

OÜ UTILITAS WIND

SAARE-LIIVI

MERETUULEPARGI

KESKKONNAMÕJU HINDAMINE

KMH aruanne, avalikustamisele 03.03.2025



Tellijä: Utilitas Wind OÜ

KMH läbiviija: Roheplaan OÜ

KMH juhtekspert: Riin Kutsar (KMH litsents nr KMH00131)

1.	SISSEJUHATUS	7
2.	KAVANDATAV TEGEVUS	8
2.1.	Kavandatava tegevuse eesmärk ja vajadus	8
2.2.	Kavandatava tegevuse asukoht ja suurus	8
2.2.1.	Kumulatiivsed mõjud ja käsitletavad muud tegevused	10
2.3.	Ülekandesüsteem ning kaablite asukohad	12
2.4.	Alternatiivide käsitus	14
2.5.	Meretuulepargi tehniline kirjeldus	18
2.5.1.	Elektrituulik	18
2.5.2.	Vundamendi tüüp	20
2.5.3.	Pargi sisene kaabeldus ja alajaam	22
2.5.4.	Ühenduskaabel	23
2.6.	Meretuulepargi rajamise erinevad etapid	24
2.6.1.	Ettevalmistav etapp	24
2.6.2.	Rajamise etapp	25
2.6.3.	Meretuulepargi opereerimise etapp	39
2.6.4.	Tegevuse lõpetamise etapp	40
2.7.	Tuulepargi rajamisega kaasnev allveemüra	41
2.7.1.	Olemasolev olukord	41
2.7.2.	Ehitusperioodi müra	43
2.7.3.	Kasutusperioodi müra	49
2.7.4.	Kumulatiivne mõju	52
3.	MÕJU LOODUSKESKKONNALE	55
3.1.	Hüdrometeoroloogia ja hüdrodünaamika	55
3.1.1.	Alternatiivide käsitus	55
3.1.2.	Keskkonnaseisundi kirjeldus	55
3.1.3.	Mõju hindamine	65
3.1.4.	Keskkonnameetmed	74
3.1.5.	Kokkuvõte	74
3.1.6.	Kumulatiivne mõju	75
3.2.	Merepõhja geoloogia	78
3.2.1.	Alternatiivide käsitus	78
3.2.2.	Keskkonnaseisundi kirjeldus	78
3.2.3.	Mõju hindamine	87
3.2.4.	Keskkonnameetmed	88
3.2.5.	Kokkuvõte	89

3.2.6.	Kumulatiivne mõju	89
3.2.7.	Teadmiste lüngad	89
3.3.	Merevee kvaliteet	90
3.3.1.	Alternatiivide käsitus	90
3.3.2.	Keskkonnaseisundi kirjeldus	90
3.3.3.	Mõjude hindamine	93
3.3.4.	Keskkonnameetmed	111
3.3.5.	Kokkuvõte	111
3.3.6.	Kumulatiivne mõju	112
3.4.	Merepõhja elustik ja elupaigad	113
3.4.1.	Alternatiivide käsitus	113
3.4.2.	Keskkonnaseisundi kirjeldus	114
3.4.3.	Mõju hindamine	130
3.4.4.	Keskkonnameetmed	134
3.4.5.	Alternatiivide võrdlus ja kokkuvõte	136
3.4.6.	Kumulatiivne mõju	137
3.4.7.	Teadmiste lüngad	137
3.5.	Linnud	138
3.5.1.	Alternatiivide käsitus	138
3.5.2.	Keskkonnaseisundi kirjeldus	139
3.5.3.	Mõjude hindamine	160
3.5.4.	Keskkonnameetmed	176
3.5.5.	Meetmed positiivse netomõju saavutamiseks	180
3.5.6.	Kokkuvõte	181
3.5.7.	Kumulatiivne mõju	182
3.5.8.	Teadmiste lüngad	183
3.6.	Nahkhiired	184
3.6.1.	Alternatiivide käsitus	184
3.6.2.	Keskkonnaseisundi kirjeldus	184
3.6.3.	Mõju hindamine	191
3.6.4.	Keskkonnameetmed	195
3.6.5.	Kokkuvõte	196
3.6.6.	Kumulatiivne mõju	196
3.6.7.	Teadmiste lüngad	199
3.7.	Hülged	199
3.7.1.	Alternatiivide käsitus	199
3.7.2.	Keskkonnaseisundi kirjeldus	200
3.7.3.	Mõju hindamine	210
3.7.4.	Keskkonnameetmed	215
3.7.5.	Alternatiivide hindamine ja kokkuvõte	216
3.7.6.	Kumulatiivne mõju	217
3.7.7.	Teadmiste lüngad	218
3.8.	Kalastik	218
3.8.1.	Alternatiivide käsitus	218

3.8.2.	Mõju hindamine	225
3.8.3.	Keskkonnameetmed	231
3.8.4.	Alternatiivide võrdlus ja kokkuvõte	232
3.8.5.	Kumulatiivne mõju	233
3.8.6.	Teadmiste lüngad	233
3.9.	Kaitstavad loodusobjektid	234
3.9.1.	Alternatiivide käsitus	234
3.9.2.	Keskkonnaseisundi kirjeldus ja mõju hinnang	234
3.9.3.	Kokkuvõte	239
3.10.	Natura hindamine	240
3.10.1.	Natura eelhindamine	241
3.10.2.	Natura asjakohane hindamine	251
3.10.3.	Natura hindamise tulemus ja järeldused	261
3.10.4.	Võrguühenduse jätkumine maismaal ja hinnang Natura ala kaitse-eesmärkidele	261
3.11.	Mõju kliimale	263
3.11.1.	Alternatiivide käsitus	263
3.11.2.	Olemasolev olukord ja mõju hinnang	263
3.11.3.	Kokkuvõte	267
3.11.4.	Kumulatiivne mõju	268
4.	MÕJU SOTSIAALSELE JA MAJANDUSLIKULE KESKKONNALE	269
4.1.	Visuaalne mõju	269
4.1.1.	Alternatiivide käsitus	269
4.1.2.	Mõju hindamine	270
4.1.3.	Keskkonnameetmed	278
4.1.4.	Kokkuvõte	278
4.1.5.	Kumulatiivne mõju	279
4.2.	Välisõhu müra	280
4.2.1.	Alternatiivide käsitus	280
4.2.2.	Mõju iseloomustus	281
4.2.3.	Mõju hindamine	287
4.2.4.	Leevendusmeetmed	291
4.2.5.	Kokkuvõte	291
4.2.6.	Kumulatiivne mõju	292
4.2.7.	Teadmiste lüngad/järelhindamine	294
4.3.	Sotsiaal-majanduslikud mõjud	294
4.3.1.	Mõju majandusele	294
4.3.2.	Mõju kalandusele	299
4.3.3.	Mõju Kihnu vallale	304
4.3.4.	Mõju turismile	308
4.3.5.	Keskkonnameetmed	310
4.3.6.	Kokkuvõte	312
4.3.7.	Kumulatiivsed mõjud	312

5.	MÕJU VEEALUSELE KULTUURIPÄRANDILE	314
5.1.	Mõju muinsuskaitsealustele objektidele, sh vrakid	314
5.1.1.	Alternatiivide käsitus	314
5.1.2.	Olemasolevad andmed	314
5.1.3.	Mõju hindamine	316
5.1.4.	Kokkuvõte	317
5.1.5.	Kumulatiivne mõju	317
6.	MERETUULEPARGIGA KAASNEVAD MUUD MÕJUD JA ASPEKTID	318
6.1.	Mõju navigatsioonisüsteemidele ning mõju laevaliiklusele ja meresõiduohutusele	318
6.2.	Mõju lennuliiklusele	324
6.3.	Mõju mereseirele ja operatiivsidele	330
7.	HINDAMISTULEMUSTE KOKKUVÕTE	331
7.1.	Alternatiivide võrdlemine	331
7.2.	Leevendusmeetmed	332
7.3.	Meetmed positiivse netomõju saavutamiseks	338
7.4.	Teadmiste lüngad	338
7.5.	Järelhindamine, sh järelseire	339
7.6.	Kumulatiivne ja piiriülene mõju	342
8.	ÜLEVAADE MÕJUHINDAMISE KORRALDUSEST JA AVALIKUSTAMISEST	344
8.1.	Mõjuhindamise korraldus	344
8.2.	Avalikustamine ja asjaomastelt asutustelt seisukohtade küsimine	345
8.3.	Piiriülene kaasamine	346
9.	ARUANDE KOKKUVÕTE	347
	LISAD	349
Lisa 1.	Nõuetele vastavaks tunnistatud KMH programm (koos vastavate lisadega)	349
Lisa 2.	Saare-Liivi meretuulepargi kavandatava tegevuse kirjeldus (Utilitas Wind OÜ)	349
Lisa 3.	Teostatud KMH alusuuringud	349
Lisa 4.	KMH avalikustamisega seotud dokumendid	350
Lisa 5.	Piiriülene kaasamine	351

1. Sissejuhatus

Utilitas Wind OÜ¹ (arendaja, edaspidi Utilitas Wind) soovib rajada **Saare-Liivi meretuuleparki** merealale Liivi lahes. Kavandatud tegevuse asukoht paikneb Pärnu maakonnaga piirneva mereala maakonnaplaneeringu tuuleenergeetika arendamiseks sobival alal.

Utilitas OÜ (registrikood 12205523) esitas Tarbijakaitse ja Tehnilise Järelevalve Ametile (edaspidi TTJA) 18.02.2021 hoonestusloa taotluse ja 05.07.2021 täiendatud taotluse avaliku veekogu koormamiseks Saare-Liivi meretuulepargi rajamiseks Liivi lahes. TTJA algatas 23.12.2021 otsusega nr 1-7/21-521 hoonestusloa menetluse koos keskkonnamõju hindamisega (edaspidi KMH) (vt lisa 1).² TTJA on tunnistanud 22.12.2022 otsusega nr 16-7/21-02502-095 OÜ Utilitas Wind Saare-Liivi meretuulepargi KMH programmi nõuetele vastavaks. TTJA 09.03.2023 otsusega nr 1-7/23-063 muudeti TTJA 23.12.2021 otsust nr 1-7/21-521 ja nihutati 23.12.2021 otsusega nr 1-7/21-521 algatatud hoonestusloa menetluses avaliku veekogu koormatavat ala (lisa 1). TTJA 22.12.2022 otsusega nr 1-7/22-473 algatati hoonestusloa menetlus ja KMH kavandatava veekaabelliini paigaldamiseks Liivi lahte Saare-Liivi meretuulepargi põhivõrguga ühendamise eesmärgil ning veekaabelliini rajamiseks algatatud KMH menetlus liideti TTJA 23.12.2021 otsusega nr 1-7/21-521 algatatud KMH menetlusega.

KMH eesmärgiks on hinnata kavandatava tegevuse ja selle alternatiivide elluviimisega kaasneva võimalikud keskkonnamõjusid.

Keskkonnamõju on tegevusega eeldatavalt kaasnev vahetu või kaudne mõju keskkonnale, inimese tervisele ja heaolule, kultuuripärandile või varale. Keskkonnamõju on oluline, kui see võib eeldatavalt ületada mõjuala keskkonnataluvust, põhjustada keskkonnas pöördumatuid muutusi või seada ohtu inimese tervise ja heaolu, kultuuripärandi või vara³.

Kavandatava tegevuse arendajaks on Utilitas Wind OÜ. Keskkonnamõju hindamise läbiviijaks on Roheplaan OÜ koostöös Tartu Ülikooli Mereinstituudi, Taltech, EOÜ ja teiste kaasatud ekspertidega (vt ptk 9). KMH juhteksperdik on Riin Kutsar (KMH litsents nr KMH0131).

¹ Utilitas OÜ ja Utilitas Wind OÜ teavitasid 14.01.2022 TTJA-d, et Saare-Liivi meretuulepargi hoonestusloa ja keskkonnamõju hindamise (edaspidi KMH) menetluse taotleja ning arendaja kui menetlusosalise õigused ja kohustused on üle läinud teisele Utilitase kontserni ühingule OÜ Utilitas Wind. TTJA kinnitas 29.03.2022 kirjas nr 16-7/21-02502-036, et käsitleb edasises Saare-Liivi meretuulepargi hoonestusloa ja KMH menetluses taotlejana Utilitas Wind OÜ-d.

² Kas rakendatakse ehitusseadustiku § 113¹ lg-s 1² nimetatud meretuulepargi hoonestusloa regulatsiooni, selgub protsessi käigus (vt ehitusseadustiku ja planeerimisseaduse rakendamise seaduse § 25⁴ lg 1).

³ <https://www.riigiteataja.ee/akt/103012022010>, § 2¹ ja 2²

2. Kavandatav tegevus

2.1. Kavandatava tegevuse eesmärk ja vajadus

Utilitas Wind OÜ soovib rajada Saare-Liivi meretuulepargi Pärnumaal Liivi lahes ja ühenduskaabli tuulepargi ühendamiseks põhivõrguga. Ehitise kasutamise otstarve on meres paiknevate tuuleelektrijaama rajatiste kaudu elektrienergia tootmine.

Kavandatava tegevuse vajadus tuleneb Eesti ja Euroopa Liidu kliimaeesmärkidest, mille saavutamiseks tuleb suurendada taastuvate energiaallikate, sh avamere tuuleenergia tootmist, energiatõhususe ja muude kestlike lahenduste kasutusele võtmist, mis aitavad saavutada süsinikuheite vähendamist. Samuti on meretuulepargi rajamine väga oluline ka riikliku energiajulgeoleku ja varustuskindluse tagamise saavutamiseks.

2.2. Kavandatava tegevuse asukoht ja suurus

Meretuulepargi asukohaks on Kihnu saarest läänes asuv sisemeri ehk rannikumere piirkond (tuulepargi puhul Liivi lahe keskosa ja ühenduskaabli puhul Liivi lahe kirdeosa rannikuvesi) (vt joonis 2.2-1) Pärnu maakonnaga piirneval merealal.

Kavandatav meretuulepark paikneb Pärnu maakonnaga piirneva mereala maakonnaplaneeringu kohaselt tuuleenergeetika võimalikus arenduspiirkonnas⁴ (vt Joonis 2.2-1). Pärnu maakonnaga piirneva mereala maakonnaplaneeringus järgiti tuuleenergeetika arenduspiirkonna asukoha valimisel järgmisi põhimõtteid:

- piirkonna asukoht üleriigilises planeeringus⁵;
- piirkond ei kattu kaitstavate loodusobjektidega;
- mere maksimaalne sügavus on 30 meetrit;
- kaugus mandrist ja püsiastutusega saartest on vähemalt 10 km.

Pärnu maakonnaga piirneva mereala maakonnaplaneeringu seletuskirja ptk 3.6 sätestab, et tuuleenergeetika võimaliku arenduspiirkonna arendamisel (sh ehitustegevus) ja opereerimisel peab järgima muu hulgas järgmisi põhimõtteid: „14. 10-12 km kaugusele rannikust on tuulikuparkide arendamine lubatud, kui selleks on olemas arendaja ja kohaliku omavalitsuse omavaheline kokkulepe. Kokkulepe sõlmitakse vabas vormis ning tegemist ei ole veeseaduse kohases hoonestusloa menetluses antava kooskõlastusega; 15. enne hoonestusloa väljastamist tuulikuparkide ehitamiseks mandrile või asustatud saartele lähemale kui 12 km, tuleb saada tuulikupargile lähimate kohalike omavalitsuste kooskõlastus. Kooskõlastamine saab toimuda veeseaduse muutmise kaudu. Ettepanek veeseaduse muutmiseks töötatakse välja peale planeeringu kehtestamist asjaosaliste osapoolte poolt.”

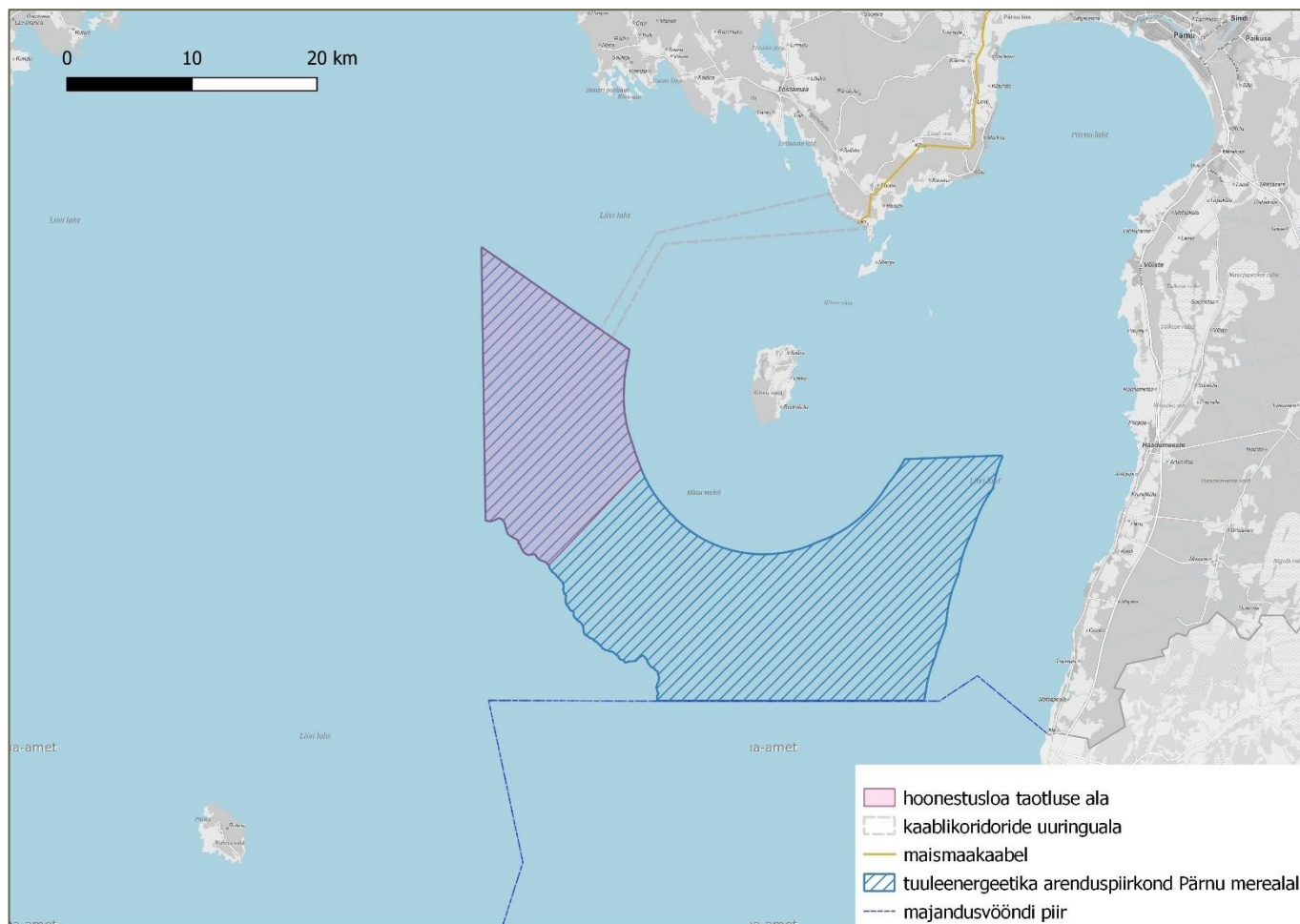
Seaduse muutmisele kohaliku omavalitsuse kooskõlastuskohustuse eeldusena on viidatud ka seletuskirja ptk-des 4.2 ja 5 ning Pärnu Maavanema 17.04.2017 korralduses nr 1-1/17/152, millega kõnealune planeering kehtestati. Kehtivates seadustes ei ole aga sätestatud hoonestusloa andmise omavalitsustega kooskõlastamist. Mistahes muud kokkulepped ei ole ega saagi olla igal juhul KMH aruande menetlemise,

⁴ <https://maakonnaplaneering.ee/maakonna-planeeringud/parnumaa/parnu-mereala-maakonnaplaneering/>

⁵ Üleriigiline planeering „Eesti 2030+”, <https://www.agri.ee/regionaalareng-planeeringud/ruumiline-planeerimine/uleriigiline-planeering#eesti-2030>

k.a nõuetele vastavaks tunnistamise eelduseks, kuna keskkonnamõju hindamine ei anna veel vahetut alust (luba) tuulepargi ehitamiseks, vaid on sisend loamenetlusse.

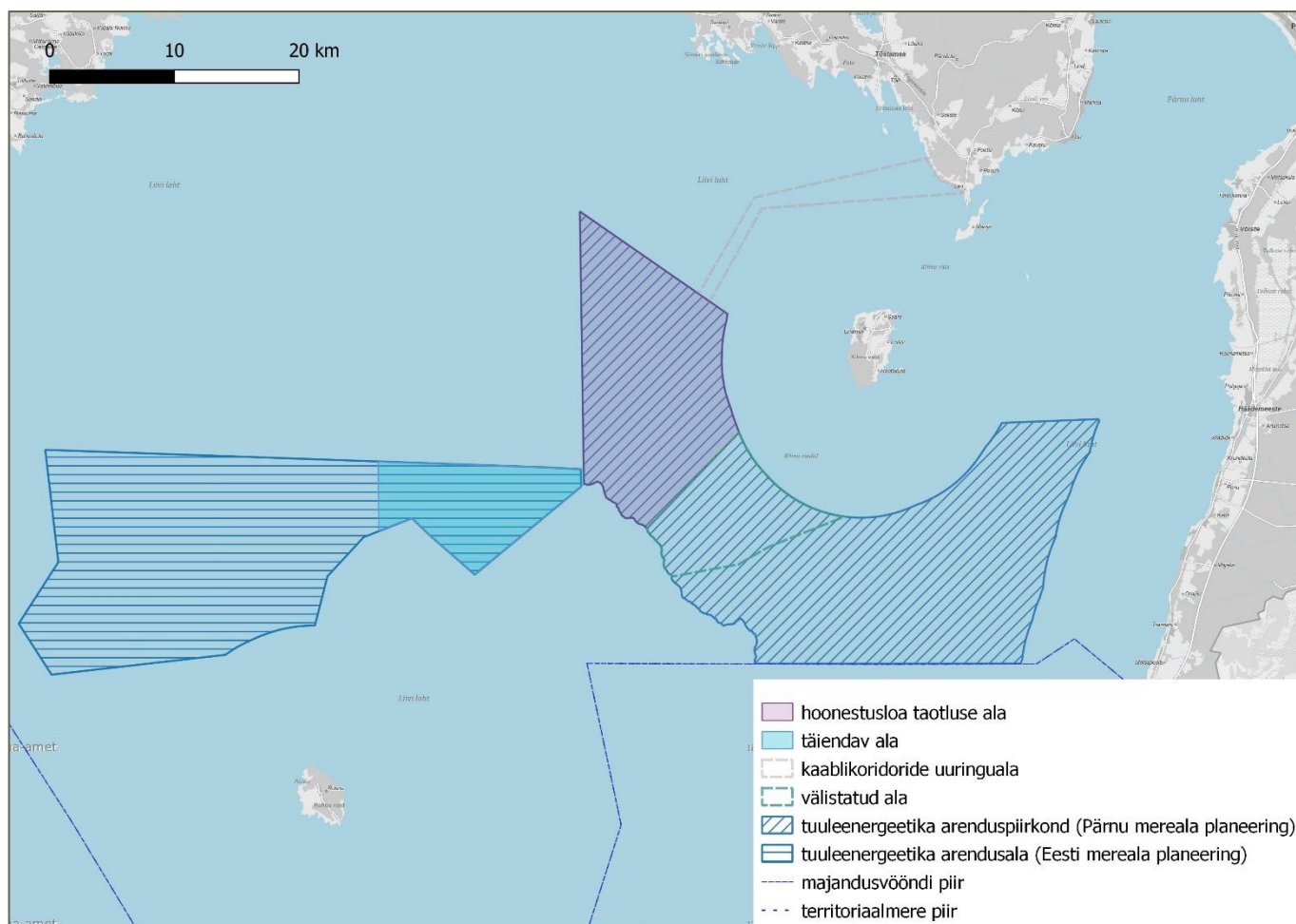
Tuuleenergeetika arenduspiirkonnas täpsustatakse tuulikupargi rajamise võimalikkus ja konkreetsed alad/asukohad täpsemate uuringute (sh hoonestusloa menetlus ja selle raames läbi viidav KMH) läbiviimise tulemusena.



Joonis 2.2-1. Kavandatava meretuulepargi asukoht Pärnu maakonnaga piirneva mereala maakonnaplaneeringu alal. Allikas: Pärnu maakonnaga piirneva mereala maakonnaplaneeringu põhijoonis.

Hoonestusloa taotluse kohaselt (18.02.2021) oli Utilitas Windi soov kavandada meretuulepark, mis koosneb maksimaalselt 299 tuulikust ning tuulikute omavaheliseks vahekauguseks arvestati orienteeruvalt 1 km. Nõuetele vastavaks tunnistatud (TTJA 22.12.2022 otsus nr 16-7/21-02502-095) KMH programmis võeti KMH raames vaatluse alla kogu hoonestusloa taotlusega algatatud ruumiline ulatus ehk põhialternatiiv ning kuni 160 elektrituulikuga meretuulepargi ala (vt joonis 2.4-1).

Utilitas Wind esitas 30.06.2022 TTJA-le taotluse Saare-Liivi meretuulepargi hoonestusloa menetluses koormatava ala muutmiseks. Saare-Liivi meretuulepargi täiendav koormatav ala asub 12.05.2022 kehtestatud Eesti mereala planeeringu järgsel tuuleenergeetika arendusalal nr 1. TTJA otsustas 09.03.2023 (otsusega nr 1-7/23-063) muuta TTJA 23.12.2021 otsust nr 1-7/21-521 ja nihutada otsusega algatatud hoonestusloa menetluses avaliku veekogu koormatavat ala. Sama otsusega (09.03.2023) liitis TTJA 23.12.2021 otsusega nr 1-7/21-521 algatatud hoonestusloa menetluses avaliku veekogu esialgse koormatava ala (lõunapoolse ebasobiva ala välja jättes) ja OÜ Utilitas Wind 30.06.2022 taotluses toodud täiendava koormatava ala üheks terviklikuks hoonestusloa menetluse koormatavaks alaks (joonis 2.2-2).



