ala sügavusjaotus. Kaardi autor on Kristjan Herkül.



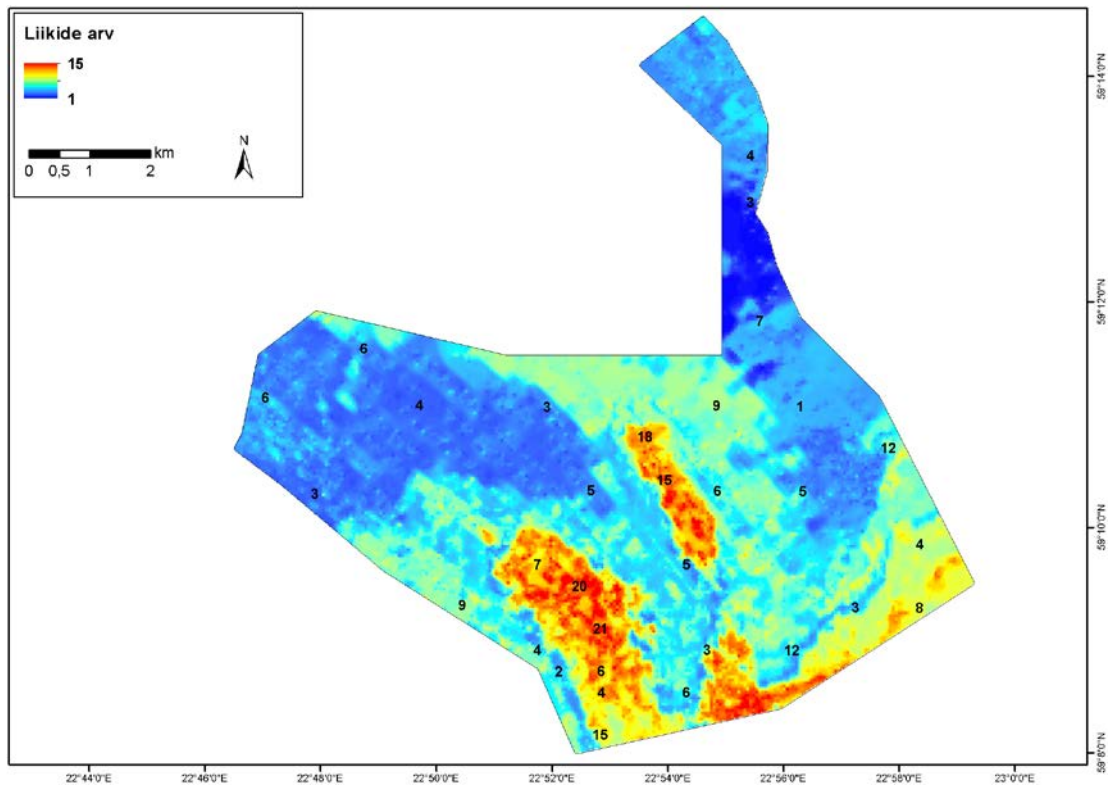
**Joonis 17.** Madala 1 uuritud ala liiva katvus (%). Lisaks modelleerimistulemustele on kaardil ära toodud numbritena jaamade videomaterjali analüüsi käigus saadud kõva põhjasubstraadi katvus (%). Kaardi autor on Kristjan Herkül.



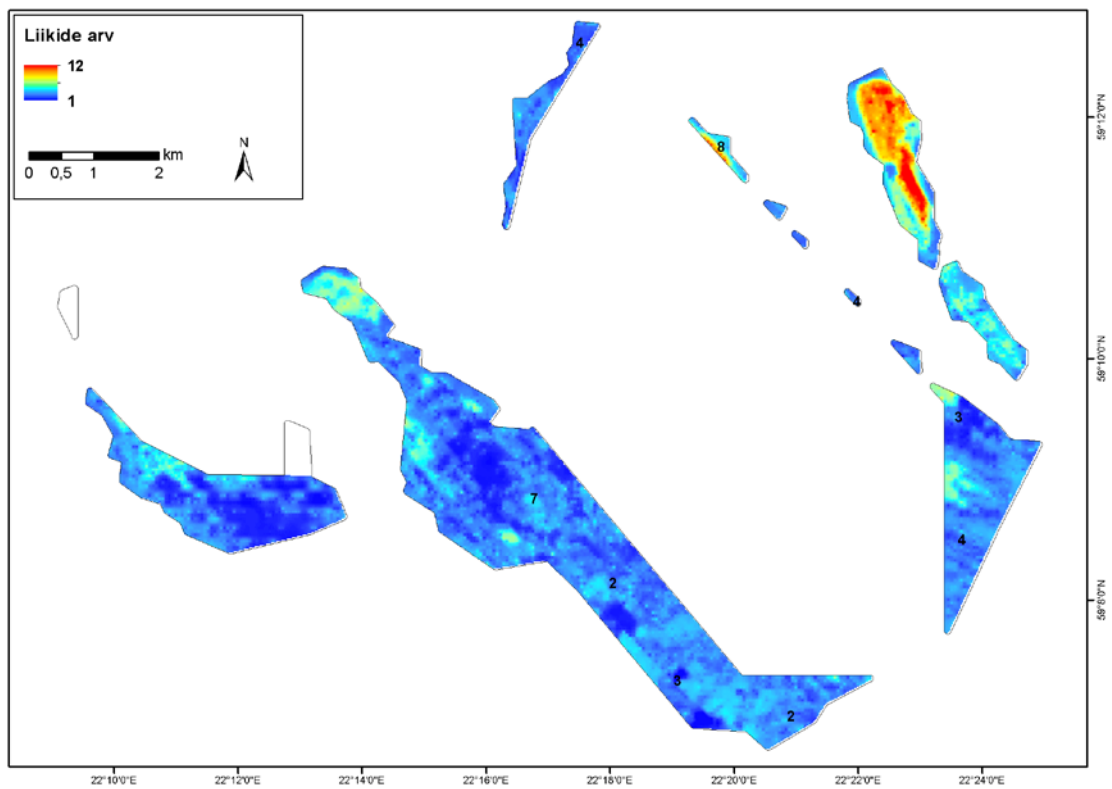
**Joonis 18.** Madala 1 uuritud ala kõva põhjasubstraadi katvus (%). Lisaks modelleerimistulemustele on kaardil ära toodud numbritena jaamade videomaterjali analüüsi käigus saadud kõva põhjasubstraadi katvus (%). Kaardi autor on Kristjan Herkül.

## 2.2. Põhjaelustiku inventuuri tulemused

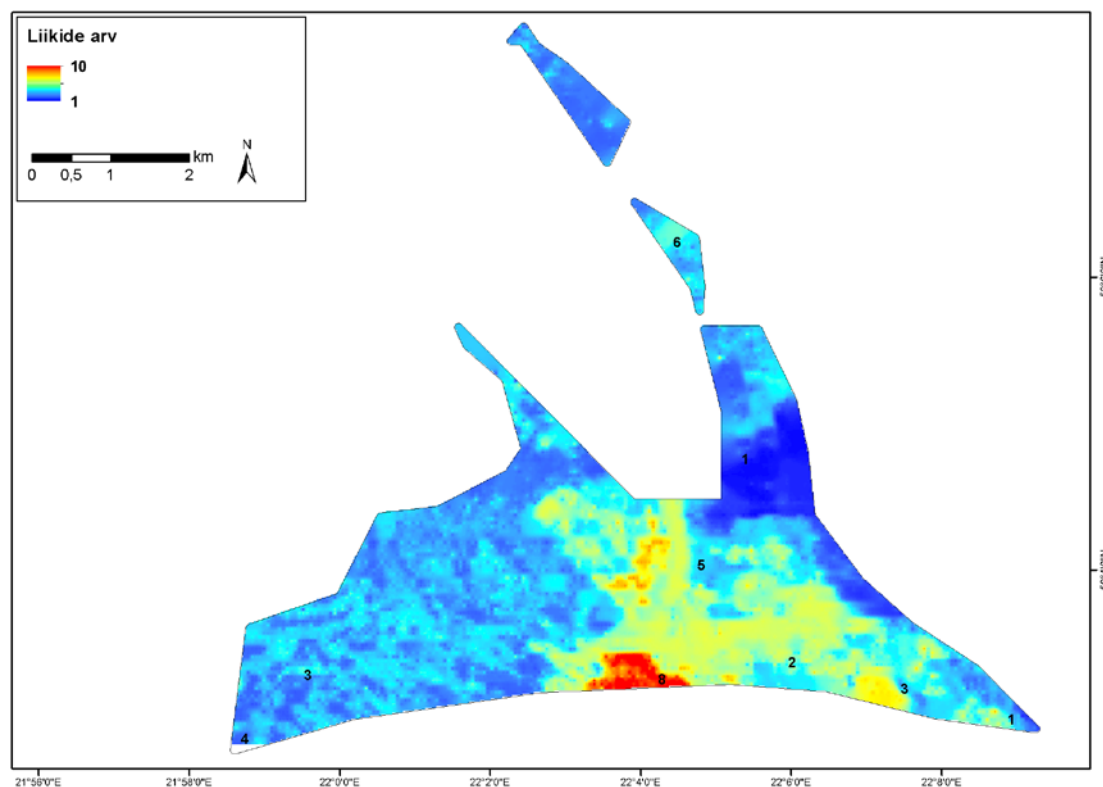
Käesolevas töös uuritud alad on suuresti mõjutatud Läänemere avaosa keskkonnatingimuste poolt. Põhiliseks elustikku vormivaks teguriks on sügavus, lainetuse mehhaaniline mõju ning mõnevõrra kõrgem soolsus (6–7 psu) võrreldes idapoolse jäävate mereosadega. Kirjeldatud madalatel esines enamasti sügavatele ning avamere aladele iseloomulikke põhjataimestiku ning põhjaloomastiku liike (HELCOM 2012). Liigilise mitmekesisuse vähesust antud inventuuri aladel võib põhjustada ka erinevate elupaikade nappus, avatus lainetusele ning suured sügavused. Joonistel 19–21 on ära toodud antud uuringualadel esinevate põhjaelustiku liikide arv piirkonniti. Apollo madal ostub uuritud piirkondadest kõige liigirikkamaks (esineb 15 erinevat põhjaelustiku liiki).



**Joonis 19.** Põhjaelustiku liikide arvuline esinemine Apollo madalal. Lisaks modelleerimistulemustele on kaardil ära toodud numbritena liikide arv, mis on saadud põhjaelustiku proovide analüüsil. Kaardi autor on Kristjan Herkül.



**Joonis 20.** Põhjaelustiku liikide arvuline esinemine Vinkovi madalal ja Madala 2. Lisaks modelleerimistulemustele on kaardil ära toodud numbritena liikide arv, mis on saadud põhjaelustiku proovide analüüsil. Kaardi autor on Kristjan Herkül.



**Joonis 21.** Põhjaelustiku liikide arvuline esinemine Madalal 1. Lisaks modelleerimistulemustele on kaardil ära toodud numbritena liikide arv, mis on saadud põhjaelustiku proovide analüüsil. Kaardi autor on Kristjan Herkül.

### 2.2.1. Põhjataimestik

Apollo ja Vinkovi madalate ning Madala 1 põhjataimestikust määrati inventuuri käigus enamasti puna- ja pruunvetikate liigid (tabel 3), mis on ka iseloomulikumad suurematele sügavustele ning Läänemere avaosale. Leidus ka üks rohevetika liik – *Cladophora glomerata*, mida leiti Apollo madalal 17.5 m ning Vinkovi madalal 35.8 m sügavusel. Mõlemal juhul jäi antud liigi biomass alla  $1 \text{ g/m}^2$  kohta. Sukelduja hinnangul leidus Apollo madalal 13 m sügavusel kahte tugeva tallusega pruunvetikaliiki – *Halosiphon tomentosus* ja *Fucus vesiculosus* (lisa 4, foto 1). Mõlemat liiki esines hinnanguliselt osakaaluga 1%. Kõige suurema keskmise kuivkaaluga on punavetikas *Furcellaria lumbricalis* ( $0.71 \text{ g/m}^2$ ) sügavusvahemikus 13–29.6 m (tabel 3). Põhjataimestiku keskmine kuivkaal uuringualadel on  $2.24 \text{ g/m}^2$  ning antud biomass on koondunud madalamatele aladele. Joonisel 22 on ära toodud põhjataimestiku keskmine biomass vastavalt sügavuslevikule. Antud aladel esineb kõige suurem põhjataimestiku keskmine biomass ( $29.67 \text{ g/m}^2$ ) 17 m sügavusel, mille moodustab enamasti niitjas punavetikas *Polysiphonia fucoides* ( $18.23 \text{ g/m}^2$ ) ning tugeva tallusega punavetikas *Furcellaria lumbricalis* ( $10.8 \text{ g/m}^2$ ).

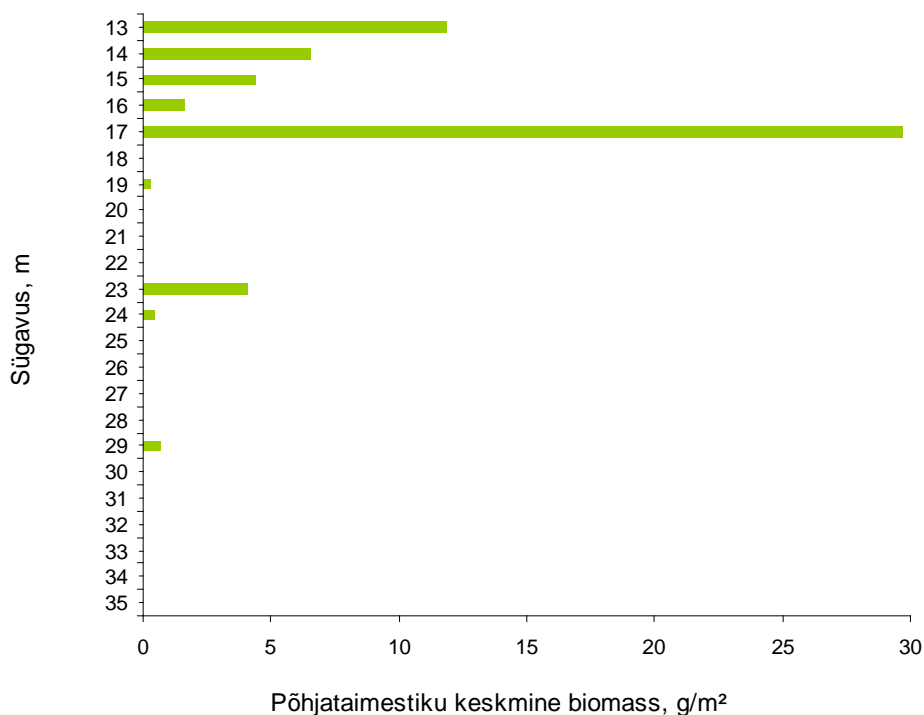
**Tabel 3.** Inventuuri aladel esinevad põhjataimestiku liigid ning nende keskmised biomassid ( $\text{g/m}^2$ ) biomassiproovides. Andmed ainult nendest proovipunktidest, kus esines põhjataimestikku.

Liik	Hõimkond	Keskmine biomass, $\text{g/m}^2$	Esinemise sügavus, m
<i>Aglaothamnion roseum</i>	punavetikas	0.02	13.0–16.7
<i>Battersia arctica</i>	pruunvetikas	0.15	13.0–35.8

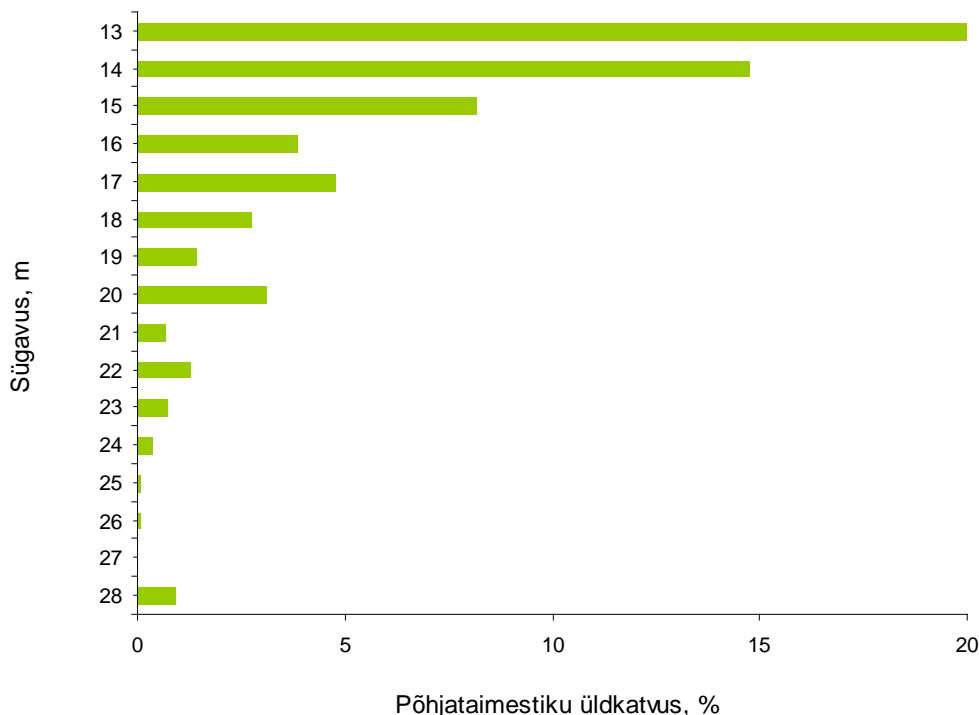


Liik	Hõimkond	Keskmine biomass, g/m <sup>2</sup>	Esinemise sügavus, m
<i>Ceramium tenuicorne</i>	punavetikas	0.07	13.0–25.2
<i>Cladophora glomerata</i>	rohevetikas	0.01	17.5–35.8
<i>Coccotylus truncatus</i>	punavetikas	0.05	13.0–24.5
<i>Ectocarpus siliculosus</i>	pruunvetikas	0.01	13.8
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	punavetikas	0.71	13.0–29.6
<i>Pilayella littoralis</i>	pruunvetikas	0.03	13.0–14.4
<i>Polysiphonia fucoides</i>	punavetikas	0.58	13.0–30.8
<i>Rhodochorton purpureum</i>	punavetikas	0.10	13.0
<i>Rhodomela confervoides</i>	punavetikas	0.53	13.0–24.5

Joonisel 23 on ära toodud inventuuri aladel esinevad põhjataimestiku üldkatvused (%) vastavalt sügavuslevikule (m), kus 13 m sügavusel esineb kõige suurem põhjataimestiku katvus (20%), mille moodustab suuremalt jaolt taimerühm niitjad punavetikad (9.2 %). Põhjataimestiku katvuse levik kahaneb sügavuse suurenedes, mis on tingitud valguse kättesaadavuse vähenemisest vetikatele. Lisas 2, tabelis 1–3 on ära toodud põhjataimestiku katvushinnangud jaamades, kus põhjataimestiku liike esines.



**Joonis 22.** Inventuuri aladel esinenud põhjataimestiku keskmiste biomasside sügavuslevik (g/m<sup>2</sup>). Sügavustel 35 m, 26 m, 25 m ja 18 m jääb keskmine biomass alla 0.1 g/m<sup>2</sup> ning sellest tulenevalt ei kajastu need joonisel. Andmed ainult nendest proovipunktidest, kus esines põhjataimestikku.



**Joonis 23.** Inventuuri aladel esinevad põhjataimestiku keskmiste katvuste (%) sügavuslevik (m). Andmed ainult nendest proovipunktidest, kus esines põhjataimestikku.

### 2.2.1.1. Uurimispiirkonnas esinevate põhjataimestiku liikide lühiiseloostus

*Aglaothamnion roseum* on niitjas punavetikas, kelle vahelduvalt harunenud roosa niitjas tallus kasvab 0,5–2 cm kõrguseks. See üheaastane vetikas esineb väheohtralt ning peamiselt epifüüdina mitmetel pruun- ja punavetikatel. Liik eelistab kasvada soolasemas Eesti rannikumere osas (üle 5,6 psu) ning teda leidub ainult Läänesaarte vetes 4–11 m sügavusel. (Torn & Orav 2002)

*Battercsia arctica* on Läänemere sügavamates osades väga levinud niitjas pruunvetikas. Sageli on ta seal ainuke taimeliik. Esineb 6–19 m sügavusel. Eelistab lainetusele suhteliselt avatud kohti. Kasvab aladel, kus vee soolsus on üle 5‰. Soome lahes on liigile soolsuse alampiiriks 3,9‰. (Trei 1991)

*Ceramium tenuicorne* on Eesti vetes väga tavaline niitjas punavetika liik ning kasvab veepiirist 18–20 m sügavuseni. Eelistab vett, mille soolsus on üle 5‰; Soome lahes on liigile soolsuse alampiir 3,9‰. Kasvab samuti madalas rannavees tugevas valguses kui ka suures sügavuses. (Trei 1991)

*Cladophora glomerata* on Läänemeres laialt levinud karevetikas (niitjas rohevetikas). Kasvab nii mage- kui riimvees, tema ülemine soolsuspiir arvatakse olevat 15‰. Teda võib leida veepiirilt kuni 5(8) m sügavuseni. (Trei 1991)

*Coccotylus truncatus* on tugeva tallusega punavetikaliik, kelle leiukohad paikenevad avameres ja Soome lahes. Kasvab enamasti 5,5–15 m sügavusel (Trei 1991).

*Ectocarpus siliculosus* on väga laialt levinud niitjas pruunvetikas, kes kasvab kõvadel põhjadel ning tihti esineb epifüüdina põisadrul. Liik asustab põhjakoosluseid veepiirist kuni 14 m sügavuseni. Eutrofeerunud merealas moodustab suuri vatitaoliseid puhmaid segamini teise niitja pruunvetikaga *Pilayella littoralis*. (Trei, 1991)

*Fucus vesiculosus* (põisadru) on tugeva tallusega pruunvetikas, kelle alumine sügavuspiir oleneb vee läbipaistvusest ja on piirkonniti erinev. Üksikuid taimi on leitud avameres veel 12 m sügavuselt. Ülemine sügavuspiir on 0,5–1 m sügavusel, nii et veetaseme kõikudes ei jääks taim kuivale. Eelistab kasvada piirkonnas, kus vee soolsus on üle 5‰. (Trei 1991)

*Furcellaria lumbricalis* (agarik) on tugeva tallusega punavetika liik, kes esineb kõvadel põhjadel 1–20 m-ni ning pehmetel põhjadel võib teda leida sügavusvahemikust 4–10 m (Trei 1991).

*Halosiphon tomentosus* on paeljas pruunvetikas, kes asustab kõva substraati peamiselt soolasemas Eesti rannikumere mõõdukalt avatud osas 1–12 m sügavuseni. Selle liigi tallused on 20–50 cm kõrged ning kaetud pigmenteerunud karvakestega. Sarnaneb fülogeneetiliselt lähedasele liigile keelikvetikale *Chorda filum*, kuid erinevalt sellest on *H. tomentosa*'l talluse karvad peaharuga sama tooni. (Trei 1991; Martin & Kersen 2011)

*Pilayella littoralis* on niitjas pruunvetikas, kes on väga laialt levinud ning kasvab paljudes kooslustes epifüüdina, kohati massiliselt. Soolsuse alampiiriks on 4,5‰. (Trei 1991)

*Polysiphonia fucoides* on niitjas punavetikas, kes levib madalast rannaveest kuni 20 m sügavuseni. Enamik leiukohti asub siiski allpool 5 m sügavusjoont. Eelistatud on kasvukohad, kus sügavus on üle 5‰. Soome lahes ei leitud antud liiki Tallinna lahest ida pool. (Trei 1991)

*Rhodochorton purpureum* ei ole laialdaselt levinud niitjas punavetikaliik Eesti rannikuvetes. Senini on leitud vaid üksikuid taimi (Trei 1991).