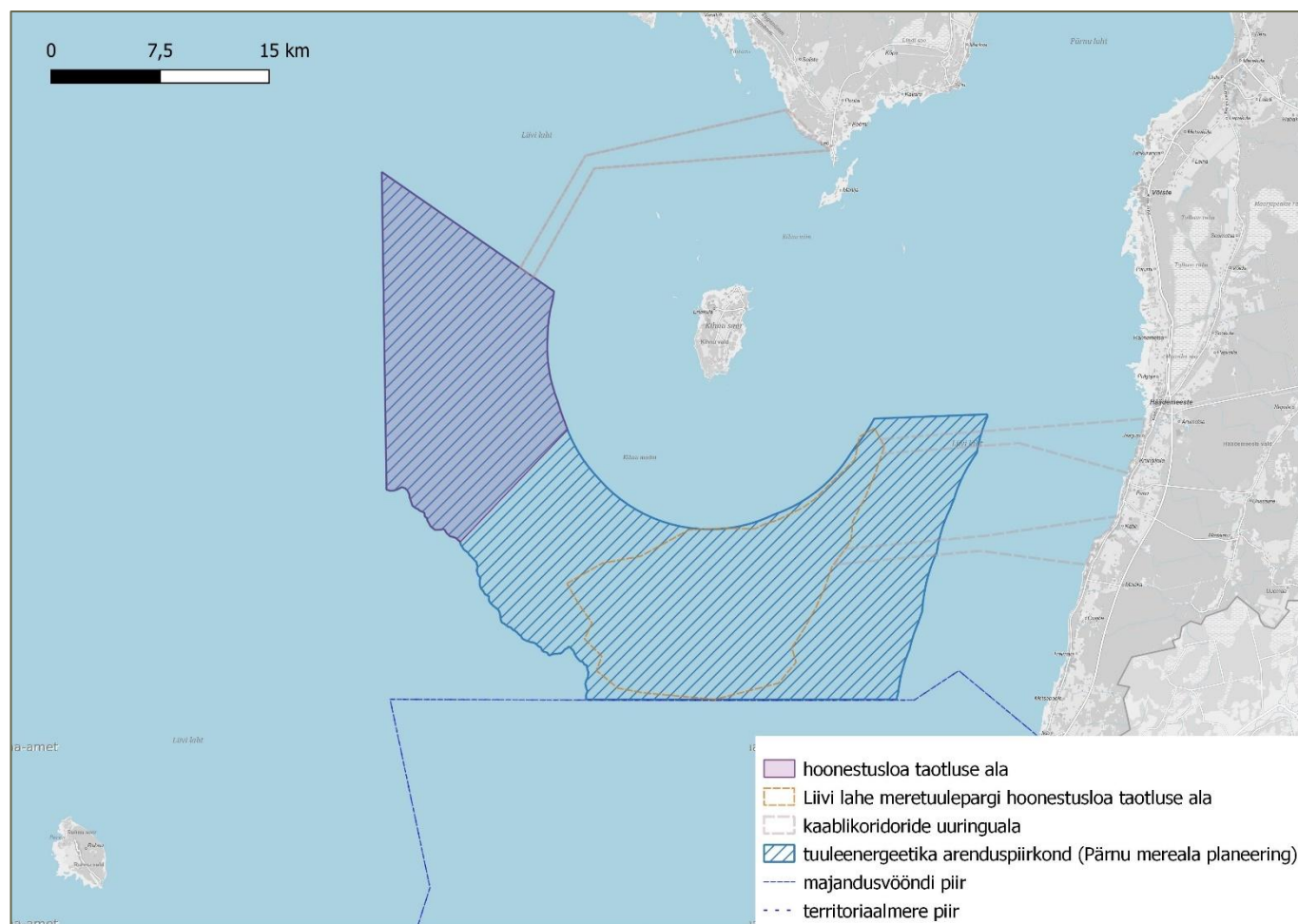
Joonis 2.2-2. TTJA 09.03.2023 otsuse kohane hoonestusloa taotluse ala koos täiendava alaga

TTJA 09.03.2023 otsuse kohaselt tuleb hinnata Saare-Liivi meretuulepargi täiendaval koormataval alal (edaspidi ka „täiendav ala“) meretuulepargi veekogusse püstitamise keskkonnamõju TTJA 23.12.2021 otsusega nr 1-7/21-521 algatatud KMH menetluses, koostades täiendava KMH programmi ja vajadusel täiendava KMH aruande koos seonduvate täiendavate menetlustoimingutega. **Käesolev KMH aruanne on koostatud põhivõrguga ühenduse veekaabelliini rajamiseks veekaabelliini alal ja meretuulepargi rajamiseks hoonestusloa taotluse esialgsel alal (lõunapoolse ebasobiva ala välja jättes), mille piires omakorda mõjude hindamise tulemusena kujunes reaalse alternatiivina välja põhialternatiiv 3 (vt alternatiivide kujunemist ptk 2.4).** Täiendava ala KMH aruanne koostatakse eraldi koos täiendavate menetlustoimingutega.

2.2.1. Kumulatiivsed mõjud ja käsitletavad muud tegevused

Kavandatavast Saare-Liivi meretuulepargist kagusuunas on arendamisel Liivi lahe meretuulepark, mille arendaja on Liivi Offshore OÜ ning hoonestusloa menetlus on algatatud 2019 a.⁶ (joonis 2.2-3) ning protsess on sarnases arendusfaasis.

⁶ Vabariigi Valitsuse 19.12.2019 korraldus nr 311 hoonestusloa menetluse ja KMH algatamise kohta on leitat: www.riigiteataja.ee/akt/323122019010



Joonis 2.2-3. Hoonestusloa taotluse ala koos Liivi lahe meretuulepargi hoonestusloa taotluse alaga

Kumulatiivne⁷ mõju võib ilmneda kui (planeeringu(te) ja selle) kavandatavate tegevuste tõttu toimub mõjude territoriaalne või ajaline kattumine, ressursside korduv eemaldamine või juurdevool, või maastiku korduv muutmine⁸⁹.

Saare-Liivi esialgse ala nõuetele vastavaks tunnistatud KMH programmi kohaselt on KMH aruande koostamisel võimalik kumulatiivsete mõjude hindamisel arvesse võtta sarnaseid projekte või mitme tegevuse sarnaste mõjude kuhjumist kaasa toovaid kavandatavaid muid projekte, mis on jõudnud käesoleva KMH aruande koostamise ajaks vähemalt samasse hindamise etappi ehk on võimalik arvestada teise projekti kohta kogutud ja avaldatud uuringu andmeid (lisa 1).

Käesoleva KMH aruande koostamise ajaks on Eesti merealal nõuetele vastavaks tunnistatud (10.06.2024) üks meretuulepargi hoonestusloa ehk Saare Wind Energy meretuulepargi KMH aruanne¹⁰. Saare Wind Energy kavandatava meretuulepargi ja Saare-Liivi meretuulepargi esialgse ala omavaheline minimaalne kaugus on 87 km, seega enamasti avalduvad mõjud vahemaast tulenevalt ei kumuleeru. Võimalik

⁷ Kumulatiivsete mõjude all mõistetakse ühe või mitme tegevuse kombineeritud mõju, mis võib avalduda mitme tegevuse sarnaste mõjude kuhjumisel, kus erinevaid tegevusi võib olla palju ning oluliseks aspektiks on tegevuste lisandumise tagajärjel toimunud muutus.

⁸ Cooper, L. M. 2004. *Guidelines for Cumulative Effects Assessment in SEA of Plans*. EPMG Occasional Paper 04/LMC/CEA. Imperial College London.

⁹ Peterson, K., Kutsar, R., Metspalu, P., Vahtrus, S. ja Kalle, H. 2017. *Keskkonnamõju strateegilise hindamise käsiraamat*. Keskkonnaministeerium, 137 lk.

¹⁰ https://www.ametlikudteadaanded.ee/avalik/teadaanne?teate_number=2271195

kumulatiivne mõju võib avalduda linnustiku kokkupõrkeriskidena, seega kumulatiivset mõju Saare Wind Energy kavandatava meretuulepargiga käsitletakse üksnes linnustikule avalduvate mõjude osas koosmõjus Saare-Liivi arendusalaga.

Liivi lahe meretuulepark Liivi lahes on sarnases arendusfaasis ehk valminud on KMH aruande esmane eelnõu. Liivi lahe meretuuleparki käsitletakse käesolevas KMH aruandes kumulatiivsete mõjude hindamisel lähtudes 19.12.2024 enne avalikustamist kooskõlastamiseks ja arvamuse avaldamiseks saadetud Liivi lahe meretuulepargi KMH aruandest ja selle lisadest (materjalid TTJA lehel¹¹) mõjuvaldkonna alapeatükkide juures, kus see on asjakohane. Kõnealuse Liivi lahe meretuulepargi KMH aruanne ei ole jõudnud avalikustamise etappi. KMH aruande on vähemalt Keskkonnaamet, praeguse Saare-Liivi meretuulepargi KMH aruande koostamise seisuga, kooskõlastamata jätnud¹² ning Liivi lahe meretuulepargi KMH aruande lõplik sisu ja tulem on teadmata.

Kavandatava Saare-Liivi meretuulepargi teise etapina on võimalik tulevikus Saare-Liivi täiendavale alale meretuulepargi kavandamine. Juhul, kui alusuuringud võimaldasid, käsitleti lisaks Saare-Liivi ja Liivi lahe meretuulepargi koosmõjule Saare-Liivi täiendavat ala.

2.3. Ülekandesüsteem ning kaablite asukohad

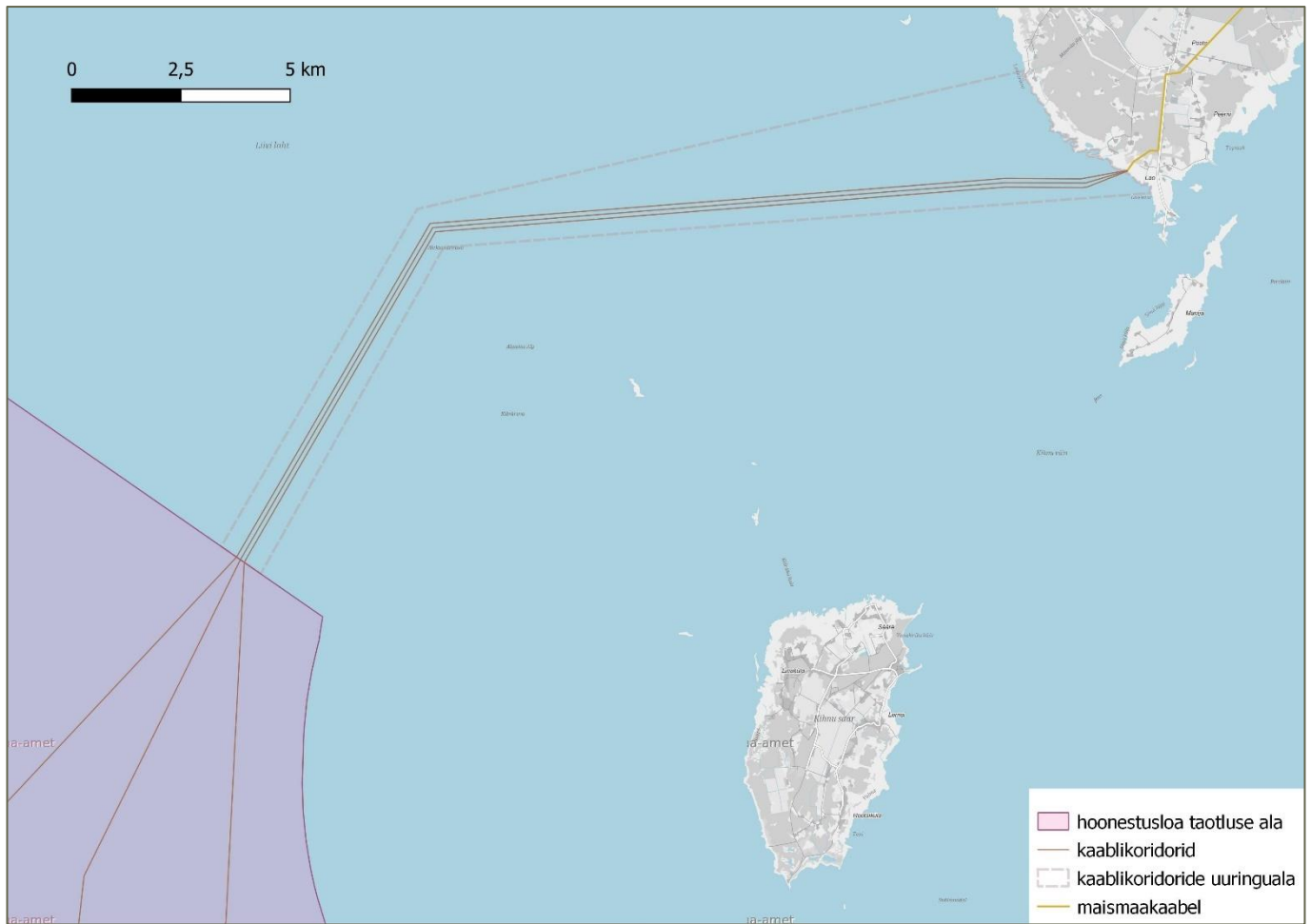
Meretuulepargi käitamiseks ja toodetava elektri suunamiseks elektrivõrku on vältimatult vajalik rajada veekaabelliinide süsteem ning ühendus põhivõrguga. Käesolevas KMH-s tegeletakse ka meretuuleparki üldise elektrisüsteemiga ühendava ülekandesüsteemi erinevate tehniliste lahenduste ja ruumiliste asukohtadega merealal (vt joonis 2.3-1).

Utilitas Wind on esitanud 11.04.2022 TTJA-le veeseaduse (edaspidi VeeS) § 218 lg 1 alusel hoonestusloa taotluse Saare-Liivi meretuulepargi põhivõrguga ühendamiseks vajaliku veekaabelliini rajamiseks. Ühtlasi avaldas Utilitas Wind soovi, et KeHJS § 11 lg 7 alusel liidetaks juba 23.12.2021 algatatud Saare-Liivi meretuulepargi rajamise KMH menetlus ning veekaabelliini rajamise KMH menetlus. TTJA 22.12.2022 otsusega nr 1-7/22-473 algatati hoonestusloa menetlus kavandatava veekaabelliini paigaldamiseks Liivi lahte Saare-Liivi meretuulepargi põhivõrguga ühendamise eesmärgil, algatati veekaabelliini rajamiseks KMH ning otsustati KMH menetlus liita KeHJS § 11 lõike 7 alusel TTJA 23.12.2021 otsusega nr 1-7/21-521 algatatud Liivi lahte kavandatava Saare-Liivi meretuulepargi rajamise KMH menetlusega.

Põhivõrguga ühenduse veekaabelliini rajamiseks taotletava ala asukoht (kaablikoridoride uuringuala) ja võimalikud merekaabli trassi asukohad on näidatud joonisel 2.3-1. Merekaabli trass täpsustatakse hoonestusloa protsessis läbi viidud uuringute ja mõjude hindamise tulemusena (vastavalt ptk-s 5.2 kirjeldatuna).

¹¹ <https://jvis.ttja.ee/modules/dokumendiregister/view/1008841> ja <https://jvis.ttja.ee/modules/dokumendiregister/view/1009932>

¹² <https://jvis.ttja.ee/modules/dokumendiregister/view/1018046>



Joonis 2.3-1. Kavandatava Saare-Liivi tuulepargi põhivõrguga ühendamiseks vajalikud põhimõttelised kaablikoridoride asukohad meres

Veekaabelliini orienteeruv pikkus sõltuvalt konkreetsest randumispunktist ja merealajaama asukohast on ca 31 km. Ühendus(mere)kaablite arv sõltub meretuulepargi nimivõimsusest. Ühe ühenduskaabli läbilaskevõimeks on arvestuslikult 400 MW. Paralleelselt paigaldatud ühenduskaablite minimaalne vahekaugus meres on 100 meetrit ja maismaal 2 meetrit. Ühenduskaabli maksimaalne läbimõõt on kuni 0,5 meetrit.

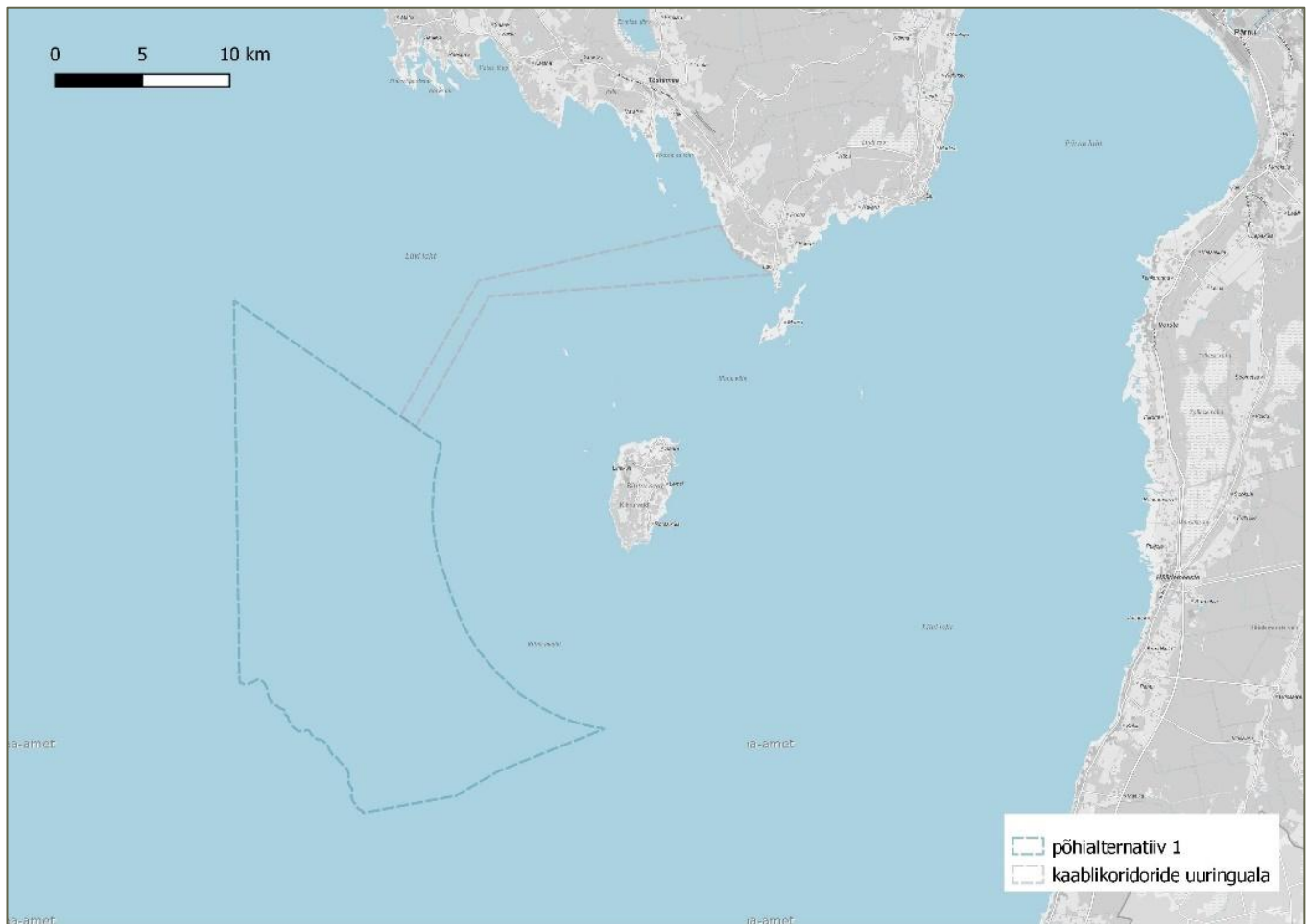
Meretrassil paigaldatakse ühenduskaabel merepõhja vastavalt vajadusele kas pinnapealselt või pinnase sisse. Maismaatrassil paigaldatakse ühenduskaabel pinnase sisse. Kaabli pinnase sisse paigaldamisel lähtutakse eelduslikust sügavusest 1 meetrit ning rannikulähedases tsoonis vajadusel kuni 5 meetrit. Võimalikud kaablipaigaldamise viisid meretrassil on loetletud peatükis 2.5.3 ja 2.6.2, maismaatrassi puhul toimub kaablite pinnasesse puurimine või lahtise kaevikuga matmine. Maismaakaablit käsitletakse käesolevas KMH-s meri-maa kontaktvööndi ulatuses.

Meretuulepark ühendatakse maismaal asuva, 330 kV Harku – Sindi L503 õhuliinile planeeritava liitumisalajaama abil Eleringi põhivõrku. Eleringi põhivõrgu ja meretuulepargi liitumisalajaama eelduslikuks asukohaks on valitud Pärnu linnas Malda külas asuv Kapa kinnistu.

2.4. Alternatiivide käsitus

Hoonestusloa taotluse kohaselt oli Utilitas Windi soov kavandada meretuulepark joonisel 2.4-1 näidatud ruumilises ulatuses ja kuni 299 tuulikuga.

Saare-Liivi meretuulepargi KMH programmi koostamise hetkeks ja programmi koostamise ajal selgunud keskkonnapiirangutest tulenevalt jõuti KMH programmi koostamisel alternatiivini, milleks oli kuni 160 elektrituulikuga meretuulepargi ala ehk põhialternatiiv 1 (joonis 2.4-1) ning tuulikute omavaheliseks kauguseks arvestatakse orienteeruvalt 1-1,25 km.

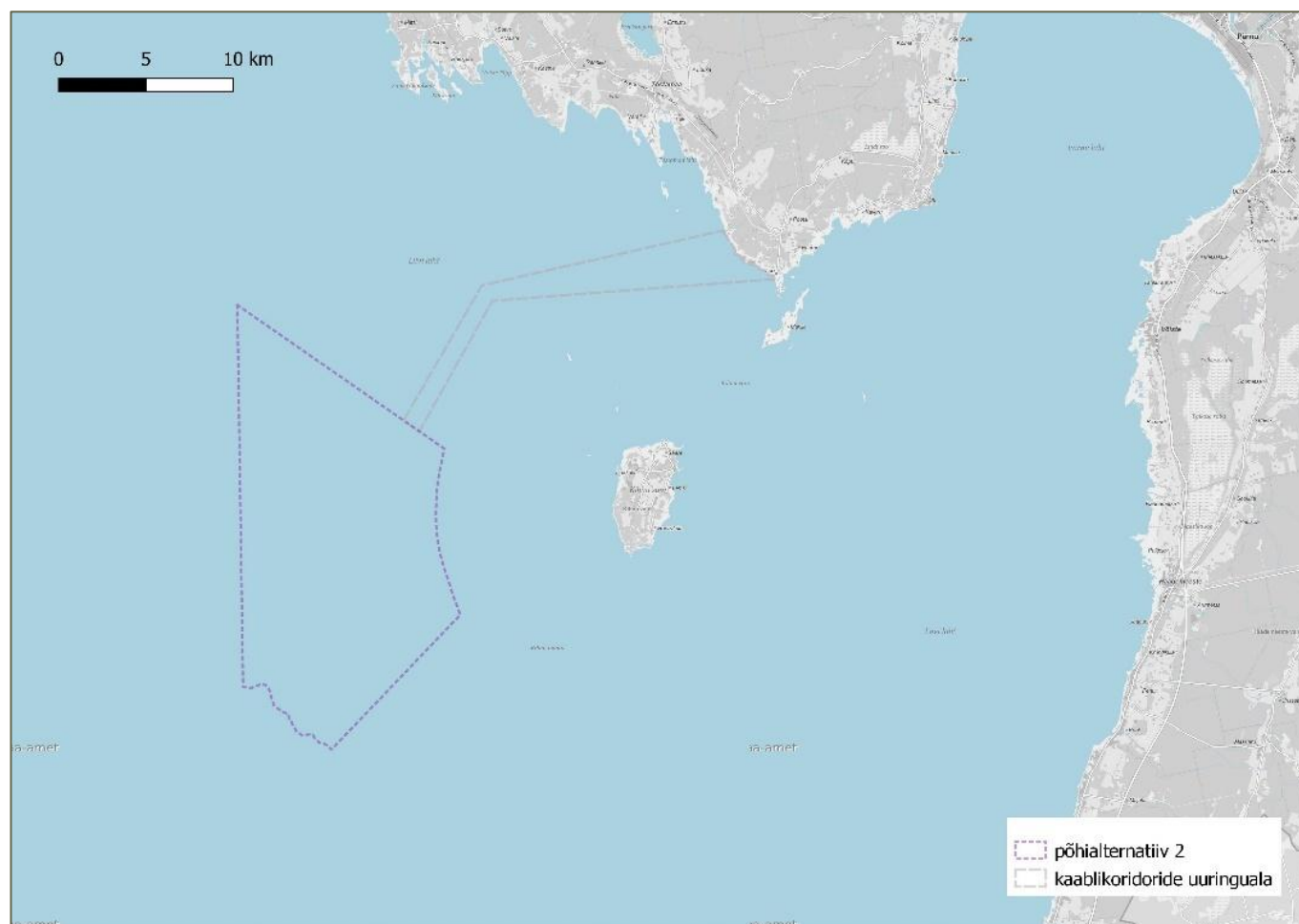


Joonis 2.4-1. Saare-Liivi meretuulepargi põhialternatiiv 1 (ehk ruumiline ala 23.12.2021 hoonestusloa menetluse algatamise hetkel)

2022.-2024. aastatel KMH raames läbi viidud uuringute eesmärk oli selgitada meretuulepargi arendusala sobivus maksimaalses kavandatavas mahus (160 tuulikut), hinnates kavandatava hoonestusloa ala keskkonnatundlikkust/keskkonnataluvust, millest lähtuvalt välja selgitada vajadusel tuulikute võimalikud parameetrid (nt tuulikute maksimaalne kõrgus) ja kui palju tuuliku on võimalik alale maksimaalselt paigutada. Vastavalt uuringute edenemisele hakkasid ilmnema välistavad asjaolud ja keskkonnatingimused, mis tingisid muudatusi meretuulepargi ruumilises ulatuses ja tuulikute arvus.

Saare-Liivi meretuulepargi KMH raames 2022. aasta vältel teostatud linnustiku uuringu tulemused (mis olid oluliselt täpsemad võrreldes näiteks Eesti mereala planeeringu keskkonnamõju strateegilise hindamise (edaspidi KSH) täpsusega) andsid kinnitust Eesti maismaa lindude rändejoone tähtsusest üle

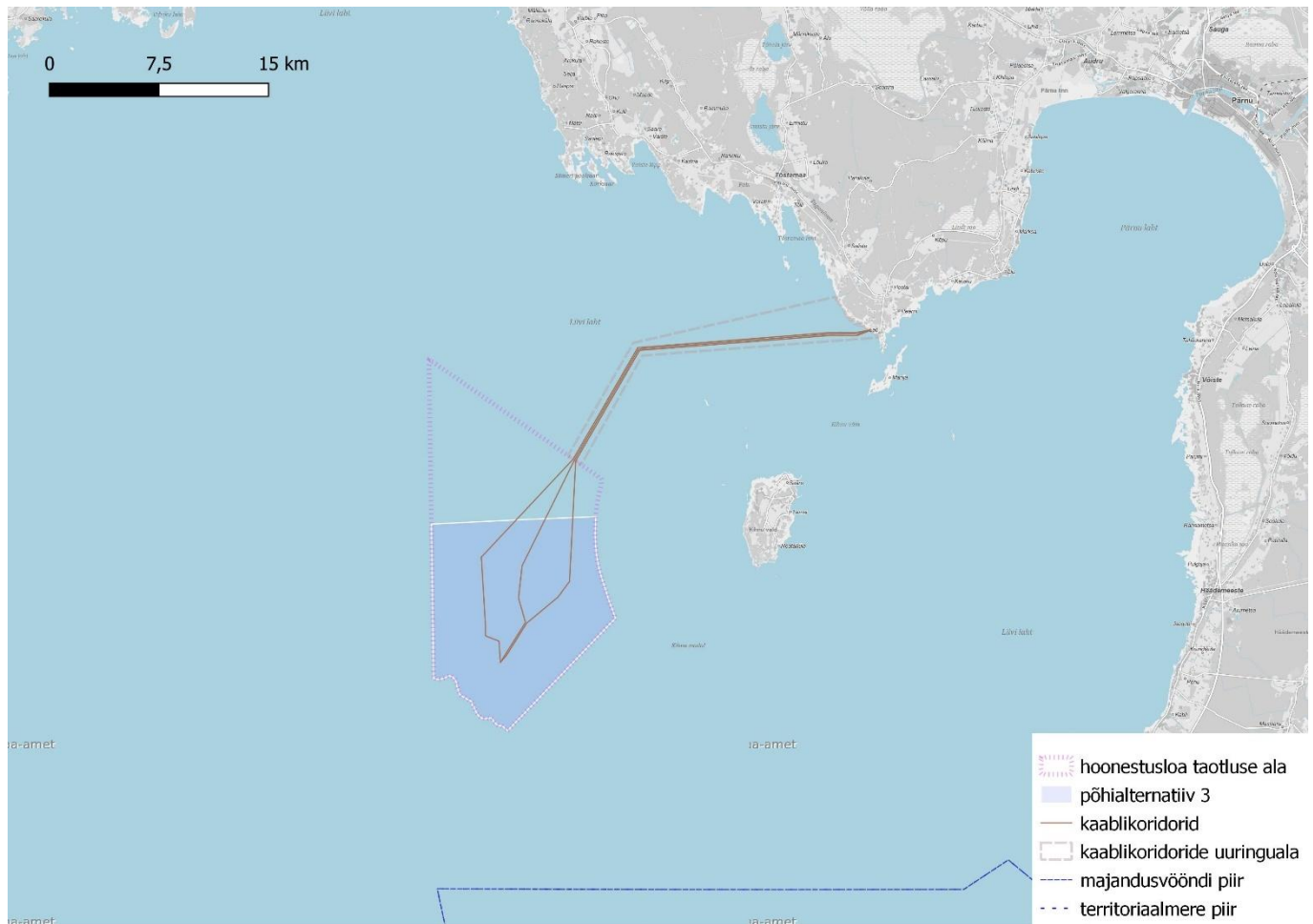
mere trajektoiril Munalaid-Kihnu-Ruhnu-Kolka ning näitasid juba asukohapõhise täpsusastmega Saare-Liivi meretuulepargi esialgse ala lõunapoolse osa ebasobivust. 2022. aasta esimesed lennuloendused näitasid lisaks, et eelkõige esialgse ala lõunapoolses osas, aga vähemal määral ka põhjapoolses osas on tegemist peatuva linnustikule (tõmmu- ja mustvaerad) tundlike aladega ja oluliste toitumisaladega, kus tuleb pikaajalise mõjuga tegevusi ehk eelkõige tuuleparke avamerel vältida. Selle tulemusena tekkis uus ruumiline alternatiiv, ehk põhialternatiiv 2 (joonis 2.4-2), maksimaalselt kuni 120 tuulikuga.



Joonis 2.4-2. Saare-Liivi meretuulepargi põhialternatiiv 2 (ehk 09.03.2023 TTJA otsuse järgne ala)

Samuti selgus geoloogilistest uuringutest, et esialgse ala põhjaosa ei ole ehitusgeoloogilistest tingimustest lähtuvalt sobilik tuulikute püstitamiseks. Teise aasta linnustiku uuringu täiendavatest andmetest tulenevalt selgus lisaks, et sama ala (põhjaosa) on vajalik muuhulgas säilitada olulise arktiliste partide peatumis- ja toitumisalana ning uuringu tulemusena tehti seega ettepanek välistada lisaks esialgse ala põhjaosa. Nii ehitusgeoloogilistest tingimustest kui merepõhja elupaikade uuringust tulenevalt on lisaks esitatud leevendusmeetmena ettepanek välistada arendusalana karide elupaigatüübid kavandatava meretuulepargi ala keskosas.

Eelkõige ehitusgeoloogilistest, linnustiku ja merepõhja elupaikade uuringutest lähtuvalt kujunes 2024. aasta lõpuks KMH aruande koostamise ajaks välja ruumiline alternatiiv kuni 80 tuulikuga (joonis 2.4-3) ehk põhialternatiiv 3.



Joonis 2.4-3. Saare-Liivi meretuulepargi põhialternatiiv 3

KMH aruande erinevates alusuuringutes on keskkonnaseisundi kaardistamisel ja kirjeldamisel kasutatud nii põhialternatiiv 1 kui põhialternatiiv 2 ruumilist ulatust, sõltuvalt sellest, millisel ajal KMH alusuuringuga alustati.

Põhialternatiiv 3 kujunemise hetkeks olid mõnel juhul teatud uuringud jõudnud juba lõppfaasi (vee kvaliteedi; veesamba füüsikaliste (sh hüdrodünaamika) ja biogeokeemiliste parameetrite ning reostuslevi uuring, kalastiku uuring) ning uuringu aruannetes leidis käsitlemist kuni 160 tuulikuga põhialternatiiv 1 (või teatud juhtudel ka põhialternatiivi 2). Võimalusel kasutati mõjuhindamisel väljakujunenud 80 tuulikuga põhialternatiivi 3 teiste uuringute (nt visuaalne mõju, allveemüra, sotsiaal-majanduslik mõju) sisendina, et saada mõjude hindamisel võimalikult objektiivne tulemus.

Iga KMH aruande hinnatava keskkonnanägemise alapeatüki juures tuuakse välja, milline on konkreetse keskkonnanägemise ja teema hindamise juures käsitletava põhialternatiivi ruumiline ulatus.

Lähtuvalt eeltoodust hinnatakse käesolevas KMH aruandes läbivalt ainukese reaalse ruumilise alternatiivina põhialternatiivi 3, mis on ehitusgeoloogiast, merepõhja elupaikadest ja linnustikust tulenevatest välistustest lähtuvalt maksimaalne võimalik meretuulepargi ulatus ja millega kavandatakse kuni 80 tuulikut. KMH käigus hinnatakse kavandatava tegevuse elluviimisega kaasnevat mõju ja muutust merealal võrreldes olemasoleva, uuringutega selgunud keskkonnaseisundiga. Seetõttu ei esitata aruandes ka reaalsete ruumiliste alternatiivide võrdlust.

Tehnilistest alternatiividest hinnatakse tuulikute erinevaid vundamenditüüpe, tuulikute erinevat kõrgust (sh rootori diameeter), meretuulepargi võimalikku paigutust ja ühenduskaabli võimalikku paiknemist (tabel 2.4.1). Kui konkreetne teemavaldkond eeldab erinevate tehniliste alternatiivide hindamist, siis teostatakse ka tehniliste alternatiivide võrdlus vastavalt mõju olulisuse skaalale (tabel 2.4-2).

Tabel 2.4-1. Kavandatava meretuulepargi tehnilised parameetrid ja käsitletavat tehnilised alternatiivid

PARAMEETRID	HINNATAVAD NÄITAJAD	
	TEHNILINE ALTERNATIIV 1 – 15 MW	TEHNILINE ALTERNATIIV 2 – 20 MW
Tuulepargi põhialternatiivid	Hindamise tulemusena on ainus realistlik alternatiiv põhialternatiiv 3	
Tuulikute arv	80	80
Merealajaamade arv	3	3
Tuulepargi koguvõimsus	Kuni 1200 MW	Kuni 1600 MW
Tuulikute nimivõimsus	15 MW	20 MW
Meretuulepargi aastane tootlikus	Orienteeruvalt kuni 5,4 TWh	Orienteeruvalt kuni 7 TWh
Tuuliku rootori diameeter	236 m (reaalselt täna tootmises olevatest mudelitest on tõenäoline 236 m rootori diameetriga tuulik)	280 m
Tuuliku masti kõrgus	Kuni 157 m	Kuni 170 m
Maksimaalne tuuliku tipukõrgus	kuni 275 m	Kuni 310 m
Laba otsa ja veepinna vaheline liikumisvaru	Orienteeruvalt 30-40 m	Orienteeruvalt 30-40 m
Tuulikute vaheline kaugus	Vähemalt 4-6 korda rootori diameetrit, vähemalt 1 km	
Vundamendi tüüp (tüübid)	Vaivundament (<i>monopile f</i>), gravitatsiooniline vundament (<i>gravity f</i>), alajaamade rajamisel on kaalumisel ka kolmas lahendus sõrestikvundament (<i>jacket f</i>).	
Gravitatsioonvundamendi taldmiku läbimõõt, m	kuni 50 m	kuni 50 m
Vaivundamendi vaia läbimõõt/ paksus	12 m/ 83 mm	18 m /100 mm
Vundamendi paigaldamise meetodika	Paigaldamine ettevalmistatud merepõhjale (gravitatsiooniline vundament), puurimine või rammimine liivakivisse (vaivundament ja sõrestikvundament)	
Võrguühendus maismaaga/kaabli asukoht	Vt joonis 2.3-1.	
Ühenduskaabel, km	Orienteeruv kogupikkus ca 31 km. Kuni 3 kaablit, igaüks 400 MW ülekandevõimsusega. Eeldatavasti 220 kV (või 330 kV) vahelduvvool.	
Meretuulepargi sisene võrgu kaabel, km	Orienteeruv kogupikkus ca 240 km, eeldatavasti 66 kV vahelduvvool; võimalusel ja uute lahenduste olemasolul ka kuni 132 kV.	

Meretuulepargi erinevad parameetrid ja võimalikud tehnilised lahendused on täpsemalt lahti kirjutatud alljärgnevatel alapeatükkides.

Käesolevas KMH aruandes antakse vajadusel soovitusi konkreetse hoonestusloa taotlusega kavandatud meretuulepargi asukoha ja ruumilise konfiguratsiooni kohandamiseks vastavalt KMH protsessis läbi viidud uuringute tulemustele ning koostöös erinevate ametkondade ja huvirühmadega.

Tabel 2.4-2. Alternatiivide võrdlusel kasutatav mõju olulisuse skaala (ehk muutus mereala olemasoleva olukorra seisundist lähtuvalt)

KAASNEV TAGAJÄRG/MÕJU	MÕJU OLULISUS
	-- ehk oluline negatiivne mõju
	- ehk vähene negatiivne mõju
	0 ehk mõju puudub, neutraalne
	+ ehk vähene positiivne mõju
	++ ehk oluline positiivne mõju

2.5. Meretuulepargi tehniline kirjeldus

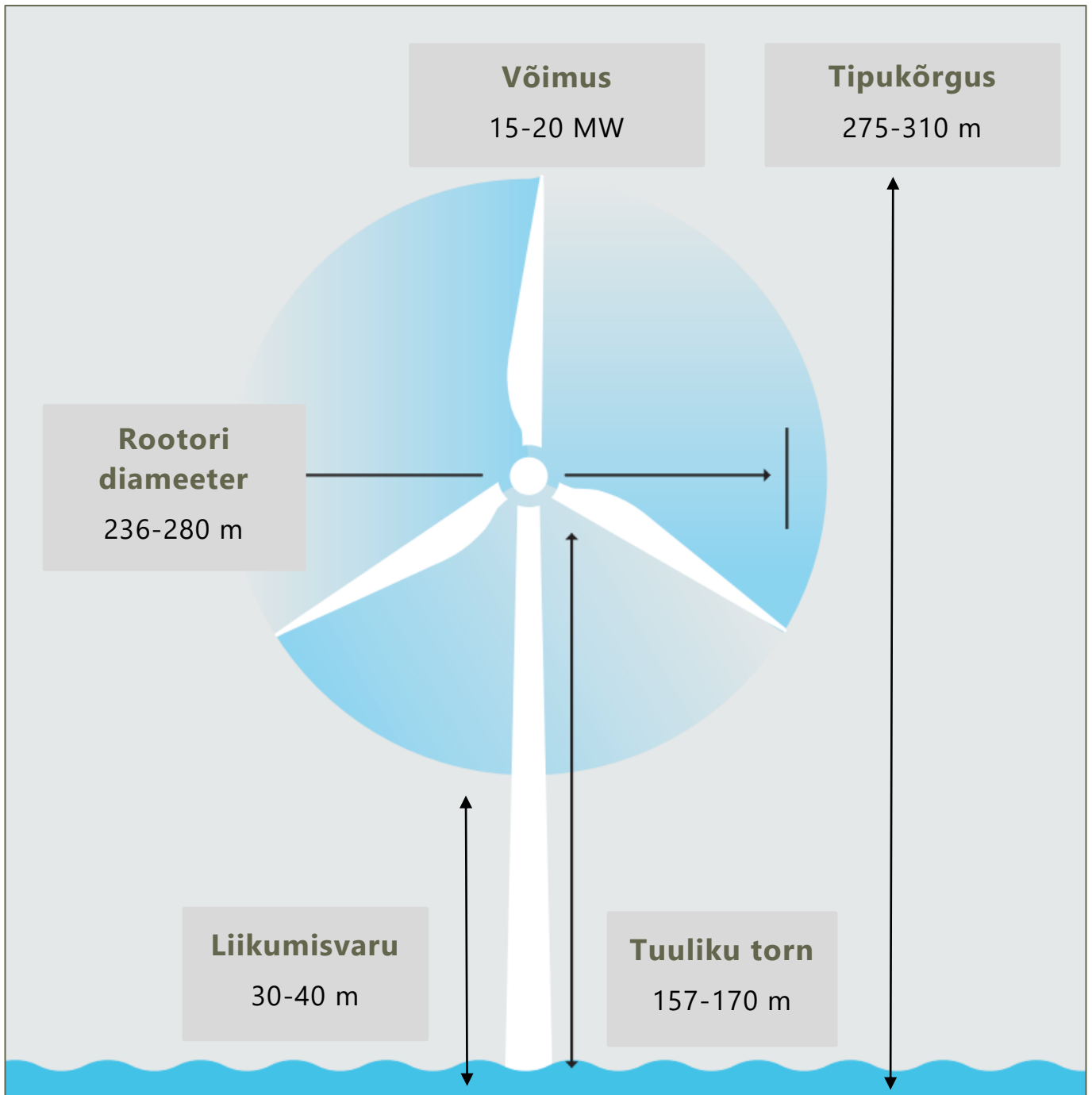
2.5.1. Elektrituulik

Elektrituulik koosneb merepõhja paigaldatud vundamendil (*bottom fix foundation*) asuvast tornist koos gondliga (milles asuvad jõuülekandesüsteemid, elektrigeneraator jms) ja rootori labadest (joonis 2.5-1). Saare-Liivi meretuulepargis kasutatakse merepõhja paigaldatavaid vundamente, ujuvate vundamentide kasutamist ei kavandata.

Saare-Liivi meretuulepargis kasutatavat konkreetset elektrituuliku marki ei ole veel valitud ning käesolevas KMH-s ka ei määratleta konkreetset elektrituuliku tootjat ega marki.

Euroopas kehtivatele nõuetele vastavad ja vajalike sertifikaatidega on käesoleval ajal sisuliselt kolme elektrituuliku tootja (Siemens Gamesa Renewable Energy, MHI Vestas Offshore Wind ja GE Renewable Energy) avamere elektrituulikute mudelid:

- Siemens Gamesa suurimaks avamere elektrituulikuks, mille seeriatootmine on prognoositud aastasse 2024, on SG 14-236 DD. Tegemist on 236 m rootori diameetriga 14 MW võimsusega elektrituulikuga.
- Vestase käesoleval aja suurim avamere elektrituulik on V236-15,0 MW, mille rootori diameeter on 236 meetrit ning võimsus 15 MW.
- GE käesoleval ajal toodetav suurim avamere elektrituulik on Haliade-X14 MW, mille rootori diameeter on 220 meetrit ning võimsus 14 MW.



Joonis 2.5-1 Elektrituuliku illustreerivad mõõtmed

Avamere elektrituulikute tehnoloogia areneb jätkuvalt, seega KMH käigus käsitletakse meretuulepargi ehitamise ajaks tõenäoliselt kasutusse jõudvat maksimaalse suurusega merel kasutatavat elektrituulikut. Arendaja eeldab, et meretuulepargi ehitamise ajaks on suurimate, kasutamiseks valmis, elektrituulikute rootori diameeter 236-280 meetrit (elektrituulikud orienteeruva võimsusega 15-20 MW) ning sellest tulenevalt maksimaalne tipukõrgus merepinnalt ca 275-310 meetrit. Laba otsa ja veepinna vaheliseks liikumisvaruks on u 30-40 meetrit.

Elektrituulikute, k.a tornide ja labade tüüpiliseks värviks on helehall. Vundamentide veest välja ulatuvad osad võivad kooskõlas rahvusvaheliste standarditega vajada kollase värviga märgistamist alatest merepinna tasemest kuni ca 15-25 meetri kõrguseni. Vundamentide külge paigaldatud konstruktsioonid (juurdepääsuredelid, platvormid jms), värvitakse enamasti samuti kas kollaseks või helehalliks. Täpsed

märgistamisnõuded määratakse kindlaks kooskõlas ametiasutustega ning vastavalt riigisisestele ja rahvusvahelistele nõuetele. Reeglina varustatakse elektrituulikud valgustuse või märgistusega, et neid saaks tuvastada õhusõidukitelt ja laevadelt. Sõltuvalt meretuulepargi lõplikust paigutusest liiklustrasside suhtes võib esineda täiendavaid mereohutuse märgistusi. Elektrituulikud võidakse varustada lisaks radari, udusignaali ja automaatse identifitseerimissüsteemiga. Detailsed lahendused pannakse paika koostöös ametiasutustega pärast seda, kui on selgus tuulikute suuruse ja lõpliku paigutuse osas.

Meretuuleparki paigaldatavad elektrituulikud (olenemata nende valikust) on kaasaegsed kõrgtehnoloogilised seadmed, mis vastavad konkreetsetel ajahetkel kehtivatele nõuetele. Elektrituulikute labad on valmistatud komposiitmaterjalidest ja koosnevad umbes 70% klaaskiust ja 30% termokindlast plastikust^{13,14} Elektrituulikud sisaldavad termoplastidest pärinevat plasti, mida tavaliselt leidub ka akrüülis, polüestris, polüpropüleenis, polüstüreenis, nailonis ja teflonis.

Elektrituulikute labad koosnevad eranditult klaaskiust, epoksiidliimist ja mõnel juhul ka süsinikkiust. Labad on elektrituuliku kõige enam kuluvad osad. Tuuleparkide teemalistes diskussioonides on spekulatsioonid, et tuuliku labadelt võib eralduda mikroplasti ja bisfenool-A-d¹⁵. Praeguste teadmiste kohaselt "lihviv" suurem elektrituulik aasta jooksul maha maksimaalselt 150 grammi materjali ja see on peamiselt värv. Tegemist on keemiliselt mitteaktiivsete polümeeriosakestega, mis ei eralda loodusesse kemikaale. Elektrituulikute väliskihid on konstrueeritud nii, et need ei sisalda epoksiidliimi, kuigi selle jälgi võib esineda. Elektrituuliku labad sisaldavad ainult mikroskoopilisi jälgi bisfenool A-st ja seega ei erita märkimisväärsed bisfenool A või mikroplastide koguseid keskkonda ega kujuta seega ohtu keskkonnale või inimestele.

Tuulikute ja tuuleparkide kesk- ning kõrgepinge elektrijaotusseadmetes on elektrilise isolatsiooni ja kaare kustutamise tagamiseks väheste mõõtmete tõttu senini peamiselt kasutatud elegaasi (SF₆). Elegaasi kasutamine võimaldab ehitada kompaktsed seadmeid, mis on väikese ruumikasutusega ning materjali- ja transpordikuluga. Kuivõrd elegaas on tugev kasvuhoonegaas, siis on aina enam otsitud keskkonnasõbralikumaid lahendusi. Üheks neist on näiteks puhta õhu (nn *dry air* või *clean air*) lahendused, mis tagavad võrreldes elegaasi lahendustega sarnased isolatsiooniomadused sarnaste mõõtmetega. Saare-Liivi meretuulepargi tuulikute ja kesk- ning kõrgepinge jaotlate valikul eelistatakse elegaasi vabu lahendusi. Juhul kui selliste seadmete hankimine ei ole võimalik tuleb seoses elegaasi seadmete kasutamisega rakendada põhilisi ettevaatusabinõusid (personali vastav väljavõte, sobilikud töövõtted ja hooldusnõuded, monitoorimise süsteem jt). Ettevaatusabinõude rakendamisel on uute elegaastäitega seadmete paigaldamise ja käitamisega seonduva märkimisväärsed negatiivse keskkonnamõju esinemine vähetõenäoline (vt täpsemalt lisa 3.22).

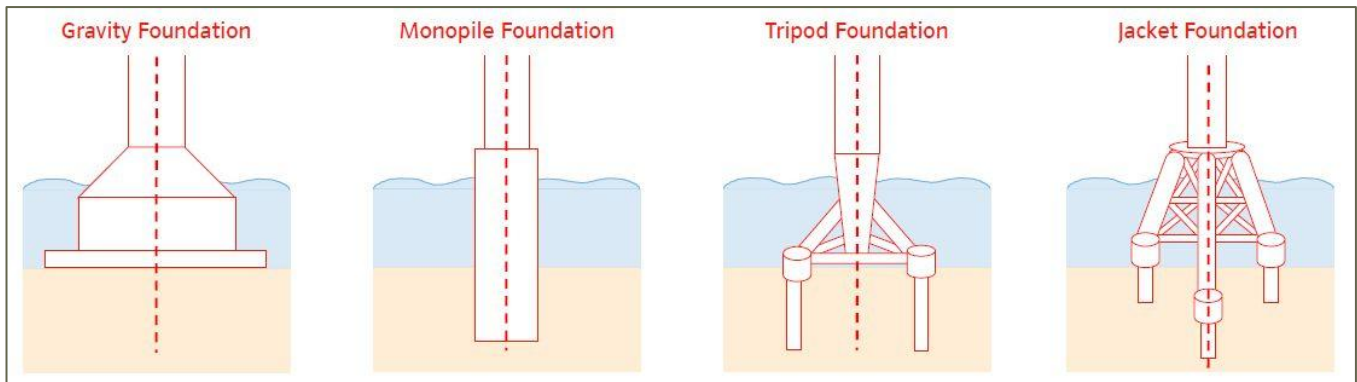
2.5.2. Vundamendi tüüp

Merel kasutatavate elektrituulikute ehitamisel on kasutuses erinevat tüüpi vundamendid (ingl *k foundation*). Kõige levinumaks on vaivundament (*monopile*), oluliselt vähem kasutatakse sõrestikvundamenti (*jacket*), gravitatsioonilist vundamenti (*gravity*) ja tripood- ehk kolmjalg vundamente (*tripod*) (joonis 2.5-2).

13 Cooperman et al., (2021), Wind turbine blade material in the United States: Quantities, costs, and end-of-life options, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092134492100046X?via%3Dihub>

14 Svensk Vindenergi (2021), Vindkraften är Hållbar – ekonomiskt, ekologiskt, social, <https://svenskvindenergi.org/wp-content/uploads/2021/05/Vindkraften-ar-hallbar-ett-faktablad-fran-Svensk-Vindenergi.pdf>

15 Bisfenool A (BPA) on keemiline ühend, mida kasutatakse laialdaselt plastide ja vaikude tootmisel. BPA-d kasutatakse peamiselt polükarbonaatplastide ja epoksüvaikude valmistamisel, mida leidub paljudes igapäevatoodetes.



Joonis 2.5-2. Meretuuleparkides kasutatavate elektrituulikute vundamendi tüübid¹⁶

Saare-Liivi meretuulepargis kasutatavat konkreetset elektrituuliku ja alajaama vundamenditüüpi ei ole veel valitud, seega valitud asukohast tulenevalt on KMH aruande etapis vaatluse all ja hindamisel kolm vundamendi tüüpi:

Vaivundament e toruvundament (*monopile*) on praegu maailmas kõige enam paigaldatav avamere elektrituulikute vundament. Tegemist on vundamendiga, mis ei vaja eelnevat merepõhja ettevalmistamist. Merepõhja paigaldatakse torukujuline teraskonstruktioon, mis süvistatakse merepõhja vastavalt vajadusele kümnete meetrite sügavusele. Põhjamere tingimustes on tüüpiline paigaldussügavus u 30-35 m. Eristatakse rammitavaid ja puuritavaid vaivundamente.