*Rhodomela confervoides* (niitjas punavetikas) eelistab kõrgema soolsusega vett (üle 65‰) ja sügavamaid alasid (üle 5 m). Soolsuse alampiiriks on 5,2‰ ning on leitud ka Eesti merevees 1–20 m sügavuselt. Kasvab peamiselt avameres, kus moodustab iseseisvaid kooslusi. Soome lahes levib Tallinna laheni. (Trei 1991)

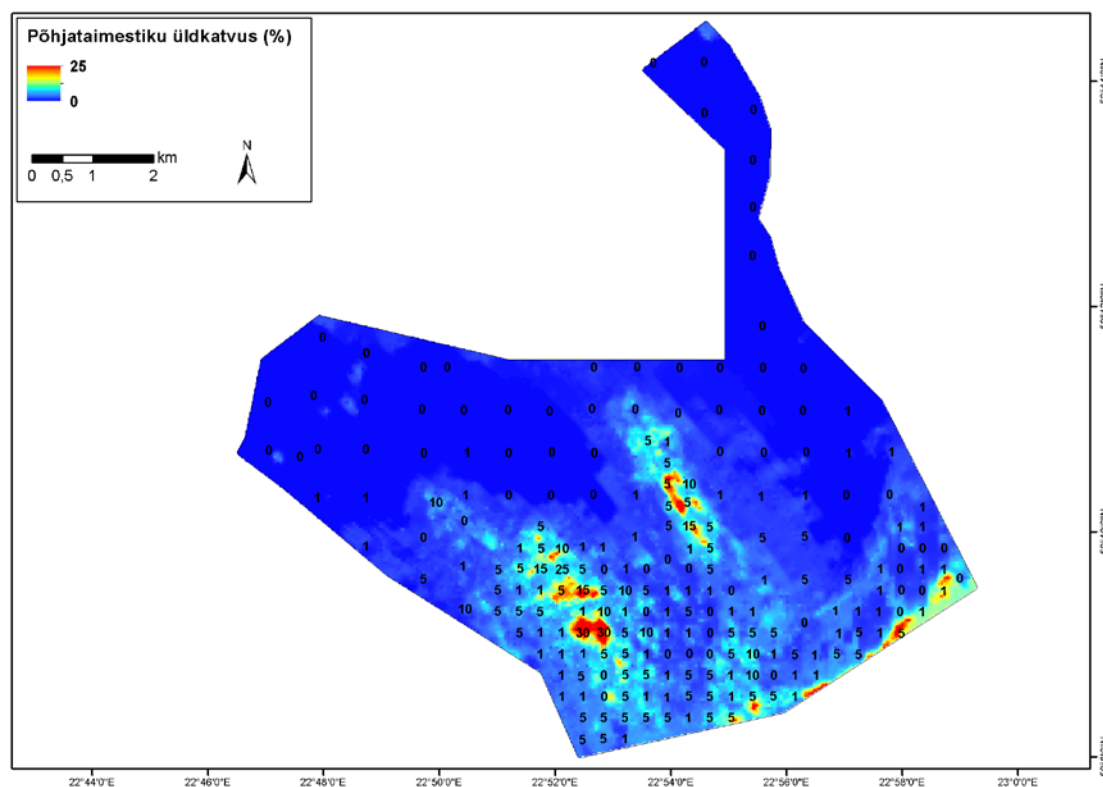
### **2.2.1.2. Apollo madala uuringuala põhjataimestik**

Apollo madala uuringuala põhjataimestikust määrati inventuuri käigus biomassiproovidest enamasti puna- ja pruunvetikate liigid (tabel 4), mille sügavuslevik jääb 13–29.6 m vahemikku. Leidub ka üks rohevetika liik - *Cladophora glomerata* (liigi keskmine biomass jäi alla 1 g/m<sup>2</sup>). Antud madala liigiline koosseis, nende keskmised biomassid ning esinemise sügavus on ära toodud tabelis 4. Apollo madalal esinevad suuremate keskmiste biomassidega punavetikad *Furcellaria lumbricalis*, *Polysiphonia fucoides* ja *Rhodomela confervoides* lisaks teistele pruun- ja punavetikatele. Uuritud madala taimestiku keskmine kuivkaal osutus suhteliselt madalaks (3.2 g/m<sup>-2</sup>).

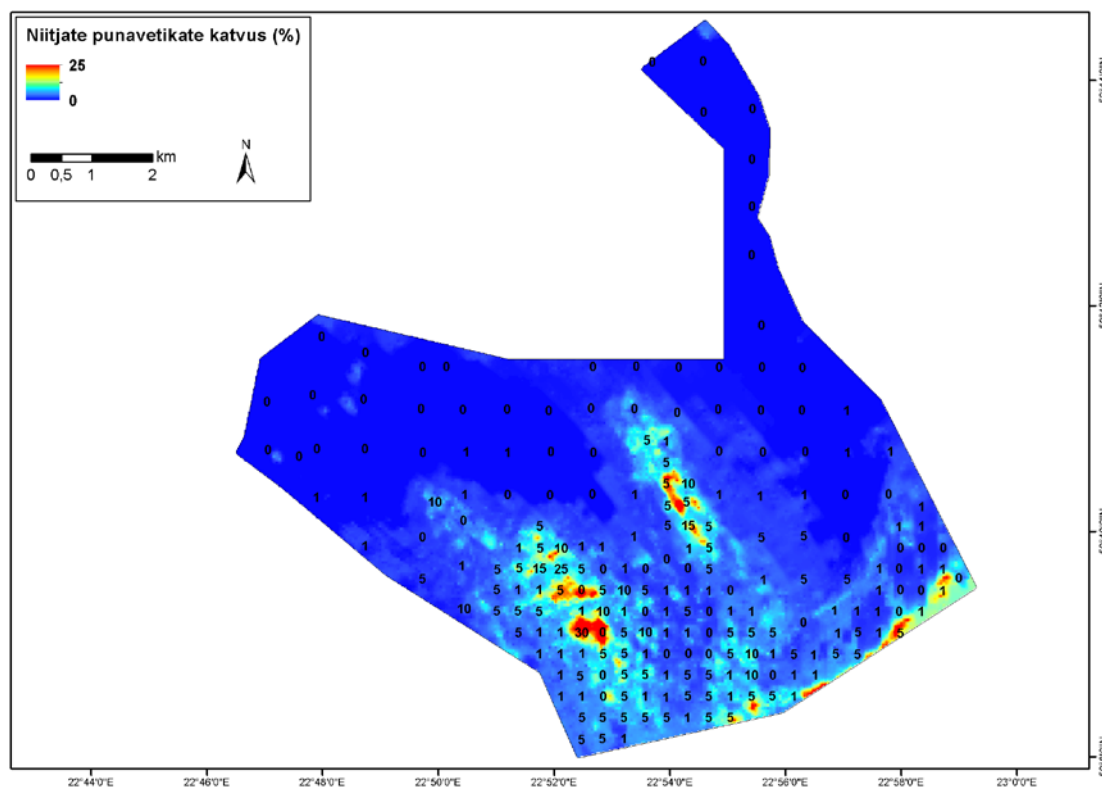
**Tabel 4.** Apollo madalal esinevad põhjataimestiku liigid ning nende keskmised biomassid ( $\text{g/m}^{-2}$ ) biomassiproovides. Andmed ainult nendest proovipunktidest, kus esines põhjataimestikku.

Liik	Hõimkond	Keskmine biomass, $\text{g/m}^2$	Esinemise sügavus, m
<i>Aglaothamnion roseum</i>	punavetikas	0.001	13.0–16.7
<i>Battersia arctica</i>	pruunvetikas	0.12	13.0–31.4
<i>Ceramium tenuicorne</i>	punavetikas	0.07	13.0–25.2
<i>Cladophora glomerata</i>	rohevetikas	0.001	17.5
<i>Coccotylus truncatus</i>	punavetikas	0.06	13.0–24.5
<i>Ectocarpus siliculosus</i>	pruunvetikas	0.003	13.8
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	punavetikas	1.25	13.0–29.6
<i>Pilayella littoralis</i>	pruunvetikas	0.01	13.0–14.4
<i>Polysiphonia fucoides</i>	punavetikas	0.80	13.0–29.6
<i>Rhodochorton purpureum</i>	punavetikas	0.17	13.0
<i>Rhodomela confervoides</i>	punavetikas	0.69	13.0–24.5

Apollo madala põhjataimestiku suurim üldkatvus modelleerimistulemuste põhjal on 25% (joonis 24), mille suuremalt jaolt moodustavad niitjad punavetikad (joonis 25). Lisas 2, tabelis 1 on ära toodud antud uuringupiirkonna põhjataimestiku videojaamade katvushinnangud, kus esines põhjataimestiku liike. Apollo madala suurima katvuse moodustasid antud tulemuste põhjal niitjad punavetikad *Polysiphonia fucoides* ja *Rhodomela confervoides* (30%) sügavusvahemikus 13–14.2 m.



**Joonis 24.** Apollo madala uuringuala põhjataimestiku üldkatvus (%). Lisaks modelleerimistulemustele on kaardil ära toodud numbritena jaamade videomaterjali analüüsi käigus saadud põhjataimestiku üldkatvus (%). Kaardi autor on Kristjan Herkül.



**Joonis 25.** Apollo madala uuringuala niitjate punavetikate katvus (%). Lisaks modelleerimistulemustele on kaardil ära toodud numbritena jaamade videomaterjali analüüsi käigus saadud niitjate punavetikate katvus (%). Kaardi autor on Kristjan Herkül.

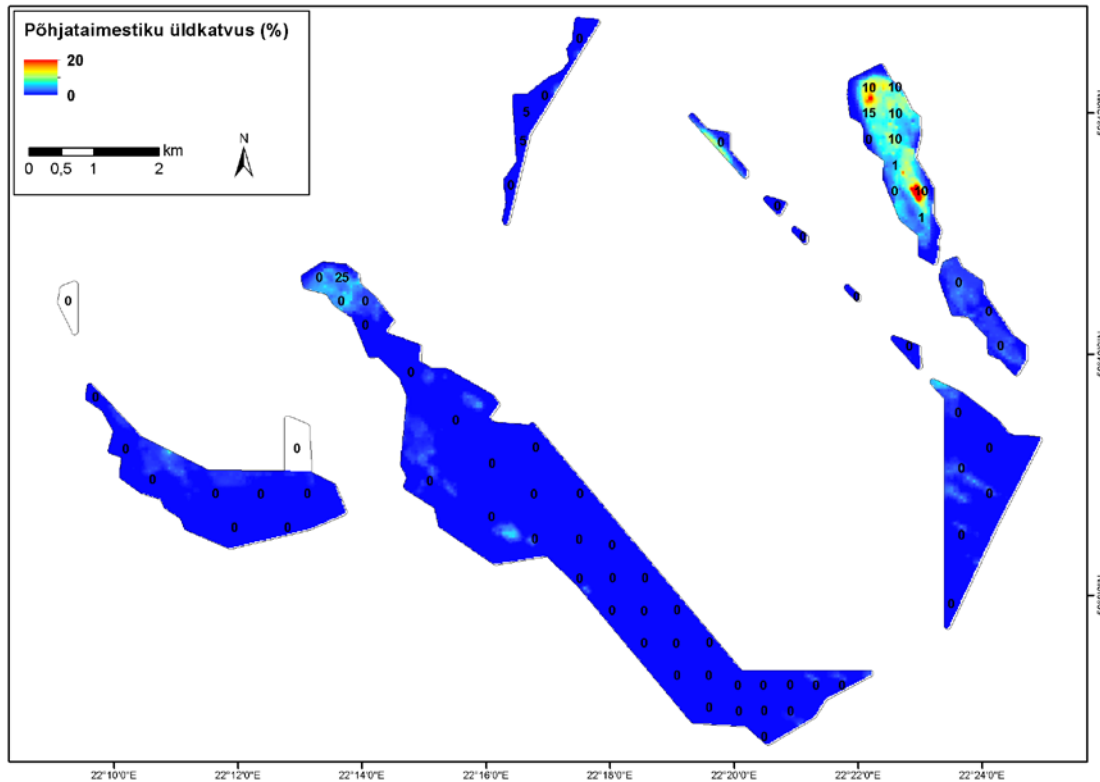
### 2.2.1.3. Vinkovi madala ja Madala 2 uuringuala põhjataimestik

Vinkovi madala uuringualal esineb biomassiproovides nii pruun- ja punavetika liike (tabel 5), mis on iseloomulikud suurematele sügavustele, ning antud liikide sügavuslevik jääb 15–35.8 m vahemikku. Leidub ka rohevetika liik *Cladophora glomerata* (liigi keskmine biomass jäi alla 1 g/m<sup>2</sup>). Antud madala liigiline koosseis, nende keskmised biomassid ning esinemise sügavus on ära toodud tabelis 5. Kõige suuremate keskmiste biomassidega Vinkovi madalal on punavetikad *Rhodomela confervoides* (0.37 g/m<sup>2</sup>) ja *Furcellaria lumbricalis* (0.35 g/m<sup>2</sup>). Antud madala põhjataimestiku keskmiseks kuivkaaluks saadi 0.8 g/m<sup>2</sup>.

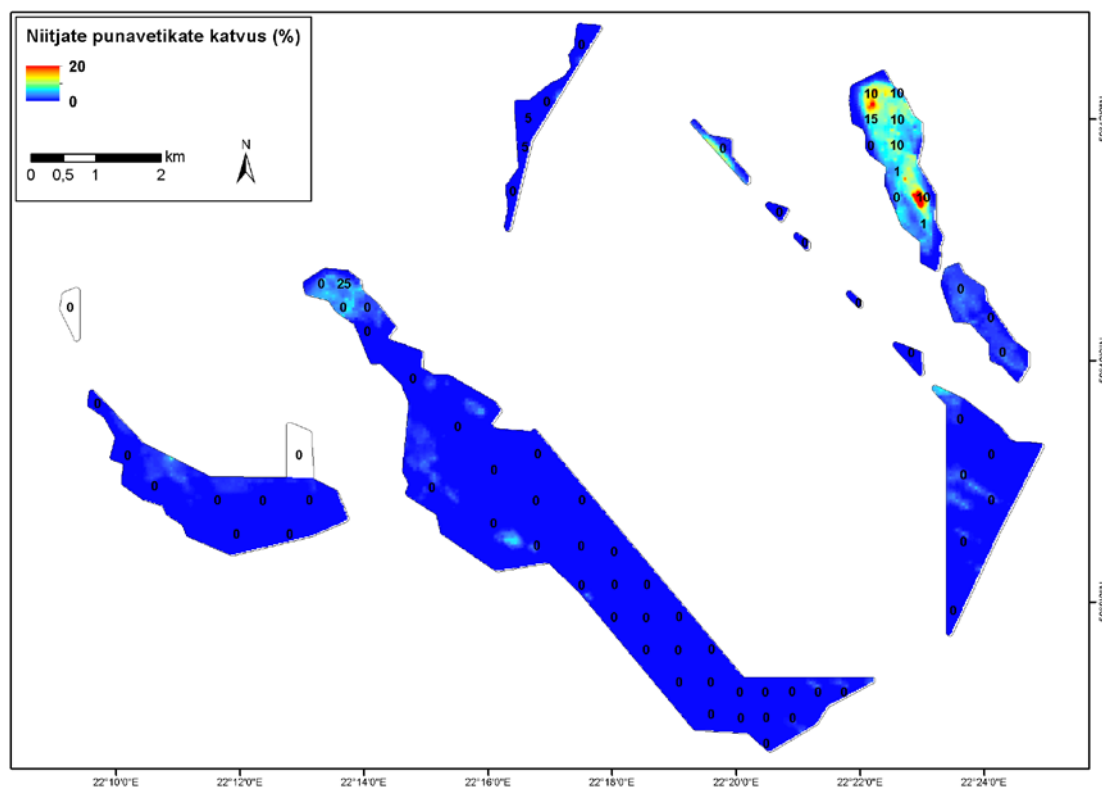
**Tabel 5.** Vinkovi madala uuringualal esinevad põhjataimestiku liigid ning nende keskmised biomassid (g/m<sup>2</sup>) biomassiproovides. Andmed ainult nendest proovipunktidest, kus esines põhjataimestikku.

Liik	Hõimkond	Keskmine biomass, g/m <sup>2</sup>	Esinemise sügavus, m
<i>Aglaothamnion roseum</i>	punavetikas	0.003	15.0
<i>Battersia arctica</i>	pruunvetikas	0.003	15.0–35.8
<i>Ceramium tenuicorne</i>	punavetikas	0.001	15.0
<i>Cladophora glomerata</i>	rohevetikas	0.002	35.8
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	punavetikas	0.35	15.0
<i>Polysiphonia fucoides</i>	punavetikas	0.07	15.0–29.2
<i>Rhodomela confervoides</i>	punavetikas	0.37	15.0–22.8

Vinkovi madala uuringuala põhjataimestiku suurim üldkatvus modelleerimistulemuste põhjal on 20% (joonis 26), mille suuremalt jaolt moodustavad niitjad punavetikad (joonis 27). Antud uuringualal leidis põhjataimestikku uuringuala kirdepoolses osas, kus kasvupinnase moodustab kõva substraat. Lisas 2, tabelis 2 on ära toodud Vinkovi madala põhjataimestiku videojaamade katvushinnangud, kus esines põhjataimestiku liike. Vinkovi madala uuringuala suurima katvuse moodustasid antud tulemuste põhjal niitjad punavetikad *Polysiphonia fucoides* ja *Rhodomela confervoides* (25%) sügavusel 20.5 m.



**Joonis 26.** Vinkovi madala ja Madala 2 uuringuala põhjataimestiku üldkatvus (%). Lisaks modelleerimistulemustele on kaardil ära toodud numbritena jaamade videomaterjali analüüsi käigus saadud põhjataimestiku üldkatvus (%). Kaardi autor on Kristjan Herkül.



**Joonis 27.** Vinkovi madala uuringuala niitjate punavetikate katvus (%). Lisaks modelleerimistulemustele on kaardil ära toodud numbritena jaamade videomaterjali analüüsi käigus saadud niitjate punavetikate katvus (%). Kaardi autor on Kristjan Herkül.

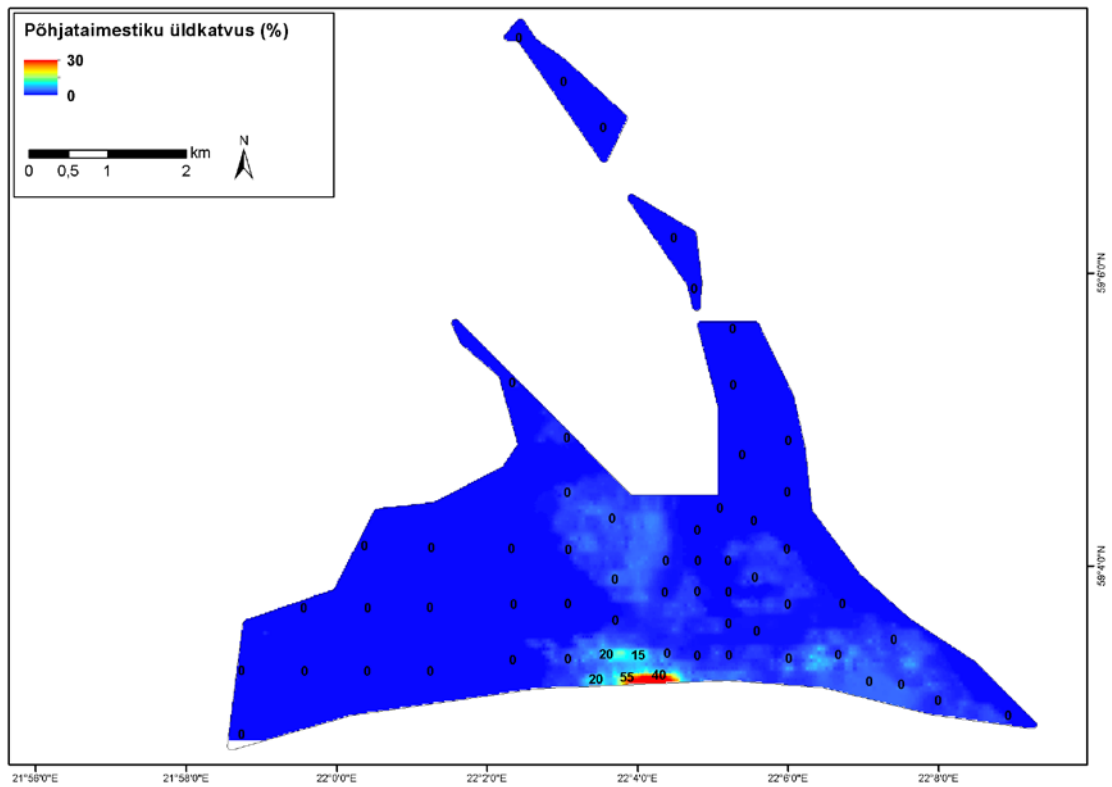
#### 2.2.1.4. Madala 1 uuringuala põhjataimestik

Madalal 1 on esindatud biomassiproovides üks pruunvetikas ning kaks punavetika liiki. Antud liikide sügavuslevik jääb vahemikku 13.4–30.8 m. Antud madala liigiline koosseis, nende keskmised biomassid ning esinemise sügavus on ära toodud tabelis 6. Kõige suurema keskmise biomassiga on esindatud punavetikas *Polysiphonia fucoides* ( $0.15 \text{ g/m}^2$ ).

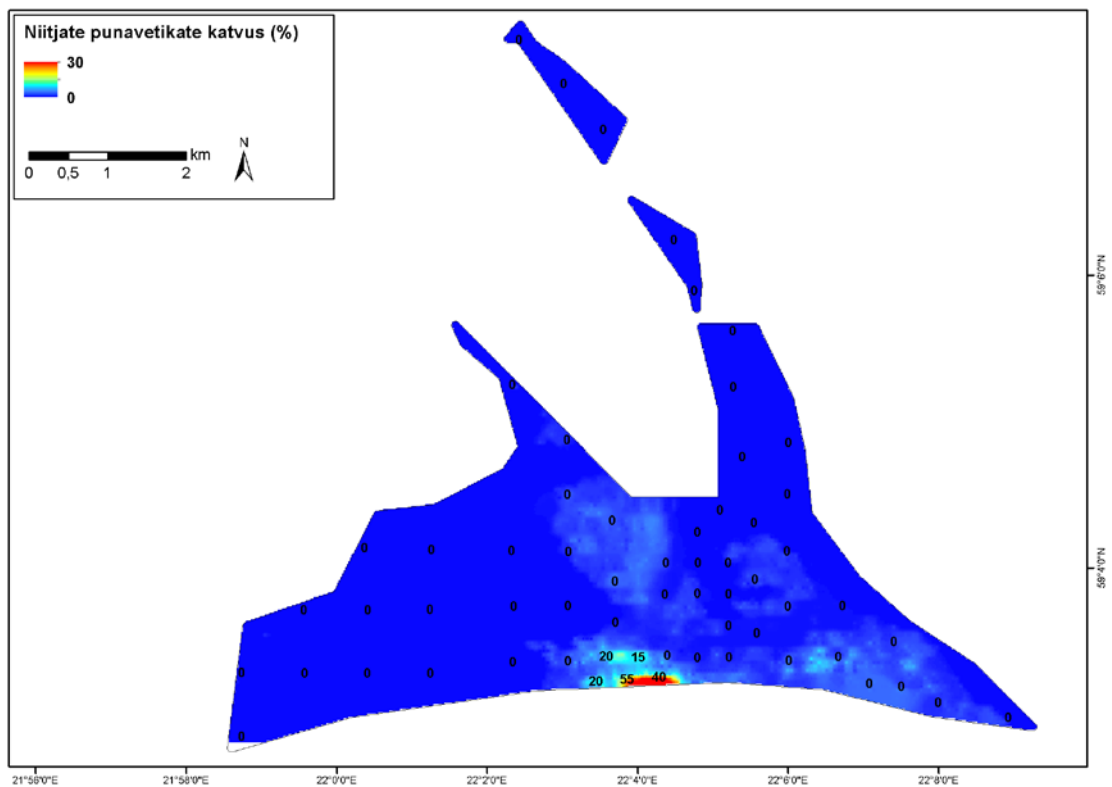
**Tabel 6.** Madalal 1 esinevad põhjataimestiku liigid ning nende keskmised biomassid ( $\text{g/m}^2$ ) biomassiproovides. Andmed ainult nendest proovipunktidest, kus esines põhjataimestikku.

Liik	Hõimkond	Keskmine biomass, $\text{g/m}^2$	Esinemise sügavus, m
<i>Pilayella littoralis</i>	pruunvetiktaim	0.06	13.4
<i>Polysiphonia fucoides</i>	punavetiktaim	0.15	13.4–30.8
<i>Rhodomela confervoides</i>	punavetiktaim	0.01	13.4

Madala 1 uuringuala põhjataimestiku suurim üldkatvus modelleerimistulemuste põhjal on 30% (joonis 28), mille suuremalt jaolt moodustavad niitjad punavetikad (joonis 29). Antud uuringualal leidis põhjataimestikku väga väikesel alal, kus kasvupinnase moodustab 100% kõva substraat. Lisas 2, tabelis 3 on ära toodud antud uuringupiirkonna põhjataimestiku videojaamade katvushinnangud, kus esines põhjataimestiku liike. Madala 1 suurima katvuse moodustasid antud tulemuste põhjal niitjad punavetikad *Polysiphonia fucoides* ja *Rhodomela confervoides* – katvus 55% sügavusel 14.6 m ning katvus 40% sügavusel 13.4 m.



**Joonis 28.** Madala 1 uuritud ala põhjataimestiku üldkatvus (%). Lisaks modelleerimistulemustele on kaardil ära toodud numbritena jaamade videomaterjali analüüsi käigus saadud põhjataimestiku üldkatvus (%). Kaardi autor on Kristjan Herkül.



**Joonis 29.** Madala 1 uuringuala niitjate punavetikate katvus (%) uuritud alal. Lisaks modelleerimistulemustele on kaardil ära toodud numbritena jaamade videomaterjali analüüsi käigus saadud niitjate punavetikate katvus (%). Kaardi autor on Kristjan Herkül.



## 2.2.2. Põhjaloostastik

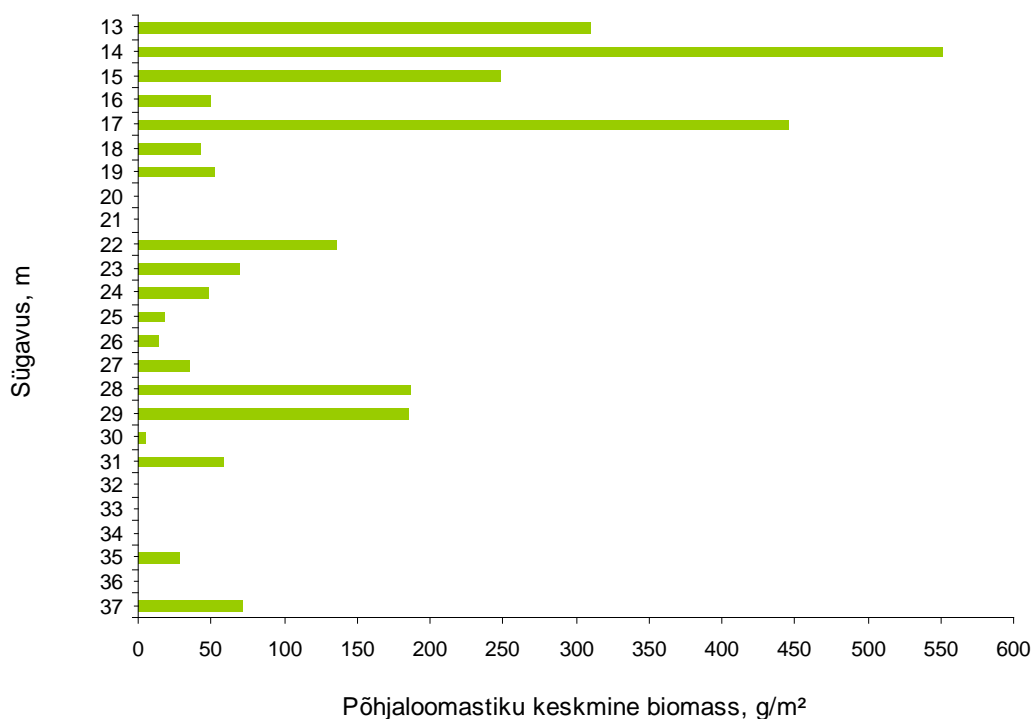
Apollo ja Vinkovi madalate ning Madala 1 põhjaloomastikus on domineerivaks liigiks sessiilse eluviisiga *Mytilus trossulus* (söödav rannakarp), kelle biomass uuritud merealadel on vahemikus 0.002–571.62 g/m<sup>2</sup> (keskmise biomass on 88.85 g/m<sup>2</sup>) sügavusvahemikus 13–37.3 m. Antud madalate liigiline koosseis, nende keskmised biomassid ning esinemise sügavused on ära toodud tabelis 7. Suurema biomassiga liikide hulgas leidub veel *Macoma baltica* (balti lamekarp) – keskmise biomass 10.28 g/m<sup>2</sup>. Liikide mitmekesisus on suurem madalamatel sügavustel, kus leidub elupaiku nii kõva substraadi külge kinnituvatel liikidel, kui ka liikidel, mis on tavaliselt seotud põhjataimestikuga. Sügavamatel aladel esinevad enamasti sessiilse eluviisiga põhjaloomastiku liigid. Põhjaloostastiku keskmine kuivkaal uuringualadel on 78.84 g/m<sup>2</sup>. Apollo ja Vinkovi madalate ning Madala 1 põhjaloomastikus esineb palju liike, kelle keskmine biomass jääb alla 0.1 g/m<sup>2</sup> (tabel 7). Uuringualade maksimaalne keskmine biomass (552 g/m<sup>2</sup>) on saavutatud 14 m sügavusel, mille suuremalt jaolt moodustab söödav rannakarp (549.6 g/m<sup>2</sup>) (joonis 30).

**Tabel 7.** Inventuuri aladel esinevad põhjaloomastiku liigid ning nende keskmised biomassid (g/m<sup>2</sup>) biomassiproovides. Andmed ainult nendest proovipunktidest, kus esines põhjataimestikku.

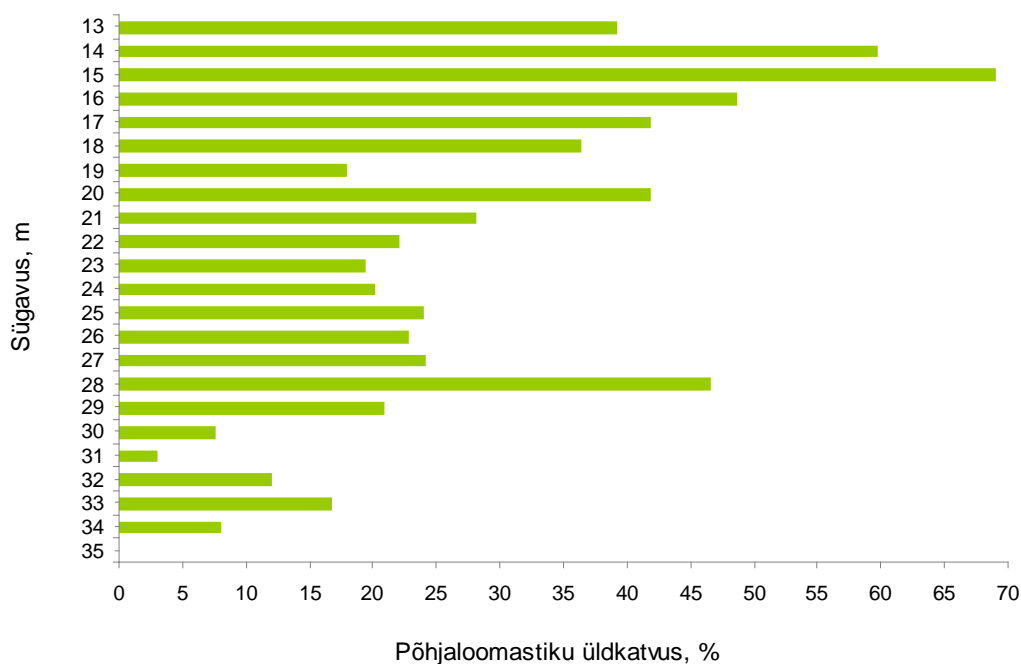
Liik	Hõimkond	Keskmine biomass, g/m <sup>2</sup>	Esinemise sügavus, m
<i>Amphibalanus improvisus</i>	Vähid	0.43	13.0–26.2
<i>Bathyporeia pilosa</i>	Vähid	0.001	13.2
<i>Bylgides sarsi</i>	rõngussid	0.002	16.7–28.5
<i>Cerastoderma glaucum</i>	Limused	0.004	17.5
Chironomidae perekond	lüljalgsed	0.01	13.0–19.0
<i>Cordylophora caspia</i>	ainuõssed	0.01	14.4–16.7
<i>Corophium volutator</i>	Vähid	0.003	13.0–30.1
<i>Einhornia crustulenta</i>	sammalloomad	0.002	24.8
<i>Gammarus juv</i>	Vähid	0.004	13.0–36.3
<i>Gammarus oceanicus</i>	Vähid	0.01	17.5
<i>Gammarus salinus</i>	Vähid	0.03	13.0–25.4
<i>Gammarus zaddachi</i>	Vähid	0.002	28.2
<i>Halicryptus spinulosus</i>	keraskärssussid	0.002	37.3
<i>Hediste diversicolor</i>	rõngussid	0.01	13.0–35.8
Hydrozoa klass	ainuõssed	0.001	29.2
<i>Jaera albifrons</i>	Vähid	0.01	13.0–29.4
<i>Laomedea flexuosa</i>	ainuõssed	0.01	13.0–28.5
<i>Macoma balthica</i>	Limused	10.28	13.0–37.3
<i>Marenzelleria neglecta</i>	rõngussid	0.003	13.2–37.3
<i>Monoporeia affinis</i>	Vähid	0.004	26.4–37.3
<i>Mya arenaria</i>	Limused	0.134	13.2–24.7
<i>Mytilus trossulus</i>	Limused	88.85	13.0–37.3
<i>Oligochaeta</i> alamklass	rõngussid	0.003	13.2–26.4
<i>Peringia ulvae</i>	Limused	0.16	13.0–25.1
<i>Praunus inermis</i>	Vähid	0.001	13.0–13.8
<i>Praunus sp</i>	Vähid	0.001	15.0
<i>Saduria entomon</i>	Vähid	0.38	16.7–37.3
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	limused	0.11	13.0–29.2

Joonisel 31 on ära toodud inventuuri aladel esinevad põhjaloomastiku katvused (%) vastavalt sügavuslevikule (m), kus 15 m sügavusel esineb kõige suurem põhjaloomastiku katvus (69%),

mille moodustab suuremalt jaolt söödav rannakarp (55%). Põhjaloomastiku katvused vähenevad sügavuse suurenedes. Lisas 3, tabelis 1 on ära toodud põhjaloomastiku katvushinangud uuringualadel.



**Joonis 30.** Inventuuri aladel esinevad põhjaloomastiku keskmised biomassid (g/m<sup>2</sup>) vastavalt sügavuslevikule (m). Andmed ainult nendest proovipunktidest, kus esines põhjataimestikku.



**Joonis 31.** Inventuuri aladel esinevad põhjaloomastiku keskmised katvused (%) vastavalt sügavuslevikule (m). Sügavustel 35 m on keskmine biomass  $0.1 \text{ g/m}^2$  ning sellest tulenevalt ei kajastu see joonisel. Andmed ainult nendest proovipunktidest, kus esines põhjataimestikku.

### 2.2.2.1. Uurimispiirkonnas esinevate põhjaloomastiku liikide lühiiseloostus

*Amphibalanus improvisus* (tavaline tõruvähk) talub vee tugevat magestumist ja ka kõrget soolsust (0-40‰), reostust ja eutrofeerumist ning elab valdavalt rannalähedastes vetes sessiilse eluvormina. (Järvekülg & Veldre 1963)

*Bathyporeia pilosa* (põlvikvähk) on riimveeline loom, kes eelistab elupaigaks liivaseid merepõhjasid ning on võimeline elama ja paljunema merevees, mille soolsus on alla 2 PSU. (Mettam, 1989)

*Bylgides sarsi* (soomususs) kuulub hulkharijasside klassi ning on saanud oma nime sellest, et nende jäsendid ehk parapoodid on varustatud arvukate harjastega. On tüüpilised mereloomad, keda väga harva leitakse magevetest. On külmaveeline loom ning seega eelistab elutegevuseks avamerealasid. (Järvekülg 1981)

*Cerastoderma glaucum* (söödav südakarp) eelistab liivast põhja ja elab valdavalt madalas (alla 10 m) rannavees. Üsna harva leidub teda kuni 25 m sügavusel. (Järvekülg & Veldre 1963).

*Chironamidae* perekond (surusääsklaste vastsed) on tavaliselt omase rannikulähedasele madalale veele, kuid neid leidub ka avameres (Järvekülg & Veldre 1963).

*Cordylophora caspia* (järvetõlvik) on riimveeline koloniaalne hüdrapolüüp. Elab põhiliselt rannalähedastel aladel (eriti jõesuudmete ümbruses) ning laskuvad mõnekümne meetri sügavusele. (Järvekülg & Veldre 1963)

*Corophium volutator* (harilik kootvähk) on Läänemeres kõige tavalisemaks ja arvukamaks liigiks. Esineb mudase ja savise põhjaga madalmerealadel tihti hiigelhulkades, uuristades settesse U–kujulisi tunneleid. (Järvekülg & Veldre 1963)

*Einhornia crustulenta* on sammalloom ning riimveeline. Levinud kõikjal Läänemeres. (Ярвекюльг 1979)

Perekond *Gammaruse* (kirpvähilised) liigid elavad ranna lähedal ja taimestikuga kaetud merepõhjal. Eelistavad jooksvat ja hapnikurikast vett. (Järvekülg & Veldre 1963) Apollo ja Vinkovi madaltel ning Madalal 1 on esindatud *Gammarus juv.* (juveniilid), *Gammarus oceanicus*, *Gammarus salinus* ja *Gammarus zaddachi*.

*Halicryptus spinulosus* (harilik silinder-kärslane) elab mitmesugusel substraadil eelistades siiski orgaaniliste jäänuuste poolest rikkamaid muda ja savisetteid, kust leiab endale toitu. On külmalembeline loom. (Järvekülg & Veldre 1963)

*Hediste diversicolor* (tavaline harjasliimukas) on tavaline magestunud rannikuvee liik ning levinud kõikjal Läänemeres (Järvekülg, Veldre; 1963).

*Hydrozoa* klass (hüdraloomade klass) kellele on iseloomulik kinnitunud eluviis ja kolooniate moodustumine, mis kasvavad mõne kuni mõnekümne sentimeetri kõrguseks ja kinnituvad merepõhjas kas kividele, vetikatele või limuste ja tõruvähkide kodadele. (Järvekülg & Veldre 1963)

*Jaera albifrons* (valgelaup – kakand) on tavaline kakandiline Läänemeres. Elupaikadeks on rannalähedased taimestikurikkad veelad (Järvekülg & Veldre 1963).

*Laomedea flexuosa* (hüdraloom) on avarasoolane merevorm. Tegemist on hüdraloomaga, kes on levinud kõikjal Läänemeres osades. (Järvekülg & Veldre 1963)

*Macoma balthica* (balti lamekarp) talub kõige paremini soolsuse vähenemist ning on ühtlasi kõige laialdasemalt levinud ja suurema arvukusega. On juhtivaks liigiks kogu mere põhjaloomastikus. See liik elab eelkõige madalama veega (kuni 40 m) aladel, kui aga hingamistingimused on soodsad, laskub ta märgatavalt sügavamale, isegi üle 100m. (Järvekülg & Veldre 1963)

*Marenzelleria neglecta* (virgiinia korgitsuss) talub erinevaid soolsusi ning samuti ka temperatuuri muutusi. Vähenõudlik liik hapniku suhtel. (Ярвекюльг 1979)

*Monoporeia affinis* (tavaline harjaslabalane) on riimveeline vorm, kes levib kõikjal Läänemeres (Ярвекюльг 1979).

*Mya arenaria* (liiva-uurikkarp) elab põhjasetteis ning võib tungida kuni 30 cm sügavuseni. Asustab peamiselt alla 10 m veesügavusega alasid. (Järvekülg & Veldre 1963)

*Mytilus edulis* (söödav rannakarp) elab Läänemeres eeskätt kuni 40 m sügavuseni ning on sessiilne eluvorm. On suhteliselt arvukas, talub suuri temperatuure ja soolsuse kõikumist. Rannakarpidega asustatud merepõhja ruutmeeter puhastab 50–280 m<sup>3</sup> vett ööpäevas. (Järvekülg & Veldre 1963)

*Oligohaeta* alamklass (väheharjasuss) on üldiselt magevee elanikud, kuid paljud on suuremal või vähemal määral osutunud avarasoolasteks. Eelistavad elamiseks pehmeid põhjasid. (Järvekülg & Veldre 1963)

*Peringia ulvae* (lamekeermene vesitigu) on avarasoolane merevorm. Elavad eelkõige madalas vees, taimestikuga kaetud põhjal. (Järvekülg & Veldre 1963)

*Praunus inermis* ja *Praunus sp.* (müsiidid) on taimestikulembesed ehk fütofiilsed ning hoiduvad taimestiku kogumikesse. On nektonbentilised. (Järvekülg & Veldre 1963)

*Saduria entomon* (merikilk) on riimveeline vorm, kes esineb kõikjal Läänemere piirkondades (Ярвекюльг 1979).

*Theodoxus fluviatilis* (vesiking) on elutingimuste suhtes võrdlemisi plastiline ja talub kuni 16‰ vee soolsust. Läänemere rannikupiirkonda asustab ta kogu ulatuses, laskudes tavaliselt mõnekümne meetri sügavuseni. (Järvekülg & Veldre 1963).

### 2.2.2.2. Apollo madala uuringuala põhjaloomastik

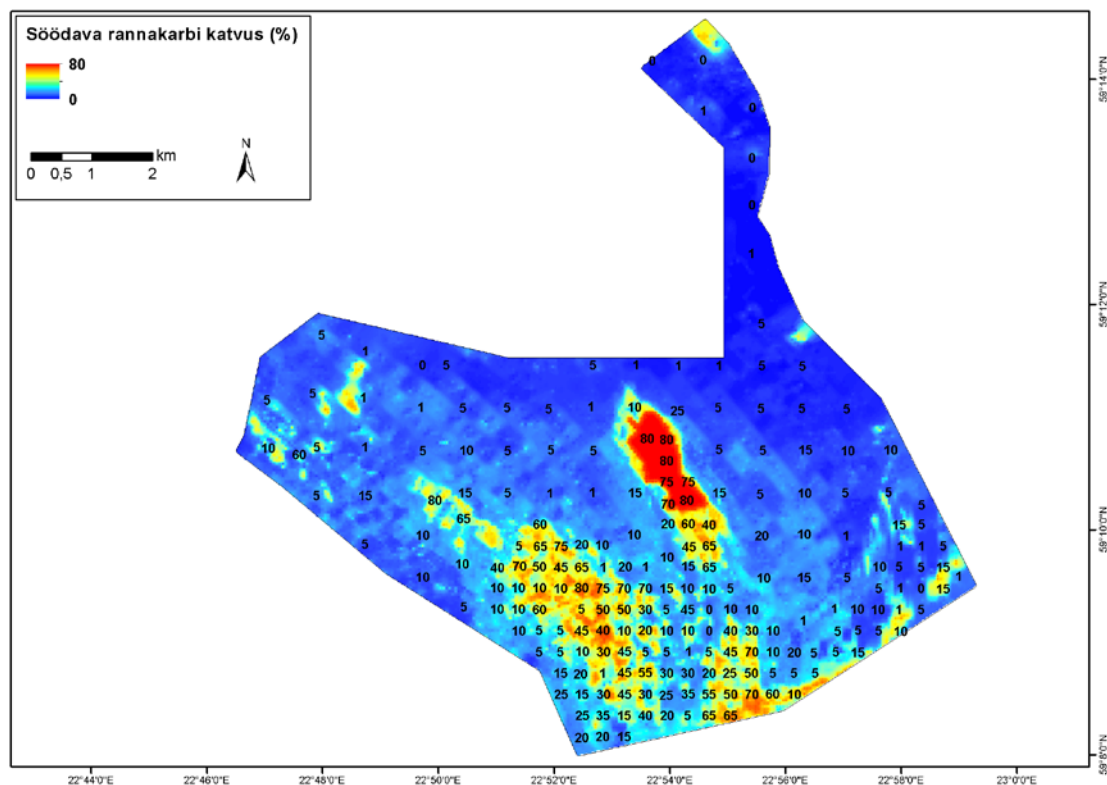
Apollo madalal esineb arvu poolest rohkem põhjaloomastiku liike (24 liiki), kui teistel inventuuri aladel. Madala keskmine biomass on 96.92 g/m<sup>2</sup> sügavusvahemikus 13–31.5 m, mille suuremalt jaolt moodustab söödav rannakarp (*Mytilus trossulus*) – 83.48 g/m<sup>2</sup> (tabel 8). Lisaks sessiilsele põhjaloomale, leidub suurema keskmise kuivkaaluga ka balti lamekarpi (*Macoma baltica*) – 12.09 g/m<sup>2</sup>. Antud madalal leidub põhjaloomastiku liike, kelle keskmine biomass jääb alla 0.1 g/m<sup>2</sup>. Apollo madalal leiduvad põhjaloomastiku liigid ja nende keskmised biomassid koos sügavuslevikuga on ära toodud tabelis 8.

**Tabel 8.** Apollo madalal esinevad põhjaloomastiku liigid ning nende keskmised biomassid (g/m<sup>-2</sup>) biomassiproovides. Andmed ainult nendest proovipunktidest, kus esines põhjataimestikku.

Liik	Hõimkond	Keskmine biomass, g/m <sup>2</sup>	Esinemise sügavus, m
<i>Amphibalanus improvisus</i>	vähid	0.55	13.0–26.2
<i>Bathyporeia pilosa</i>	vähid	0.001	13.2
<i>Bylgides sarsi</i>	rõngussid	0.002	16.7–28.5
<i>Cerastoderma glaucum</i>	limused	0.01	17.5
<i>Chironomidae</i> perekond	lüljalgsed	0.01	13.0–19.0
<i>Cordylophora caspia</i>	ainuõõssed	0.02	14.4–16.7
<i>Corophium volutator</i>	vähid	0.01	13.0–24.8
<i>Einhornia crustulenta</i>	sammalloomad	0.003	24.8
<i>Gammarus juv</i>	vähid	0.003	13.0–17.5
<i>Gammarus oceanicus</i>	vähid	0.02	17.5
<i>Gammarus salinus</i>	vähid	0.02	13.0–25.4
<i>Hediste diversicolor</i>	rõngussid	0.02	13.0–29.6
<i>Jaera albifrons</i>	vähid	0.01	13.0–24.8
<i>Laomedea flexuosa</i>	ainuõõssed	0.02	13.0–28.5
<i>Macoma balthica</i>	limused	12.09	13.0–31.5
<i>Marenzelleria neglecta</i>	rõngussid	0.003	13.0–31.5
<i>Monoporeia affinis</i>	vähid	0.0004	28.5–31.5
<i>Mya arenaria</i>	limused	0.23	13.2–24.7

Liik	Hõimkond	Keskmine biomass, g/m <sup>2</sup>	Esinemise sügavus, m
<i>Mytilus trossulus</i>	limused	83.48	13.0–29.6
<i>Oligochaeta</i> alamklass	rõngussid	0.002	13.2–22.0
<i>Peringia ulvae</i>	limused	0.27	13.0–24.7
<i>Praunus inermis</i>	vähid	0.001	13.0–13.8
<i>Saduria entomon</i>	vähid	0.01	16.7–29.6
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	limused	0.16	13.0–23.3

Söödava rannakarbi (*Mytilus trossulus*) suurim katvus modelleerimistulemuste põhjal on 80% (joonis 32). Suurim katvus on saavutatud uuringuala keskosas, kus esineb kõva substraat. Antud liigi puhul on tegemist kinnituva vormiga ning seega on eksisteerimiseks vajalik kõva aluspinnas. Lisas 3, tabelis 1 on ära toodud Apollo madalal asuvates inventuuri jaamades esinevate põhjaloomastiku liikide katvused (%) video- ning sukelduja andmete põhjal. Apollo madala suurima katvuse moodustas antud tulemuste põhjal söödav rannakarp (85%) sügavusel 13.8 m.



**Joonis 32.** Apollo madala uuringualal esineva söödava rannakarbi (*Mytilus trossulus*) katvus (%). Lisaks modelleerimistulemustele on kaardil ära toodud numbritena jaamade videomaterjali analüüsi käigus saadud söödava rannakarbi katvus (%). Kaardi autor on Kristjan Herkül.

### 2.2.2.3. Vinkovi madala ja Madala 2 põhjaloomastik

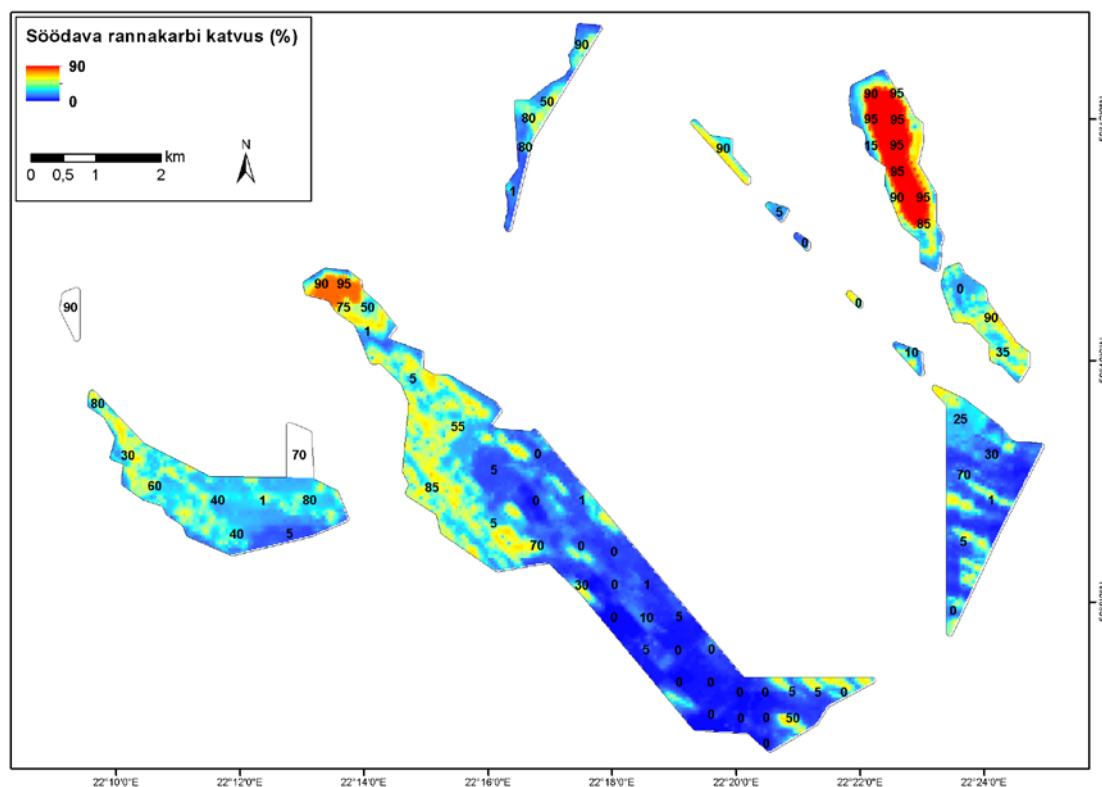
Vinkovi madala uuringualal esineb 19 põhjaloomastiku liiki. Antud madal põhjaloomastiku keskmine biomass 123.51 g/m<sup>2</sup>, on uuritud aladest suurim. Domineerivaks liigiks on söödav rannakarp (*Mytilus trossulus*) keskmise biomassiga 116.05 g/m<sup>2</sup> sügavusvahemikus 15–29.2 m (tabel 9). Lisaks leidis keskmise kuivkaalu poolest rohkemal määral teistest liikidest ka balti lamekarpi (*Macoma baltica*), kelle keskmine kuivkaal on 6.86 g/m<sup>2</sup>. Vinkovi madalal

leiduvad põhjaloomastiku liigid ja nende keskmised biomassid koos sügavuslevikuga on ära toodud tabelis 9.