Rammitavaid¹⁷ vaivundamente saab paigaldada merepõhja, mis võimaldab vaivundamendi tungimist läbi merepõhja kasutades selleks hüdrorammitit. Alternatiivselt on võimalik vaivundamenti paigaldada ka vibrovasara või vibro- ja löökvasara kombinatsioonis. Vaivundamendi paigaldamiseks on vaja teada väga täpselt merepõhja geoloogilisi ja geotehnilisi andmeid, et tagada vaivundamendi rammitavus. Vaivundamentide rammimisega kaasneb tugev veealune müra, mis on aga leevendatav, vt ptk 2.7.

Puuritavad vaivundamendid. Kui merepõhja geoloogia ei võimalda vaivundamenti pinnasesse rammida näiteks kõva aluskivimi korral, siis tuleb vaivundamendi paigaldamiseks kasutada puurimist. See paigaldusmeetod on palju aeglasem kui vaivundamentide rammimine. Teisest küljest võimaldab puurimine paigaldada vaivundamente sinna, kus rammimine võib ebaõnnestuda. Lisaks on puurimise eeliseks oluliselt madalam müratase võrreldes rammimisega.

Vundamendi diameeter on arvestuslikult kuni 18 m. Senini projekteeritud 15 MW avameretuulikute jaoks on vaivundamentide diameeter olnud vahemikus 9-12 m, aga nende seni projekteeritud vaivundamentide disainitingimused erinevad oluliselt Saare-Liivi tuulepargi disainitingimustest tulenevalt iseloomulikest veesügavusest, keerulisematest jääoludest ning geotehnilistest tingimustest. Vaivundamendi lõplikud peamõõtmed määratakse merepõhja geoloogiliste omaduste, vee sügavuse, tuuliku mõõtmete ja lokaalsete laine-, jää- ning tuuleolude põhjal. Samuti on vaivundamendi peamõõtmete valimise käigus võimalik optimeerida tootmise, transpordi ja paigaldamise hindasid.

Põhjapindala 9 m diameetriga vaivundamendi korral on ca 64 m² ja 18 m diameetriga vaivundamendi korral ca 254 m².

¹⁶ Miceli F. Offshore wind turbines foundation types; 2012. < link >

¹⁷ Siin ja edaspidi - Pärnu maakonnaga piirneva mereala maakonnaplaneeringu seletuskirja ptk-s 3.6 on elektrituuliku vundamendi kohta määratud tingimus: „16. tuulikute rajamisel ei tohi kasutada rammitavaid (suurt ehitusaegset müra tekitavaid) vundamente.“ Seega, Pärnu maakonnaga piirneva mereala maakonnaplaneeringus ei ole määratud (ega otseselt välistatud) ühtegi vundamenditüüpi, vaid oluline on KMH tulemusena tuvastada, et vundamendi, k.a rammitava vaivundamendi ehitamine ei tekitaks suurt (keskkonnataluvust ületavat) ehitusaegset müra.

Gravitatsiooniline vundament (*gravity base, GB*) koosneb mere põhja rajatud killustikust aluspadjast ja sellele asetatavast vundamendist, mis peale merepõhja paigaldamist enamasti täidetakse lisaballastiga. Gravitatsioonilisi vundamente ehitatakse kas betoonist või terasest või kasutatakse mõlemat materjali korraga. Selle vundamenditüübi korral ei toimu merepõhja puurimist. Võrreldes vaivundamendiga on gravitatsioonvundamendi poolt vaja minev merepõhja pindala oluliselt suurem. Lisaks vajavad gravitatsioonvundamendid suure ruumilise mahu ja kaalu tõttu sõltuvalt merepõhja iseloomust eelnevat merepõhja ettevalmistamist. Näiteks tuleb merepõhjast enne gravitatsioonvundamendi paigaldust eemaldada pehmed setted ja rahnud ning tasandada kõvem aluspind. Aluspinna tasandamiseks kasutatakse tavaliselt jämedat killustikku või kruusa. Vundamendi äärtele tuleb vajadusel pärast paigaldada ka täiendav kaitsev killustiku või kivide kiht, et merepõhja hoovused vundamendi alust pinnast ära uhtuma ei hakkaks.

Eristatakse ujutatavaid ja mitte-ujutatavaid gravitatsioonvundamente. Ujutatavad gravitatsioonvundamendid valmistatakse seest tühjana ning ujutatakse lõplikku asukohta, kus see siis ballastiga täidetakse ning selle tulemusel vajub merepõhja. Ballastina võib kasutada kivikillustikku, liiva või mõnda muud sobivat materjali. Mitteujutatavad gravitatsioonvundamendid valmistatakse kaldal juba oma lõplikus kaalus ning transporditakse oma lõplikku asukohta parve või rasketranspordilaevaga ning tõstetakse kraanaga paika.

Betoonist gravitatsioonilised vundamendid tuleb nende suure kaalu tõttu valmistada võimalikult tuulepargi asukoha lähedal. Metallist vundamente saab valmistada ka kaugemal ja seda eriti juhul, kui neid on võimalik kokku panna sektsioonidest. Sektsioonidest kokku panemisel võib sektsioone tellida mitmest erinevast kohast ning need siis tuulepargi lähedal olevas sadamas kokku panna.

Sõrestikvundament (*jacket foundation*) on sõrestikust teraskonstruktsioon, mille paigaldamiseks süvistatakse merepõhja kas enne või peale sõrestikvundamendi paigaldust ankurvaiad (pin piles), millega fikseeritakse sõrestikvundament merepõhja. Sõrestikvundamendi paigaldamiseks vajaminevad ankrulaiad on tavaliselt 2-4 m läbimõõduga ja sõltuvalt pinnase iseloomust 10-60 m pikkused. Ankrulaiad saab sarnaselt vaivundamendiga paigaldada sõltuvalt pinnase omadustest kas rammides või puurides. Oluliselt väiksema diameetri tõttu ei ole ankrulaiade rammimine nii mürarohke kui vaivundamendi rammimine. Jääoludesse on sõrestikvundamendi paigaldus kõige keerulisem, kuna sõrestikvundamendi jäetakistus on kõige suurem.

Lõplik vundamendi konstruktsiooni valik ja rakendatavus selgub pärast KMH ja hoonestusloa protsessi, samuti tulenevalt elektrituuliku tüübist ja tuulikute paiknemisest meretuulepargis, mis täpsustub lõplikult tehnilise tööprojekti käigus.

2.5.3. Pargi sisene kaabeldus ja alajaam

Meretuulepargi sisene kaabeldus on elektrivõrgustik, mille abil ühendatakse kõik elektrituulikud merel asuva alajaama või alajaamadega. Kaablite tehnilised parameetrid sõltuvad elektrituulikute nimivõimsusest ja nende kaugusest merealajaamast.

Tänapäeval kasutatakse üldjuhul pargisiseste ühenduste jaoks tuulikutest merealajaamani kolmefaasilisi ühes kestas asuvaid vahelduvvoolukaableid (*inner array cables*). Levinuimaks nimipingeks on hetkel 66 kV AC. Seoses suurema võimsusega tuulikute (15 – 20+ MW) turule toomisega on alustatud ka kõrgema pingega (kuni 132 kV AC) vahelduvvoolukaablite kasutamise võimalusi uurima. Kõrgema pingega vahelduvvoolu kasutamise eeliseks on madalam vool ja sellest tulenevalt ka madalam magnetväli, kuid seadmete puuduseks suuremad gabariidid ja ohutusvahemikud ning ka tehniliselt oluliselt keerukamad lahendused. Võimalusel ja tehniliste lahenduste olemasolul on eelistus kasutada kõrgemat pinget.

Kaablite keskmises olev merealajaam (ingl k *OSS- Offshore Substation*) või merealajaamade asukoht on optimeeritud pargi siseste kaablite pikkuse ja elektrienergia kadudest lähtuvalt. Merealajaamas tõstetakse nimipinget veelgi, sõltuvalt vajadusest võib see ulatuda kuni 330 kV-ni.

Eelduslikult rajatakse 1200 MW võimsusega meretuuleparki 3 ühe trafoga alajaama ja 1600 MW võimsusega meretuuleparki 4 ühe trafoga alajaama. Merealajaam on ühe või mitme tekiga platvorm, kuhu paigaldatakse kogu alajaama tehnika ja abiseadmed ning vajadusel helikopteri maandumiskoht. Eelduslikult võib ühe sellise merealajaama veepealse osa pindala olla 1000 m² ja kaal 2000 t. Veealuse osa puhul on enamlevinud vai- ja sõrestikvundament, kuid vajadusel kasutatakse ka gravitatsioonilist vundamenti. Vundament tuleb sarnaselt tuuleturbiinide vundamentidele kaitsta pinnase erosiooni eest. Merealajaama paigaldusoperatsiooniks kasutatakse raskelastilaeva (HLV). Näiteks meretuulepargi Horns Rev¹⁸ 1200 MW võimsusega merealajaam kaalub 4700 tonni.

Merealajaamade täpne arv, ülesehitus ja paigutus määratakse kindlaks tuulepargi projekteerimise käigus ning tugineb elektrituulikute suurusele ja arvule ning kaablite optimaalsele paigutusele. Meretuulepargi alajaama pindala u 5000 m².

2.5.4. Ühenduskaabel

Ühenduskaabel on elektripaigaldis, mille abil transporditakse meretuulepargis toodetud elektrienergia maismaal asuvasse liitumispunkti. Ühenduskaabli ehk eksportkaabli (*export cable*) tehnilised parameetrid erinevad pargi sisestest kaablitest, kuna korraga kantakse üle oluliselt suuremaid elektrienergia koguseid. Vähendamaks elektrienergia ülekandmisel tekkivaid kadusid, planeeritakse ülekandesüsteemi nimipinge kuni 330 kV, mis ühtlasi ühildub Eleringi põhivõrgu süsteemi nimipingega. Merekaabliil on sidefiibrid integreeritud elektrikaablitega ühe kesta sisse ja merre eraldi sidekaablit ei paigaldata.

Kaabli trass koosneb kahest osast:

- meretrass, mille ligikaudne pikkus merealajaamast oleks ca 31 km;
- maismaatrass, mille ligikaudne pikkus on ca 28 km.

Ühenduskaablite arv sõltub meretuulepargi nimivõimsusest. Ühe ühenduskaabli läbilaskevõimeks on arvestuslikult 400 MW.

Meretrassil paigaldatakse ühenduskaabel merepõhja vastavalt vajadusele kas pinnapealselt või pinnase sisse. Võimalikud kaabli paigaldamise viisid meretrassil on loetletud peatüki 2.6.2. alamjaotises "Meretuulepargi sisene kaabeldus". Saare-Liivi projekti puhul paigaldatakse maismaatrassil ühenduskaabel pinnase sisse. Kaabli pinnase sisse paigaldamisel lähtutakse eelduslikust sügavusest 1 meetri ning rannikulähedases tsoonis vajadusel kuni 5 meetrit.

Meretuulepark ühendatakse maismaal asuva, 330 kV Harku – Sindi L503 õhuliinile planeeritava liitumisalajaama abil Eleringi põhivõrku. Eleringi põhivõrgu ja meretuulepargi liitumisalajaama eelduslikuks asukohaks on valitud Pärnu linnas Malda külas asuv Kapa kinnistu.

¹⁸ <https://powerplants.vattenfall.com/horns-rev/>

2.6. Meretuulepargi rajamise erinevad etapid

Käesolevas peatükis antakse ülevaade tegevustest, mis toimuvad meretuulepargi ja kaablite ettevalmistavas etapis ning rajamise (e ehitusaegne tegevus), käitamise (e tuulepargi opereerimine) ja tegevuse lõpetamise käigus.

2.6.1. Ettevalmistav etapp

Enne merepargi projekteerimist ja ehitustööde algust viiakse läbi mitmed mereala väliuuringud. Väliuuringud on merepargi ehituse jooksul läbiv tegevus, kuna uuringute andmed aitavad tööde teostajal täpselt projekteerida merepargi ehitustöid. Uuringud viiakse läbi enne ja ka pärast ehitustööde teostamist, et hinnata teostatud tööde kvaliteeti ning veenduda, et saavutatud tulemus vastab soovitule. Uuringuid teostatakse tavaliselt spetsiaalsete uuringulaevade poolt, mis on varustatud vajaliku eritehnikaga.

Väliuuringud hõlmavad järgmist:

- Batümeetrilised uuringud;
- Geofüüsikalised uuringud;
- Geotehnilised uuringud.

BATÜMEETRILISED UURINGUD

Peamine seade batümeetriliste uuringute läbiviimiseks on lehviksonar (ingl. k *multi-beam echo sounder* ehk MBES), mis mõõdistab uuringulaevalt merepõhja sügavust ja kuju. 100% katvuse saavutamiseks on vaja uuringujoonte väikest kattumist. Neid andmeid saab kasutada vee sügavuse ja merepõhja kallete uurimiseks ning merepõhjas olevate objektide tuvastamiseks. Erinevatel ajahetkedel läbi viidud batümeetriliste uuringute tulemusi saab võrrelda, et hinnata, kuidas merepõhi aja jooksul muutub.

GEOFÜÜSIKALISED UURINGUD

Uuringuid tehakse pidevalt kogu projekti jooksul, et võimalikult täpselt planeerida ehitustöid. Tavapäraselt kasutatakse uuringute tegemiseks spetsiaalse tehnikaga varustatud laeva, mis ka merepargi ehituse ajal teostab täiendavaid geofüüsikalisi uuringuid, et ehituse teostuse kvaliteedist oleks pidev ülevaade. Olulisemad komponendid geofüüsikaliste uuringute teostamiseks on loetletud allpool.

Külgvaate sonar (ingl k *side scan sonar ehk SSS*) on seadeldis merepõhja skaneerimiseks. Süsteem kasutab "kala", mis pukseeritakse püsival kõrgusel merepõhjast. Sonar kasutab kahte erinevat sagedust. Uuringute käigus moodustub mõlema sageduse väljasaadetud ja tagasipeegeldunud akustilistest signaalidest merepõhja tagasipeegelduvuse mosaiikpilt, mida saab kasutada merepõhja settetüüpide hindamiseks ja merepõhjas leiduvate objektide tuvastamiseks.

Magnetomeeter mõõdistab Maa magnetvälja. Magnetväljas olevad anomaaliad, mida süsteem jäädvustab, võivad näitlikustada inimtekkelisi objekte, mis on sattunud merepõhja (nt lõhkemata lahingumoon (UXO), kaableid, ankruid, kette ja vrakke). Olenevalt leitud objekti tüübist määratakse, kas see eemaldada või kas vältida seda piirkonda.

Merepõhja profileerija (ingl k *sub-bottom profiler ehk SBP*) abil saab koguda teavet merepõhja all leiduvate setete kohta. Sellisest uuringust saadud info annab ülevaate merepõhja ülemistest kihtidest, eriti settest.

Tavapäraselt on profileerijate võimekus illustreerida aluskivimit või ka moreeni vägagi piiratud ning üldiselt kasutatakse neid süsteeme ülemise 10–20 m uurimiseks. Profileerijate abil on võimalik ka tuvastada mattunud rahne ja muid sarnaseid takistusi.

Seismouuringu (ingl k *seismic*) abil on võimalik profileerida merepõhja all leiduvaid setteid ja kivimikihte tunduvalt sügavamale kui vaid profileerijat kasutades. Boomer ja sparker tüüpi süsteeme on võimalik kasutada nii ühe kui ka mitme hüdrofoniga. Mitme hüdrofoniga (ingl k *multi-channel*) uuringu eesmärk on suurendada signaali osakaalu tagasipeegelduvas akustikas, mis võimaldab parendada seadme resolutsiooni ja paremini esile tuua sügavamaid kivimikihte.

GEOTEHNILISED UURINGUD

Geotehnilise ehk pinnaseuuringu eesmärk on anda ruumiline ülevaade mereala erinevatest pinnasetüüpidest ning nende geotehnilistest omadustest. See teave on oluline tuulikuvundamentide projekteerimiseks ning saadud teave aitab kindlaks määrata vundamentide eelistatud ehitus- ja paigaldusmeetodika.

Koonuse penetratsiooni test (ingl k *CPT- Cone Penetration Test*) on geotehnilises inseneriteaduses laialdaselt kasutatav kohapealne uuringumeetod, mille abil määratakse merepõhja setete geotehnilised omadused ja hinnatakse aluspinnase seisundit. Testi eesmärgiks on määrata merepõhja setete geotehnilised omadused. Uuringu tulemusena saadakse teada pinnase stratigraafia, suhteline tihedus, kandevõime ja merepõhja pinnase tugevusparameetrid. Uuringute tegemiseks kasutatakse koonus-penetromeetrit, mis on paigaldatud spetsialistele uuringulaevale või allveerobotile (ingl k *ROV- Remotely Operated Vehicle*).

Teine viis merepõhja uurimiseks on puuraukude puurimine ja puursüdamike võtmine, mille eesmärgiks on saada füüsilisi proove merepõhja setetest ja kivimikihtidest. Uuringu tulemusena saadakse üksikasjalik teave pinnase ja kivimite tüüpide, tugevuse, tiheduse ja muude geotehniliste omaduste kohta. Laborikatsete tulemusena saab andmeid pinnase kokkusurutavuse, nihketugevuse ja muude parameetrite kohta. Töid teostatakse puurseadmetega, mis on paigaldatud uurimislaevadele või jack-up platvormidele. Saadud pinnaseroovid viiakse erinevate katsete läbiviimiseks laborisse. Katsete eesmärgiks on analüüsida merepõhja proovide füüsilisi ja mehaanilisi omadusi. Samuti saadakse teada üksikasjalikud andmed pinnase ja kivimite omaduste kohta ning sealhulgas näiteks pinnase terasuuruse jaotus, Atterbergi piirid ja nihketugevuse parameetrid ning palju muud projekteerimiseks olulist infot.

Geofüüsikaliste uuringuandmete ja geotehniliste uuringutulemuste korreleerimine aitab luua mereala pinnasemudeli. Enne kõikide tuulikuvundamentide detailset projekteerimist, viiakse iga tuuliku asukohas läbi täiendavad geotehnilised uuringud, et välja selgitada iga tuuliku asukoha geotehnilised projekteerimise parameetreid.

2.6.2. Rajamise etapp

Merepargi rajamise tööetapid ja nende ligikaudne ajaline kestvus on:

- Geofüüsikalised ja geotehnilised uuringud: kestus 6-12 kuud
- Vundamentide aluse merepõhja ettevalmistustööd: kestus u 12 kuud
- Vundamentide paigaldamine: kestus 3-6 kuud
- Kaablite paigaldamine (merepargi sise- ja eksportkaablid): kestus 3-6 kuud
- Tuulikute paigaldamine: kestus 6-12 kuud. Tuulikute ehitussadamas kokkupanek, merealale transport ja paigaldus.

- Pargi käivitamine: kestus 3-6 kuud. Merepargi süsteemide testimine, võrguühenduste lõpuleviimine ja pargi käituskatsetus.
- Merepargi töötamine ja hooldus: kestus 25+ aastat (tööfaas)
- Demonteerimine: kestus 1-2 aastat (tööea lõpus). Tuulikute, vundamentide ja kaablite eemaldamine. Merepõhja taastamine looduslikku olekusse või selle ümberkujundamine muuks otstarbeks.

Saare-Liivi meretuulepargi rajamine (vundamentide, kaablite ja tuulikute paigaldamine) kestab hinnanguliselt läbi kahe aasta tingituna eelkõige talvistest oludest, mis raskendavad ehitamist aastaringiselt.

Merepargi ehituse järjekord on järgnev:

- Merepõhja ettevalmistavad tööd vundamentide paigaldamiseks
- Vundamentide paigaldamine
- Merepargi sisekaablite paigaldamine
- Ekspordikaablite paigaldamine
- Meretuulepargi alajaama paigaldamine
- Tuulegeneraatorite paigaldamine
- Merepargi käikulaskmine

Peamiste komponentide tootmine ja ehitussadamasse transport

Tuulegeneraatorid (tornid, generaatorid, labad). Toodetakse peamiselt Euroopas (Saksamaa, Taani, Hispaania), Aasias ja USA-s. Komponente transporditakse ehitussadamasse spetsiaalsete kaubalaevade ja pargastega.

Vundamendid. Toodetakse peamiselt Euroopas (Belgia, Holland, Suurbritannia), Aasias (Lõuna-Korea, Hiina) ja USA-s. Transpordiks kasutatakse spetsiaalseid raskeveolaevu ja pargaseid. Komponente transporditakse sageli sektsioonidena.

Kaablid (sise- ja ekspordikaablid). Toodetakse Euroopas (Saksamaa, Norra, Itaalia), Aasias (Jaapan, Lõuna-Korea) ja USAs. Transpordiks on võimalik kasutada kaubalaevu, kui kaablid on keritud paraja suurusega trumlitele, mida on võimalik kraanaga lastida/lossida. Levinud on ka lähenemine, kus projektis kasutatav kaablipaigalduslaev kerib kaabli kaablitootja sadamas laevale ning transpordib kaabli otse merealale, kus paigaldab kaabli ettenähtud asukohta.

Meretuulepargi alajaamad. Toodetakse Euroopas (Holland, Saksamaa), Aasias (Hiina, Lõuna-Korea) ja USAs. Transporditakse raskeveolaevadel sektsioonidena või täielikult komplekteerituna ning viiakse enamasti otse merealale koheseks paigaldamiseks.

MERETUULEPARKIDE EHITUS- JA TÖÖLAEVAD

Meretuuleparkide ehitamine tugineb suuresti spetsiaalsetele laevadele, mis on loodud konkreetsete ülesannete täitmiseks, alustades pargi ehitamisest ning lõpetades hooldamisega. Need laevad on olulised tuuleturbiinide ja nendega seotud infrastruktuuri transpordiks, paigaldamiseks ja hooldamiseks.

Peamised meretuuleparkide ehitamisel kasutatavad laevad on järgmised:

- **Geofüüsikaliste uuringute laevad:**

Laevu kasutatakse tuulepargi arendamise varases staadiumis merepõhja tingimuste kaardistamiseks. Need laevad on varustatud sonari ja seismilise uuringu seadmetega, et kaardistada merepõhi ja selle all olevad pinnasekihid. Kogutud andmed on olulised turbiinide paigaldamiseks, kaablitrasside ja vundamentide parimate asukohtade määramiseks. Geofüüsikalised uuringud aitavad riske vähendada, tuvastades potentsiaalsed geoloogilised ohud ja tagades optimaalse asukohavaliku.

- **Geotehniliste uuringute laevad:**

Laevu kasutatakse merepõhja pinnase ja kivimite proovide kogumiseks ja analüüsimiseks, et hinnata merepõhja sobivust turbiinide vundamentide jaoks. Need laevad on varustatud puurimistehnika ja proovivõtuseadmetega, et teostada puurimist ja kohapealseid katseid. Kogutud andmed on vundamentide projekteerimiseks kriitilise tähtsusega.

- **Süvenduslaev** (ingl k *Dredger*):

Need laevad mängivad meretuuleparkide ehitamisel olulist rolli, eriti merepõhja ettevalmistamisel vundamentide ja kaablite paigaldamiseks. Laevad on varustatud erinevate seadmetega, nagu imemistorud ja lõikepead, et eemaldada setted, kivimid ja muud veealused jäätmel. Süvenduslaevadega ehitatakse stabiilne ja tasane merepõhi, mis on oluline turbiinide vundamentide kindlaks paigaldamiseks ja kaablite nõuetekohaseks paigaldamiseks.

- **Kaablipaigalduslaev** (ingl k *CLV- Cable lay Vessel*):

Need laevad on mõeldud veealuste kaablite paigaldamiseks, mis ühendavad tuuleturbiine üksteisega ja maismaavõrguga. Kaablite paigaldamise laevad on varustatud dünaamilise positsioneerimise süsteemiga, et säilitada tööde ajal laeva täpne asukoht. Laev on varustatud spetsiaalsete seadmetega kaablite paigaldamiseks ja merepõhja matmiseks.

- **Turbiinide ja vaivundamentide paigalduslaevad** (ingl k *WTIV- Wind Turbine Installation Vessel*):

Need on väga spetsiifilised laevad, mis on varustatud suurte kraanadega, mis suudavad tõsta raskeid turbiinikomponente. WTIV-d on sageli varustatud 4 või 6 nn „jalaga“ ning tõstemehhanismiga (ingl k *Jack-up*), mis võimaldab neil end veepinnast kõrgemale tõsta, tagades turbiini paigaldustöödeks stabiilse platvormi. Nende suur tekiala võimaldab transportida mitut turbiiniosa korraga, sealhulgas labasid, generaatoreid ja torne.

- **Raskelastilaevad** (ingl k *HLV- Heavy Lift Vessel*):

Need on sarnased WTIV-dele, kuid tavaliselt kasutatakse raskemate komponentide, nagu alajaamade ja betoonvundamentide paigaldamiseks. Need laevad on varustatud äärmiselt võimsate kraanadega, et käsitleda väga suuri raskusi.

- **Kivipuistelaevad** (ingl k *RIV- Rock Installation Vessel*):

Kivipuistelaevu kasutatakse kivide paigutamiseks merepõhja, et tekitada kaitse ja stabiliseerida veealused kaablid ja vundamendid. Need laevad on varustatud täpse kivide merepõhja paigaldamise süsteemidega,

et tagada täpne ja kontrollitud puiste. See on oluline, et vältida turbiinide vundamentide ja kaabliteede ümbruses merepinna erosioon.