**Tabel 9.** Vinkovi madala uuringualal esinevad põhjaloomastiku liigid ning nende keskmised biomassid ( $\text{g/m}^2$ ) biomassiproovides. Andmed ainult nendest proovipunktidest, kus esines põhjataimestikku.

Liik	Hõimkond	Keskmine biomass, $\text{g/m}^2$	Esinemise sügavus, m
<i>Amphibalanus improvisus</i>	vähid	0.03	22.8
<i>Bylgides sarsi</i>	rõngussid	0.002	22.8
<i>Chironomidae</i> perekond	lüljalgsed	0.01	15.0
<i>Gammarus juv</i>	vähid	0.002	35.8–36.3
<i>Gammarus salinus</i>	vähid	0.03	22.8
<i>Gammarus zaddachi</i>	vähid	0.012	28.2
<i>Hediste diversicolor</i>	rõngussid	0.01	26.4–35.8
Hydrozoa klass	ainuõõssed	0.003	29.2
<i>Jaera albifrons</i>	vähid	0.02	15.0–29.2
<i>Laomedea flexuosa</i>	ainuõõssed	0.001	24.2
<i>Macoma balthica</i>	limused	6.87	15.0–35.8
<i>Marenzelleria neglecta</i>	rõngussid	0.001	34.9
<i>Monoporeia affinis</i>	vähid	0.02	26.4–35.8
<i>Mytilus trossulus</i>	limused	116.05	15.0–29.2
<i>Oligochaeta</i> alamklass	rõngussid	0.01	25.1–26.4
<i>Peringia ulvae</i>	limused	0.01	22.8
<i>Praunus sp</i>	vähid	0.01	15.0
<i>Saduria entomon</i>	vähid	0.41	29.2–36.3
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	limused	0.05	22.8–29.2

Vinkovi madala uuringualal domineerib modelleerimistulemuste põhjal katvuse poolest söödav rannakarp (*Mytilus trossulus*) (joonis 33) uuringuala kirdepoolses osas, kus esineb kõva põhjasubstraat. Antud liik eelistab elupaigana kõva pinnast, kuna on kinnituva eluviisiga. Lisas 3, tabelis 2 on ära toodud Vinkovi madalal asuvates inventuuri jaamades esinevate põhjaloomastiku liikide katvused (%) video- ning sukelduja andmete põhjal. Vinkovi madala suurima katvuse moodustas antud tulemuste põhjal söödav rannakarp (95%) sügavusvahemikus 15.2–20.5 m.



**Joonis 33.** Vinkovi madala uuringualal esineva söödava rannakarbi (*Mytilus trossulus*) katvus (%). Lisaks modelleerimistulemustele on kaardil ära toodud numbritena jaamade videomaterjali analüüsi käigus saadud söödava rannakarbi katvus (%). Kaardi autor on Kristjan Herkül.

#### 2.2.2.4. Madala 1 uuringuala põhjaloomastik

Madala 1 esineb 15 põhjaloomastiku liiki, kus domineerivaks liigiks on sessiilse eluviisiga söödav rannakarp (*Mytilus trossulus*) – keskmise biomass on  $77.29 \text{ g/m}^2$  (tabel 10). Ülejäänud liigid, kes Madalal 1 esinevad, on keskmise biomassi poolest esindatud suhteliselt tagasihoidlikult (tabel 10). Madalal 1 on keskmine põhjaloomastiku biomass  $87.7 \text{ g/m}^2$ . Tabelis 10 on ära toodud põhjaloomastiku liikide keskmised biomassid ning sügavuslevikud uuritud merealal.

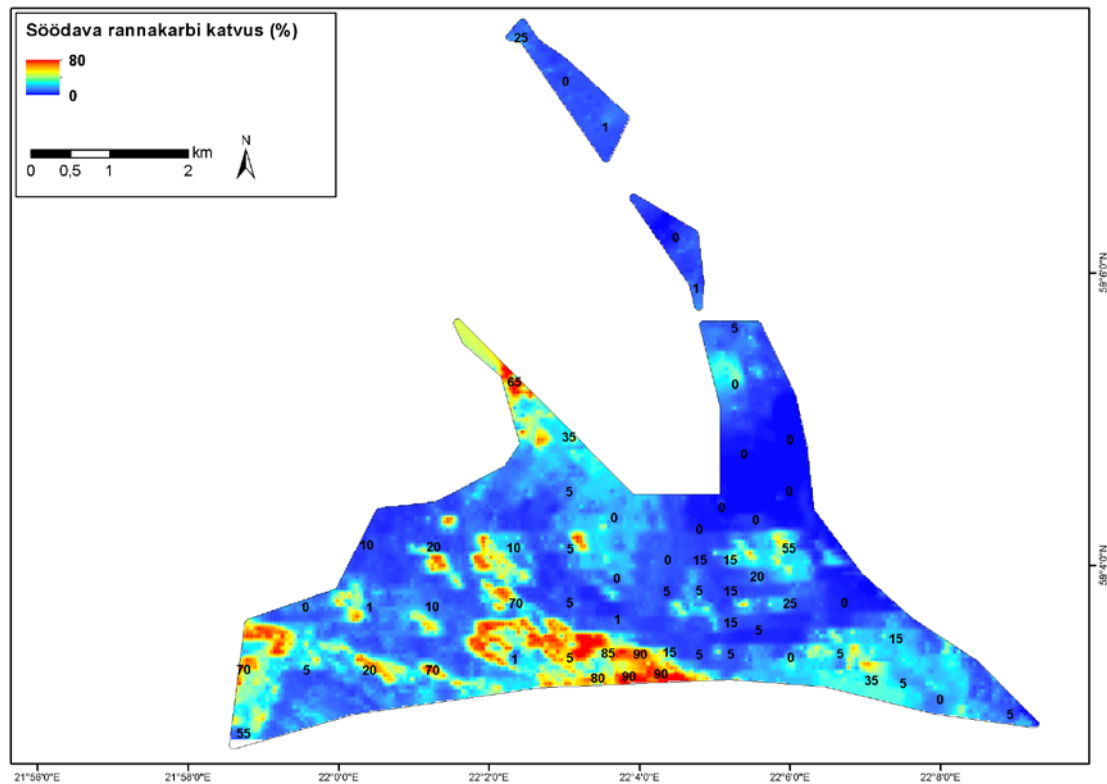
**Tabel 10.** Madalal 1 esinevad põhjaloomastiku liigid ning nende keskmised biomassid ( $\text{g/m}^2$ ) biomassiproovides. Andmed ainult nendest proovipunktidest, kus esines põhjataimestikku.

Liik	Hõimkond	Keskmine biomass, $\text{g/m}^2$	Esinemise sügavus, m
<i>Amphibalanus improvisus</i>	vähid	0.48	13.4–25.1
<i>Bylgides sarsi</i>	rõngussid	0.001	25.1
<i>Corophium volutator</i>	vähid	0.002	30.1
<i>Gammarus juv</i>	vähid	0.01	13.4–30.1
<i>Gammarus salinus</i>	vähid	0.03	13.4
<i>Halicryptus spinulosus</i>	keraskärssussid	0.01	37.3
<i>Hediste diversicolor</i>	rõngussid	0.004	19.0–25.0
<i>Jaera albifrons</i>	vähid	0.003	13.4–29.4
<i>Macoma balthica</i>	limused	8.43	25.0–37.3



Liik	Hõimkond	Keskmine biomass,	
		$\text{g/m}^2$	Esinemise sügavus, m
<i>Marenzelleria neglecta</i>	rõngussid	0.002	25.0–37.3
<i>Monoporeia affinis</i>	vähid	0.001	37.3
<i>Mytilus trossulus</i>	limused	77.29	13.4–37.3
<i>Oligochaeta</i> alamklass	rõngussid	0.002	22.1–25.4
<i>Peringia ulvae</i>	limused	0.01	13.4–25.1
<i>Saduria entomon</i>	vähid	1.42	19.4–37.3

Madalal 1 domineerib modelleerimistulemuste põhjal katvuse poolest söödav rannakarp (*Mytilus trossulus*) (joonis 34) eelkõige uuringuala lõunapoolses osas, kus esineb kõva põhjasubstraat. Antud liik eelistab elupaigana kõva pinnast, sest on kinnituva eluviisiga. Lisas 3, tabelis 3 on ära toodud Vinkovi madalal asuvates inventuuri jaamades esinevate põhjaloomastiku liikide katvused (%) video- ning sukelduja andmete põhjal. Antud uuringuala suurima katvuse moodustas antud tulemuste põhjal söödav rannakarp (90%) sügavusvahemikus 13.4–17.1 m.



**Joonis 34.** Madala 1 uuringualal esineva söödava rannakarbi (*Mytilus trossulus*) katvus (%) .Lisaks modelleerimistulemustele on kaardil ära toodud numbritena jaamade videomaterjali analüüsi käigus saadud söödava rannakarbi katvus (%). Kaardi autor on Kristjan Herkül.

## 2.3. Põhjaelupaigad

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

EU Life projekti „Merekaitsealad Läänemere idaosas“ välja töötatud elupaikade klassifikatsiooni levik Apollo ja Vinkovi madala ning Madala 1 piirkonnas osutus äärmiselt homogeenseks. Eesti rannikuvetes esinevatest 18-st EU LIFE projekti „Merekaitsealad Läänemere idaosas“ merepõhja elupaikadest esinesid kõikidel uuritud merealadel ainult 3:

#### o 10 – mõõdukalt avatud kõvad põhjad karpide kooslustega:

Kirjeldus: Elupaigale on iseloomulikud kinnitunud karpide kolooniad ning niitjad vetikad. Elupaiga liigiline mitmekesisus on keskmine: erinevaid taimeliike on elupaigast registreeritud 34 ning loomaliike 43, keskmine liikide arv ühes proovis on hinnanguliselt 7. Elupaik esineb rannikualadel, mis on avatud lainetusele ning jää kulutavale tegevusele. Settena on levinud paeplaat, rahnud ning kivid. Elupaika on leitud sügavustel 0,3-30 m, (sobiva substraadi leidumisel võib elupaik olla sügavamal) soolsusel kuni 3,7 promilli.

Funktsioon: 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. Lisaks eelnevale on elupaigal kõrge rekreatsiooniline väärtus ning tegemist on atraktiivse sukeldumispaigaga.

Kaitse: Vastavalt EL loodusdirektiivi lisale 1 esindab elupaik karisid (1170). Elupaiga looduskaitse väärtus on kõrge eelkõige just tavapärase suure biomassi (kõrge produktsiooni) ning olulisuse tõttu toiduahelas.

#### o 17 – mõõdukalt avatud pehmed põhjad karpide kooslustega:

Kirjeldus: Biomassis domineerivad erinevad karbid, põhjataimestik on esindatud, kuid vähesel määral (kas kinnitunult üksikutele kividele või siis lahtise vetikamassina). Liigiline mitmekesisus on tänu võimalikule vähesele taimestikule suhteliselt kõrge. Erinevaid taimeliike on elupaigast registreeritud 25 ning loomaliike 48, keskmine liikide arv proovis on hinnanguliselt 7. Elupaik esineb rannikualadel, mis on mõõdukalt avatud lainetusele ning jää kulutavale tegevusele. Settes domineerivad liiv ning savi. Elupaika on leitud kuni 100 m sügavusel, minimaalse soolsusega 2 promilli.

Kaitse: Vastavalt EL loodusdirektiivi lisale 1 võib antud elupaik esindada liivamadalaid (1110), estuaare (1130), laiu madalaid lahti ning abajaid (1160) või laugmadalikke (1140). Kaitse väärtus sõltub konkreetse piirkonna liigilisest koosseisust, bioloogilisest produktsioonist ning selle põhjustest: kas seda mõjutavad looduslikud (nt. apvellingu alad) või antropogeensed protsessid (nt. estuaarides suur toitainete sissevool jõgedega; heitvete suunamine mere). Kuid igal juhul on tegemist oluliste produktiivsete aladega. Elupaika ohustavad eelkõige ehitustegevus, süvendamine ning kaadamine; eutrofeerumisega võivad kaasned muutused hapnikurežiimis.

o **18 – mõõdukalt avatud pehmed põhjad kindla liigilise domineerimiseta:**

Kirjeldus: Antud elupaigatüübile on iseloomulik selgete dominantliikide puudumine. Põhjataimestik on esindatud, kuid vähesel määral. Peamiselt leidub niitjaid vetikaid, mis on kas kinnitunud üksikutele kividele või siis liiguvad veemassidega lahtise vetikamassina. Loomastikust on iseloomulikumad settesse kaevuvad väheharjasussid ning hulkharjasussid. Elupaiga liigiline mitmekesisus on väike: erinevaid taimeliike on elupaigast registreeritud 10 ning loomaliike 15, keskmine liikide arv ühes proovis on hinnanguliselt 2.

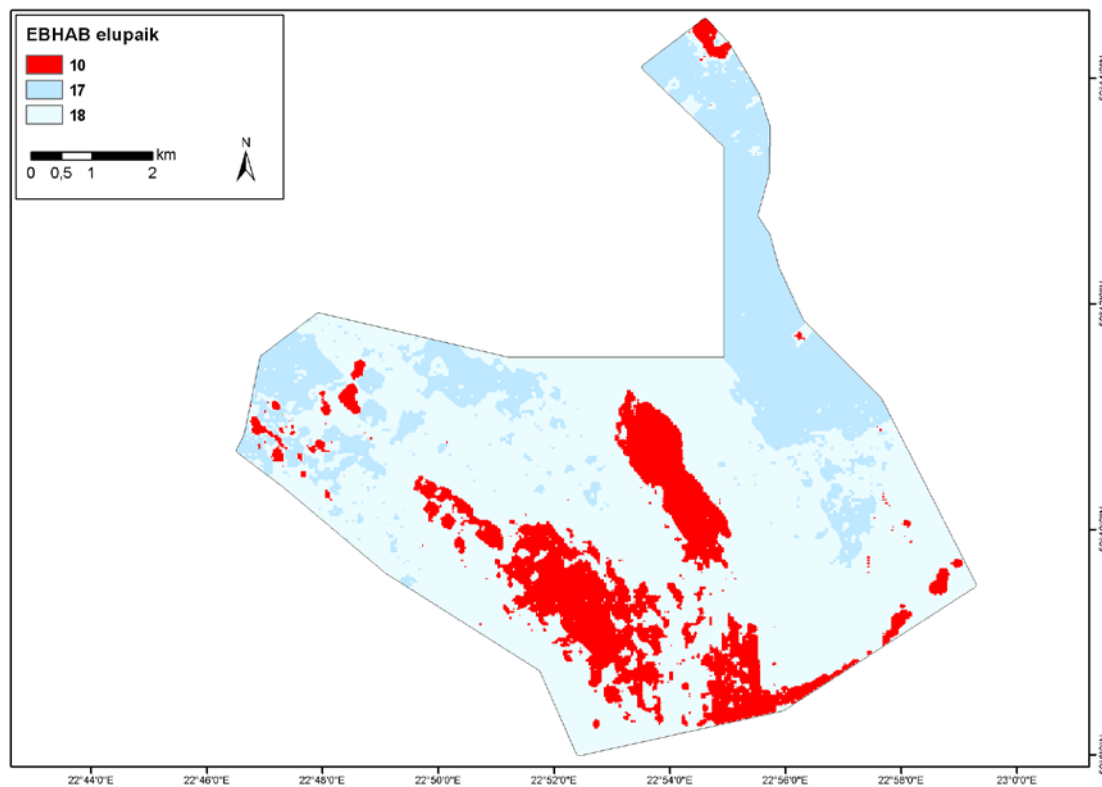
Kaitse: Vastavalt EL loodusdirektiivi lisale 1 ei esinda antud elupaik ühtki väärtuslikku elupaika. Madala bioloogilise mitmekesisuse tõttu on elupaiga looduskaitseline väärtus madal, kaitse vajadus sõltub otseselt piirkonna enda eripärast ning võimalikust olulisusest peamiselt veelindudele, kaladele ja veemetajatele. Elupaika ohustavad eelkõige ehitustegevus, süvendamine ning kaadamine; eutrofeerumisega võivad kaasneda muutused hapnikurežiimis.

Antud elupaikade määramisel lähtuti põhiliselt geograafilisest ja bioloogilisest informatsioonist. Tabelis 11 on ära toodud EU Life projekti „Merekaitsealad Läänemere loodeosas“ välja töötatud elupaikade pindalad antud uuringualadel.

**Tabel 11.** EU Life projekti „Merekaitsealad Läänemere idaosas“ välja töötatud elupaikade pindalad uuringualadel

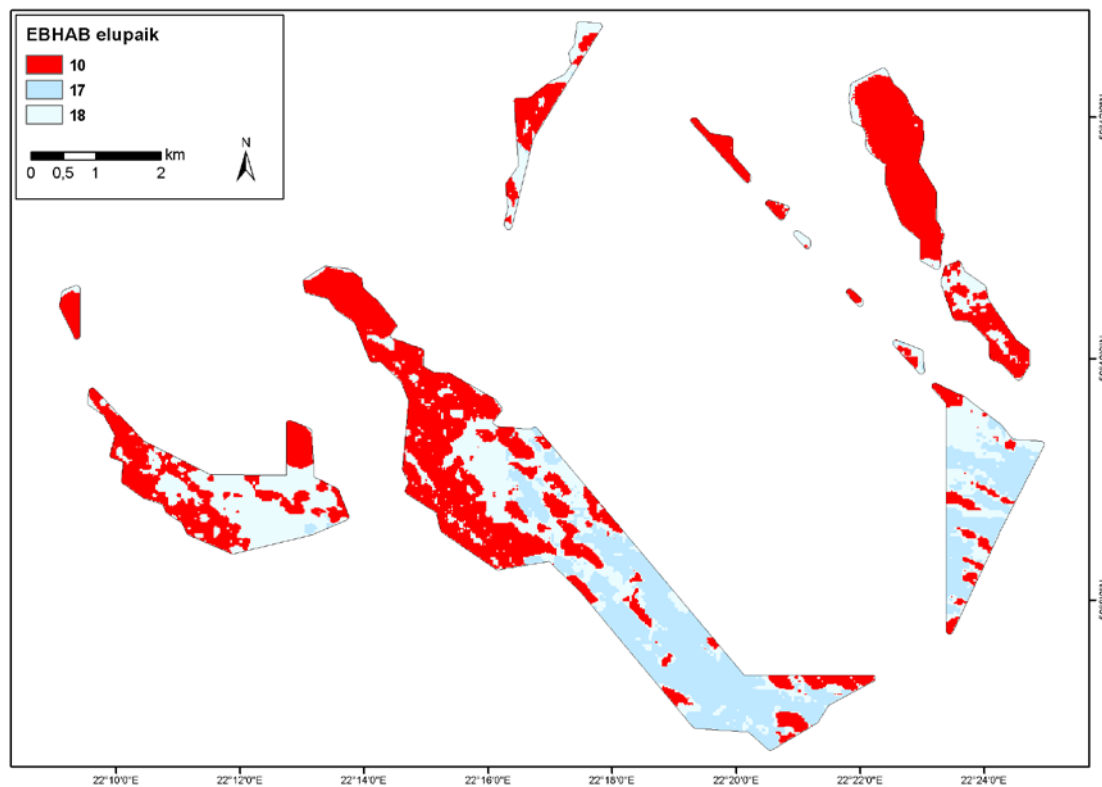
Ala	Elupaiga nr.	Pindala, km <sup>2</sup>	Osakaal, %
Apollo madal	10	9.0	15
	17	13.4	22
	18	38.1	63
Vinkovi madal	10	11.1	47
	17	5.6	24
	18	6.9	29
Madal 1	10	3.9	16
	17	7.8	31
	18	13.2	53

Apollo madalal domineerib EU LIFE projekti “Merekaitsealad Läänemere idaosas” välja töötatud elupaikadest mõõdukalt avatud pehmed põhjad kindla liigilise domineerimiseta (elupaik nr. 18), mille osakaal ala üldpindalast moodustab 63% (tabel 11, joonis 35). Antud elupaik esineb suuresti üle terve uuringuala.



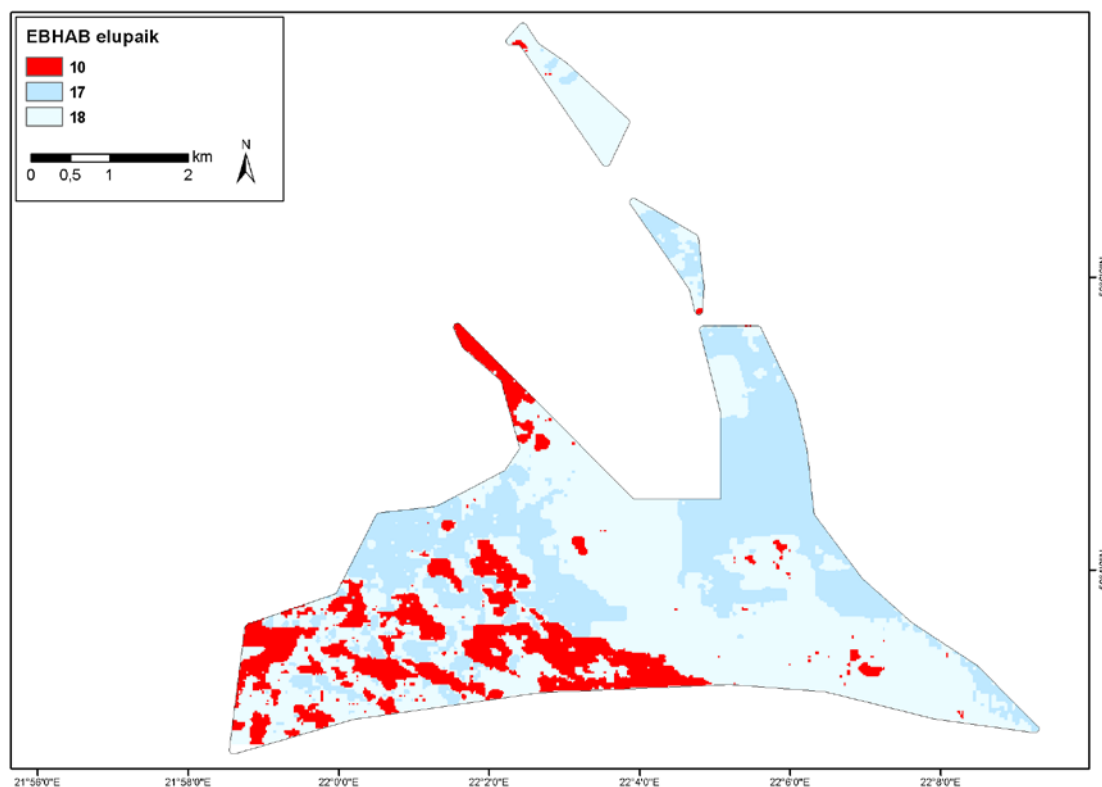
**Joonis 35.** EU LIFE projekti “Merekaitsealad Läänemere idaosas” välja töötatud elupaikade klassifikatsioon (EBHAB) Apollo madala uuringualal. Kaardi autor on Kristjan Herkül.

Vinkovi madala uuringualal domineerib EU LIFE projekti “Merekaitsealad Läänemere idaosas” välja töötatud elupaikadest mõõdukalt avatud kõvad põhjad karpide kooslustega (elupaik nr. 10), mille osakaal ala üldpindalast moodustab 47% (tabel 11, joonis 36). Antud elupaik esineb suuresti üle terve uuringuala.



**Joonis 36.** EU LIFE projekti “Merekaitsealad Läänemere idaosas” välja töötatud elupaikade klassifikatsioon (EBHAB) Vinkovi madala uuringualal. Kaardi autor on Kristjan Herkül.

Madala 1 uuringualal domineerib EU LIFE projekti “Merekaitsealad Läänemere idaosas” välja töötatud elupaikadest mõõdukalt avatud pehmed põhjad kindla liigilise domineerimiseta (elupaik nr. 18), mille osakaal ala üldpindalast moodustab 53% (tabel 11, joonis 37). Antud elupaik esineb suuresti üle terve madala.



**Joonis 37.** EU LIFE projekti “Merekaitsealad Läänemere idaosas” välja töötatud elupaikade klassifikatsioon (EBHAB) Madala 1 uuringualal. Kaardi autor on Kristjan Herkül.

### 2.3.2. EL Loodusdirektiivi Lisa 1 elupaigatüüpide levik uuringualade piirkonnas

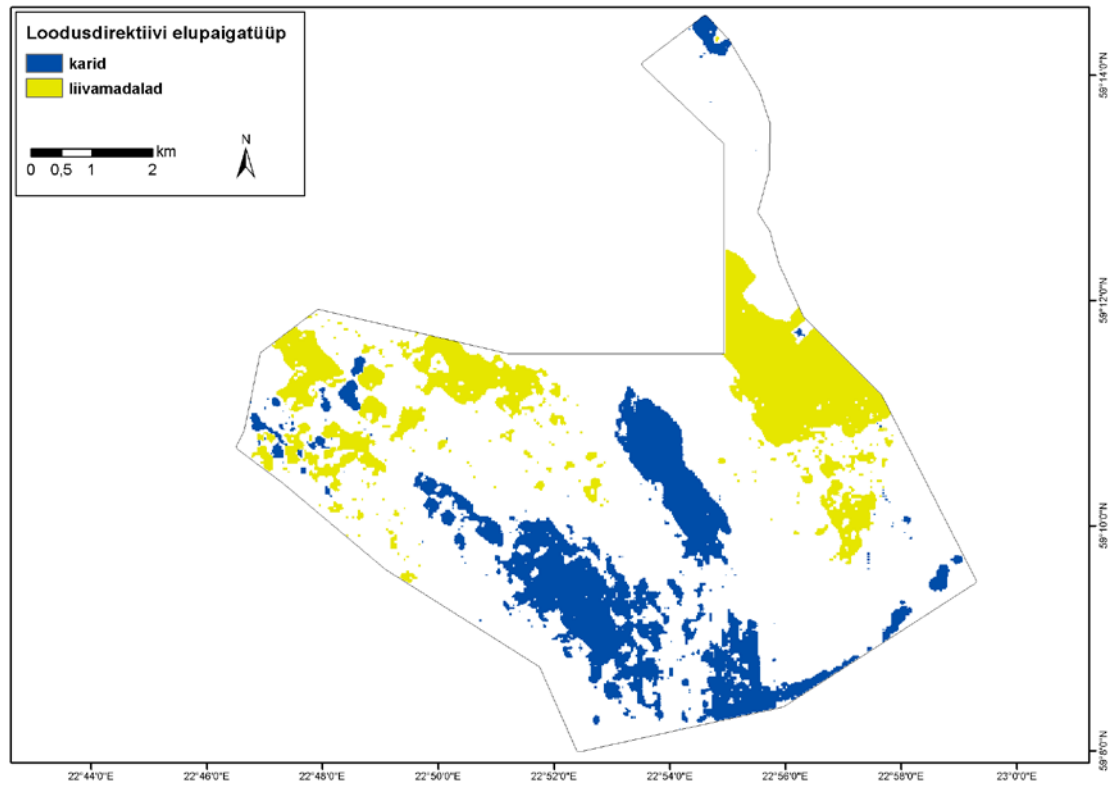
Loodusdirektiivi Lisa I elupaigatüüpide kohaselt leidub uuritud madalate piirkonnas elupaigatüüpe karid (kood 1170) ning mereveega üleujutatud liivamadalad (kood 1110). Antud elupaikade leviku määramisel kasutati geoloogilist, batümeetrilist ja bioloogilist informatsiooni. Loodusdirektiivi Lisa I elupaiga tüüpide kirjeldus on ära töödud andemtöötuse ja levikukaartide koostamise osas (lk 13–15). Tabelis 12 on ära toodud EL Loodusdirektiivi Lisa 1 elupaigatüüpide pindalad antud uuringualadel.

**Tabel 12.** EL Loodusdirektiivi Lisa 1 elupaigatüüpide karide (kood 1170) ja mereveega üleujutatud liivamadalate (kood 1110) pindalad antud uuringualadel

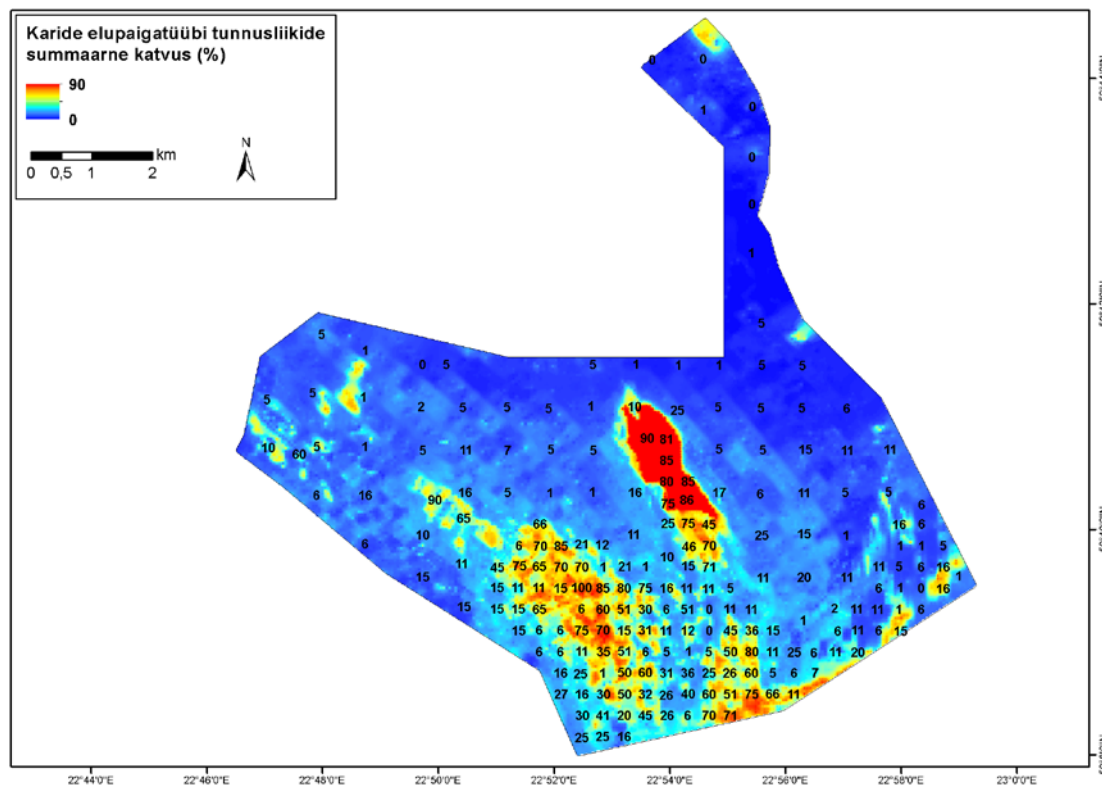
Ala	Elupaiga nr.	Pindala, km <sup>2</sup>	Osakaal, %
Apollo madal	1110	8.9	15
	1170	9.0	15
Vinkovi madal ja Madal 2	1110	1.4	6
	1170	10.8	46
Madal 1	1110	4.7	19
	1170	3.8	15

Apollo madalal esineb Loodusdirektiivi Lisa I elupaigatüüp karid (kood 1170) ning mereveega üleujutatud liivamadalad (kood 1110). Uuritud ala hõlmab 66.6 km<sup>2</sup>, millest 9 km<sup>2</sup> (15%) moodustab elupaigatüüp karid ning mereveega üleujutatud liivamadalad moodustab 8.9 km<sup>2</sup> ehk 15% ala üldpindalast. Loodusdirektiivi Lisa I elupaigatüübid Apollo madalal on ära

toodud joonisel 38 ning karide elupaiga tunnusliikide (antud liigid joonisel 8) summaarne katvus (%) joonisel 39. Apollo madalal oli karide ainukeseks elupaika määravaks liigiks, mis ületas elupaigamäärangutes seatud 10% katvuse lävendi, söödav rannakarp (*Mytilus trossulus*), mida leidis karidel ohtralt (lisa 4, fotod 2–3). Karakterliikidest esines veel agarikku (*Furcellaria lumbricalis*), tavalist tõruvähki (*Amphibalanus improvisus*) ning niitjaid punavetikaid (lisa 4, foto 4), kuid nende katvus jäi alla 10% piiri.



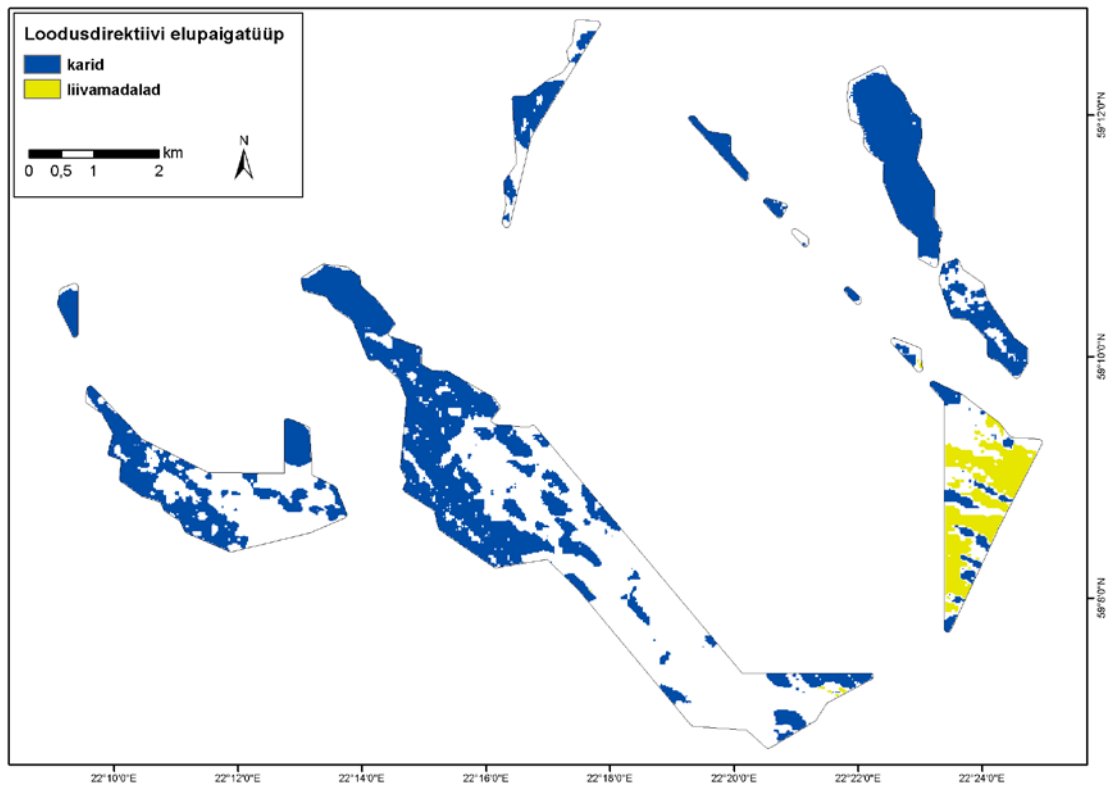
**Joonis 38.** Apollo madala uuringualal esinevad Loodusdirektiivi Lisa I elupaigatüübid. Kaardi autor on Kristjan Herkül.



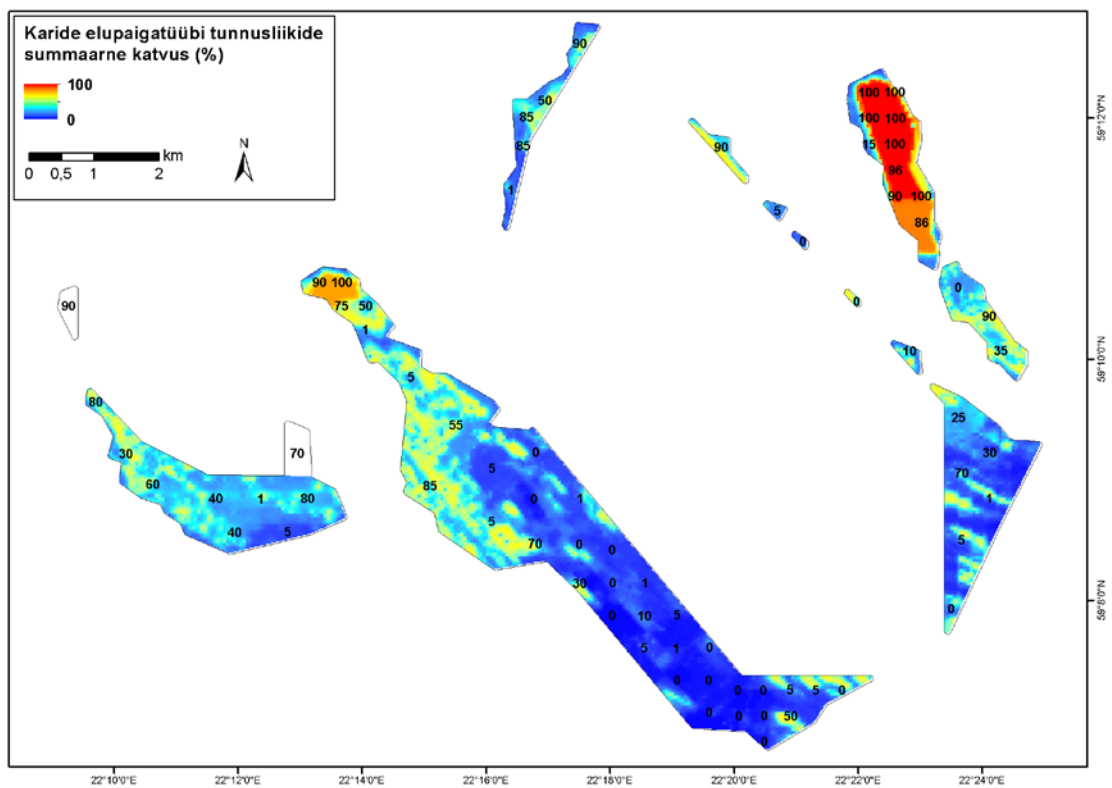
**Joonis 39.** Apollo madala uuringualal esinev karide elupaigatüübi tunnusliikide summaarne katvus (%). Lisaks modelleerimistulemustele on kaardil ära toodud numbritena jaamade videomaterjali analüüsi käigus saadud tunnusliikide summaarne katvus (%). Kaardi autor on Kristjan Herkül.

Vinkovi madalal domineerib Loodusdirektiivi Lisa I elupaigatüüp karid (kood 1170). Uuritud ala hõlmab 23.7 km<sup>2</sup>, millest 10.8 km<sup>2</sup> (46%) moodustab elupaigatüüp karid. Mereveega üleujutatud liivamadalad moodustavad vaid väikese osa kogu pindalast (1.4 km<sup>2</sup> ehk 46%), mida esineb uuritud merealal ainult kagupoelses osas. Loodusdirektiivi Lisa I elupaigatüübid Vinkovi madalal on ära toodud joonisel 40 ning karide elupaiga tunnusliikide (antud liigid joonisel 8) summaarne katvus (%) joonisel 41. Samuti on ka Vinkovi madalal karide ainukeseks elupaika määravaks liigiks, mis ületas elupaigamäärangutes seatud 10% katvuse lävendi, söödav rannakarp (*Mytilus trossulus*), mida leidis karidel ohtralt. Karakterliikidest esines veel agarikku (*Furcellaria lumbricalis*), tavalist tõruvähki (*Amphibalanus improvisus*) ning niitjaid punavetikaid, kuid nende katvus jäi alla 10% piiri.



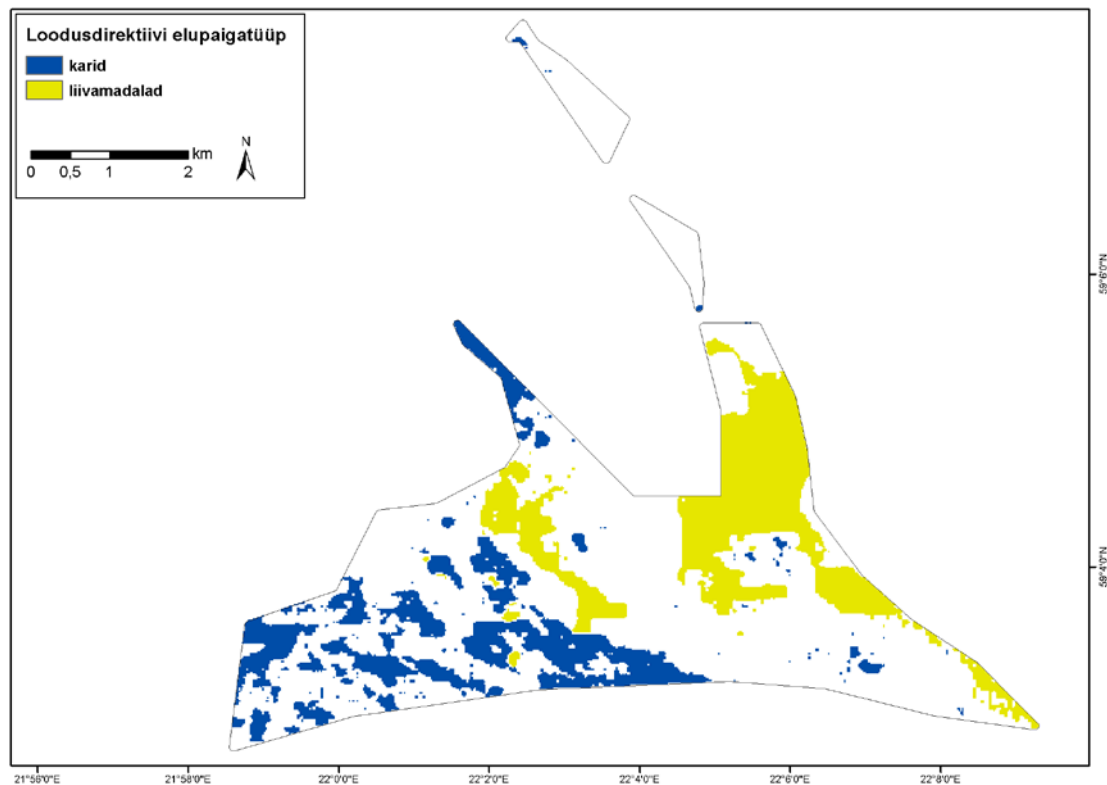


**Joonis 40.** Vinkovi madala ja Madala 2 uuringualal esinevad Loodusdirektiivi Lisa I elupaigatüübid. Kaardi autor on Kristjan Herkül.

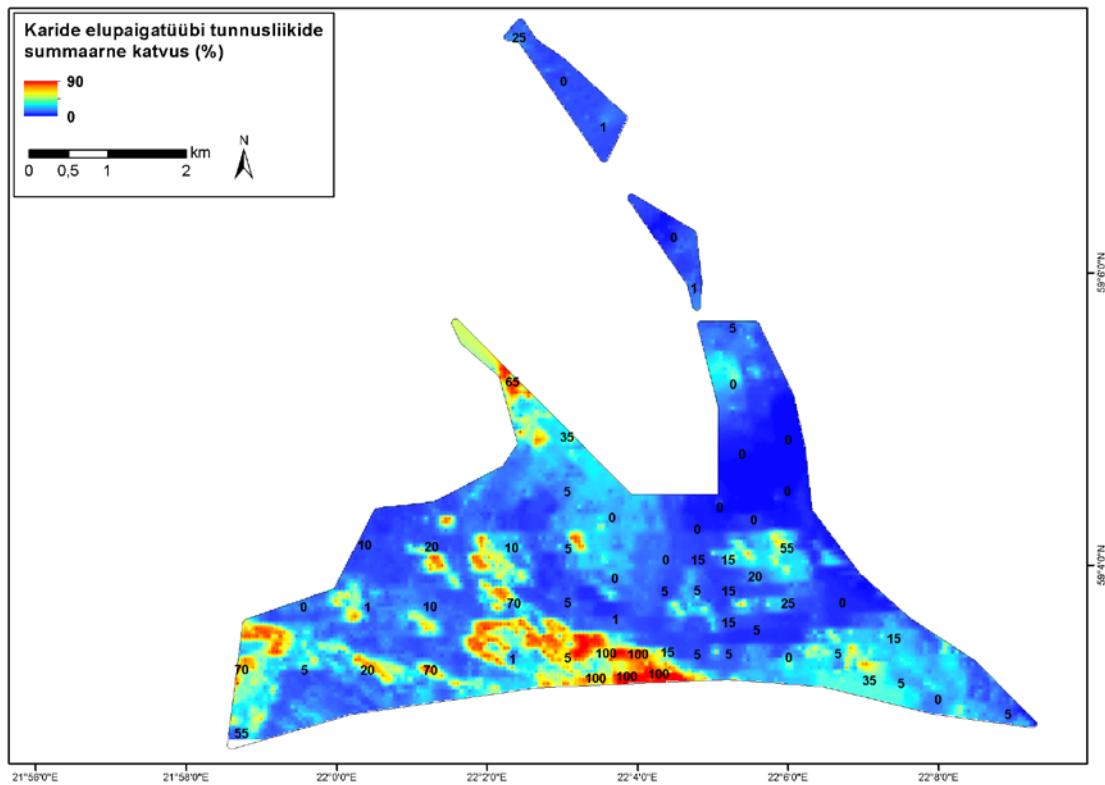


**Joonis 41.** Vinkovi madala ja Madala 2 uuringualal esinev karide elupaigatüübi tunnusliikide summaarne katvus (%). Lisaks modelleerimistulemustele on kaardil ära toodud numbritena jaamade videomaterjali analüüsi käigus saadud tunnusliikide summaarne katvus (%). Kaardi autor on Kristjan Herkül.

Madala 1 uuringualal domineerib Loodusdirektiivi Lisa I elupaigatüüp mereveega üleujutatud liivamadalad (kood 1110). Uuritud ala hõlmab 25 km<sup>2</sup>, millest 4.7 km<sup>2</sup> (19%) moodustab domineeriv elupaigatüüp. Elupaigatüüp karid moodustavad kogu pindalast (3.8 km<sup>2</sup> ehk 15%), mis asuvad uuritud madala läänepoolisel alal. Loodusdirektiivi Lisa I elupaigatüübid Madalal 1 on ära toodud joonisel 42 ning karide elupaiga tunnusliikide (antud liigid joonisel 6) summaarne katvus (%) joonisel 43. Madalal 1 on karide elupaika määravaks liigiks, mis ületas elupaigamäärangutes seatud 10% katvuse lävendi, söödav rannakarp (*Mytilus trossulus*) ning niitjate punavetikate rühm. Söödavat rannakarpi leidis antud uuringualal ohtralt, kuid niitjaid punavetikaid ainult mõningatest ükikutest kohtadest. Teisi karide elupaigatüübile omaseid karakterliike Madalalt 1 ei leitud.



**Joonis 42.** Madala 1 uuringualal esinevad Loodusdirektiivi Lisa I elupaigatüübid. Kaardi autor on Kristjan Herkül.



**Joonis 43.** Madala 1 uuringualal esinev karide elupaigatüübi tunnusliikide summaarne katvus (%). Lisaks modelleerimistulemustele on kaardil ära toodud numbritena jaamade videomaterjali analüüsi käigus saadud tunnusliikide summaarne katvus (%). Kaardi autor on Kristjan Herkül.