- **Teeninduslaevad** (ingl k *SOV- Service Operation Vessel*):

SOV-d kasutatakse nii meretuuleparkide ehitamise kui ka ekspluateerimise etappides. Ehituse ajal on SOV enamasti ka ehitaja jaoks nn „välistaap“. Need laevad pakuvad majutust ja logistilist tuge turbiinidel töötavatele tehnikutele. SOV-d on varustatud laeva liikumist kompenseerivate trappidega (ingl. k *motion compensated gangway*), et tagada tehnikute ja varustuse ohutu ülekanne laeva ja turbiinide vahel ning seda isegi tormise ilmaga.

- **Tehnikute transferlaevad** (ingl k *CTV- Crew Transfer Vessel*):

CTV-d on väiksemad, kiired katamaraanid, mis on mõeldud tehnikute ja kerge varustuse või varuosade transpordiks meretuulepargi alale ja tagasi. Need laevad on igapäevaste operatsioonide ja hooldustööde jaoks pakkudes kiiret ja tõhusat juurdepääsu turbiinidele.

- **Mitmeotstarbelised laevad** (ingl k *MPSV- Multipurpose Support Vessel*):

Need on mitmekülgsed laevad, mis suudavad täita mitmesuguseid ülesandeid nagu varuosade/kaupade transporti ning erinevate uuringute ja inspekteerimisoperatsioonide läbiviimist. Mitmeotstarbelised laevad on sageli varustatud kraanade, kaugjuhitavate sõidukite (ROV-de) ning muude spetsiaalsete süsteemidega.

- **Valve-päästelaevad**

Projektides kasutatakse valve-päästelaevu, et tagada meretuulepargi ala ohutus ja turvalisus ehitustööde ajal. Need laevad julgestavad ehitusala, et kiiresti reageerida eri- ja hädaolukordade tekkimisel kaitsmaks inimeste ja merekeskkonda. Valve-laevad on varustatud sidesüsteemidega, et vajadusel tagada ohutusprotokollide järgimine ning koordineerida võimalikke otsingu- ja päästeoperatsioone.

- **Multicat laevad** (ingl k *Multicat vessel*):

Multicat laevad on väga mitmekülgsed töölaevad, mida kasutatakse meretuuleparkide ehitamise käigus mitmesugusteks ülesanneteks. Need laevad on varustatud kraanade, vintside ja suurte tekiadadega, muutes need sobivaks pukseerimiseks, ankrute käsitlemiseks ja väikeses koguses kauba transportimiseks. Selle laeva mitmekülsus ja manööverdusvõime teeb sellest suure väärtusega toetuslaeva.

EHITUSE ALGUSOPERATSIOONID

Enne meretuulepargi ehituse algust tuleb merepõhi komponentide paigaldamiseks ette valmistada. Tavaliselt alustatakse merepõhja puhastamisest. Seda viiakse lihtsustatult läbi merepõhja lastud ankruga, mida lohistatakse näiteks *Multicat* laeva järel (ingl k *PLGR- Pre lay Grapnel Run*). Sellisel moel puhastatakse merepõhi näiteks mahajäetud kalavõrkudest või laevade poolt kaotatud terasvaieritest jms. Esmajärjekorras puhastatakse tuulepargi kaablitrassid, et vältida paigaldamise ajal kaablite võimalikke kahjustusi. Olenevalt merepõhja pinnasest, valitakse sobiv PLGR taglastus (nt ketid, vaierid, seeklid), mis võimaldab kontrollida, kui sügavale pinnasesse saab järeleveetav ankur kaevuda.

Merepõhja puhastamisele järgnevad põhja ettevalmistavad tasandus- või süvendustööd. Süvenduslaev tasandab merepõhja selliselt, et oleks võimalik vundamente paigaldada. Kaablite ohutuse tagamiseks võib osutuda vajalikuks kaablite merepõhja süvendamine ja pinnasega katmine. Veel võib osutuda vajalikuks

merepõhja ettevalmistamine paigalduslaevade (WTIV) tuulikute asukohtades, et laev saaks turvaliselt nn „jalad“ põhja toetada, et end veest välja tõsta.

Merepõhja ettevalmistavaks osaks on ka rändrahnude eemaldamine, kui neid kaablitrassidel vundamendi asukohas ei ole võimalik vältida. Liivi lahes leidub sageli suuri rändrahnude, mida tuleb tuulepargi planeerimisel arvesse võtta. Kui rändrahnud kujutavad endast kaablite või vundamendi asukohtades ehitusriski, viiakse enne vundamentide või kaablite paigaldamist läbi rändrahnude eemaldamise kampaania. See kampaania sisaldab endas rändrahnude asukoha kindlaksmääramist ja eemaldamist. Töödeks kasutakse paljudel juhtudel MPSV-d, mis lohistab merepõhjas enda järel sahka (ingl k *plough*), mis suunab rändrahnud kaablitrassilt eemale. Kasutatakse ka haaratsit, millega tõstetakse rändrahn teise asukohta. Allpool merepõhja asuvate rändrahnude tuvastamiseks kasutatakse 3D aluspõhja profileerijat.

VUNDAMENTIDE PAIGALDAMINE

Gravitatsiooniline vundament

Gravitatsioonvundamendid ehitatakse enamasti sadamates spetsiaalselt kohandatud aladel või spetsiaalsetel ujuvalustel. Vundamentide valmistamiseks kasutatakse väga suuri koguseid betooni ja terasarmatuuri, näiteks ühe 5000–7000-tonnise gravitatsioonvundamendi valmistamiseks on vaja ligikaudu 3000 m³ betooni ja kuni 500 tonni terasarmatuuri. Seetõttu peab gravitatsioonvundamendi valmistamise asukohas olema piisav ruum, juurdepääs toorainetele ja sobiv kandevõime. Näiteks 7000-tonnise raudbetoonvundamendi jaoks on vaja ehitusplatsi kandevõimet vähemalt 4 t/m², eelistatavalt rohkem. Kui korraga valmistatakse 80 vundamenti, on vajalik pindala ligikaudu 40–50 hektarit. See ala peab olema tasane ja takistusteta ning tagatud peab olema tööjõu kättesaadavus. Eestis on gravitatsioonvundamentide ehituseks sobivaim koht Paldiski sadam, kus on olemas raudteeühendus ja ehitatakse suure kandevõimega mitmeotstarbeline kai. See sobib nii vundamentide valmistamiseks kui ka tuulikukomponentide ladustamiseks.

Merepõhja ettevalmistus gravitatsioonvundamendi paigaldamiseks sõltub täpsest asukohast, kuhu tuulikut soovitakse rajada, kuid kõige olulisem tehniline piirang gravitatsioonvundamendi paigaldamisel on merepõhja piisav kandevõime. Setete olemasolul ei ole suure tõenäosusega võimalik piisavat kandevõimet tagada ning seetõttu tuleb setted vundamentide alt eemaldada. Saare-Liivi meretuulepargi alal on setete paksus väga erinev, kuid eeldatavasti on tehniliselt ja majanduslikult otstarbekas eemaldada kuni 4 meetri paksused setted, mille tulemusel tekib ligikaudu 10 000 m³ setteid ühe vundamendi kohta. Enamasti on tegemist muda või savi setetega, aga olenevalt aluskivimite omadustest võib tekkida tarvidus eemaldada piiratud koguses ülemise kivimikihi kihte.

Enne vundamendi merepõhja asetamist tuleb merepõhi süvenduslaeva (*dredger*) abil tasandada ja ühtlaselt kivipuistelaeva (RIV) abil katta ca 1 m paksuse kivimikihiga, et luua vundamendile stabiilne ning kandev aluskiht. Alternatiivina kasutatakse ka painduva langetoruga kivipuistelaevu (ingl k *FFPV- Flexible Fallpipe Vessel*). Tulenevalt vundamendi disainis sätestatud nõutele võib tekkida tarvidus kasutada ka vee all opereeritavaid buldoosereid, et tasandada lisatud kivimitest moodustunud aluspadi. Selline merepõhja ettevalmistamine on vajalik nii tavalisele kui ka ujuvale gravitatsioonvundamendile.

Hinnanguliselt ei ületa Saare-Liivi meretuulepargi tuulikuvundamentide aluspind 50 m × 50 m, kuid kivimikihi ala võib olla veidi suurem. Eeldatavasti tuleb seetõttu eemaldada kokku kuni 800,000 m³ pehmet pinnast ja asendada see umbes 400,000 m³ jämeda kruusaga.

Eeldusel, et meie merealadel on tulenevalt ilmastikust ratsionaalne planeerida ehitustegevust vahemikus märts-oktoober, toimuks merepõhja ettevalmistamine vundamentide jaoks kahe aasta jooksul ning

nõuaks 2-4 süvenduslaeva samaaegset tegevust sõltuvalt merepõhja omadustest ja lõplikest nõuetest mere põhja kandevõimele.

Eristatakse kahte peamist gravitatsioonilise vundamendi tüüpi, millest sõltub ka nende paigaldamistehnoloogia (vt ptk 2.5.2). Gravitatsioonivundament (GBS) transporditakse tuulepargi merealale pargasel või raskelastilaeval (HLV), seevastu ujuvat gravitatsioonivundamenti pukseeritakse sadamast merealale puksiirlaeva abil. Esimesel juhul asetatakse vundament rasketõstekraana abil tuuliku asukohta ning täidetakse tugilaevade abil seest ballastmaterjaliga (nt liiv või killustik). Lisaks puistatakse vundamendi perimeetri ümber ballastmaterjal ja erosioonikaitse, mis kätkeb endas erineva tihedusega kruusa. Selleks kasutatakse enamasti langetoruga kivipuiste laevu (ingl k *FFPV- Flexible Fallpipe Vessel*).

Ujuva gravitatsioonivundamendi merepõhja asetamisel täidetakse vundamendi tühjad ballasttankid sarnaselt tavalisele gravitatsioonivundamendile ballastiga, misjärel vajub vundament kontrollitult ettevalmistatud kivimikihile. Gravitatsioonivundamendi kandevõimet ja peamõõtmeid võib vajadusel optimeerida kasutades kas tihvt- või imivaiasid (vt sõrestikvundamendi kirjeldust). Pehme pinnase puhul on võimalik kaaluda ka imikessoon lahendust, mille puhul gravitatsioonivundamendi põhja alla ulatuvad äärised, mis surutakse gravitatsioonivundamendi enda massi ja merevee hüdrostaatilise surve abil pinnasesse. Ääriste pikkus sõltub pinnase omadustest ja võib ulatuda kuni 30 m sügavusele.

Tabel 2.6-1 Gravitatsioonivundamentide paigaldamisel vajamineva pinnase eemaldamise ja täitmise eeldatavad mahud

Tüüp	Kogus	Ala suurus (m²) ühe vundamendi kohta	Maht (m³) ühe vundamendi kohta	Kaal (t) ühe vundamendi kohta
Gravitatsiooniline - vundament	80	2000		3000-7000
Kruusa- või killustikupadi (1 m paksune	80	2500	2500	3750
Eemaldatav pinnas (4 m paksusena)	80	2500	10 000	15000

Sõrestikvundament

Sõrestikvundament (ingl k *jacket foundation*) koosneb merepõhja paigaldatud terasest võrestruktuuridest, millele paigaldatakse tuulegeneraator. Sõrestikvundament fikseeritakse merepõhja tihvtvaiade (ingl k *pin-piles*) või imivaiade (ingl k *suction piles/suction bucket/suction anchors*) abil. Tihvtvaiu saab merepõhja rammida või puurida. Kui pinnasetingimused võimaldavad, on tehniliselt kõige lihtsam ja kiirem tihvtvaiad merepõhja lüüa. Tihvtvaiu saab paigaldada kas enne või pärast sõrestikvundamendi paigaldamist. Selliste vaiade läbimõõt on paar meetrit (2-4 m) ja nende pikkus on tavaliselt 10-60 meetrit.

Kui pinnase tingimused on sobivad, saab tihvtvaiu merepõhja rammida hüdrovasara abil. Tihvtvaiade täpse paigutuse tagamiseks kasutatakse spetsiaalset merepõhja asetavat metallist sõrestikraami. Sõrestikraam on korduvkasutatav ning võimaldab paigaldada korraga kõik tihvtvaiad nii et sõrestikvundament sobib täpselt vaiadele. Need tihvtvaiad on tavaliselt läbimõõduga 2–4 meetrit ja pikkusega 10–60 meetrit. Tihvtvaiade aga ka sõrestikvundamendi tihvtvaiadele paigaldamist saab teostada nii HLV kui ka WITV laevaga.

Juhul kui pinnase tingimused ei võimalda tihvtvaiade rammimist, siis saab vaiu paigaldada ja betoneerida (ingl k *grouting*) eelpuuritud aukudesse. Sarnaselt eelpool kirjeldatule, kasutatakse ka puurimisel sõrestikraamtehnoloogiat. Raam tagab puuraukude ja tihvtvaiade täpse paigutuse. Puurimiskiirus sõltub suuresti pinnase tingimustest ja kivimite omadustest. Puurimine ja tihvtvaiade paigaldamine võib igal asukohal kesta mitu päeva. Imivaiad integreeritakse üldjuhul vundamendi primaarstruktuuri ja paigaldatakse koos vundamendiga. Imivai on üldjuhul silindrilise kujuga alt lahtine struktuur, mille diameeter, sõltuvalt pinnase omadustest, on 2-15 meetrit ja pikkus 5-15 meetrit. Vundamendi mere põhja tõstmisel vajuvad imivaiad osaliselt merepõhja pinnase sisse vundamendi enda raskuse mõjul. Seejärel tekitatakse võimsate pumpadega imivai sisse alarõhk ning merevee hüdrostaatilise surve koostoimel imeb vai end pinnase sisse disainsügavuseni.

Vaivundament

Vaivundamendid (ingl k *monopile*) on kõige sagedamini kasutatavad avameretuuliku vundamendid kogu maailmas. Vaivundamendid on torukujulised terasstruktuurid, mis rammitakse merepõhja kümnete meetrite sügavusele, Põhjameres rammitakse tavaliselt kuni 30–35 m sügavusele. Kaasaegsed 15 MW turbiinide vaivundamendid võivad olla läbimõõduga kuni 9 m ja pikkusega üle 70 m ning kaaluda 1000 kuni 2000 tonni. Vaivundamendi mõõdud ja kaal sõltub iga tuulepargi geotehnilistest tingimustest ning valitud turbiini suurusest ja tüübist. Suurimad vaivundamendid kaaluvad üle 2000 tonni ja on ca 110 m pikad.

Eristatakse rammitavaid ja puuritavaid vaivundamente. Rammitavaid vaivundamente on võimalik paigaldada merepõhja, mille pinnas võimaldab vaivundamendi hüdrovasaraga rammimist. Alternatiivina võib kasutada rammimisel vibratsiooni või vibratsiooni ja rammimise kombinatsiooni. Vaivundamentide rammimise protsess on keeruline ja nõuab mereala täpset pinnase ja kivimite informatsiooni, et ette määrata, kui kergesti saab vaivundamendid pinnasesse rammida. Teades mereala pinnasestruktuuri, saab tuuleparki projekteerides sellised asukohad välja selgitada, kus vaivundamendi rammimine ei ole võimalik, kuna pinnas on liiga kõva või kus vaivundament võib maapinna alusesse tühimikku vajuda. Vaivundamente rammitakse enamasti WTIV laevalt, kuid saab kasutada ka HLV laevu.

Vaivundamentide rammimisel tekib veealune müra, millel võib olla kahjulik mõju lähedalasuvale mereelustikule, kui ei rakendata leevendusmeetmeid. Mõjude vähendamiseks kasutatakse rammimisel sageli akustilisi tõrjevahendeid. Need seadmed kiirgavad akustilisi signaale, et tõrjuda merefaunat ehituspiirkonnast eemale. Lisaks heidutustegevusele on eesmärk vaivundamentide rammimise ajal vähendada veealust mürataset nii palju kui vähegi võimalik. Üks levinumaid meetodeid on topelt mullikardin, kus kaks perforeeritud vooliku ringi asetatakse merepõhja ümber vaivundamendi paigalduslaeva ja täidetakse suruõhuga selliselt, et merepinnale tõusvate õhumullide abil luuakse nn kardinad, mis vähendavad ja summutavad heli levikut vee all. Õhukardinate tekitamiseks kasutatakse mitmeotstarbelist laeva (MPSV).

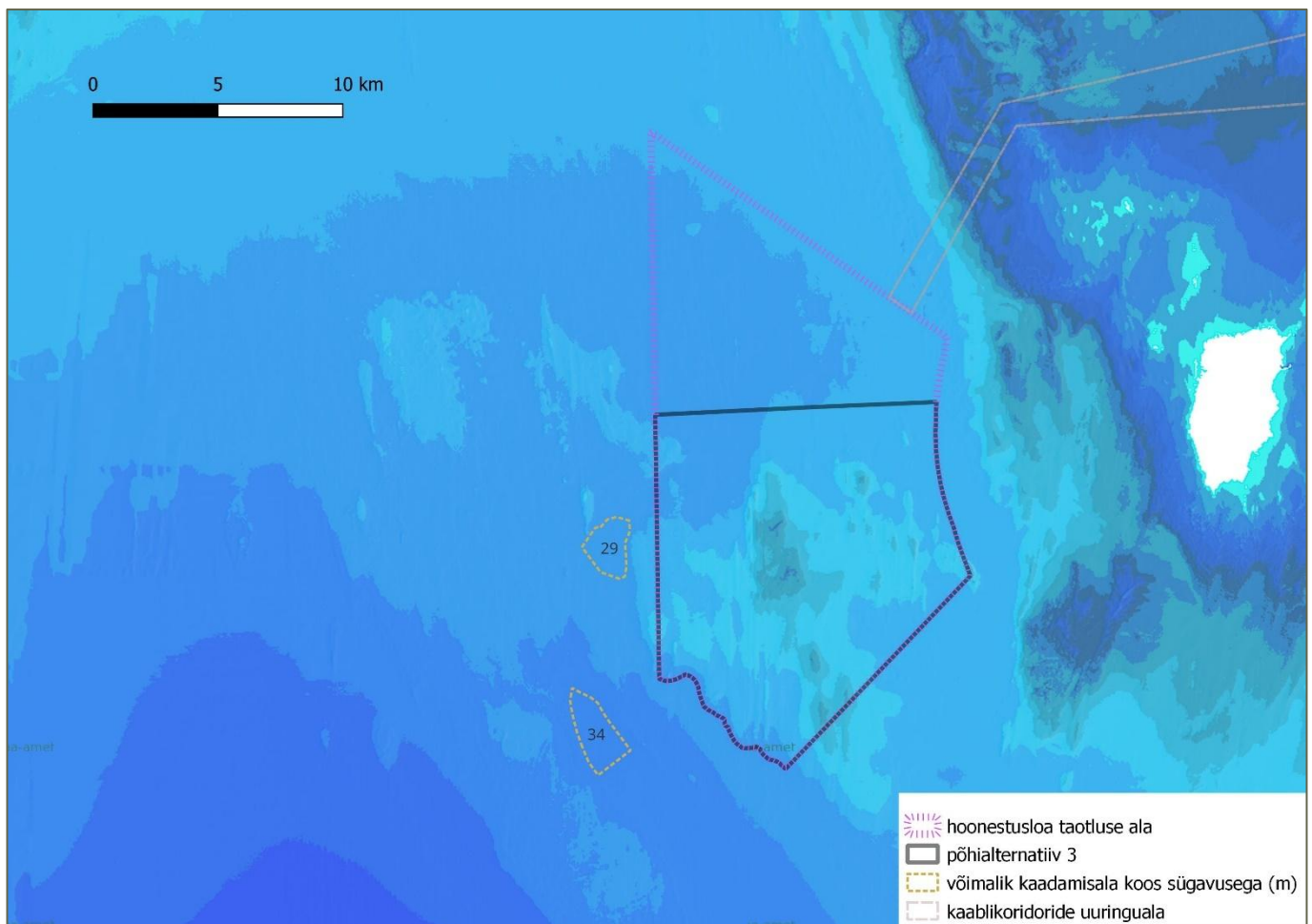
Kui merepõhja geoloogia ei võimalda vaivundamenti pinnasesse rammida, näiteks kõva aluskivimi korral, siis tuleb vaivundamendi paigaldamiseks kasutada puurimist. Kuigi see meetod on aeglasem kui hüdrovasaraga vaivundamendi paigaldamine, siis võimaldab see paigaldada vaivundamente keerulistes tingimustes ja tekitab märkimisväärselt vähem müra. Vertikaalsete šahtide puurimiseks ja terasest paalide paigaldamiseks raskesti läbistatavates muldades on mitu tehnikat, mis jagunevad leevenduspuurimiseks ja vertikaalseteks vundamendipuurideks.

Müraleevenduspuurimist pealpuuriga või "*Drive-Drill-Drive*" meetodil kasutatakse kui vaivundamentid ei saa täielikult paigaldada ainult rammimise teel. Juhul kui rammimine peatub kõvema pinnasekihi tõttu, siis eemaldatakse vasar ning vaivundamenti sisestatakse puur, mis eemaldab vaivundamendi seest kõvema

pinnase. Pärast puurimist jätkatakse vaivundamendi rammimist. See meetod on siiski aeganõudev, kuna hüdrovasara ja puurseadme vahetamine võtab mitmeid tunde.

Kui puurimist kasutatakse vaivundamendi peamise paigaldusmeetodina, mitte varu- või täiendava tehnikana, on soovitatav kasutada manteloru. Manteloru stabiliseerib puuraugu ja tagab puurmasina jäikuse. Pärast sihtsügavuse saavutamist ja puurmasina eemaldamist toimib manteloru hülsina, kuhu sisestatakse vaivundament. Seejärel eemaldatakse manteloru ning samal ajal täidetakse vaivundament ja puuraugu vaheline tühimik seguga. Betoneerimine fikseerib vaivundamendi tugevalt pinnasesse. Mõnedel juhtudel jäävad manteltorud pinnasesse kogu vundamendi elueaks.

KAADAMINE Vundamentide asukohtadest eemaldatud setted kaadatakse¹⁹ kas kohapeal, vahetult vundamentide juures või kaadamisaladel. Ehitustööde korraldamise seisukohalt on otstarbekam kaadata kohapeal. Kui teisaldatavat materjali kohapeal kaadata ei saa, tuleb see transportida kaadamisalale. Käesolevas etapis on välja valitud kaks võimalikku kaadamisala merepõhja sügavamates kohtades, kus olemasoleva informatsiooni kohaselt ei ole väärtuslikke elupaiku mereelustikule ning mis jäävad võimalikult kaugelt rannikust ja kaitstavatest aladest.



Joonis 2.6-1. Võimalikud kaadamisalad

¹⁹ Kaadamiseks veeseaduse (RT I, 30.06.2023, 102) tähenduses nimetatakse muuhulgas igasugust tahtlikku jäätmete või muude ainete või asjade laevalt, õhusõidukilt, platvormilt või muult mererajatiselt merre heitmist või merepõhja matmist.

VUNDAMENDI KAITSE

Hoovused võivad põhjustada merre paigaldatud konstruktsioonide ümbruses erosiooni. Erosiooni vältimiseks paigaldatakse tuulikuvundamentide ümber erosioonikaitse. Selle kaitse vajalikkus sõltub merepõhja tüübist ja keskkonnatingimustest (nt lainetus, hoovused, tormid). Näiteks peetakse kivist merepõhja piisavalt jäigaks, et pidada vastu erosioonijõududele ning seetõttu pole konstruktsioonide ümber eraldi erosioonikaitset vaja. Samas aga liivane merepõhi vajab erosioonikaitset, et tagada vundamendi stabiilsus kogu selle eluea jooksul. Näiteks tugevate hoovustega piirkondades võivad erosioonikaitseta vaivundamentide ümber tekkida väga sügavad erosiooniaugud, mis vähendavad vaivundamentide stabiilsust.

Erosioonikaitse on lihtsustatult merepõhja paigaldatud kruusakiht, millele järgneb suuremate kivide kiht. Kihid paigutatakse ümber vundamendi. Kruusakiht takistab suuremate kivide vajumist merepõhja. Tugevate hoovuste või tormide ajal jääb aga suuremate kivide kiht stabiilseks. Saare-Liivi merepargi asukoha hüdrodünaamilised uuringud näitavad, et merepõhja lähedal on hoovuste nihkejõud väike. Seetõttu on Saare-Liivi merepargi tuulikuvundamentide ümber erosioonikaitse vajadus tõenäoliselt minimaalne.

Merejää toime vastane kaitse

Liivi laht on talvel vähemalt osaliselt jääga kaetud. Sõltuvalt talvest ja valitsevatest tuulesuundadest ja -tugevustest võib Saare-Liivi merepargi asukohas esineda nii paak- kui ka triivjää. Samuti esinevad jää liikumisele omased rüsi- ja ladejää moodustised. Vundamentide kaitsmiseks merejää ja merejää moodustiste vastu lisatakse vundamendi konstruktsioonile jäävöö ja jäätugevdustega tsoonid. Jäätugevdused integreeritakse vundamendi primaartasandi konstruktsioonidesse ning plaadistusele lisatakse piisav erosiooni- ja korrosioonilisa tagamaks nõutud eluiga jää abrasiivse toime vastu.

Vundamentide disainis arvestatakse ka sekundaarsete ja tertsiaarsete struktuuride toimimist ning võimalikke purunemismehhanisme ekstreemsetes jääoludes, et tagada primaarsete struktuuride terviklikkus. Samuti arvestatakse vundamendi ja merejää dünaamilist koostoimet.

MERETUULEPARGI SISENE KAABELDUS

Merekaablite paigaldamiseks vajalikud ettevalmistused

Enne kui saab alustada merekaablite paigaldamisega, tuleb merepargi kaablitrassidel teostada plahvatusohtlike esemete (ingl k UXO- *Unexploded Ordnance*) ja objektide (nt. rahnud, muud takistused) tuvastamise uuringud. Merepõhja puhastamiseks viiakse merepõhja nn. ankur (ingl k *pre-lay grapnel run*) ning ankrut laeva järel lohistades teostatakse üks või siis vajadusel ka mitu puhastusoperatsiooni. UXOd kas eemaldatakse merepõhjast ja lõhatakse kuskil mujal või siis merepargi projektis hoopis välditakse neid asukohti, kus UXOd asuvad. Need sammud on vajalikud, et kaablite paigaldamise ajal oleks ohutus tagatud.