### **3. Meretuulepargi võimalikud mõjud merepõhja elustikule**

#### **3.1. Loode–Eesti meretuulepargi lühiiseloostus**

Loode–Eesti meretuulepark on plaanis rajada Loode–Eesti rannikumeres asuvatele Apollo, Vinkovi ning nimetule madalale (Madal 1), mis asub Vinkovi madalast läänes. Nelja Energia soovib rajada Hiiumaa rannikust 12 km kaugusele meretuulepargi koguvõimsusega 700 kuni 1100 MW, mis tähendab olenevalt valitud tuulikutüüpide võimsusest ligikaudu 100–160 tuulikut. Elektri tuulikute täpne paigutus sõltub riiklikust merealade planeeringust ja meretuulepargi projekti keskkonnamõjude hindamisest. Sellest on tingitud ka tuulikute koguste ja võimsuste suur vahemik, sest keskkonnamõjude hindamise käigus kaalutakse erinevaid alternatiive eesmärgiga leida keskkonnale kõige sobivaim lahendus. (Nelja Energia AS 2014)

#### **3.2. Meretuulepargi rajamise, käitamise ja käigust maha võtmise mõjud mereorganismidele ja kooslustele**

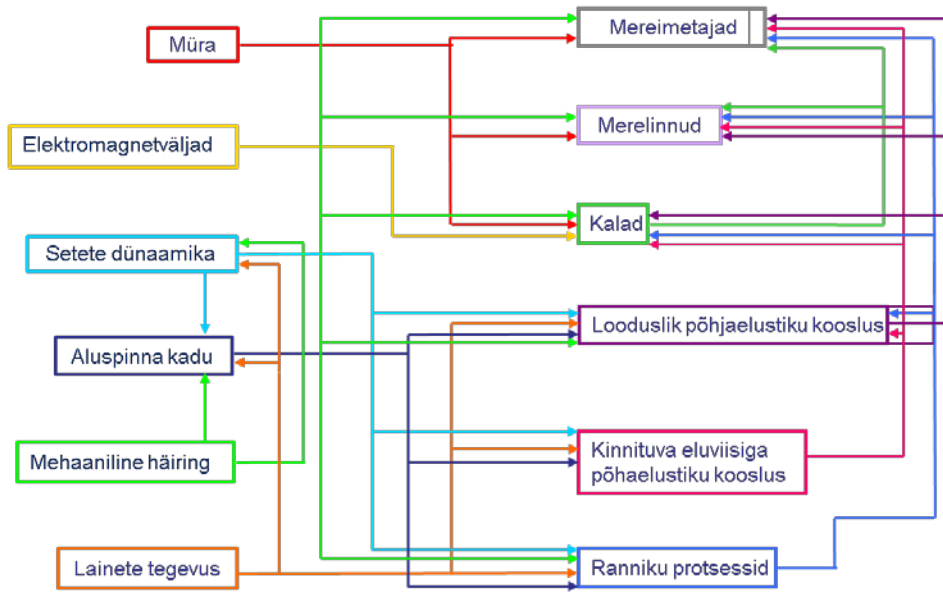
Seniste uuringute põhjal on teada, et meretuulepargid avaldavad mõju põhjaloomastikule ja põhjataimestikule, kaladele, mereimetajatele ning lindudele. Kui analüüsida meretuuleparkide loomise võimalikku mõju merekeskkonnale, saab eristada kolme erinevat mõjude kompleksi – ehitusaegsed, käitamisest ja käigust maha võtmisest tulenevad mõjud. Ehitusetapi ajal on oluliseks teguriks mehaaniline häiring, mis mõjutab mitmeid ökoloogilisi tegureid (Pärnoja 2007) (joonis 44). Käitamisaastal on suur mõju merekeskkonnale ja ökosüsteemile teguril kunstlik kari (substraat) ehk niinimetatud ”rifi efekt”, mille mõjud võivad olla nii positiivsed (globaalsel tasandil) kui negatiivsed (kohalikul tasandil) (Snyder & Kaiser 2009) (joonis 45). Seni on arvestatud ühe tuulegeneraatori elueaks maksimaalselt 20 aastat. Ka tuuleparkide käigust mahavõtmine toob endaga kaasa negatiivseid mõjusid:

- visuaalset ja akustilist ebameeldivust (tuulikute lahtimonteerimine, sõiduvahendite liiklus merel);
- elupaikade kadumine lahtimonteerimise tagajärjel (puhke ja toitumisala lindudel, vundamentide eemaldamisel põhjaelustiku ja kalade elupaiga eemaldamine);
- saasteainete emissioon;
- vee hägusus ja sedimendi transport tornide ja kaablite eemaldamisel ning veetransportide liikumisel ja ankurdamisel. (Normatiiv, 2007)

Järgnevates peatükkides on eraldi kirjeldatud tuuleparkide püstitamise ja käitamise seotud mõjusid mereelustikule.

Keskkonna tegurid

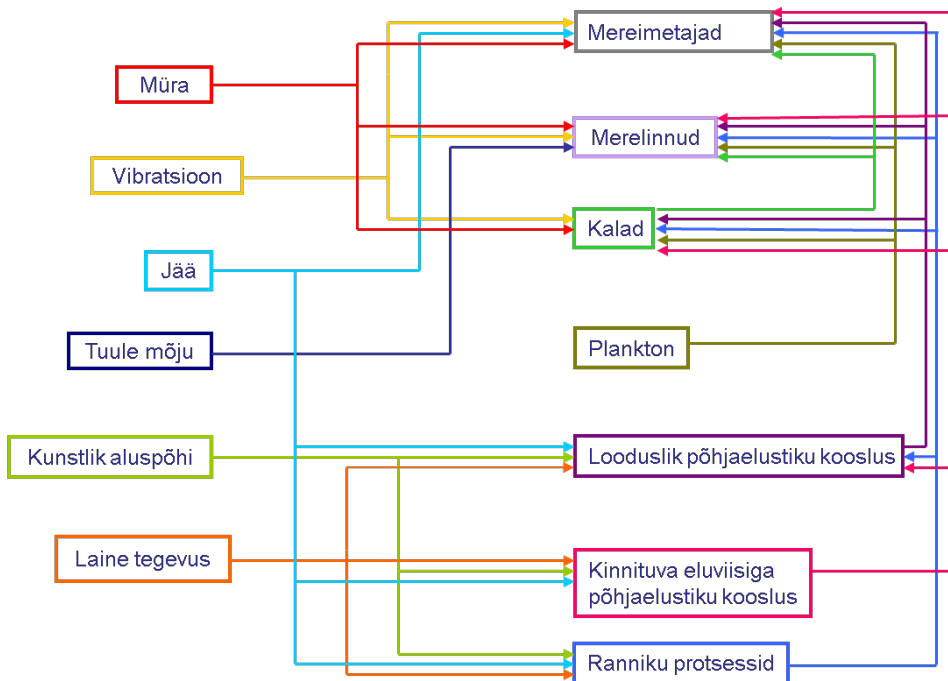
Mõjutatud ökoloogilised tegurid



**Joonis 44.** Keskkonnategurite mõjud merekeskkonna ökoloogilistele teguritele meretuulepargi ehitusetapi faasis (Hiscock et. al. 2002).

Keskkonna tegurid

Mõjutatud ökoloogilised tegurid



**Joonis 45.** Keskkonnategurite mõjud merekeskkonna ökoloogilistele teguritele meretuulepargi käitamise faasis (Hiscock et. al. 2002).

### 3.2.1. Mõju põhjaelustikule

Eelnevate uuringutega on kindlaks tehtud, et müra ja vibratsioon ei avalda väga suurt mõju põhjaelustikule (Meißner & Sordyl 2006). Antud mõjusid tekitavad kõige rohkem tuulikutele vastava pinnase rajamine kaeve- ja lõhketööde abil, geoloogised uuringud, puurimine, kaablite paigaldamine, sukeldujate tööriistad, laevad ja masinad ning turbiinide töötamine. Samas otsesest mõju põhjaelustikule müra ja vibratsioon sellises vahemikus arvatavasti ei tekita.

Mõju põhjaelustikule võib olla ka soojusel, mis tekib elektrikaablitest. Settelisel pinnasel maetakse kaablid liiva alla, kõval pinnasel lebavad nad katmata kujul merepõhjal. Eelnevates uuringutes on kindlaks tehtud, et kui kaabel matta 1 m sügavusele ning turbiinid töötavad täisvõimsusel (iga turbiini võimsus oleks 4.5 MW) siis sedimendi temperatuur võib tõusta kuni 6°C võrra (Meißner et al. 2006). Pideva iseloomuga temperatuuri kasv muudab settelise substraadi füsioloogilisi tingimusi (hapniku ja toitainete sisaldust, tõstab bakteriaalset tegevust) (Meißner et al. 2006). Mõõtmised juba töötavate tuuleparkide uuringutes on aga näidanud, et tegelikkuses tõuseb temperatuur vaid 2°C ning olulist mõju ümbritsevatele põhjakooslustele see kaasa ei toonud (Meißner et al. 2006, Bojars 2007).

Seniste hinnangute põhjal on tuuleparkide rajamise põhiliseks mõjuteguriks mehaaniline häiring. Avamere tuuleparkide rajamisega kaasnevate süvendus ja kaadamistööde puhul on tegemist tugeva, intensiivse mehaanilise häiringuga (Hussina et. al. 2012). Häiringu tulemusel võivad teatud organismid kooslustest kaduda ning tekib vaba substraat uutele koloniseerijatele (Sousa 1984). Mõõdukas mehaaniline häiring võib tagada ka kõrgema liigilise mitmekesisuse teatud ajaperioodi järel (Pärnoja 2004). Suhteliselt väike häiringu tase võib toimida stimuleerivalt teatud liikidele ning tekivad teatud muudatused koosluste struktuuris, kus reeglina asenduvad dominantliigid samas kui eriti tugev häirimine viib enamuste liikide kadumisele (Sousa 1984, Pärnoja 2004, Gill 2005, Herkül et. al. 2011).

Tuulegeneraatorite paigaldamise tagajärel tekib merepiirkonda suurel hulgal uut, hõivamatta substraati, mida võib iseloomustada kui kunstlikku kari („rifiefekt“) (Petersen & Malm 2006). Selle mõju ümbritsevale keskkonnale ja elustikule sõltub paljuski varasematest keskkonnatingimustest ja piirkonnas domineerivast substraadist. Kui on eelnevalt tegemist valdavalt pehme, liikuva substraadiga antud piirkonnas, siis on mõju uue kõva substraadi näol suurem (Kjær et. al. 2006).

Uus substraat asustatakse eelkõige pioneerkooslustega, mis koosnevad erinevatest efemeersetest (oportunistlikkest) rohe-, pruun- ja punavetikaliikidest (Meißner et al. 2006, Nielsen 2006). Antud vetikarühma mõningatel liikidel on kohastumused kasvamaks kehvades valgustingimustes külmas ja toitainete vaeses vees (Leviton 2001). Sügavamal, footilisest tsoonist allpool asustavad Läänemere tingimustes turbiinide vundamentide ehitamiseks kasutatavid betoonpindasid rikkalikud sessiilse eluviisiga põhjaloomastiku liigid (*Mytilus trossulus*, *Amphibalanus improvisus*) (Kautsky 1982, Westerbom et. al. 2002, Maar et. al. 2009), kes saavad siin areneda tänu madalale soolsusele ja röövloomade puudumisele (Nielsen 2006).

### *Põhjaelustiku mõjude hindamismaatriks koos ettepanekutega mõjude leevendamise osas*

Mõjude hindamismaatriksi koostamisel kasutati järgnevat skaalat:

- oluline mõju (-2),
- väheoluline mõju (-1),
- mõju puudub või on neutraalne (0),
- väheoluline positiivne mõju (1),
- positiivne mõju (2).

<b>Hinnangud</b>			
<b>Alternatiiv 1</b>			<b>Meetmed negatiivse mõju vältimiseks või leevendamiseks (vajadusel)</b>
<b>Mõju merepõhjaelustikule</b>	<b>Ehitusaegsed mõjud</b>	<b>Kasutusaegsed mõjud</b>	
<i>Mõju põhjataimestikule pehmel põhjal</i>	0	0	
<i>Mõju põhjataimestikule kõval põhjal</i>	-1	1	Tuulikute veealuste osade puhul kasutada taimestikule kinnituseks mitesobivat materjali
<i>Mõju põhjaloomastikule pehmel põhjal</i>	-2	1	Võimaluse korral kasutada nn. põhja ettevalmistamist äärmisel vajadusel. Selle tulemusena muutub põhjasubstraat, mis omakorda mõjub infaunale (muutub või kaob elupaik). Erosioonitõkkeks kasutada maismaalt pärinevat looduslikku materjali.
<i>Mõju põhjaloomastikule kõval põhjal</i>	-1	1	Võimalusel kaaluda tuulikuvundamentide mitte paigutamist karide elupaigatüübi piirkonda
<i>Mõju põhjaelupaikadele (karid)</i>	-2	0	Võimalusel kaaluda tuulikuvundamentide mitte paigutamist karide elupaigatüübi piirkonda
<i>Mõju põhjaelupaikadele (liivamadalad)</i>	0	0	

### **3.2.2. Mõju teistele organismide rühmadele**

Kaladele avaldav lühiajalist mõju tuuleparkide ehitamise faas ning kaablid, mis paiknevad merepõhjas, samuti tekkiv müra ja vibratsioon. Kalad kuulevad helisid vahemikus 63 kuni 103 dB (Keller et al. 2006).. Tuulikute paigaldamisel ja töötamisel tekkiv müra on aga olenemata valitud tehnoloogiast tunduvalt suurem. Elektromagnetväljad peletavad kalu eemale, samuti võivad elektromagnetväljad hajutada kalade orientatsioonivõimet (Keller et al. 2006). Probleemiks on ka migratsiooni häirimine (Keller et al. 2006).

Turbiinide läheduses viibimine ja tuulikute paigaldamine ning sellega kaasnevad tegevused avaldavad mõju mereimetajatele. Kõige peamiseks faktoriks osutub veealune müra (Carstensen et. al. 2006, Brandt et. al. 2011). Turbiinide enda poolt tekitatud heli on

suhteliselt madal ning seda kuuleb ainult generaatorite läheduses, seega on arvatud et see ei avalda olulist mõju ümbritsevale keskkonnale. Samas on kindlaks tehtud, et kõige suurem oht mereimetajatele esineb just tuulepargi ehitamise faasis, kus näiteks vai-, sõrestik- ja kolmjalgvundamenid surutakse/rammitakse pinnasesse, mille tagajärel tekkiv müra võib tekitada letaalseid kahjustusi mereimetajatele juba 1 km raadiuses (Teilmann et. al. 2006). Seega võib tuulepargi rajamine viia ka uute elupaikade otsingule mereimetajate ja kalade puhul. Taani teadlased on täheldanud, et hüljestele suurt mõju ei ole, välja arvatud ainult ajal kui teostatakse vundamendi rajamisega seotud kaeve ja lõhketöid (madalad alad on mereimetajatele poegimis ning imetamis paikadeks) (Carstensen et. al. 2006, Keller et. al. 2006, Nielsen 2006, Teilmann et. al. 2006). Ühe uuringu põhjal väideti, et pringlite arv tuulikute paigaldamise faasis kasvas ning hiljem tuulikute rutiinse eksploatatsioonialal jälle vähenes (Nielsen 2006).

Avamere tuulepark tekitab olulist mõju rändlindudele ning ka nahkhiirtele (Rodrigues et. al. 2006) (puhke- ja toitumisala) juhul kui üle tuulepargi läheb rändekoridor. Seni on arvatud ka et eriti suurt ohtu kujutavad kokkupõrked tuulikutega (Hüppop et. al. 2006), mis leiavad enamasti aset öösel, kui ei ole kuuvalgust ning võivad olla kehvad ilmastikutingimused (udu, vihm) (Exo 2003). Samas eksisteerib ka rida uurimusi kus täheldatakse et see mõju on äärmiselt liigispetsiifiline (Nielsen 2006). Meretuulepargid võivad olla rändlindude teekonnal barjäärideks, kuna ehitusetapis kaovad ära lindude jaoks puhke- ja toitumisalad (Exo 2003, Derwitt & Langston 2006).



## KOKKUVÕTE

Käesoleva uuringu eesmärgiks oli anda ülevaade Apollo, Vinkovi ning kahe nimetu madala (ala, mis jääb Vinkovi madalast läände ehk Madal 1 ja Madal 2) piirkonna põhjataimestiku ja –loomastiku liigilise koosseisu ja leviku iseärasuste ning piirkonna põhjakoosluste kvantitatiivse iseloomustuse kohta. Hinnati antud madalatele planeeritava tuulepargi piirkonda jääva ala põhjaelustiku ja –elupaikade väärtust ning kavandatava tuulepargi mõju.

Uuringualade ulatuses on tegemist suhteliselt homogeense keskkonnaga, kus põhjasubstraat varieerub suhteliselt vähesel määral. Valdavalt jaolt leidub aluspinnana liiv, kuid ka kõva substraati, kus domineerivad suured kivid > 20 cm ja/või paeplaat.

Merepõhja taimestiku liigiline mitmekesisus oli madal võrreldes rannikumere mitmekesisusega, mis võib tuleneda erinevatest keskkonnatingimustest (avatus lainetusele, suured sügavused, homogeenne põhjasubstraat, soolsus). Põhjataimestik levis uuringualal tähelepanuväärselt suurte sügavusteni, kuid suurimad taimestiku katvused esinesid siiski uuringuala madalamates piirkondades.

Apollo madalal leiti 13 m sügavuselt põisadru (*Fucus vesiculosus*), mis on erakordne leid (foto lisas 4). Antud vetika puhul on tegu rannikualade tüüpilise merevetikaga, mis enamasti kasvab 1–6 m sügavusel kõvadel põhjadel. Põisadrukooslused on kõige liigirikkamad ökosüsteemid, kust võib leida kümnekond vetika- ja 30 loomaliiki. Samuti kuulub antud liik elupaigatüüpide karid (kood 1170) karakterliikide hulka, kuid ei ületanud elupaigamäärangu 10% katvuse lävendit (esines Apollo madalal katvusega 1%).

Apollo ja Vinkovi madala leidis punavetikat agarikku (*Furcellaria lumbricalis*) tavapärasemalt sügavamal kui antud liik teadaolevalt kasvab. Apollo madalal leiti 29.6 m ning Vinovi madalalt 17.5 m sügavuselt. Valdavalt moodustab agarik Läänemeres pideva vööndi, mis paikneb vahetult põisadruvööndi all, kuni 10 meetri sügavusel.

Elustiku võtmeliigiks oli antud uuringualadel söödav rannakarp (*Mytilus trossulus*), keda leidis ulatuslikult aladel kõrge katvuse ja biomassi väärtustega.

EU Life projekti „Merekaitsealad Läänemere idaosas“ välja töötatud elupaikade klassifikatsiooni (EBHAB) levik Apollo ja Vinkovi madala ning Madala 1 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.

Uuringualade üldpindala oli 109.3 km<sup>2</sup>, millest EBHAB elupaik nr. 10 moodustas 58.2 km<sup>2</sup> ehk 53%.

Looduskaitseliku väärtusega EL Loodusdirektiivi Lisa 1 elupaigatüüpidest leidub uuringupiirkondades karisid (kood 1170) ja mereveega üleujutatud liivamadala (kood 1110). Karid moodustavad uuringualade üldpindalast (109.3 km<sup>2</sup>) 22% ehk 23.6 km<sup>2</sup> ning mereveega üleujutatud liivamadala 14% ehk 15 km<sup>2</sup>. Karide elupaiga madalatest piirkondadest leidis kõiki uuringualalt leitud põhjataimestiku, sessiilse eluviisiga

põhjaloostiku ja taimestikuvööndi selgrootuid. Sellest tulenevalt on karide elupaigatüübi näol tegemist uuringupiirkonnaga, kus looduskaitsealine väärtus on suurim ning ühtlasi on põhjaelustik kõige liigirikkam.

Tuginedes Hiiumaa avameretuulepargi rajamise KMH lähteülesannete eksperthinnangute täiendamisele, on leitud, et „puuritavad“ vundamendid antud piirkonda ei sobi ning soovitud on gravitatsioonvundamendi kasutamine. Sellest tulenevalt ei kaasne merekeskkonnale vundamentide paigaldamisel merepõhja tekkivat lisa stressi müra näol, mis tekitab mereimetajatele pöördumatuid kahjustusi. Gravitatsioonvundamendi asetamine merepõhjale tekitab siiski muutusi bentilistes koolustes.

Tuginedes antud uuringu tulemustele võiks rakendada meretuulepargi ehitusperioodil nn. **leevendusmeetmeid/piiranguid**, et võimalikult vähe kahjustada merekeskkonda ja põhjaelustikku:

- merepõhja ettevalmistamist gravitatsioonvundamendi jaoks kasutada äärmisel vajadusel – tegemist on tugeva antropogeense häiringuga, mille tulemusena muutub/kaob substraat ning muutub/häviv põhjaelustiku koostus;
- meretuulepargi rajamisel lähtuda elupaigatüüpide kaartidest ning võimalusel mitte või võimalusel vähem paigaldada tuulikuid piirkonda, kus esineb looduskaitsealine väärtusega elupaiku, eelkõige EBHAB elupaika nr. 10 – mõõdukalt avatud kõvad põhjadkarpide kooslustega ning EL loodusdirektiivi lisa 1 elupaigatüüpi karid (1170), mis on kõrge looduskaitsealine väärtusega. See on tingitud tavapärasest suurema biomassi (kõrge produktioon) ning olulisuse tõttu toiduahelas. 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;
- tuuliku vundamentide ja tuulikute veealuste osade puhul on soovitatav kasutada materjale ja värvkatet mis on vähem sobiv põhjaelustiku liikidele kinnitumiseks (sellega vähendatakse „riffi efekti“);
- erosioonitõkete valmistamisel kasutada looduslikku, maismaalt pärinevat materjali.

Kõige olulisemaks mõjuteguriks, mida tuulepargi rajamine endaga kaasa toob, võib lugeda uue kõva substraadi juurde tekkimist merekeskkonda. Kui esialgu (enne projekti käivitamist) on tegemist pehmepõhjalise elupaigaga, siis kõva substraadi lisamine tuulikute vundamentide ja erosioonitõkete näol, muudab oluliselt merepõhjaelustiku elupaika. Samuti kõva aluspõhja puhul, lisab tuuleturbiinide paigaldamine uut kõva substraati nendes sügavusintervallides, kus varem seda kõva substraati polnud. Seega tekitab turbiinide vundamentide ehitus niinimetatud „riffi efekti“, millel võivad olla üsna märkimisväärsed mõjud piirkonna põhjaelustiku struktuurile. Siiani on täheldatud, et tuuleparkide piirkonnas suureneb bentiliste koosluste biomass ning mitmekesisus, mis omakorda võib mõju avaldada nii linnustikule kui kalade ja mereimetajate kooslustele. Seega kui merekeskkonda on tekkinud uus substraat ning merepõhjaelustik, siis võimaluse korral ei oleks mõistlik tuulikuid lahti monteerida, kuna selle tagajärjel kaovad tekkinud elupaigad ning see tekitab stressi mereelustikule. Kindlasti on vajalikud tuulepargi käigust maha võtmiseks uued uuringud, et hinnata antud keskkonda ning monteerimistöödega kaasneivaid muutusi/tagajärgi antud merekeskkonnas.

Soovitused ehitus- ja eksploatasiooniaegse seire korraldamiseks:

Nii ehituse ajal kui hiljem eksploatatsiooni käigus tuleb korraldada merekeskkonna seiret jälgimaks võimalikke muutusi ja võimaldamaks operatiivselt reageerida ebasoovitavatele muutustele merepõhjaelustikus ja –keskkonnas.

*Ehitusaegne seire:*

Ehitusaegse seire käigus tuleb jälgida tuuleparkide lähiümbruse põhjaelustikku ja keskkonnatingimusi (vee hägusus, hõlumi kogus veesambas, toitained). Põhjaelustiku seisundit tuleb jälgida nii ehituse vahetus läheduses asetsevatel pehmetel kui kõvadel põhjadel. Veekeskkonna parameetreid tuleks jälgida sagedusega kuni kaks korda kuus, põhjaelustiku seisundit kord ehituse käigus ja kord pärast ehitustegevuse lõppu.

*Eksploatasiooniaegne põhjaelustiku seire:*

Sagedusega kord aastas tuleks teostada põhjaelustiku seisundi kaardistus tuulikupargi vahetus ümbruses ja tuulikupargi sees (iga tuulikute kogumi kohta 20–30 jaama). Hinnata tuleks nii kõva kui pehme substraadi elustiku seisundit. Lisaks tuleks ehitusfaasi lõppedes teostada paari aasta jooksul korduv merepõhja setete sonariuring tegemaks kindlaks tuulikupargist tuleneva mõju setete ümberpaiknemisele.

## KIRJANDUS

- Bojārs, E. 2007. EIA for off-shore wind parks – potentials for conflicts with Natura 2000 designation. Riga.
- Breiman, L., Cutler, A., Liaw, A. & Wiener, M. 2014. RandomForest: Breiman and Cutler's random forests for classification and regression. R package version 4.6-10. <http://cran.r-project.org/web/packages/randomForest/>.
- Derwitt, A.L. & Langston, R.H.W. 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis*, 148: 29–42.
- European Commission. 2013. Interpretation manual of European Union habitats. Interpretation Manual - EUR 28. European Commission, DG Environment.
- Exo, K.M., Hüppop, O. & Garthe, S. 2003. Birds and offshore wind farms: a hot topic in marine ecology. *Wader Study Group Bull*, 100: 50–53.
- Gill, A.B. 2005. Offshore renewable energy: ecological implications of generating electricity in the coastal zone. *J. Appl. Ecol.*, 42: 605–615.
- HELCOM, 2006. Manual for Marine Monitoring in the COMBINE Programme of HELCOM. [http://www.helcom.fi/groups/monas/CombineManual/en\\_GB/main/](http://www.helcom.fi/groups/monas/CombineManual/en_GB/main/).
- HELCOM. 2012. Checklist of Baltic Sea Macro-species. *Balt. Sea Environ. Proc.*, 130: 26–195.
- Herkül, K., Kotta, J. & Pärnoja, M. 2011. Effect of physical disturbance on the soft sediment benthic macrophyte and invertebrate community in the northern Baltic Sea. *Boreal Environ. Res.*, 16: 209–219.
- Hiscock, K., Tyler-Walters, H. & Jones, H. 2002. High level environmental screening study for offshore wind farm developments – marine habitats and species project. The Department of Trade and Industry New and Renewable Energy Programme, nr. 30: 10–11, ed. K. Hiscock, H. Tyler-Walters & H. Jones.
- Hussina, wan W.M.R., Cooperb, K.M., Frojánb, C.R.S. B., Defewa, E.C. & Paterson, D.M. 2012. Impacts of physical disturbance on the recovery of a macrofaunal community: A comparative analysis using traditional and novel approaches. *Ecol. Indic.*, 12: 37–45.
- Hüppop, O., Dierschke, J., Exo, K.M., Fredrich, E. & Hill, R. 2006. Bird migration studies and potential collision risk with offshore wind turbines. *Ibis*, 148: 90–109.
- Järvekülg, A. 1981. Loomade elu: 1. köide. Selgrootud I. Valgus, Tallinn.
- Järvekülg, A., Velder, I. 1963. Elu Läänemeres. Eesti Riiklik kirjastus, Tallinn.
- Kautsky, N. 1982. Growth and size structure in a Baltic *Mytilus edulis* population. *Mar. Biol.*, 68: 117–133.
- Keller, O., Lüdemann, K. & Kafemann, R. 2006. Literature review of offshore wind farms with regard to fish fauna. Ecological research on offshore wind farms: international exchange of experiences; part B: Literature review of the ecological impacts of offshore wind farms, 48–50, 105–106 pp.
- Kjær, J., Larsen, J. K., Boesen, C., Corlin, H. H., Andersen, S., Nielsen, S., Ragborg, A. G. & Christensen, K. M., 2006. Danish Offshore Wind – Key Environmental Issues. DONG Energy, Vattenfall, The Danish energy Authority and The Danish Forest and Nature Agency, Copenhagen.
- Leviton, J.S. *Marine Biology – function, biodiversity, ecology*. Oxford University Press: Oxford, 2001.
- Maar, M., Bolding, K., Petersen, J. K., Hansen, J.L.S. & Timmermann, K. 2009. Local effects of blue mussels around turbine foundations in an ecosystem model of Nysted off-shore wind farm, Denmark. *J. Sea Res.*, 62: 159–174.