Merekaablite paigaldamine

Merekaablite paigaldamine toimub spetsiaalsete laevade abil, mis suudavad kaableid täpselt planeeritud asukohta paigaldada ning seejuures merepõhja kahjustamata. Tavaliselt kasutatakse kaabli paigaldamiseks kaablipaigalduslaeva (CLV). Merekaablid võivad kaaluda üle 100 kg meetri kohta ja olla läbimõõduga 150 kuni 300 mm. Kaablite paigaldamise kiirus on enamasti vahemikus 200 kuni 600 meetrit tunnis, sõltuvalt kaabli tüübist, kaablitrassi marsruudist ja mere- ning ilmastikutingimustest.

Merekaablite matmine

Kaablite kahjustamise riski vähendamiseks kalapüügi või lähedal asuva laevaliikluse tõttu võib kaableid merepõhja matta. Matmiseks kasutatakse sageli spetsiaalseid tööriistu. Näiteks kasutatakse kaugjuhitavat allveerobotit "*Dig-It*".

Dig-It on roomik-tüüpi kaugjuhitav allveerobot (ROV), mis on spetsiaalselt loodud kaablite matmiseks. ROV lastakse tavaliselt vette eraldi laevalt, et matmisoperatsioon ei segaks kaablipaigalduslaeva tegevust. *Dig-It* tööpõhimõte on merepõhjas kaabli all olevat pinnase kõrgsurve veejugadega ära uhtumine, peale mida kaabel vajub oma raskuse tõttu süvendatud kraavi. Kui pinnas on liiga kõva ning seda ei saa ära uhtuda, võib ROV-le paigaldada kettsaemooduli (ingl k CCM- *Chain Cutter Module*). CCM kaevab läbi kaabli aluse pinnase, et luua kraav, kuhu kaabel juhitakse. Kraav kattub ise pinnasega ja matab kaabli. Kaablite matmise sügavus määratakse projektis konkreetsete matmisnõuete järgi. Näiteks Põhjameres on matmissügavused tavaliselt vahemikus 1,5 kuni 3 meetrit, kuid Saksamaa Läänemere osas on matmissügavused vahemikus 1 kuni 1,5 meetrit.

Kui pinnas on oodatust siiski keerulisem või vajalikku matmissügavust ei saavutata, tuleb kaableid muul moel kaitsta. Enamus juhtudel kaetakse kaablid kivimikihiga, kuid osadel juhtudel kaetakse kaablid ka nn. betoonmadratsitega (ingl k *concrete mattresses*). Kaabli kõrgsurve veejugadega aga ka CCM meetodil matmisoperatsioonide ajal suudab seade näidata kaabli kraavi langetamise sügavust. Selline matmisega samaaegne uuring aitab teha reaalajas kohandusi, et saavutada kaabli õige matmissügavus. Pärast matmise lõpetamist tehakse tavaliselt matmisejärgne uuring, et kontrollida kaabli lõplikku matmissügavust.

Eemaldatava või kaadatava materjali kogus selgub hilisemas faasis, kuid eeldatavalt võib see ulatuda kuni 4 m³/m.



Foto 2.6-1. Kaablite paigaldamise seade „Mod Jet“ (laeva tõmmatav hüdroader)²⁰



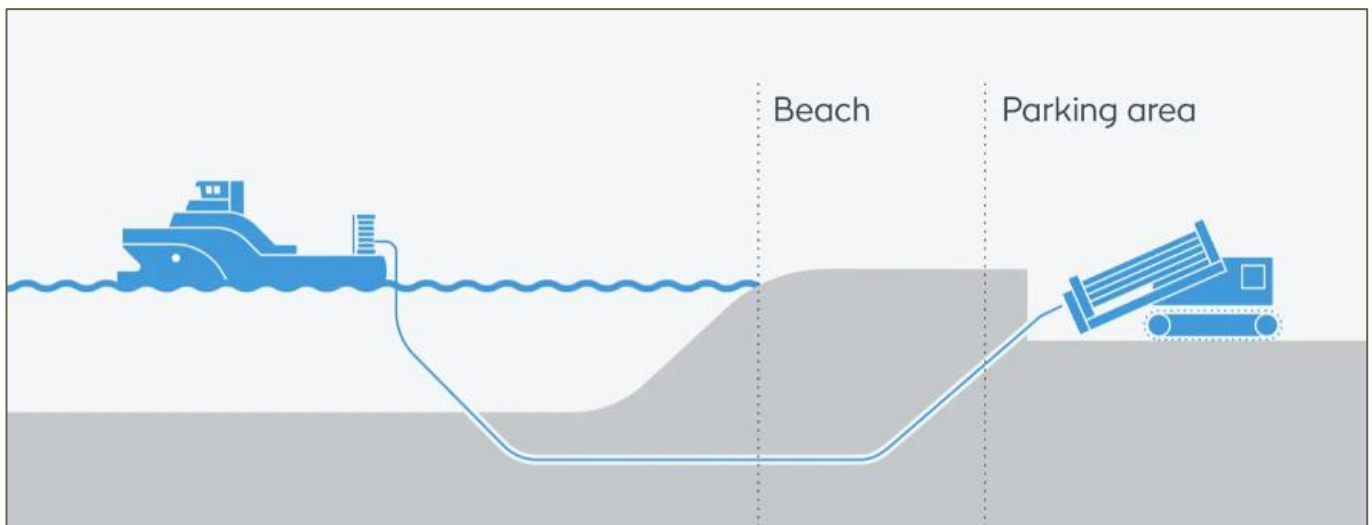
Foto 2.6-2. Kaablite paigaldamise seade „Trencher Deep DIG-IT“ (kaugjuhitav)²¹

²⁰ <https://eta-ltd.com/jetting-sleds-for-subsea-power-cable-laying/>

²¹ <https://www.vanoord.com/en/updates/van-oord-completes-cable-installation-crosswinds-hollandse-kust-noord-offshore-wind-park/>

ÜHENDUSKAABLID

Meretuuleparki elektri põhivõrguga ühendavad eksportkaablid paigaldatakse eelnevalt mainitud spetsiaalsete kaablite paigaldamise seadmete abil. Kaldalähedases madala veega piirkonnas võib eksportkaablite paigaldamine olla keeruline laevade ligipääsu ja võimalike keskkonnapiirangute tõttu. Nendes piirkondades võib vajalikuks osutuda kaabli paigaldamine kinnisel meetodil suundpuurimisega, et vähendada mõju looduskaitsele tundlikule alale. Suundpuurimise käigus puuritakse maismaalt vajalikus suunas puurauk, mis kulgeb ranna ja merepõhja all kuni puurpea väljub nõutud kaugusel merepõhjast. Seejärel tõmmatakse läbi puuraugu kaablitoru, läbi mille on omakorda võimalik merekaabel maismaale tõmmata. Hetkel on kaasaegsete suundpuurimise tehnoloogiatega võimalik kontrollitud suunas jätkuvalt puurida kuni 1,5 km kaugusele puurimise alguspunktist.



Joonis 2.6-2. Suundpuurimise skeem, (Ørsted)

Eksportkaablid ühendavad tuulepargi merel olevad alajaamad maismaa alajaamaga (eeldatavalt Pärnu linnas Malda külas asuv Kapa kinnistu). Kaabli maksimaalseks ülekandevõimsuseks on hetkel arvestatud 400 MVA, kuid täpne paralleelsete kaablite arv, tüüp ja nendega seonduvad laiuse ja pindalalised väärtused selguvad hilisemas faasis. Kaadatava materjali eeldatav kogus on sarnaselt pargisisesele kaabeldusele kuni 4 m³/m. Eksportkaabli paigaldamine toimub kaablipaigaldus laevaga (CLV) ning paigaldusoperatsioon on sarnane merepargisiseste kaablite paigaldusele.

KAABLITEST ERALDUV SOOJUSENERGIA

Kõik elektrikaablid soojenevad töötamisel. Kuna soojuse emiteerimine tekitab elektri ülekandekadusid, on kaablite kavandamine sisuliselt suunatud soojuskadude vähendamisele. Kõrgepingekaablite maksimaalne lubatud temperatuur on 90 kraadi, mis tähendab, et kaabli välistemperatuur on kuni 70 kraadi²². Soojuse emiteerimine ümbritsevasse keskkonda sõltub nii kaabli omadustest ja voolu edastamise perioodist kui kaabli paigaldamise kohas olevate setete omadustest (selle temperatuurist, soojusjuhtivusest, soojustakistusest). Merepõhja setetes võib soojusülekanne toimuda nii juhtivuse (soojuse energia ülekanne otsekontakti kaudu) kui ka konveksiooni (soojuse energia ülekanne vedeliku liikumise kaudu) teel, sealjuures peeneteralistes setetes näib see toimuvat pigem otsekontakti kaudu ja jämedateralised

²² Emeana, C., T. Hughes, J. Dix, T. Gernon, T. Henstock, C. Thompson, and J. Pilgrim. 2016. The thermal regime around buried submarine high-voltage cables. *Geophysical Journal International*, Volume 206, Issue 2. <https://academic.oup.com/gji/article/206/2/1051/2606019>

setetes konvektsioonina²³. Jämedateraliste setete puhul eeldatakse kaabli ümber lühemat soojusgradienti kui peenematel liivadel ja mudas²⁴.

Teadaolevalt asub enamus bentose organismidest merepõhjast kuni 20 cm sügavuses setetes²⁵. Saksamaa Looduskaitse Föderaalagentuur on välja töötanud kaablite paigaldamise termilised juhised, milles soovitatakse merepõhjasetetes, mis asuvad kuni 20 cm sügavusel merepõhjast, mitte rohkem kui 2°C temperatuuri tõusu selleks, et kaitsta bentose organisme. Selle soovitus täitmiseks tuleb kaablid matta piisavalt sügavale. Settekiht isoleerib bentose organismide elupaigad ja veesamba kaabli soojendavast mõjust. Mitmik-kaablitele on tavaliselt vaja 0,7 m kuni 1,15 m settekihti/sügavust, samas kui üksikud kaablid eraldavad vähem soojust ja vajavad ainult 0,35 m kuni 0,55 m settekihti, et täita 2°C reeglit²⁶. Saare-Liivi tuulepargi alal süvistatakse kaablid merepõhja setetesse orienteeruvalt 1 meetri sügavusele, mis eeldatavalt on piisav isoleerimaks soojust ülemistest merepõhja kihtidest ja veesambast st soojuse eraldumist sinna ei toimu.

ELEKTRITUULIKUTE PAIGALDUS

Tuulikute paigalduslaev (WITV) võib vedada 4-8 elektrituulikut (WTG-d) reisi kohta sõltuvalt nende suurusest ja tüübist. WTG komponendid pannakse valmis enne või veetakse juba laadimise ajal kai ääres seisva WITV laeva peakraana ette, et laeva kraana ulataks tööd tegema. Laev positsioneerib end paralleelseks laadimiskaiga ning tõstab end veest välja jalgadele õigesse asendisse. Seejärel vabastatakse kraana ja komponendi tõsteseade ühendatakse nii kraana kui ka tõstetava WTG komponendiga. Pärast tõsteseadmete kontrollimist tõstetakse komponent laeva pardale ning kinnitatakse merereisi ajaks. Iga komponendi jaoks (laba, generaator, torn) on ettenähtud oma, spetsiaalselt väljatöötatud tõsteseadmed.

Enne meresõidu algust kinnitatakse kõik komponendid kinnitustugedele või spetsiaalsete raamidega. WTG labad lastitakse ja transporditakse tavaliselt virnastatud viisil ja seda spetsiaalsel raamil, mis on laevale ehitatud. Kui kõik WTG komponendid on nõuetekohaselt kinnitatud, eemaldatakse laeva trapp ja laev suundub mereparki.

Tuuliku paigalduskohta saabumisel positsioneeritakse laev täpselt juba eelnevalt paigaldatud WTG vundamendi kõrvale kasutades dünaamilise positsioneerimise (ingl. k *DP- Dynamic Positioning*) süsteemi. DP seadistamine ja kontrollimine toimub iga kord kui laev siseneb paigaldusalasse. Kui paigalduslaev (WITV) on soovitud asukohta manööverdanud, algab jalgade merepõhja langetamise operatsioon. Pärast jalgade lõplikke langetamise protseduure tõstetakse laev veest välja operatsioonikõrgusele ja kraana tõstetakse üles. Selle protsessi käigus jaotab tõstesüsteem automaatselt laeva koormuse nelja jala vahel. Kogu operatsioon on täpsust ja aega nõudev ning olenevalt merepõhja pinnase omadustest võib aega võtta 2-4 tundi.

23 Emeana, C., T. Hughes, J. Dix, T. Gernon, T. Henstock, C. Thompson, and J. Pilgrim. 2016. The thermal regime around buried submarine high-voltage cables. *Geophysical Journal International*, Volume 206, Issue 2. <https://academic.oup.com/gji/article/206/2/1051/2606019>

24 Merck, T., and M. Wasserthal. 2009. Assessment of the environmental impacts of cables (OSPAR Commission). Biodiversity Series No. 437. <https://www.ospar.org/documents?d=7160>

25 Viking Link. 2017. Appendix I Cable Heating Effects: Marine Ecological Report. Report VKL-07-30-J800-016 prepared for National Grid Viking Link Ltd. <https://www.commissiomer.nl/projectdocumenten/00002753.pdf?documenttitle=Appendix%20I%20-%20Cable%20Heating%20Effects%20Report.pdf>

26 Viking Link. 2017. Appendix I Cable Heating Effects: Marine Ecological Report. Report VKL-07-30-J800-016 prepared for National Grid Viking Link Ltd. <https://www.commissiomer.nl/projectdocumenten/00002753.pdf?documenttitle=Appendix%20I%20-%20Cable%20Heating%20Effects%20Report.pdf>

Kui WTIV on tõstetud operatsioonikõrgusele WTG vundamendi kõrval, paigaldatakse laevalt WTG vundamendi platvormile käimistrapp. Töötajad pääsevad seejärel platvormile, et alustada ettevalmistustöid vundamendil, mis hõlmavad järgmist:

- Vundamendi ajutise katte eemaldamine ja selle tagasi WTIV-le viimine.
- Vundamendi plantsi kontrollimine kahjustuste või korrosiooni suhtes ning flantsi puhastamine.
- Paigaldustöödeks laevalt WTG vundamendile toiteallika (jõukaabli) ühendamise.

Pärast ettevalmistustööde lõpetamist lahkuvad töötajad vundamendilt.

Paigaldusoperatsioonid

Tuulegeneraatori komponentide paigaldamise eest vastutab tavaliselt turbiini tarnija järgides nende tööjuhendit. Paigaldatakse peamised komponendid, sealhulgas:

- Torn
- Generaator
- Kolm laba

Enne komponentide vabastamist merikinnitusest kontrollitakse neid visuaalselt kahjustuste suhtes. Laeva tekilt viiakse kogu vajalik varustus vundamendi väliplatvormile.

Torni paigaldamine

Pärast torni merikinnituse vabastamist juhendab tõstmisoperatsioonide juht kraanaoperaatorit, et alustada torni hiivamist ning asetada see ettevalmistatud WTG vundamendi üleminekuosale (ingl k *TP-Transition Piece*). Tavaliselt kinnitatakse torn poltühendusega ja paigaldatakse ühe tõstega, kuigi mõnikord paigaldatakse see projekti eripärade tõttu 2-3 osana.

Generaatori paigaldamine

Pärast torni paigaldamist tõstetakse generaator ning kinnitatakse torni külge samuti poltühendusega. Kuna tänapäevaste tuulikute tornid on suured ja kõrged, siis on need varustatud väikese liftiga, et tehnikud pääseksid lihtsamalt torni tippu.

Labade paigaldamine

Esimese laba paigaldamiseks tuleb esmalt pöörata tuulegeneraatori rumm sellisesse asendisse, et selle flants oleks 90-kraadise nurga all laba suhtes. Kui rumm on õiges asendis, juhendab tõstmisoperatsioonide juht kraanaoperaatorit, et tõsta laba laeval olevast hoidikust generaatori kõrvale paigalduskõrgusele, kus see kinnitatakse poltühendusega. Pärast WTG komponentide paigaldamist teostatakse kogu tuuliku sisemine visuaalne kontroll ja kõik kõrvalekalded dokumenteeritakse.

Pärast kõigi WTG komponentide paigaldamist liigub laev järgmise vundamendi asukohta.

Pärast ülal nimetatud ehitustööde lõpetamist ja enne laeva veeskamise operatsioonidega alustamist viiakse läbi rida olulisi kontrole. Need hõlmavad viimase ilmateate ülevaatamist, ebasoodsa ilmastikuplaani hindamist, pardal oleva reaajas ilmastikuandmete jälgimist ja lainepoide andmete analüüsi. Nende kontrollide eesmärk on tagada, et laeva veeskamisega on ohutu jätkata. Oluline on arvestada keskkonnatingimusi nagu hoovused, nähtavus ja lainetus, et olla kindel, et pärast veeskamist

saab laev turvaliselt WTG vundamendist eemalduda ning järgmisesse asukohta liikuda. Väljaspool meretuuleparki, kui asutakse tagasiteele ehitussadamasse, tõmmatakse jalad täielikult laevakere sisse.

Tuulegeneraatorite paigaldamine Saare-Liivi meretuulepargis

Saare-Liivi meretuulepargi ehituseks ei ole veel valitud ühegi tootja tuulikut. Praegu on kaalumisel 15-20 MW võimsusega turbiin, maksimaalse tipu kõrgusega 310 meetrit ja generaatori kõrgusega 150-170 meetrit. Paigaldamine toimub tõenäoliselt WTIV paigalduslaeva abil ning komponentide laadimised toimuvad veel määratlemata sadamas. 2025. aastal on Paldiski Lõunasadam as valmimas meretuulepargi ehituste jaoks sobilik kai. Samuti on mereparkide ehitusele sobiliku sadamala väljaarendamist plaanimas Ljepaja sadam Lätis.

2.6.3. Meretuulepargi opereerimise etapp

Peale meretuulepargi valmimist algab pargi opereerimise etapp, mis kestab vähemalt 30-35 aastat. Opereerimine tähendab kogu merepargi taristu töö pidevat reaajas jälgimist, regulaarset hooldust ja aeg-ajalt remonti, et tagada tõhus ja usaldusväärne energiatootmine.

Tuulegeneraatorite regulaarne hooldus:

- **Sagedus:** Tavaliselt üks kord aastas iga tuuliku kohta.
- **Ulatus:** Hõlmab ülevaatusi, määrimist, kulunud osade vahetust ja tarkvarauuendusi.
- **Hoolduse tüübid:**
 - **Ennetav hooldus:** Ajakava alusel tootja soovitude ja ajalooliste andmete põhjal.
 - **Paranduslik hooldus:** Teostatakse kui kaugjälgimise kaudu avastatakse rike.

Merepargi personal:

Tuulepargi puhul, kus on 80 tuulikut ja võimsus ca 1200 MW võib arvestada järgmisega:

- **Personal:**
 - **Maismaa tugimeeskond:** 10-20 inimest, sealhulgas insenerid, andmeanalüütikud ja logistikakoordinaatorid.
 - **Tuulikute hooldusmeeskond:** 40-60 tehnikut ja inseneri, sõltuvalt hooldusstrateegiast (SOV või CTV).
- **Laevad:**
 - **SOV strateegia:** 1-2 SOV-i, mis katavad kogu tuulepargi. Laevameeskond 26-36 inimest kahes vahetuses 14 päeva tööl/vaba, ühel laeval.
 - **CTV strateegia:** 3-5 CTV-d, et transportida tehnikuid igapäevaselt, arvestades vajadust, et katta kõik tuulikud. Laevameeskond 4-6 inimest kahes vahetuses, 14 päeva tööl/vaba, ühel laeval.

Saare-Liivi meretuulepargi hooldussadamaks on valitud Pärnu sadam. Hooldusstrateegiaks saab suure tõenäosusega SOV või kombinatsioon SOV-st ja CTV-st, kus osad operatsioonid tehakse SOV-laevalt ja osad CTV-laevalt.

2.6.4. Tegevuse lõpetamise etapp

Eeldatakse, et meretuulepark on umbes 30-40 aasta pärast jõudnud opereerimise lõpule. Elektrituulikud, vundamendid, alajaamad ja muud rajatise osad demonteeritakse ning transporditakse maismaale. Vundamentide asukohad taastatakse mõistlikus ulatuses.

Demonteerimine toimub põhimõtteliselt vastupidiselt ehitusaegse tegevusega, milleks kasutatakse sarnaseid laevu. Elektrituuliku labade, gondli ja torni demonteerimist teostatakse *jack-up* laevaga, mis eemaldab iga detaili, asetab need transpordialusele ja viib sobivasse sadamasse.

Maismaale viidud tuulikute komponendid taaskasutatakse ja utiliseeritakse vastavalt sel ajal kehtivatele nõuetele ning normidele. Oluline on märkida, et taaskasutusvõimalustele mõeldakse täna oluliselt rohkem kui näiteks mõni aastakümme tagasi. Laialdaselt diskuteeritav tuulikulabade keeruline taaskasutus tuleneb labadest, mis on toodetud umbes 20 aastat tagasi, kus ümbertöötlemisele ei pööratud olulist tähelepanu. Täna rakendavad kõik juhtivad tuulikute tootjad meetmeid, mis võimaldavad aastakümnete pärast lihtsamat labade ümbertöötlemist. Seda toetab WindEurope algatus, et alates 2025. aastast ei tohi tuuliku ladustada prügimäele.

Vundamentide eemaldamisel on lähenemine, et merest eemaldatakse see osa, mis on tehniliselt võimalik ja samas mõistlik. Üldjuhul kehtib põhimõte, et rajatised demonteeritakse, kui nende üksikute struktuuride eemaldamine ei too kaasa suuremat keskkonnanäringut kui nende alles jätmine. Näiteks on paarkümmend aastat tagasi rajatud gravitatsioonvundamente tehniliselt võimalik merepõhjast üles tõsta. Samas võib olla tekkinud vundamentidele väärtuslik mereökosüsteem, mida ei lubata kahjustada, sest need toimivad kunstlike riffidena.

Vaivundamentide puhul on ratsionaalne eemaldada veesambas olev osa, kuid pinnases olev osa jätta mere põhja (kuna selle välja tõmbamisega võib põhjustada olulisi keskkonnanäringuid ning inertne metallist objekt merepõhja pinnases ei tekita negatiivset keskkonnamõju). Vaivundamendi (ja ka sõrestikvundamendi) eemaldamiseks lõigatakse vaivundamendi sein (mõni meeter merepõhja pinnast madalamalt) läbi ja tõstetakse transpordialusele ning viiakse sadamasse. Metallist vaivundamenti saab hõlpsasti nii taaskasutada kui ka utiliseerida. Sarnaselt muudele tööstusettevõtetele on ka meretuulepargi demonteerimine meretuulepargi omaniku kohustus.

Merealuste kaablite puhul oleneb lammutusprojektist, kas kaablid jäetakse merepõhja või eemaldatakse. Teatud juhtudel võib kaablite merepõhja jätmine olla eelistatav, kui see toob kaasa väiksema keskkonnamõju. Üks peamisi argumente kaablite merepõhja jätmise kasuks on see, et kaabli eemaldamine võib häirida merepõhja ökosüsteemi, mis on aastate jooksul kaabli ümber stabiliseerunud. Teisalt on kaablites kasutatavad materjalid, nagu alumiinium, vask ja teras, väärtuslikud ning nende eemaldamine võimaldab taaskasutada olemasolevaid ressursse. Merealuseid kaableid on võimalik täies mahus merepõhjast eemaldada, viies läbi paigaldusmeetodile vastupidise protsessi. Kaablidisaini valikud võivad parandada hilisemat materjalide eraldamist ja taaskasutuse kvaliteeti. Traditsiooniliste materjalide nagu alumiiniumi, vase ja terase taaskasutus on juba praegu kõrge efektiivsusega ning laialt levinud, kuid võimalik on taaskasutuse kvaliteeti ja efektiivsust tõsta ka läbi kaabli südamikku ümbritseva metallist veetõkke eemaldamise.

2.7. Tuulepargi rajamisega kaasnev allveemüra

Käesoleva peatüki aluseks on uuringu aruanne „Saare-Liivi tuulepargi veealuse müra mõju hindamine”; koostanud Taltech, Konstruktsiooni- ja vedelikumehaanika UR, 2024 (edaspidi käesolevas töös: Veealuse müra uuring – Taltech, 2024). Töö eesmärgiks oli modelleerida veealuse müra levik kavandatava tuulepargi ümbritseval alal ning anda hinnang veealuse müra mõju kohta mereala elustikule. Tuulepargi mereala ehitustööde ja kasutuse faasis kiirgub vette akustiline energia, mis tõstab veealuse ümbrusmüra taset ning võib avaldada mõju elustikule (mereimetajatele ja kaladele).

Mõju hüljestele ja kaladele käsitletakse aruandes peatükkides 3.7 ja 3.8. Veealuse müra aruanne on leitav KMH aruande lisas 3.1.

Mudelis on loodusliku ümbrusmüra peamiseks allikaks merepinna lained. Mürakaardid näitavad veealuse helitaseme mediaanväärtusi tertsiirides 125 Hz ja 500 Hz. Modelleerimiseks on kasutatud tarkvara QUONOPS.

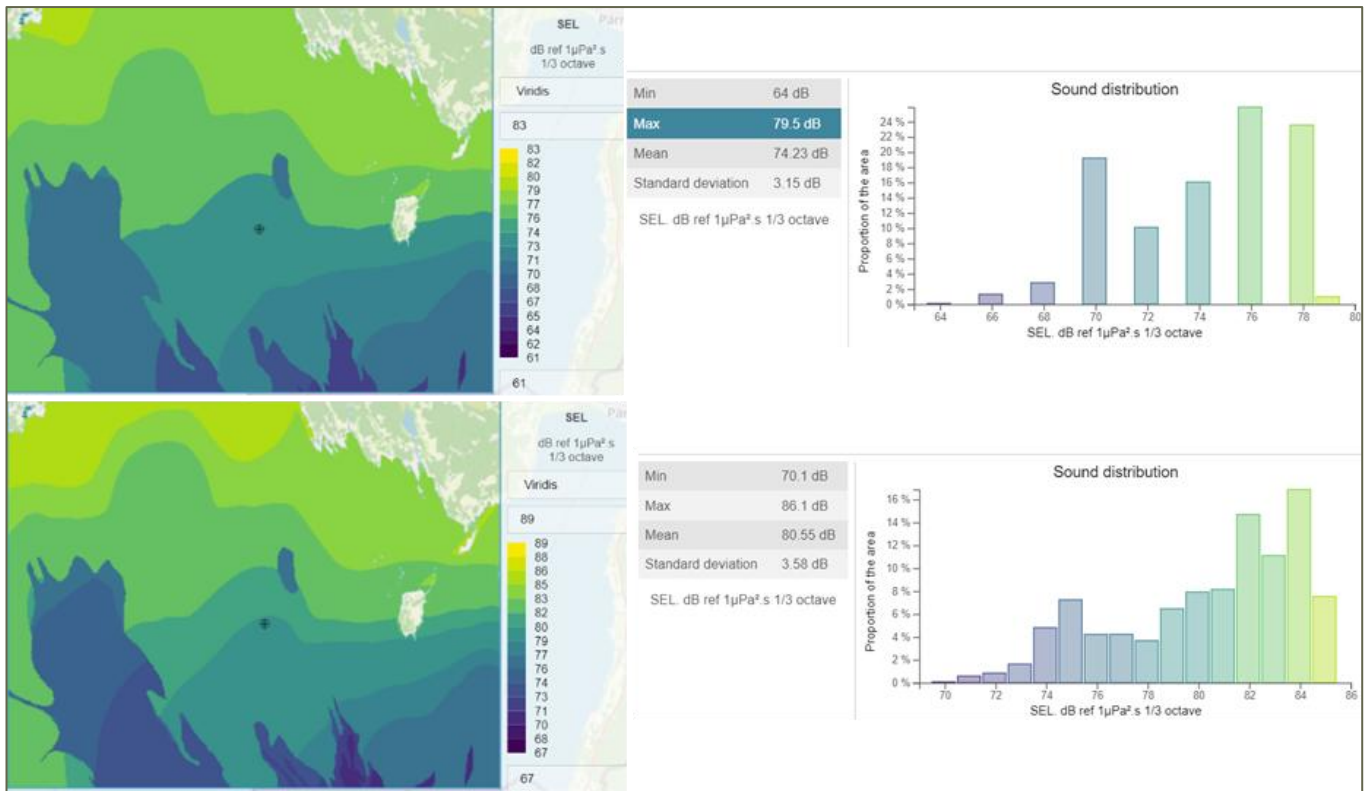
Veealuse müra modelleerimise aluseks on põhialternatiiv 3 ning eeldatakse, et alale rajatakse 80 tuulikut. Müra modelleerime teostati esmalt olemasolevale olukorrale. Lisaks mudeldati erinevate vundamenditüüpide (gravitatsiooniline vundament ja vaivundament) ja nende paigaldamismetooditega (kokku 4) kaasnevat veealust müra. Vaatluse all oli kaks erinevat elektrituulikut nimivõimsusega 15 MW ja 20 MW. Vaivundamendi korral kasutatakse vaia läbimõõduga vastavalt 12 ja 18 meetrit. Vaiade paigaldamisel tekkivate akustiliste allikate spektrid võetakse tarkvara Quonops andmebaasist. Kuna andmebaasis on suurim vaia läbimõõt 15 meetrit, siis 18 meetriliste vaia helispektrid on ekstrapoleeritud, kasutades muuseas aruande (Bellmann 2020²⁷) tulemusi. Modelleerimine hõlmas tuulepargi ala ja ümbritsevat Liivi lahte (joonis 2.7-17).

2.7.1. Olemasolev olukord

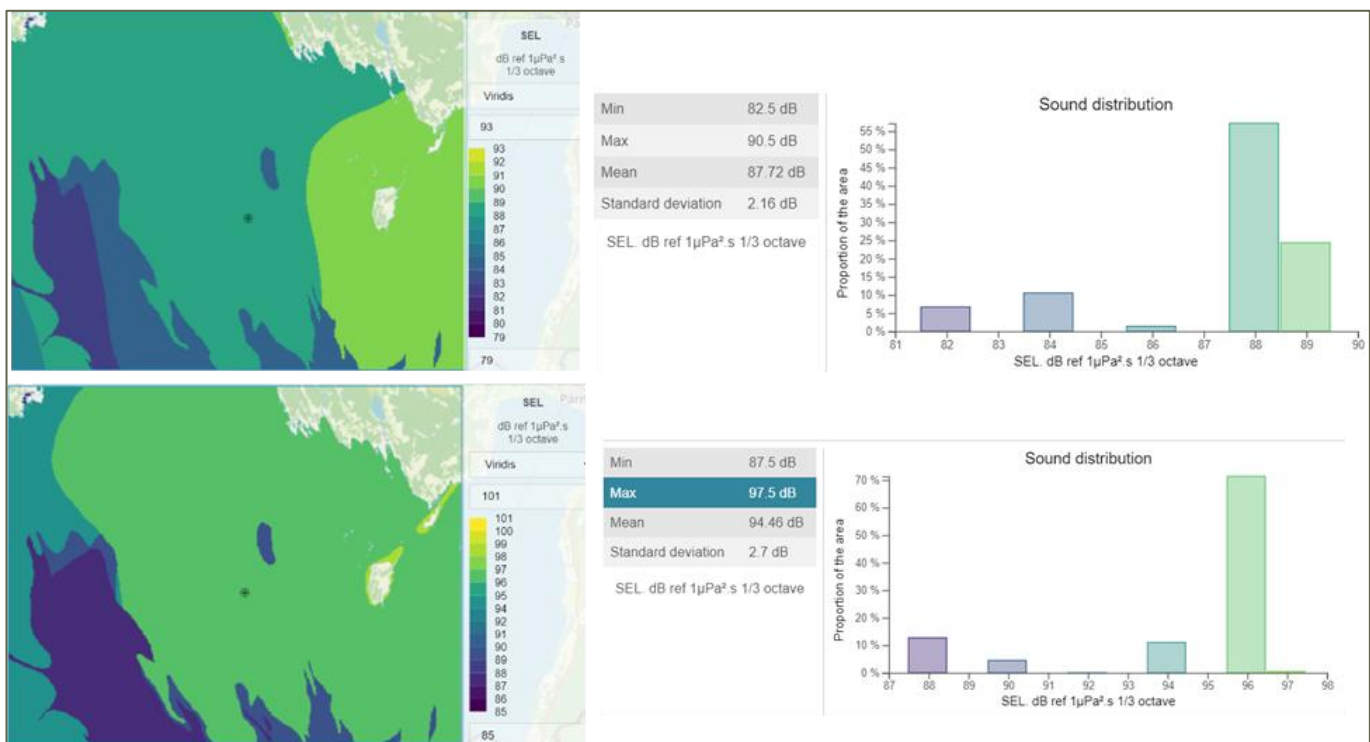
Enne tuulepargi ehitamisest tingitud müra hindamist on oluline selgitada esialgset olukorda enne ehituse algust. Valitud mereala hõlmab tuulepargi territooriumi ja sellega piirnevaid Liivi lahe osi.

Loodusliku veealuse heli tasemed on esitatud jaanuari ja juuli 2024 jaoks, mis lubab hinnata ümbrusmüra sesoonseid muutusi.

²⁷ Bellmann M. A., Brinkmann J., May A., Wendt T., Gerlach S. & Remmers P. (2020) Underwater noise during the impulse pile-driving procedure: Influencing factors on pile-driving noise and technical possibilities to comply with noise mitigation values. Supported by the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)), FKZ UM16 881500. Commissioned and managed by the Federal Maritime and Hydrographic Agency (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)), Order No. 10036866. Edited by the itap GmbH



Joonis 2.7-1. Modelleeritud loodusliku ümbrusheli mediaantasevad. Detsidekaad 125 Hz üleval ja 500 Hz all, juuli 2024 (Veealuse müra uuring – Taltech, 2024).



Joonis 2.7-2. Modelleeritud loodusliku ümbrusheli mediaantasevad. Detsidekaad 125 Hz üleval ja 500 Hz all, jaanuar 2024 (Veealuse müra uuring – Taltech, 2024).

Tabel 2.7-1. Ümbrusmüratase tuulepargi merealal (Veealuse müra uuring – Taltech, 2024)

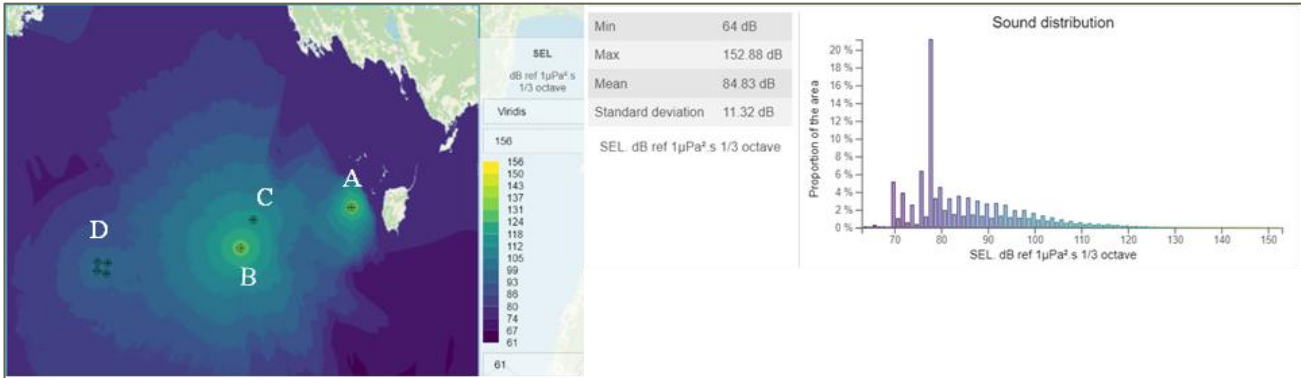
Aastaaeg	0 - alternatiivi helitase, dB re 1uPa					
	125 Hz			500 Hz		
	min	keskväärtus	max	min	keskväärtus	max
juuni	64	74	80	70	81	86
jaanuar	83	88	91	88	94	98

2.7.2. Ehitusperioodi müra

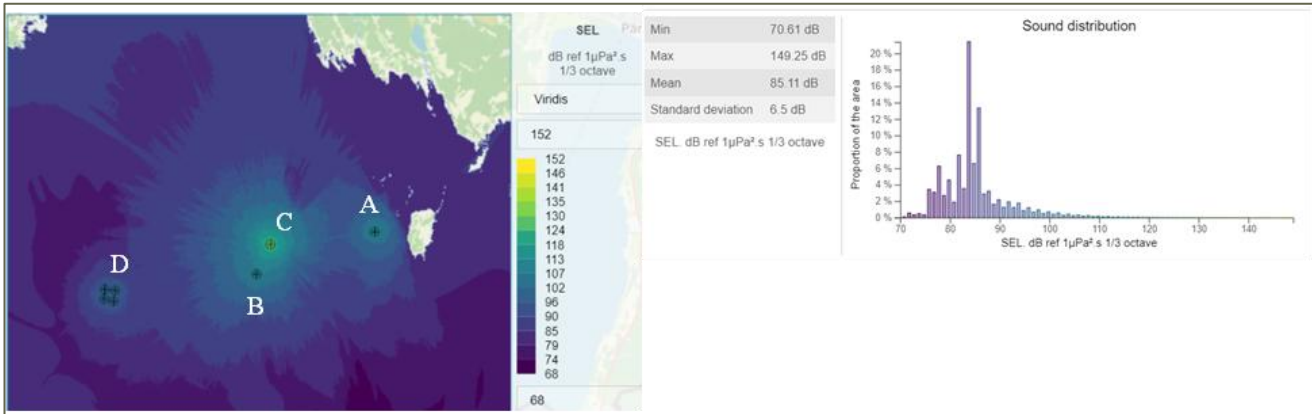
Modelleerimisel käsitleti nelja tuuliku paigaldamise tehnilist stsenaariumi ehitusperioodil.

GRAVITATSIOONVUNDAMENT

Merepargi ehitusperioodi veealuse helitaseme hindamiseks on rakendatud mudelis halvim stsenaarium, kus merealal on korraga 7 laeva. Mereala eri osades korraga toimub süvendamine (A), kivide paigaldamine (B), kaablite paigaldamine (C) ning vundamendi vedu nelja puksiiri abil (D). Tööde teostamise periood on juuli ning mürakaardil esitatakse helitasemete mediaanväärtusi.



Joonis 2.7-3. Ehitusperioodi “halvimale” stsenaariumile vastavad modelleeritud helitasemed tertsribas 125 Hz. Histogrammidel on helitasemete jaotus. Mereala helitase võrreldes olemasoleva olukorraga on tõusnud keskmiselt 11 dB võrra (Veealuse müra uuring – Taltech, 2024).



Joonis 2.7-4. Ehitusperioodi “halvimale” stsenaariumile vastavad modelleeritud helitasemed tertsribas 500 Hz. Histogrammil on mereala helitasemete jaotus. Mereala helitase võrreldes olemasoleva olukorraga on tõusnud keskmiselt 4 dB võrra (Veealuse müra uuring – Taltech, 2024).

Võrreldes saadud tulemusi olemasoleva olukorraga võib järeldada, et mediaanhelitase ehitustööde ajal võib tertsribas 125 Hz tõusta $85 - 74 = 11$ dB võrra ning tertsribas 500 Hz tõusta $85 - 81 = 4$ dB võrra.

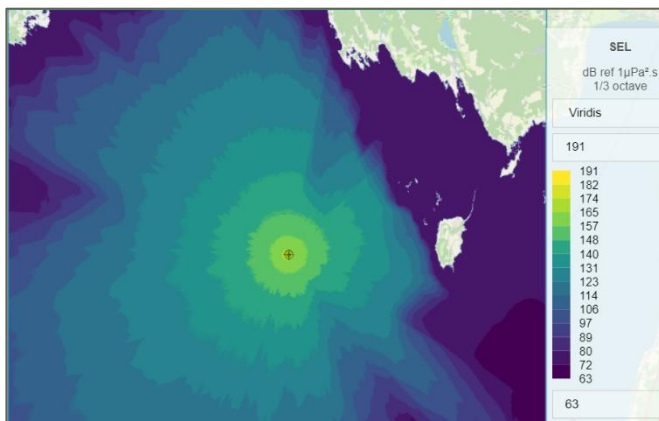
VAIADE VIBRORAMMINE

Vibrorammimine (*vibrodriving*) on uudsem tehnoloogia, mis lubab vaiade paigaldamist kiiremini ning tekitades üldjuhul vähem müra, võrreldes traditsioonilise vaiade rammimisega²⁸. Vaiad paigaldatakse suure laeva-platvormi abil.

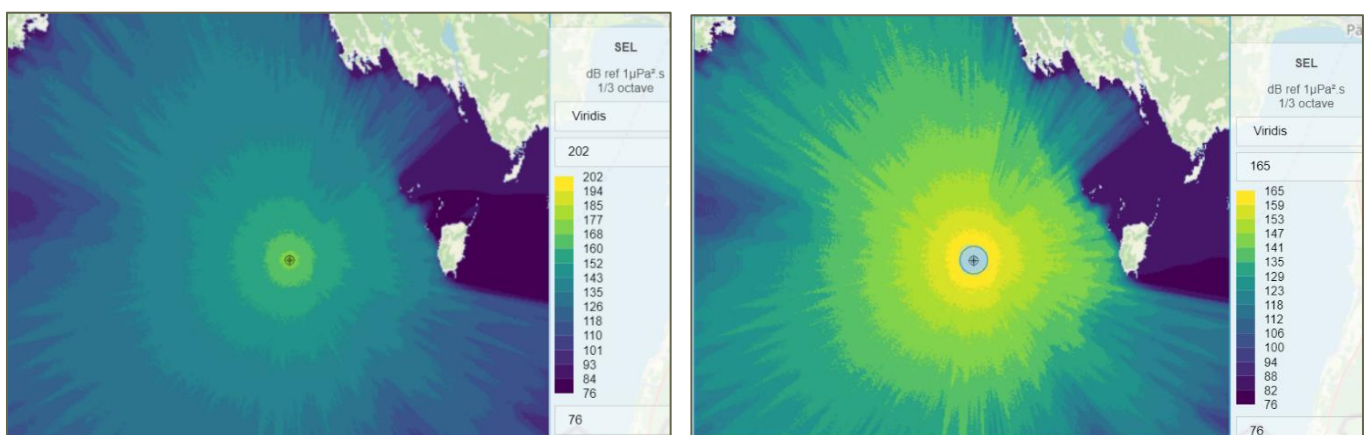
Vibrorammimist loetakse tinglikult impulssmüra allikaks, kuna ta mõjub suhteliselt lühikese aja jooksul (3-4 tundi ühe vaia paigaldamiseks). Kuna tegemist on küllalt tugeva müra allikaga, siis teiste abilaevade müraga selles stsenaariumis võib mitte arvestada.

Vaiade vibrorammimise modelleerimine on läbi viidud kahe tehnilise lahenduse osas, kus Kihnu saare läheduses paigaldatakse vaiad läbimõõtudega 12 m või 18 m.

1) 12 m läbimõõduga vaiade vibrorammimine



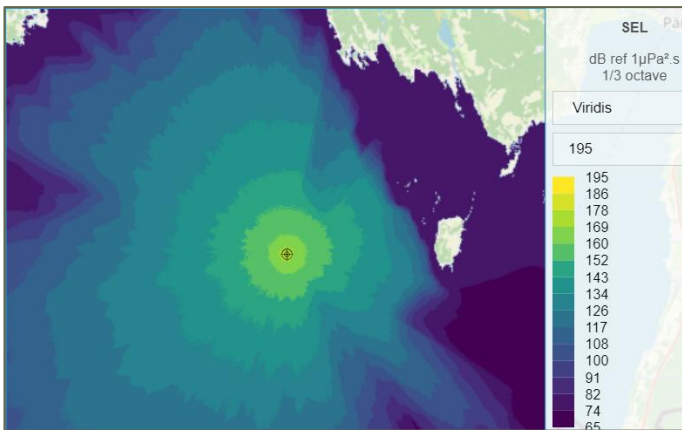
Joonis 2.7-5. Modelleeritud helitasemed vaiade vibrorammimise korral 125 Hz detsidekaadi sagedusribas, L05 ületamistase (5% kõige valjemate helide puhul). Ajutine kuuldeläve tõus räämel võib esineda 40 meetrilises tsoonis (Veealuse müra uuring – Taltech, 2024).



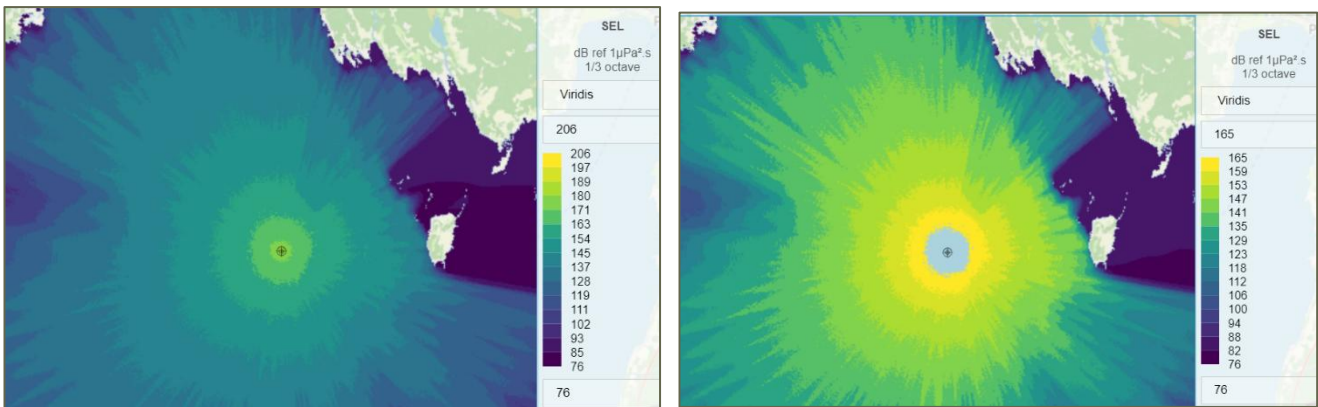
Joonis 2.7-6. Modelleeritud helitasemed vaiade vibrorammimise korral 500 Hz detsidekaadi sagedusribas, L05 ületamistase (5% kõige valjemate helide puhul). Paremal - helesinine ring tähistab 1900 m raadiusega tsooni, kus võib esineda hüljeste ajutine kuuldeläve tõus. Alaline kuuldeläve tõus võib tekkida 150 m tsoonis (Veealuse müra uuring – Taltech, 2024).

²⁸ <https://capeholland.com/applications/xxl-monopile-installation/>

2) 18 m läbimõõduga vaiade vibrorammimine



Joonis 2.7-7. Modelleeritud helitasemed vaiade vibrorammimise korral 125 Hz detsidekaadi sagedusribas, L05 ületamistase (5% kõige valjemate helide puhul). Ajutine kuuldeläve tõus räämel võib esineda 100 meetrilises tsoonis (Veealuse müra uuring – Taltech, 2024).



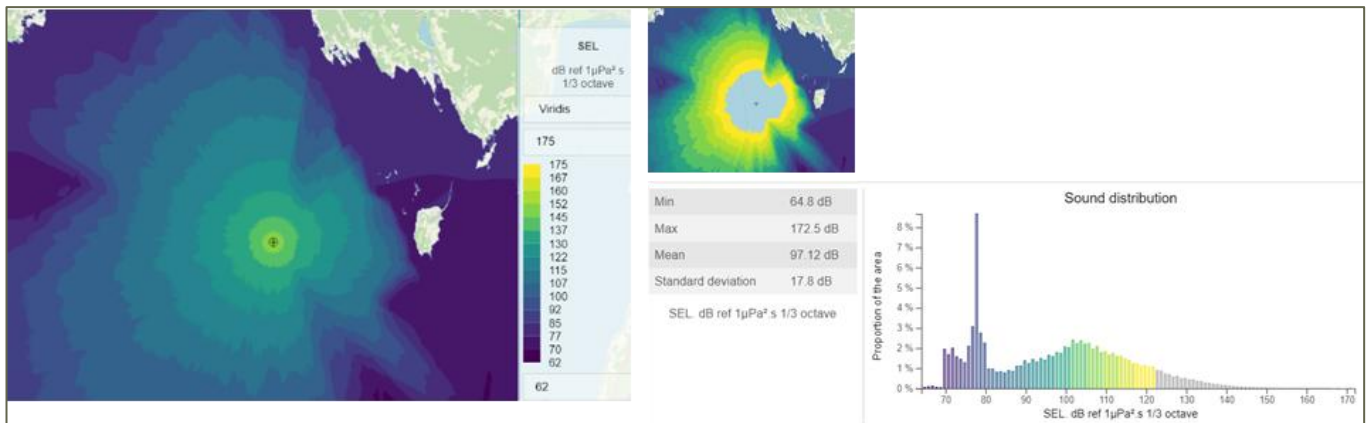
Joonis 2.7-8. Modelleeritud helitasemed vaiade vibrorammimise korral 500 Hz detsidekaadi sagedusribas, L05 ületamistase (5% kõige valjemate helide puhul). Paremalt - helesinine ring tähistab 3400 m raadiusega tsooni, kus võib esineda hüljeste ajutine kuuldeläve tõus. Alaline kuuldeläve tõus võib tekkida 320 m tsoonis (Veealuse müra uuring – Taltech, 2024).

VAIADE PUURIMINE

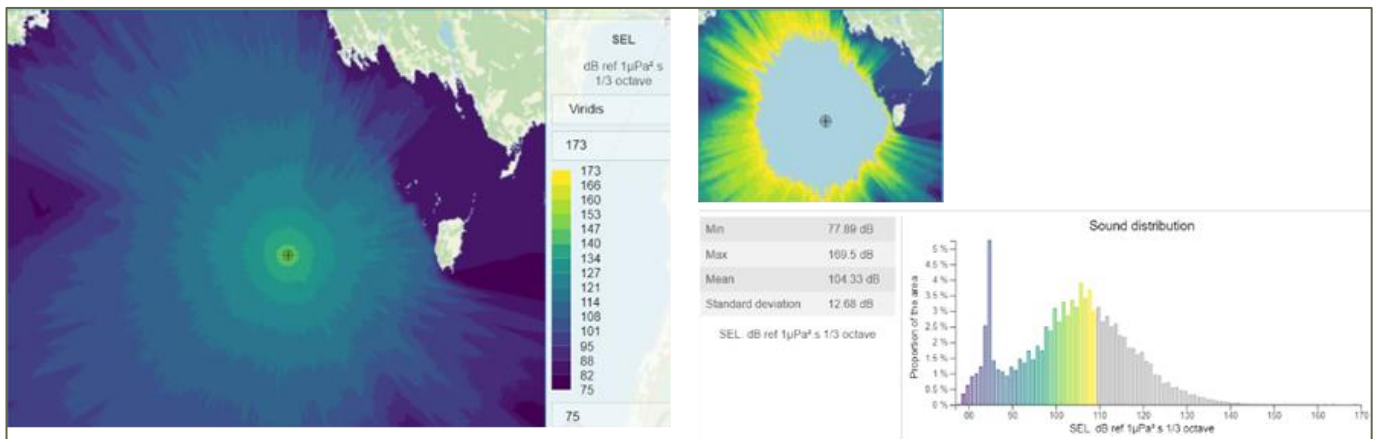
Ka vaiade puurimine on suhteliselt uudne tehnoloogia, mis oluliselt vähendab veealuse müra kiirgumist, võrreldes tavalise vaiade rammimisega.

Puurimist loetakse tinglikult impulssmüra allikaks, kuna ta mõjub suhteliselt lühikese aja jooksul (3-4 tundi ühe vaia paigaldamiseks). Kuna tegemist on küllalt tugeva müra allikaga, siis teiste abilaevade müraga selles stsenaariumis võib mitte arvestada.