- Marine Habitats of the Eastern Baltic Sea. 2010. Report of habitat inventory of project „Marine Protected Areas in the Eastern Baltic Sea“.
- Martin, G. & Kersen, P. 2011. Eesti rannikumere suurvetikate uuritusest. Kull, T., Liira, J., Sammul, M. (Toim.). Haruldused Eesti looduses, 184–187 pp. Tartu: Eesti Looduseuurijate Selts.
- Meißner, K. & Sordyl, H. 2006. Literature review of offshore wind farms with regard to benthic communities and habitats. Ecological research on offshore wind farms: international exchange of experiences; part B: Literature review of the ecological impacts of offshore wind farms, 9–30 pp.
- Mettam, C. 1989. The life cycle of *Bathyporeia pilosa* Lindström (Amphipoda) in a stressful, low salinity environment. Mar. Biol., 53: 543–550.
- Nelja Energia AS. Loode–Eesti meretuulepark.  
<http://www.4energia.ee/projektid/hiiumaa-offshore-tuulepark/>(23.09.2014).
- Nielsen, S. 2006. Offshore wind farms and the environment – Danish experience from Horns Rev and Nysted. The Danish Energy Authority, Copenhagen.
- Normatiiv, 2007. Investigation of the impacts of offshore wind turbines on the marine environment (StUK 3). Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.
- Paal J. 2007. Loodusdirektiivi elupaigatüüpide käsiraamat. Auratrükk, Tallinn.
- Petersen, J.K. & Malm, T. 2006. Offshore windmill farms: threats to or possibilities for the marine environment. Ambio, 35; 75–80.
- Pärnoja, M. 2007. Mehaanilise häiringu mõju rannikumere põhjakooslustele. Tallinna Ülikool, Tallinn.
- Ridgeway, G. 2013. Gbm: Generalized Boosted Regression Models. R package version 2.1-3.2. <http://cran.r-project.org/web/packages/gbm>.
- Rodrigues, L., Bach, L., Biraschi, L., Dubourg-Savage, M.J., Goodwin, J., Harbusch, C., Hutson, T., Ivanova, T., Lutsar, L. & Parsons, K. 2006. Wind turbines and bats: guidelines for the planning process and impact assessments. Doc.EUROBATS.MoP5.12.Rev.3. Annex1, 1–19 pp.
- Snyder, B. & Kaiser, M. 2009. Ecological and economic cost–benefit analysis of offshore wind energy. Renew. Energy, 34: 1567–1578.
- Sousa, W. P. 1984. The role of disturbance in natural communities. Ann. Rev. Ecol. Syst., 15: 353–391.
- TÜ Eesti Mereinstituut. 2014a. Keskkonnainvesteeringute Keskuse poolt rahastatud projekti nr 3125 „Sonarisüsteemi rakendamise meetodika loomine merepõhja elupaikade ja füüsikaliste omaduste kaardistamiseks“ aruanne/juhendmaterjal.
- TÜ Eesti Mereinstituut. 2014b. Merepõhja elupaikade definitsioonide tõlgendamise juhend.
- The R Foundation for Statistical Computing. 2014. R version 3.0.3. <http://www.r-project.org/>.
- Trei, T. 1991. Taimed Läänemere põhjal. Valgus, Tallinn.
- Torn, K. & Orav, H. 2002. Recent distribution of *Aglaothamnion roseum* (Rhodophyta) in Estonian coastal waters, NE Baltic Sea. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, Biology and Ecology, 51(3): 217–221.
- Westerbom, M., Kilpi, M. & Mustonene, O. 2002. Blue mussels, *Mytilus edulis*, at the edge of the range: population structure, growth and biomass along a salinity gradient in the north-eastern Baltic Sea. Mar. Biol., 140: 991–999.
- Wood, S. 2014. MgcV: Mixed GAM Computation Vehicle with GCV/AIC/REML smoothness estimation. R package version 1.8-3. <http://cran.r-project.org/web/packages/mgcV>.
- Ярвекюльг, А. 1979. Донная фауна восточной части Балтийского моря. Валгус, Таллин.

# LISA 1

## Inventuuri käigus kogutud jaamade algandmed ning põhja setteline kirjeldus videoandmete põhjal

**Tabel 1.** Apollo madala inventuuri jaamade andmed ning põhja setteline kirjeldus (%) (PL – peenliiv, KL – keskmine liiv, JL – jäme liiv, KR – kruus (kivi <2 cm), VK – väikesed kivid (kivid 2–20 cm), SK – suured kivid (kivid >20 cm)).

Punkt	Laius	Pikkus	Sügavus	PL	KL	JL	KR	VK	SK	PL	SP
HT003	59.13457	22.87448	18.5		25	50	5	5	15		
HT004	59.13478	22.88042	17.5		25	50	5	10	10		
HT005	59.13479	22.88678	17		35	50	1	9	5		
HT006	59.13784	22.87449	18		40	20	10	20	10		
HT007	59.1379	22.88054	17		40	10	10	30	10		
HT008	59.13792	22.88663	16.5		20	55	10	10	5		
HT009	59.13802	22.8927	16.8			40	15	15	30		
HT010	59.13806	22.89891	18		20	40	10	20	10		
HT011	59.13809	22.90491	18		10	40	15	30	5		
HT012	59.13813	22.91108	16.3			20		20	60		
HT013	59.13822	22.91726	14.3			20		20	60		
HT014	59.14094	22.86835	18.8			65	20	10	5		
HT015	59.14098	22.87432	17.8			80	10	5	5		
HT016	59.14104	22.88055	16.5			70	10	10	10		
HT017	59.14106	22.88663	16.7			65	10	10	15		
HT018	59.14112	22.89266	17.5			65	10	20	5		
HT019	59.14106	22.89867	18.5			65	10	15	10		
HT020	59.1413	22.90502	18.8			30	10	45	15		
HT021	59.14128	22.91101	17			5	10	30	55		
HT022	59.14135	22.9172	16.7			10	20	50	20		
HT023	59.14135	22.92328	15.9			5	10	40	45		
HT024	59.14147	22.92925	17			20	10	40	30		
HT026	59.14403	22.86812	18.5			70	10	15	5		
HT027	59.144	22.87382	17			70	10	15	5		
HT028	59.14417	22.88037	16			93	5	1	1		
HT029	59.14426	22.88649	16.5			25	30	35	10		
HT030	59.1443	22.89256	17			5	5	10	30	50	
HT031	59.14433	22.89869	18.5			25	20	15	40		
HT032	59.14439	22.9048	19.5			40	20	25	15		
HT033	59.14445	22.91088	18			50	20	25	5		
HT034	59.14445	22.91686	16.7			65	5	10	20		
HT035	59.14454	22.92307	18				5	25	70		
HT036	59.14457	22.92932	19.2			80	10	5	5		
HT039	59.14715	22.86188	18.5		40	45	5	5	5		

Punkt	Laius	Pikkus	Sügavus	PL	KL	JL	KR	VK	SK	PL	SP
HT040	59.14721	22.86806	17.8		45	30	10	10	5		
HT041	59.14732	22.8742	16.5			85	5	5	5		
HT042	59.14731	22.88032	15.2			50	15	25	10		
HT043	59.14739	22.88643	16.9			20	20	30	30		
HT044	59.14742	22.89256	18.5			75	10	10	5		
HT045	59.14747	22.89866	19.5			75	10	10	5		
HT046	59.14756	22.90487	19.4			90	4	1	5		
HT047	59.14758	22.91072	18.4			90	4	1	5		
HT048	59.14764	22.91703	17					40	60		
HT049	59.14763	22.92312	15.5					20	80		
HT050	59.14772	22.92922	20.2			65	10	10	15		
HT064	59.15071	22.91078	19.1			15	50	35			
HT065	59.15076	22.91688	18					60	40		
HT066	59.15083	22.92299	19.5					60	40		
HT067	59.15088	22.92909	20.3			65	10	10	15		
HT122	59.16277	22.86164	15.8				5	40	55		
HT123	59.16283	22.86756	14.8					30	70		
HT124	59.16316	22.87362	19.8		20	30	15	20	15		
HT125	59.16312	22.87946	21.5			30	40	10	10	10	
HT132	59.16646	22.90414	14.5			15	40	30	15		
HT136	59.16935	22.89821	15.6					40	50	10	
HT137	59.16998	22.90364	15.7					50	50		
HT141	59.17262	22.89768	14.4		1		9	20	70		
HT142	59.17265	22.90399	17.1					35	65		
HT144	59.17573	22.79166	16.2			1	4	40	55		
HT145	59.17578	22.89768	16			1	4	60	35		
HT149	59.17899	22.89195	16.7					50	50		
HT150	59.17891	22.89751	17.5					20	80		
HT156	59.16603	22.86136	20.8			20	15	60	5		
HT218	59.16415	22.82764	23.2		60	10	15	10	5		
HT219	59.16476	22.88855	22.1		50	20	10	10	10		
HT223	59.17054	22.83971	23		50	20	15	10	5		
HT224	59.17066	22.85201	24.2		20	50	20	9	1		
HT225	59.17069	22.86424	25.2		80		10	9	1		
HT226	59.17089	22.87645	24.7		80		10	9	1		
HT227	59.17095	22.88869	21.9			60	25	14	1		
HT228	59.17115	22.91298	23.3		45	20	15	15	5		
HT229	59.17102	22.92481	23.9		60	20	15	4	1		
HT230	59.17128	22.93761	24.8		40	25	24	10	1		
HT231	59.17148	22.94945	25.3		40	30	20	9	1		
HT232	59.17161	22.9619	22.4		50	40	4	1	5		
HT234	59.17665	22.82737	25.7			45	15	30	10		
HT235	59.17679	22.83981	25.3			40	20	35	5		
HT236	59.17682	22.85186	26.3			20	40	35	5		

Punkt	Laius	Pikkus	Sügavus	PL	KL	JL	KR	VK	SK	PL	SP
HT237	59.17708	22.86424	26.1			50	30	15	5		
HT238	59.17708	22.87658	24.8		40	30	10	10	10		
HT239	59.17753	22.91276	24		75		10	10	5		
HT240	59.17753	22.92536	24.7		75		20	4	1		
HT241	59.17768	22.93768	25.1		60	20	5	10	5		
HT242	59.17765	22.94982	24.8		55	20	10	10	5		
HT243	59.17788	22.96219	24.5		50	20	10	10	10		
HT244	59.18307	22.82653	26.2		25	40	15	15	5		
HT245	59.18307	22.83865	25.8		30	40	15	10	5		
HT246	59.18326	22.85144	26.2		30	45	15	9	1		
HT247	59.18312	22.86348	25.7		30	55	10	5			
HT248	59.18357	22.8757	23.3		30	55	10	5			
HT249	59.18364	22.88807	19.7			30	45	20	5		
HT250	59.18319	22.90055	23.2		10	30	30	25	5		
HT251	59.18375	22.91227	23.9		85		5	5	5		
HT252	59.18376	22.9247	24.5		95		2	2	1		
HT253	59.1838	22.93652	25.8		95		2	2	1		
HT254	59.18383	22.94941	26.1				85		5	5	5
HT255	59.1893	22.82678	25.8		70	20	9	1			
HT256	59.1894	22.83366	25.1		65	20	5	5	5		
HT259	59.18972	22.87597	21.9		30	60	5	4	1		
HT260	59.18989	22.88843	22.4		30	69		1			
HT261	59.18988	22.90073	22.9		30	69		1			
HT262	59.18997	22.91241	23.7		97		2	1			
HT263	59.19005	22.92478	25.6		90		5	4	1		
HT264	59.19009	22.93651	26.6		85		5	5	5		
HT265	59.19631	22.92439	28.5		90		5	4	1		
HT269	59.16934	22.83102	18			9			1	90	
HT270	59.1667	22.83943	20.1			10	10	20	60		
HT306	59.16269	22.81112	23.4		80		10	9	1		
HT308	59.1697	22.79691	25.4		65		15	15	5		
HT309	59.16982	22.8109	25.3		65		15	15	5		
HT310	59.17666	22.78262	25.8			15	15	60	10		
HT311	59.17692	22.79677	27.9			25	25	40	10		
HT312	59.17703	22.81066	26.8			30	30	35	5		
HT313	59.18377	22.78217	29.6			70	10	15	5		
HT314	59.18436	22.80995	26.1		30	40	10	15	5		
HT315	59.19128	22.81026	25.2		70	20	5	5			
HT316	59.20663	22.92126	30.7		95		5				
HT317	59.21384	22.92116	31.5		95		5				
HT318	59.22079	22.9209	31.4		40		20	35	5		
HT319	59.22763	22.90674	31.4		10		5	60	25		
HT320	59.22826	22.9208	36.5		90		5	4	1		
HT321	59.23494	22.89169	34		15		20	50	15		



Punkt	Laius	Pikkus	Sügavus	PL	KL	JL	KR	VK	SK	PL	SP
HT322	59.23521	22.90639	34.6		15		5	40	40		
HT361	59.18482	22.7953	27.6			40	20	35	5		
HT362	59.19349	22.79757	25.8			50	40	9	1		
HT025	59.14147	22.93549	16.4			30	45	20	5		
HT037	59.14464	22.9354	18.7			45	40	10	5		
HT038	59.1447	22.94149	17.4			85	5	5	5		
HT051	59.14771	22.9353	19		30	35	10	20	5		
HT052A	59.14776	22.94113	17.8		30	65	5				
HT052B	59.14765	22.94097	17.8		30	55	5	5	5		
HT053	59.14788	22.9474	16.5		30	45	10	10	5		
HT054	59.14785	22.95358	15.2		30	40	5	15	10		
HT055	59.15026	22.8558	19			70	10	15	5		
HT056	59.15032	22.8618	18.5			80	10	5	5		
HT057	59.15039	22.86793	17			80	10	5	5		
HT058	59.15036	22.87405	14.2				5	30	45	20	
HT059	59.15049	22.88016	13					20	80		
HT060	59.15049	22.88623	17			70	10	10	10		
HT061	59.15058	22.89238	16.8			25	25	35	15		
HT062	59.1506	22.89849	19.2			20	30	45	5		
HT063	59.15067	22.9046	21			10	15	60	15		
HT068	59.15095	22.9479	17.6		30	55	5	9	1		
HT069	59.1511	22.95363	17.5		30	50	10	5	5		
HT070	59.15108	22.95971	16		30	60	5	4	1		
HT071	59.1511	22.96583	13.3		30	45	5	10	10		
HT072	59.15339	22.84952	19.6			75	10	10	5		
HT073	59.15343	22.85558	17.9			70	10	15	5		
HT074	59.15345	22.86172	16.3					20	80		
HT076	59.15356	22.87395	15			80	10	5	5		
HT077	59.15355	22.88005	15.9					35	65		
HT078	59.15364	22.88615	17.3					65	35		
HT079	59.15369	22.89229	19.5			5	5	30	60		
HT080	59.15372	22.8983	20			70	15	10	5		
HT081	59.15376	22.90444	20				10	70	20		
HT082	59.15382	22.91064	19.2			75	20	5			
HT083	59.15392	22.91678	19.2			75	5	10	10		
HT084	59.15393	22.9229	19.9			70	10	15	5		
HT085	59.15424	22.94677	19.6		30	65	2	3			
HT086	59.15422	22.95325	18.4		30	55		10	5		
HT087	59.15425	22.95925	17.8		30	45	10	10	5		
HT088	59.15429	22.96541	16		30	60	8	1	1		
HT089	59.15432	22.97182	13.2		30	64		1	5		
HT090	59.15651	22.84937	18.7		40	30	10	15	5		
HT091	59.15654	22.85542	18			30	10	25	35		
HT092	59.15659	22.86157	15			80	5	5	10		

Punkt	Laius	Pikkus	Sügavus	PL	KL	JL	KR	VK	SK	PL	SP
HT093	59.15664	22.86772	14.5			20	30	40	10		
HT094	59.15667	22.87378	13.8			5		15	80		
HT095	59.15673	22.87993	15.6					30	70		
HT096	59.15675	22.88597	16.7					30	70		
HT097	59.15681	22.89212	18					70	30		
HT098	59.15686	22.89827	19.8		20	40	15	15	10		
HT099	59.1569	22.90426	19.7			35	40	15	10		
HT100	59.15691	22.91049	19			45	40	10	5		
HT101	59.15704	22.91665	19			75	5	5	5	10	
HT102	59.15736	22.95942	18.3			90	4	5	1		
HT103	59.1575	22.96566	16.5		70	28		1	1		
HT104	59.15747	22.97172	15.6		80	20					
HT105	59.15744	22.97792	14.7		40	40	5	5	10		
HT106	59.15952	22.84946	17.7			25	20	30	25		
HT107	59.15978	22.85575	15.2				10	50	40		
HT108	59.15977	22.86145	15			40	15	15	30		
HT109	59.15977	22.86774	15.6			15		10	5	70	
HT110	59.15979	22.87375	16.4			5	10	15	70		
HT111	59.15984	22.8799	18.4		40	40	15	4	1		
HT112	59.16	22.88621	20.4			50	35	10	5		
HT113	59.16005	22.89215	19.6			85	10	4	1		
HT114	59.16019	22.90437	18.9			60	15	10	15		
HT115	59.1601	22.91046	18			10		35	15	40	
HT116	59.16056	22.95947	19.2			70	15	10	5		
HT117	59.16059	22.96522	17.6			90	1	4	5		
HT118	59.16063	22.97154	17.6			90	5	4	1		
HT119	59.16064	22.97788	16.3			75	10	5	10		
HT121	59.16275	22.85553	17.6			10	55	25	10		
HT126	59.16307	22.90449	16.5			10	20	45	25		
HT127	59.16323	22.91035	16.4			20		10	5	65	
HT128	59.16366	22.96546	17.2			95	5				
HT129	59.16372	22.97161	16.8			90	5	4	1		
HT130	59.16378	22.9779	16.9			85	5	5	5		
HT131	59.16642	22.89827	18.7			40	35	10	15		
HT133	59.16639	22.91022	16.5			35	15	35	15		
HT134	59.16684	22.96508	18.3		50	20	5	15	10		
HT135	59.16693	22.97158	18.3		70	20	3	2	5		
HT138	59.16982	22.97147	20		80		5	5	10		
HT157	59.15933	22.98247	14.8		30	67	1	1	1		
HT209	59.15245	22.93784	20.5		30	55	10	4	1		
HT214	59.15791	22.82782	23.7		40	30	10	15	5		
HT215	59.1586	22.9261	21.2		20	60	10	5	5		
HT216	59.15879	22.93785	22.6		20	60	10	5	5		
HT217	59.15887	22.95032	22.5			85	10	5			

Punkt	Laius	Pikkus	Sügavus	PL	KL	JL	KR	VK	SK	PL	SP
HT220	59.16493	22.92544	23		20	10	24	45	1		
HT221	59.16518	22.93767	24.2		50	20	5	20	5		
HT222	59.16513	22.94985	24.6		80	19		1			
HT267	59.15997	22.8392	20.8		20	30	20	20	10		
HT268	59.15364	22.8399	22			80	5	5	10		
HT271	59.16149	22.89827	20			35	35	20	10		

**Tabel 2.** Vinkovi madala inventuuri jaamade andmed ning põhja setteline kirjeldus (%) (PL – peenliiv, KL – keskmine liiv, JL – jäme liiv, KR – kruus (kivi <2 cm), VK – väikesed kivid (kivid 2–20 cm), SK – suured kivid (kivid >20 cm)).

Punkt	Laius	Pikkus	Sügavus	PL	KL	JL	KR	VK	SK	PL	SP
HT139	59.16711	22.37773	27.7			50	30	10	10		
HT140	59.16749	22.40228	22.4			20	35	20	25		
HT143	59.16811	22.23116	29.3		80		5	10	5		
HT146	59.17036	22.15102	20.6							100	
HT147	59.17137	22.2245	19.2						30	70	
HT148	59.17146	22.23093	21.7					20	10	70	
HT151	59.17453	22.21833	20.4					5	10	85	
HT152	59.17464	22.22452	20.5						1	99	
HT153	59.19414	22.27232	28.6			5	5	40	50		
HT154	59.1981	22.27305	28.5				5	45	50		
HT155	59.20047	22.277818	27.2			5	5	45	45		
HT159	59.188	22.26932	30.2			85	10	4	1		
HT160	59.19462	22.32565	22.8			5	5	40	50		
HT161	59.18605	22.34128	34.8			50	45	5			
HT162	59.1819	22.34837	37.8	10	35	50	5				
HT163	59.17372	22.36319	26.4			95	5				
HT164A	59.17606	22.39054	22.4					5	5	90	
HT164B	59.17604	22.39057	22.4				10	5	10	75	
HT165	59.11647	22.3263	35.3		90		5	4	1		
HT166	59.1208	22.31744	34.9		95		5				
HT167	59.12094	22.32598	35			98	1	1			
HT168	59.12521	22.3084	34		65		15	10	10		
HT169	59.12524	22.317	34.8			95	3	1	1		
HT170	59.12545	22.32594	32.6			97	1	2			
HT171	59.12957	22.29955	36.4		99		1				
HT172	59.12962	22.30817	34.2			5	15	50	30		
HT173	59.12983	22.31698	34.1			65	15	15	5		
HT174	59.13388	22.29056	33.5				5	30	65		
HT175	59.13402	22.29943	36.3		95		3	1	1		
HT176	59.13416	22.30815	33.5			50	15	30	5		
HT177	59.13859	22.29913	33.5			98	1	1			
HT193	59.07402	22.09817	28.3			99		1			

Punkt	Laius	Pikkus	Sügavus	PL	KL	JL	KR	VK	SK	PL	SP
HT194	59.07952	22.04891	24.1			50	5	15	30		
HT195	59.07814	22.08791	26			99		1			
HT196	59.07993	22.098	27.1			100					
HT197	59.08562	22.03645	24.2		10		10	40	40		
HT198	59.08609	22.08549	25.8			100					
HT199	59.09244	22.08495	29.9			95		1	4		
HT200	59.1392	22.27828	26.8				5	45	50		
HT201	59.13925	22.29019	32.5			5	20	60	15		
HT202	59.14597	22.17502	25.6				10	60	30		
HT203	59.14428	22.19212	27.1			10	25	55	10		
HT204	59.14437	22.20427	26.8			90	5	4	1		
HT205	59.14458	22.21677	26					20		80	
HT206	59.14537	22.27766	35.8			95	4	1			
HT207	59.14561	22.29009	31.5			85	10	4	1		
HT208	59.14696	22.40022	25.2			95	3	1	1		
HT210	59.15013	22.1675	29				5	30	65		
HT211	59.1508	22.21365	23		10		20	40	30		
HT212	59.15179	22.27787	31.2			75	14	10	1		
HT213	59.15331	22.39988	26.1			55	10	15	20		
HT233	59.1722	22.39893	24.2					5	10	85	
HT266	59.20849	22.28693	28.2			5	5	40	50		
HT272	59.09693	22.07622	35			95	2	2	1		
HT273	59.11501	22.05493	34			95		4	1		
HT274	59.12009	22.04589	35.1			100					
HT275	59.12494	22.0357	34					60	40		
HT279	59.07066	22.0909	26.3			99		1			
HT283	59.13968	22.19742	28.7				25	60	15		
HT284A	59.1399	22.21165	29.9		75		5	10	10		
HT284B	59.13982	22.21163	29.9		20		30	30	20		
HT285	59.15811	22.3914	25.1			30	30	15	25		
HT286	59.15044	22.39255	23.4		30		10	30	30		
HT287	59.14117	22.39297	27.2		45	40	9	1	5		
HT288	59.13163	22.3907	27.8		50	40	10				
HT289	59.07199	22.08335	27			100					
HT290	59.10263	22.07137	37.3		100						
HT291	59.15713	22.15901	26.4					15	25	60	
HT302	59.14679	22.24961	25.8					5	5	90	
HT303	59.14206	22.2665	28.7			5	70	20	5		
HT304	59.15527	22.25611	25.5					20	80		
HT305	59.14943	22.26616	31				20	70	10		
HT307	59.16179	22.2438	28.4		5		10	75	10		
HT336	59.11267	22.34133	35.5			89	1	5	5		
HT337	59.11604	22.33426	35.5		95		5				
HT338	59.11623	22.34112	35.1	10	75	10	5				

Punkt	Laius	Pikkus	Sügavus	PL	KL	JL	KR	VK	SK	PL	SP
HT339	59.11625	22.34823	29.2		5		10	55	30		
HT340	59.11966	22.33387	35			98	1	1			
HT341	59.11976	22.34071	34.5			95	3	1	1		
HT342	59.1199	22.34788	30.5			50	15	25	10		
HT343	59.11992	22.35484	29.7			70	9	20	1		
HT344	59.12	22.36185	29			80	5	10	5		
HT345	59.18492	22.38013	18					45	55		
HT346	59.18847	22.37275	21.1					5	40	55	
HT347	59.18857	22.37991	15.3					20	80		
HT348	59.19207	22.3727	18.5						5	95	
HT349	59.19552	22.36547	33.5					40	40	20	
HT350	59.19569	22.3724	16.3						10	90	
HT351	59.19916	22.3653	15.2						5	95	
HT352	59.19921	22.37236	17.5						5	95	
HT353	59.20267	22.36513	15						5	95	
HT354	59.20284	22.37207	16.7						5	95	

**Tabel 3.** Madala 1 inventuuri jaamade andmed ning põhja iseloomu kirjeldus (%) (PL – peenliiv, KL – keskmine liiv, JL – jäme liiv, KR – kruus (kivi <2 cm), VK – väikesed kivid (kivid 2–20 cm), SK – suured kivid (kivid >20 cm).

Punkt	Laius	Pikkus	Sügavus	PL	KL	JL	KR	VK	SK	PL	SP
HT001	59.05245	22.12461	19.4		20	30	20	25	5		
HT002	59.05074	22.13289	20.8		40	10	25	25			
HT158	59.05269	22.11747	18.4		20	25	20	20	15		
HT178	59.04927	22.14848	25.4		60	30	5	5			
HT179	59.05401	22.03835	27			94	5		1		
HT180	59.05427	22.05056	22.5			5	35	50	10		
HT181	59.05509	22.09946	22.1		40	60					
HT182	59.05756	22.1227	23		45	40		5	10		
HT183	59.05556	22.13579	26		40	15	35	10			
HT184	59.06035	22.03823	28.1		10		10	30	50		
HT185	59.06056	22.05016	29.3		90			5	5		
HT186	59.06126	22.09893	23.9		40	25	5	15	15		
HT187	59.06148	22.1111	24.8		100						
HT188	59.0667	22.03732	28.9		15		20	50	15		
HT189	59.06674	22.04992	24.7		24	60	10	5	1		
HT190	59.06751	22.09841	25.1		10			15	10	65	
HT191	59.07295	22.03655	26.8			95	3	1	1		
HT192	59.07326	22.04935	24.4		79	10	5	5	1		
HT276	59.07048	22.05946	22.2		75	10	5	5	5		
HT277	59.06351	22.06045	21.8		100						
HT278	59.05888	22.06087	24.8		20	79			1		
HT280	59.06422	22.09145	24.6		50	15	5	10	20		

Punkt	Laius	Pikkus	Sügavus	PL	KL	JL	KR	VK	SK	PL	SP
HT281	59.05806	22.09219	23.6		95			5			
HT282	59.05568	22.1104	21.3			94		5	1		
HT292	59.04459	21.97877	29.4				10	75	15		
HT293	59.05185	21.97827	25.2				10	70	20		
HT294	59.05203	21.9923	30.1		20	70	4	1	5		
HT295	59.05222	22.00623	28.8		50		10	20	20		
HT296	59.05246	22.02019	27.2		5		10	40	45		
HT297	59.0592	21.9917	32.6		30		30	35	5		
HT298	59.05944	22.00589	31		5		40	54	1		
HT299	59.05968	22.01963	32.5		25		10	40	25		
HT300	59.06653	22.00475	30.8		39	40	15	1	5		
HT301	59.0665	22.01953	32.2		65			10	25		
HT323	59.05512	22.07918	23.4		50	35	10	5			
HT324	59.05526	22.08624	23.7		40	40	10	5	5		
HT325	59.0587	22.072	22.8		60	39		1			
HT326	59.0587	22.07915	22		70	30					
HT327	59.05885	22.08587	24		60	25		5	10		
HT328	59.06221	22.07158	23.4		70	25			5		
HT329	59.06238	22.07881	24.3		70	20		5	5		
HT330	59.06245	22.08575	25		50	35		5	10		
HT331	59.06581	22.07164	23.6		70	30					
HT332	59.06588	22.07873	25		60	20		5	15		
HT333	59.066	22.08546	25.3		60	20	5	5	10		
HT334	59.06937	22.07217	23.2		100						
HT335	59.06941	22.07839	25.4		100						
HT355	59.05529	22.0725	22.3	10	50	10		15	15		
HT356	59.05497	22.06609	17.1		10			30	60		
HT357	59.05495	22.05897	17				15	50	35		
HT358	59.05209	22.05687	17.1							100	
HT359	59.05238	22.06371	14.6							100	
HT360	59.05276	22.07075	13.4						1	99	
HT290	59.10263	22.07137	37.3		100						

## LISA 2

### Inventuuri jaamades esinevate põhjataimestiku liikide katvused (%) video- ning sukelduja andmete põhjal

**Tabel 1.** Apollo madala inventuuri jaamades esinevate põhjataimestiku liikide katvused (%) video- ning sukelduja andmete põhjal. Tabelis on ära toodud jaamad, kus esines põhjataimestiku liike.

Punkt	Sügavus	Üldkatvus	<i>Battersia arctica</i>	<i>Coccotylus truncatus</i>	<i>Fucus vesiculosus</i>	<i>Furcellaria lumbricalis</i>	<i>Halosiphon tomentosus</i>	Niitjad punavetikad
HT003	18.5	5						5
HT004	17.5	5						5
HT005	17	1						1
HT006	18	5						5
HT007	17	5				1		5
HT008	16.5	5						5
HT009	16.8	5						5
HT010	18	5				1		5
HT011	18	1						1
HT012	16.3	5						5
HT013	14.3	5				1		5
HT014	18.8	1				1		1
HT015	17.8	1						1
HT017	16.7	5						5
HT018	17.5	1				1		1
HT019	18.5	1						1
HT020	18.8	5						5
HT021	17	5						5
HT022	16.7	1						1
HT023	15.9	5						5
HT024	17	5				1		5
HT026	18.5	1						1
HT027	17	5						5
HT029	16.5	5						5
HT030	17	5						5
HT031	18.5	1						1
HT032	19.5	5				1		5
HT033	18	5						5
HT034	16.7	1						1
HT035	18	10						10
HT039	18.5	1						1
HT040	17.8	1						1
HT041	16.5	1						1
HT042	15.2	5						5
HT043	16.9	5				1		5
HT044	18.5	1						1
HT048	17	5						5
HT049	15.5	10						10
HT050	20.2	1						1
HT065	18	5						5
HT066	19.5	5				1		5
HT067	20.3	5						5

Punkt	Sügavus	Üldkatvus	<i>Battersia arctica</i>	<i>Coccotylus truncatus</i>	<i>Fucus vesiculosus</i>	<i>Furcellaria lumbricalis</i>	<i>Halosiphon tomentosus</i>	Niitjad punavetikad
HT122	15.8	5						5
HT123	14.8	10						10
HT124	19.8	1						1
HT125	21.5	1				1		1
HT132	14.5	15						15
HT136	15.6	5						5
HT137	15.7	5						5
HT141	14.4	10				1		10
HT142	17.1	10						10
HT145	16	5						5
HT149	16.7	5	2			2		2
HT150	17.5	1						1
HT156	20.8	5				1		5
HT219	22.1	1						1
HT223	23	1						1
HT227	21.9	1						1
HT228	23.3	1				1		1
HT229	23.9	1						1
HT230	24.8	1						1
HT235	25.3	1						1
HT242	24.8	1						1
HT243	24.5	1						1
HT254	26.1	1						1
HT269	18	10						10
HT306	23.4	1						1
HT308	25.4	1						1
HT309	25.3	1						1
HT025	16.4	1						1
HT037	18.7	1						1
HT038	17.4	1				1		1
HT051	19	5						5
HT052B	17.8	1						1
HT053	16.5	5						5
HT054	15.2	5						5
HT055	19	5						5
HT056	18.5	1						1
HT057	17	1						1
HT058	14.2	30						30
HT059	13	30		1	1	1	1	30
HT060	17	5						5
HT061	16.8	10				1		10
HT062	19.2	1						1
HT063	21	1				1		1
HT068	17.6	1						1
HT069	17.5	5				1		5
HT070	16	1						1
HT071	13.3	5						5
HT072	19.6	5						5
HT073	17.9	5						5
HT074	16.3	5						5
HT076	15	1						1
HT077	15.9	10						10



Punkt	Sügavus	Üldkatvus	<i>Battersia arctica</i>	<i>Coccotylus truncatus</i>	<i>Fucus vesiculosus</i>	<i>Furcellaria lumbricalis</i>	<i>Halosiphon tomentosus</i>	Niitjad punavetikad
HT078	17.3	1						1
HT080	20	1						1
HT081	20	5				1		5
HT083	19.2	1						1
HT084	19.9	1						1
HT085	19.6	1						1
HT086	18.4	1						1
HT087	17.8	1						1
HT089	13.2	1						1
HT090	18.7	5						5
HT091	18	1						1
HT092	15	1						1
HT093	14.5	5						5
HT094	13.8	20				5		15
HT095	15.6	5						5
HT096	16.7	10						10
HT097	18	5						5
HT098	19.8	1						1
HT099	19.7	1						1
HT100	19	1						1
HT102	18.3	1						1
HT105	14.7	1						1
HT106	17.7	5						5
HT107	15.2	5						5
HT108	15	15						15
HT109	15.6	25						25
HT110	16.4	5						5
HT112	20.4	1						1
HT115	18	5						5
HT116	19.2	1						1
HT118	17.6	1						1
HT119	16.3	1						1
HT121	17.6	1						1
HT126	16.5	1						1
HT127	16.4	5						5
HT131	18.7	5						5
HT133	16.5	5						5
HT134	18.3	1						1
HT135	18.3	1						1
HT138	20	1						1
HT214	23.7	5						5
HT215	21.2	1						1
HT216	22.6	5						5
HT217	22.5	5				1		5
HT220	23	5						5
HT221	24.2	5						5
HT267	20.8	1						1
HT268	22	10						10
HT003	18.5	5						5
HT004	17.5	5						5
HT005	17	1						1

**Tabel 2.** Vinkovi madala inventuuri jaamades esinevate põhjataimestiku liikide katvused (%) videoandmete põhjal. Tabelis on ära toodud jaamad, kus esines põhjataimestiku liike.

Punkt	Sügavus	Üldkatvus	<i>Battersia</i>	<i>Coccotylus</i>	<i>Fucus</i>	<i>Furcellaria</i>	<i>Halosiphon</i>	Niitjad punavetikad
			<i>arctica</i>	<i>truncatus</i>	<i>vesiculosus</i>	<i>lumbricalis</i>	<i>tomentosus</i>	
HT152	20.5	25						25
HT153	28.6	5						5
HT154	28.5	5						5
HT345	18	1						1
HT347	15.3	10				5		10
HT348	18.5	1						1
HT350	16.3	10				5		10
HT351	15.2	15				5		15
HT352	17.5	10				5		10
HT353	15	10						10
HT354	16.7	10						10

**Tabel 3.** Madala 1 inventuuri jaamades esinevate põhjataimestiku liikide katvused (%) videoandmete põhjal. Tabelis on ära toodud jaamad, kus esines põhjataimestiku liike.

Punkt	Sügavus	Üldkatvus	<i>Battersia</i>	<i>Coccotylus</i>	<i>Fucus</i>	<i>Furcellaria</i>	<i>Halosiphon</i>	Niitjad punavetikad
			<i>arctica</i>	<i>truncatus</i>	<i>vesiculosus</i>	<i>lumbricalis</i>	<i>tomentosus</i>	
HT356	17.1	15						15
HT357	17	20						20
HT358	17.1	20						20
HT359	14.6	55						55
HT360	13.4	40						40

### Inventuuri jaamades esinevate põhjaloomastiku liikide katvused (%) video– ning sukelduja andmete põhjal

**Tabel 1.** Apollo madala inventuuri jaamades esinevate põhjaloomastiku liikide katvused (%) videoandmete põhjal. Tabelis on ära toodud jaamad, kus esines põhjataimestiku liike.

<b>Punkt</b>	<b>Sügavus</b>	<b><i>Amphibalanus improvisus</i></b>	<b>klass <i>Hydrozoa</i></b>	<b><i>Mytilus trossulus</i></b>
HT003	18.5		10	20
HT004	17.5		5	20
HT005	17		5	15
HT006	18		5	25
HT007	17		10	35
HT008	16.5		5	15
HT009	16.8		10	40
HT010	18		10	20
HT011	18		5	5
HT012	16.3		30	65
HT013	14.3		30	65
HT014	18.8		10	25
HT015	17.8		5	15
HT016	16.5		10	30
HT017	16.7		10	45
HT018	17.5		5	30
HT019	18.5		10	25
HT020	18.8		20	35
HT021	17		40	55
HT022	16.7		35	50
HT023	15.9		30	70
HT024	17		30	60
HT026	18.5		10	15
HT027	17		5	20
HT028	16		1	1
HT029	16.5		20	45
HT030	17		25	55
HT031	18.5		20	30
HT032	19.5		10	30
HT033	18		10	20
HT034	16.7		10	25
HT035	18		15	50
HT036	19.2		1	5
HT039	18.5		5	5
HT040	17.8		5	5
HT041	16.5		5	10
HT042	15.2		10	30
HT043	16.9		15	45
HT044	18.5		1	5
HT045	19.5		1	5
HT046	19.4			1
HT047	18.4		5	5

<b>Punkt</b>	<b>Sügavus</b>	<b><i>Amphibalanus improvisus</i></b>	<b>klass <i>Hydrozoa</i></b>	<b><i>Mytilus trossulus</i></b>
HT048	17		15	45
HT049	15.5		30	70
HT050	20.2		5	10
HT065	18		15	40
HT066	19.5		15	30
HT067	20.3		5	10
HT122	15.8		15	65
HT123	14.8		15	75
HT124	19.8		5	20
HT125	21.5		5	10
HT132	14.5		10	60
HT136	15.6		10	70
HT137	15.7	1	15	80
HT141	14.4			90
HT142	17.1		15	75
HT144	16.2		10	60
HT145	16		10	80
HT149	16.7			80
HT150	17.5		15	80
HT156	20.8		10	60
HT218	23.2		5	10
HT219	22.1		5	10
HT223	23		5	15
HT224	24.2		1	5
HT225	25.2		1	1
HT226	24.7		1	1
HT227	21.9		5	15
HT228	23.3		5	15
HT229	23.9		1	5
HT230	24.8		1	10
HT231	25.3		1	5
HT232	22.4		1	5
HT234	25.7		5	5
HT235	25.3		5	10
HT236	26.3	1	5	5
HT237	26.1		5	5
HT238	24.8		1	5
HT239	24		5	5
HT240	24.7			5
HT241	25.1		5	15
HT242	24.8		5	10
HT243	24.5		5	10
HT244	26.2	1	1	1
HT245	25.8		1	5
HT246	26.2		1	5
HT247	25.7		5	5
HT248	23.3			1
HT249	19.7		5	10
HT250	23.2		5	25
HT251	23.9		1	5
HT252	24.5			5
HT253	25.8		1	5

<b>Punkt</b>	<b>Sügavus</b>	<b><i>Amphibalanus improvisus</i></b>	<b>klass <i>Hydrozoa</i></b>	<b><i>Mytilus trossulus</i></b>
HT254	26.1		5	5
HT256	25.1		1	5
HT259	21.9		1	5
HT260	22.4			1
HT261	22.9			1
HT262	23.7		1	1
HT263	25.6		1	5
HT264	26.6		5	5
HT265	28.5		1	5
HT269	18		15	80
HT270	20.1		10	65
HT306	23.4		1	5
HT308	25.4		5	5
HT309	25.3		5	15
HT310	25.8		10	10
HT311	27.9		1	5
HT312	26.8		5	1
HT313	29.6		10	5
HT314	26.1			1
HT315	25.2			1
HT316	30.7			1
HT318	31.4		1	
HT319	31.4		5	1
HT322	34.6		5	
HT361	27.6		5	5
HT362	25.8		5	5
HT025	16.4		5	10
HT037	18.7		1	5
HT038	17.4		5	5
HT051	19		5	20
HT052B	17.8		5	5
HT053	16.5	1	1	5
HT054	15.2		5	15
HT055	19		5	10
HT056	18.5		1	5
HT057	17		1	5
HT058	14.2		15	45
HT060	17		5	10
HT061	16.8		10	20
HT062	19.2		5	10
HT063	21		5	10
HT068	17.6		1	5
HT069	17.5		1	5
HT070	16		1	5
HT071	13.3		5	10
HT072	19.6		5	10
HT073	17.9		5	10
HT074	16.3		25	60
HT076	15		1	5
HT077	15.9		15	50
HT078	17.3		15	50
HT079	19.5		10	30

<b>Punkt</b>	<b>Sügavus</b>	<b><i>Amphibalanus improvisus</i></b>	<b>klass <i>Hydrozoa</i></b>	<b><i>Mytilus trossulus</i></b>
HT080	20		5	5
HT081	20		10	45
HT083	19.2		5	10
HT084	19.9		5	10
HT085	19.6		1	1
HT086	18.4		5	10
HT087	17.8		5	10
HT088	16		1	1
HT089	13.2		1	5
HT090	18.7		5	10
HT091	18		5	10
HT092	15		5	10
HT093	14.5		5	10
HT094	13.8			85
HT095	15.6	5	15	75
HT096	16.7		15	70
HT097	18		20	70
HT098	19.8		5	15
HT099	19.7		5	10
HT100	19		5	10
HT101	19		1	5
HT102	18.3		5	5
HT103	16.5		1	1
HT105	14.7		5	15
HT106	17.7		10	40
HT107	15.2		10	70
HT108	15		15	50
HT109	15.6		10	45
HT110	16.4		10	65
HT111	18.4			1
HT112	20.4		1	20
HT113	19.6			1
HT114	18.9		5	15
HT115	18	1	10	65
HT116	19.2		5	10
HT117	17.6		1	5
HT118	17.6		1	5
HT119	16.3		5	15
HT121	17.6		5	5
HT126	16.5		5	45
HT127	16.4		10	65
HT128	17.2			1
HT129	16.8		1	1
HT130	16.9		1	5
HT131	18.7		10	20
HT133	16.5		5	40
HT134	18.3		5	15
HT135	18.3		1	5
HT138	20		5	5
HT157	14.8		1	1
HT209	20.5			1
HT214	23.7		5	10
HT215	21.2		5	10

<b>Punkt</b>	<b>Sügavus</b>	<b><i>Amphibalanus improvisus</i></b>	<b>klass <i>Hydrozoa</i></b>	<b><i>Mytilus trossulus</i></b>
HT216	22.6		5	15
HT217	22.5		1	5
HT220	23		10	20
HT221	24.2		5	10
HT222	24.6			1
HT267	20.8		5	10
HT268	22		5	5
HT271	20		1	10

**Tabel 2.** Vinkovi madala inventuuri jaamades esinevate põhjaloomastiku liikide katvused (%) videoandmete põhjal. Tabelis on ära toodud jaamad, kus esines põhjataimestiku liike.

<b>Punkt</b>	<b>Sügavus</b>	<b><i>Amphibalanus improvisus</i></b>	<b>klass <i>Hydrozoa</i></b>	<b><i>Mytilus trossulus</i></b>
HT139	27.7		5	10
HT140	22.4		15	35
HT143	29.3		1	1
HT146	20.6		15	90
HT147	19.2		10	75
HT148	21.7		20	50
HT151	20.4		25	90
HT152	20.5		15	95
HT153	28.6		15	80
HT154	28.5		15	80
HT155	27.2		15	50
HT159	30.2		1	1
HT160	22.8		15	90
HT161	34.8			5
HT164A	22.4		30	
HT164B	22.4		20	80
HT168	34		5	5
HT169	34.8	1		
HT172	34.2		10	10
HT173	34.1			5
HT174	33.5		10	30
HT176	33.5		1	1
HT194	24.1		10	35
HT197	24.2		20	65
HT199	29.9			5
HT200	26.8		20	70
HT202	25.6		25	60
HT203	27.1		20	40
HT204	26.8		1	1
HT205	26		25	80
HT207	31.5		1	1
HT208	25.2		1	1
HT210	29		15	30
HT211	23		15	70
HT213	26.1		15	30
HT233	24.2		40	90
HT266	28.2		10	90

<b>Punkt</b>	<b>Sügavus</b>	<b><i>Amphibalanus improvisus</i></b>	<b>klass <i>Hydrozoa</i></b>	<b><i>Mytilus trossulus</i></b>
HT272	35			1
HT273	34			1
HT275	34		15	25
HT283	28.7		10	40
HT284A	29.9		5	5
HT284B	29.9		10	10
HT285	25.1		10	25
HT286	23.4		15	70
HT287	27.2		1	5
HT291	26.4		25	80
HT302	25.8		20	85
HT303	28.7		1	5
HT304	25.5		15	55
HT305	31		5	5
HT307	28.4		5	5
HT339	29.2		1	50
HT342	30.5		5	5
HT343	29.7		1	5
HT345	18		20	85
HT346	21.1		15	90
HT347	15.3		20	95
HT348	18.5		30	95
HT349	33.5		10	15
HT350	16.3		30	95
HT351	15.2		30	95
HT352	17.5		20	95
HT353	15		15	90
HT354	16.7		20	95

**Tabel 3.** Madala 1 inventuuri jaamades esinevate põhjaloomastiku liikide katvused (%) videoandmete põhjal. Tabelis on ära toodud jaamad, kus esines põhjataimestiku liike.

<b>Punkt</b>	<b>Sügavus</b>	<b><i>Amphibalanus improvisus</i></b>	<b>klass <i>Hydrozoa</i></b>	<b><i>Mytilus trossulus</i></b>
HT001	19.4		5	5
HT158	18.4		15	35
HT178	25.4		5	5
HT179	27		1	1
HT180	22.5		5	5
HT182	23		10	15
HT184	28.1		25	70
HT185	29.3		5	5
HT186	23.9		15	25
HT188	28.9		15	10
HT189	24.7		1	5
HT190	25.1		35	55
HT191	26.8		1	5
HT192	24.4		1	5
HT278	24.8		1	1
HT280	24.6		10	20



<b>Punkt</b>	<b>Sügavus</b>	<b><i>Amphibalanus improvisus</i></b>	<b>klass <i>Hydrozoa</i></b>	<b><i>Mytilus trossulus</i></b>
HT281	23.6		1	5
HT282	21.3		1	5
HT292	29.4		10	55
HT293	25.2		25	70
HT294	30.1		5	5
HT295	28.8		10	20
HT296	27.2		30	70
HT297	32.6		5	
HT298	31		1	1
HT299	32.5		10	10
HT300	30.8		5	10
HT301	32.2		15	20
HT323	23.4			5
HT324	23.7			5
HT327	24		5	15
HT328	23.4			5
HT329	24.3		1	5
HT330	25		5	15
HT332	25		5	15
HT333	25.3			15
HT355	22.3		5	15
HT356	17.1		15	90
HT357	17		20	85
HT358	17.1		20	80
HT359	14.6		5	90
HT360	13.4			90

Alleveefotod karide elupaigatüübist ning karakterliikidest



**Foto 1.** Põisadru (*Fucus vesiculosus*) Apollo madala uuringualal 13 m sügavusel. Antud liik kuulub karide elupaigatüübi karakterliikide hulka, kuid tema katvus ei ületanud elupaigamäärangutes seatud 10 % katvuse lävendit. Foto autor on Ivan Kuprijanov.



**Foto 2.** Loodusdirektiivi Lisa I elupaigatüüpi karid (kood 1170) määrav liik söödav rannakarp (*Mytilus trossulus*) Apollo madalal uuringualal 13 m sügavusel. Antud liik ületas elupaigamäärangutes seatud 10% katvuse lävendi. Foto autor on Georg Martin.



**Foto 3.** Söödav rannakarp (*Mytilus trossulus*) Apollo madala uuringualal 13 m sügavusel. Foto autor on Georg Martin.



**Foto 4.** Niitjad punavetikad Apollo madala uuringualal 16.7 m sügavusel. Antud taimerühm kuulub samuti elupaigatüübi karid (1170) karakterliikide hulka. Foto autor on Georg Martin.