1) 12 m läbimõõduga vaiade puurimine

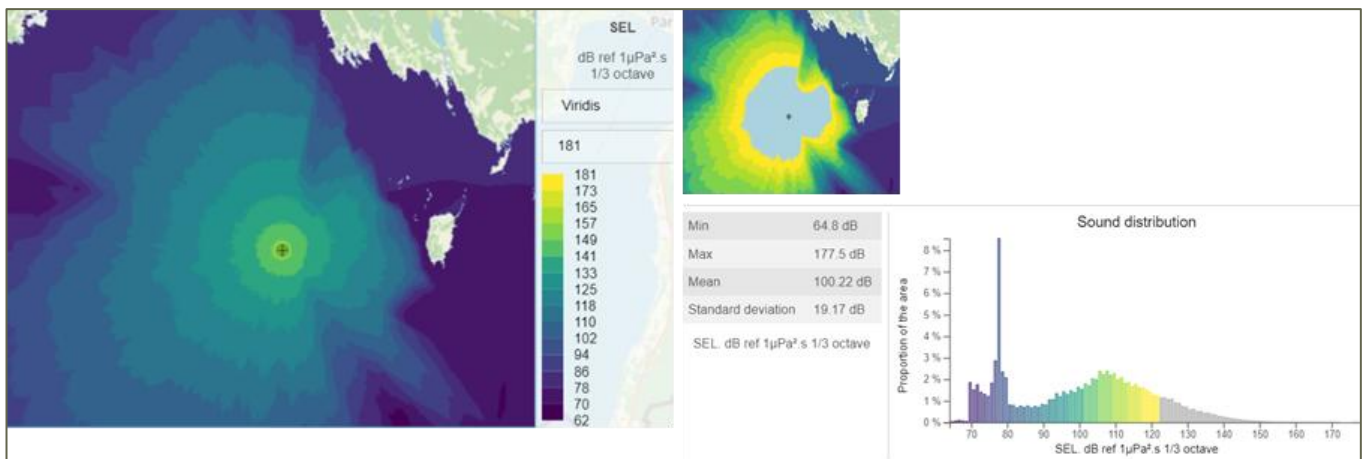


Joonis 2.7-9. Vaia puurimise modelleeritud helitasemed tertsribas 125 Hz. Histogrammil on hinnatava mereala helitase jaotus. Ülemisel joonisel on helesinise värviga näidatud ala, kus mediaanhelitase on kõrgem, kui 122 dB (kalade reageerimistase). Ajutine kuuldeläve tõus räumel ei esine (Veealuse müra uuring – Taltech, 2024).

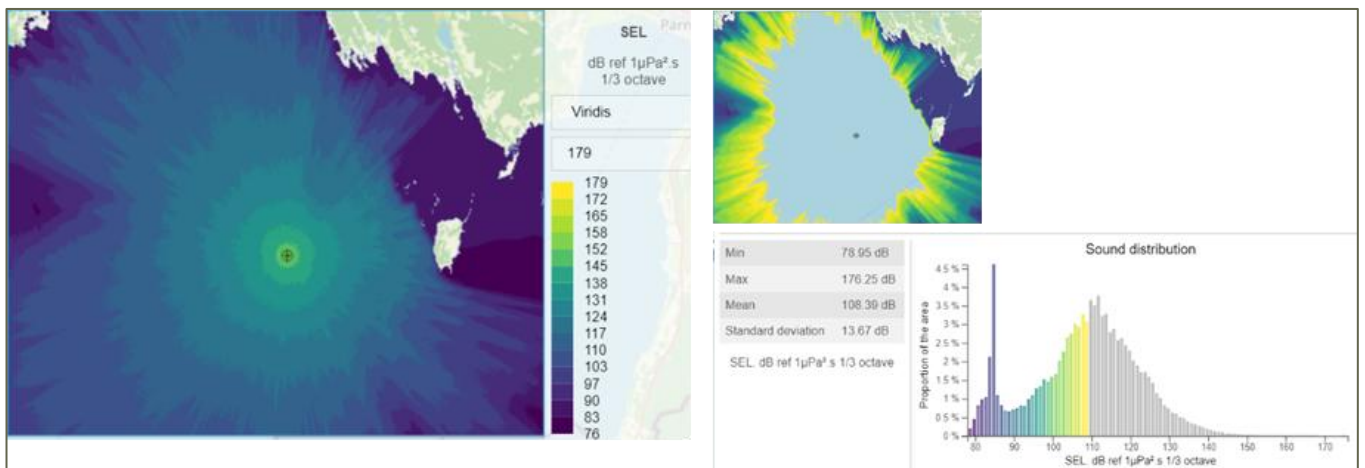


Joonis 2.7-10. Vaia puurimise modelleeritud helitasemed tertsribas 500 Hz. Histogrammil on hinnatava mereala helitase jaotus. Ülemisel joonisel on helesinise värviga näidatud ala, kus mediaanhelitase on kõrgem, kui 110 dB (hüljeste reageerimistase). Ajutine kuuldeläve tõus hüljestel võib esineda 40 meetrilises tsoonis (Veealuse müra uuring – Taltech, 2024).

2) 18 m läbimõõduga vaiade puurimine



Joonis 2.7-11. Vaia puurimise modelleeritud helitasemed tertsribas 125 Hz. Histogrammil on hinnatava mereala helitasemete jaotus. Ülemisel joonisel on helesinise värviga näidatud ala, kus mediaanhelitase on kõrgem kui 122 dB (kalade reageerimistase). Ajutist kuuldeläve tõusu rähmel ei esine (Veealuse müra uuring – Taltech, 2024).



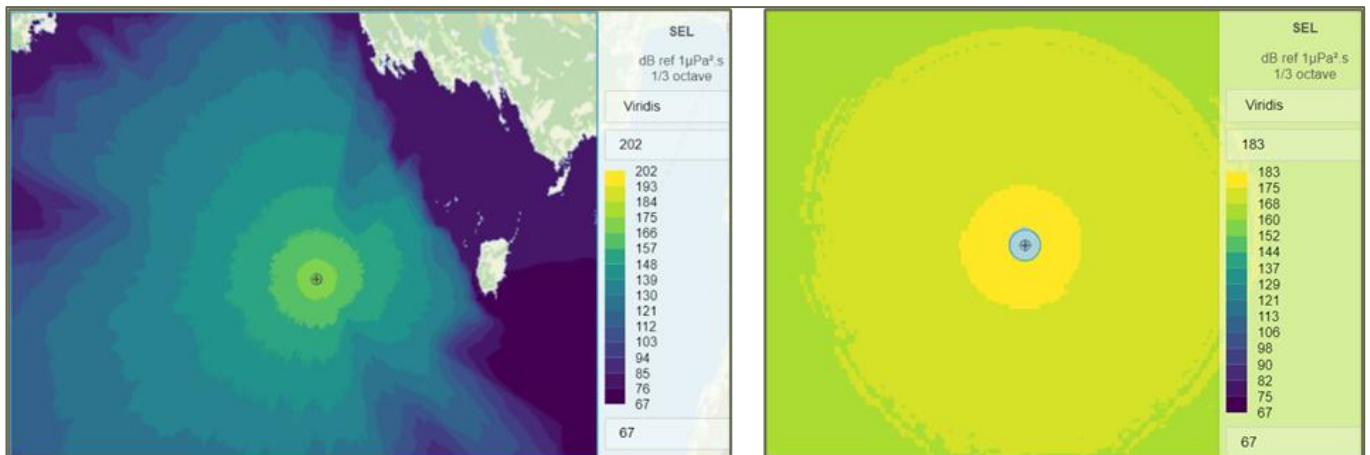
Joonis 2.7-12. Vaia puurimise modelleeritud helitasemed tertsribas 500 Hz. Histogrammil on hinnatava mereala helitasemete jaotus. Ülemisel joonisel on helesinise värviga näidatud ala, kus mediaanhelitase on kõrgem kui 110 dB (hüljeste reageerimistase). Ajutine kuuldeläve tõus hüljestel võib esineda 50 meetrilises tsoonis (Veealuse müra uuring – Taltech, 2024).

VAIADE RAMMIMINE

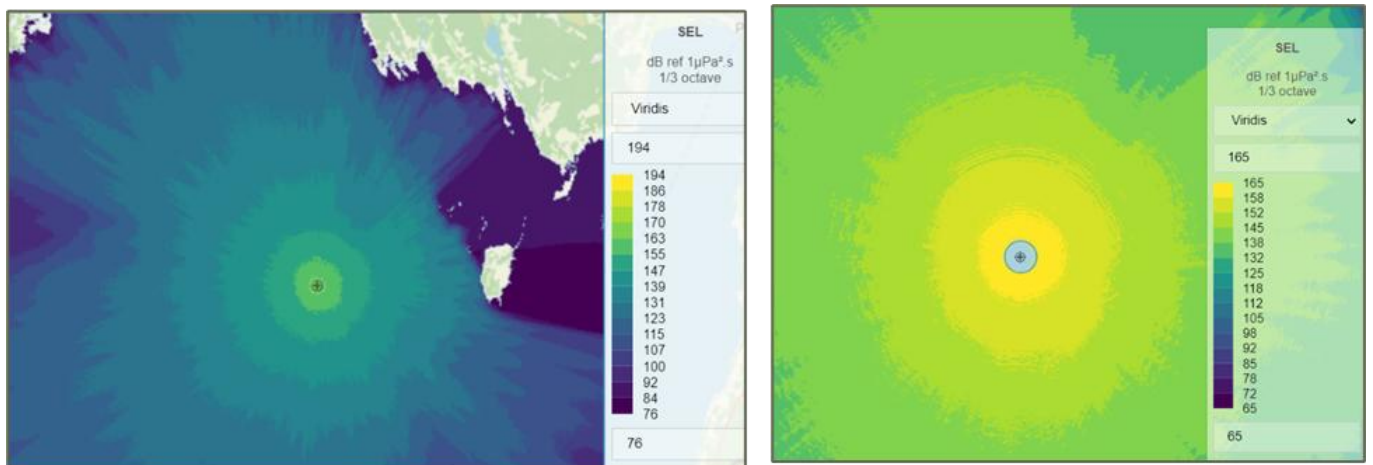
Tuulepargi rajamise ajal on suurimateks impulssmüra allikateks vaiade rammimine. Tehniliselt lihtsaimaks löökrammimise müra mõju leevendavaks meetmeks võib pidada pehmet rammimise alustamist. Täiendava heli summutamise võib saavutada kasutades õhupallide kardinat (*Hydro Sound Dampers and encapsulated bubbles*). Tugevaim aga ka kallim leevendusmeede on õhumullpilvede (mullikardina) genereerimine (BBC - *Big Bubble Curtain*). Rammimise käigus tekkiv müra sõltub rammimistehnoloogiast, vasara energiast ja vaiade läbimõõdust (Bellmann et al., 2020²⁹). Kuna tegemist on tugeva müra allikaga, siis teiste abilaevade müraga selles stsenaariumis võib mitte arvestada.

²⁹ Bellmann M. A., Brinkmann J., May A., Wendt T., Gerlach S. & Remmers P. (2020) Underwater noise during the impulse pile-driving procedure: Influencing factors on pile-driving noise and technical possibilities to comply with noise mitigation values. Supported by the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und

1) 12 m läbimõõduga vaiade rammimine

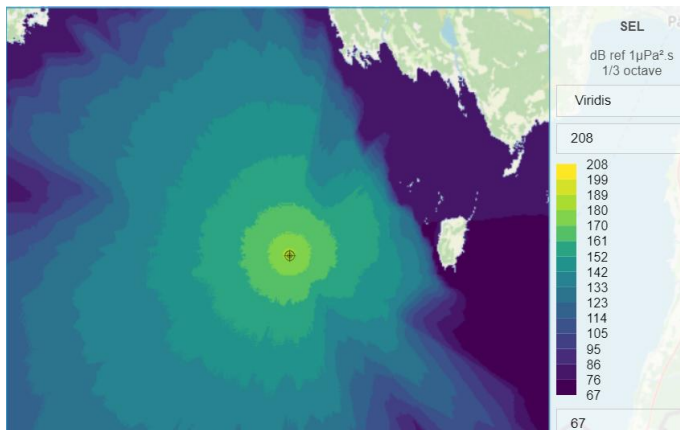


Joonis 2.7-13. Modelleeritud helitasemed vaiade rammimise korral 125 Hz detsidekaadi sagedusribas. Vasakul on helikaart L05 ületamistase (5% kõige valjemate helide puhul). Paremal - helesinine ring tähistab 140 m raadiusega tsooni, kus võib esineda räime ajutine kuuldeläve tõus (Veealuse müra uuring – Taltech, 2024).

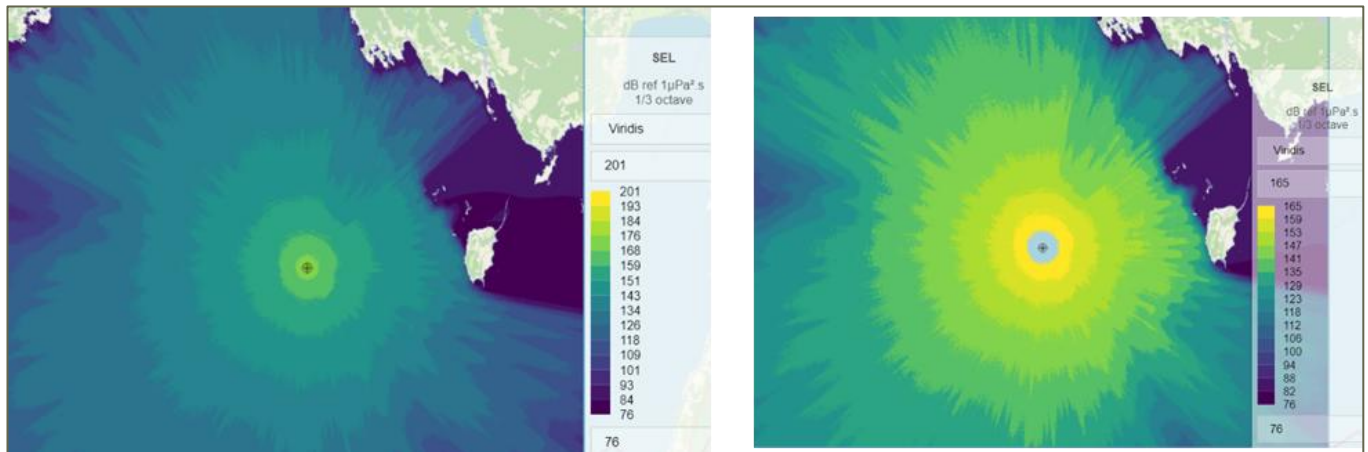


Joonis 2.7-14. Modelleeritud helitasemed vaiade rammimise korral 500 Hz detsidekaadi sagedusribas. Vasakul on helikaart L05 ületamistase (5% kõige valjemate helide puhul). Paremal - helesinine ring tähistab 700 m raadiusega tsooni, kus võib esineda hüljeste ajutine kuuldeläve tõus. Alaline kuuldeläve tõus võib tekkida 50 m tsoonis (Veealuse müra uuring – Taltech, 2024).

2) 18 m läbimõõduga vaiade rammimine



Joonis 2.7-15. Modelleeritud helitasemed vaiade vibrorammimise korral 125 Hz detsidekaadi sagedusribas, L05 ületamistase (5% kõige valjemate helide puhul). Ajutine kuuldeläve tõus räimel võib esineda 500 meetrilises tsoonis (Veealuse müra uuring – Taltech, 2024).



Joonis 2.7-16. Modelleeritud helitasemed vaiade vibrorammimise korral 500 Hz detsidekaadi sagedusribas, L05 ületamistase (5% kõige valjemate helide puhul). Paremal - helesinine ring tähistab 2000 m raadiusega tsooni, kus võib esineda hüljeste ajutine kuuldeläve tõus. Alaline kuuldeläve tõus võib tekkida 200 m tsoonis (Veealuse müra uuring – Taltech, 2024).

Kokkuvõttes oleks kõige väiksema keskkonnamõjuga vundamendi ehituse stsenaarium kiiritava heli poolest gravitatsioonvundamendi kasutamine, millele järgneb puurimine. Löök- ja vibrorammimisega kaasneda võiv kõrge müratase rammitava vaia läheduses võib põhjustada püsivat ja ajutist kuuldeläve tõusu ohutsoonis juhuslikult viibivatel hüljestel (ja räimel) ning tuleb rakendada leevendusmeetmeid.

2.7.3. Kasutusperioodi müra

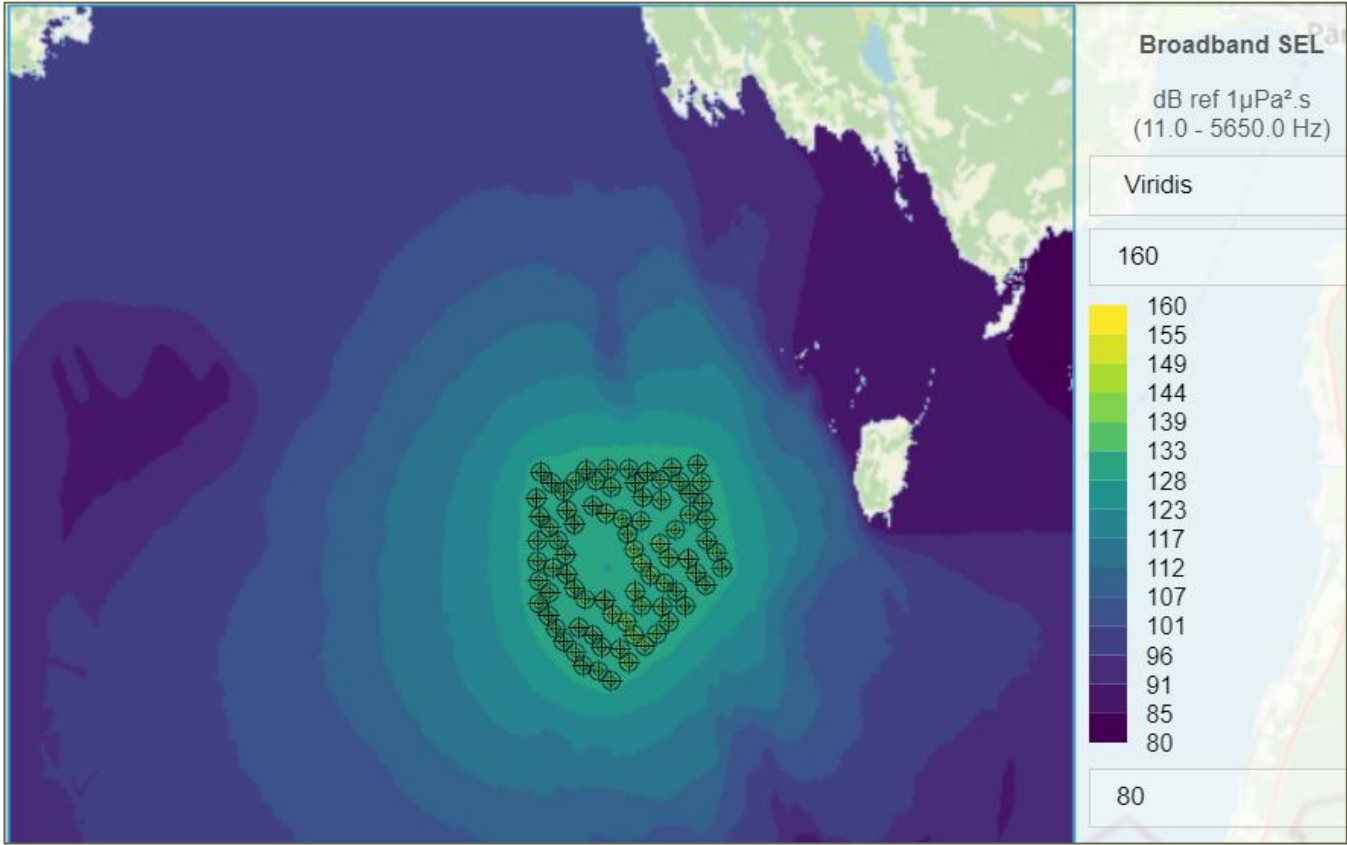
Kasutusperioodil on peamisteks heliallikateks tuulegeneraatorid. Modelleerimisel analüüsitakse põhialternatiiv 3 ruumilist ulatust, millega kavandatakse alale 80 elektrituulikut (vt joonis 2.7-17).

Kuna projekteeritavate tuulegeneraatorite mõõtmistulemused puuduvad, siis allikate helitasemete hindamiseks kasutati teadusartiklis (Tougaard 2020³⁰) pakutud empiirilist valemit. Tuulegeneraatorite teenindava laevana modelleeriti laeva Windea la Cour³¹, pikkusega 88 meetrit ja süvisega 5,9 m.

Tabel 2.7-2. Kasutusperioodi heliallikate kirjeldus (Veealuse müra uuring – Taltech, 2024)

Heliallikate akustilised karakteristikud			
Tuuliku võimsus, MW	Sagedusriba, Hz	Tuulekiirus, m/s	Allikatase, dB re 1mPa @ 1m
15 MW	16-4000	10	169
20 MW	16-4000	10	172
Teeninduslaev	16-4000	-	170

Tabelist 2.7-2 nähtub, et toodud teeninduslaeva allikatase on ligikaudu võrdne tuulegeneraatori omaga. Seega modelleerimises me teeninduslaevade müraga ei arvesta, kuna ta oluliselt ei mõjuta helipilti.

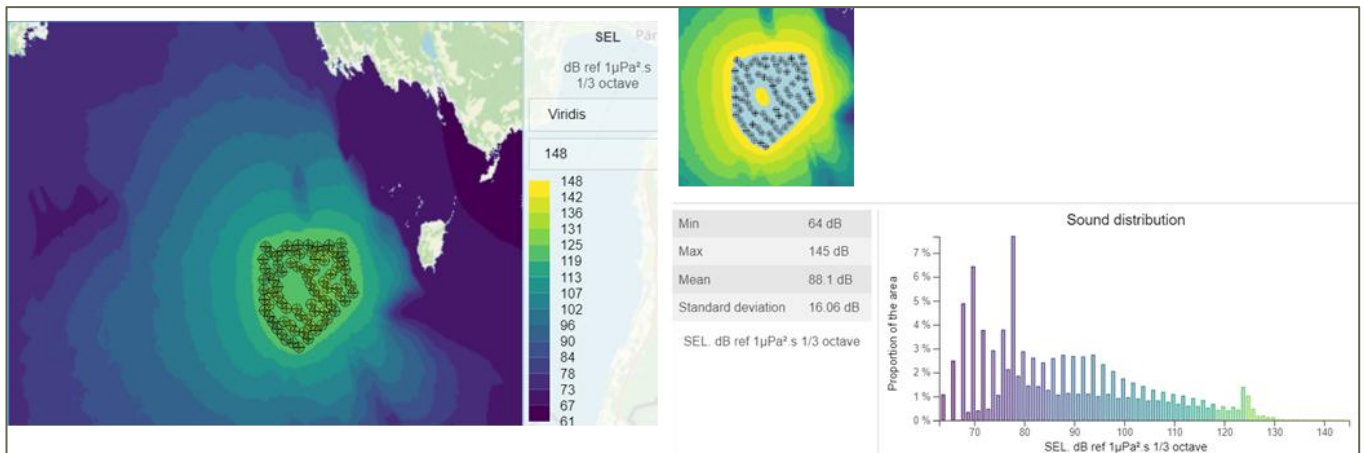


Joonis 2.7-17. Hinnatav mereala koos 80 tuuliku põhimõttelise paigutusega (Veealuse müra uuring – Taltech, 2024)

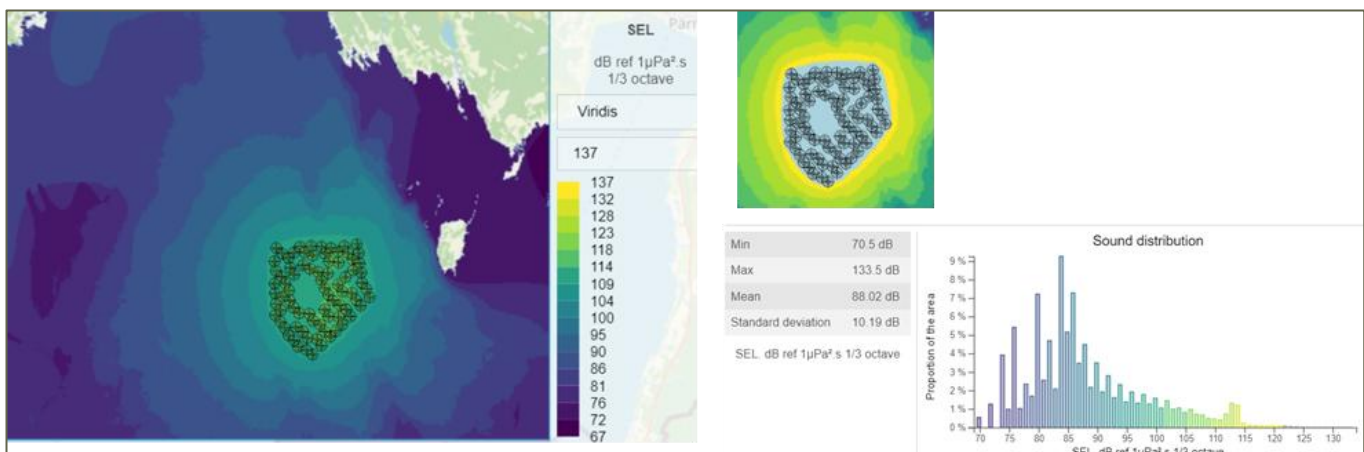
30 Tougaard, Jakob. 2020. "How Loud Is the Underwater Noise from Operating Offshore Wind Turbines?" J. Acoust. Soc. Am., 9.

31 <https://www.vesselfinder.com/vessels/WINDEA-LA-COUR-IMO-9769025-MMSI-218824000>

1) Tehniline alternatiiv 1- tuulepark 80 elektrituulikuga, igäüks nimivõimsusega 15 MW

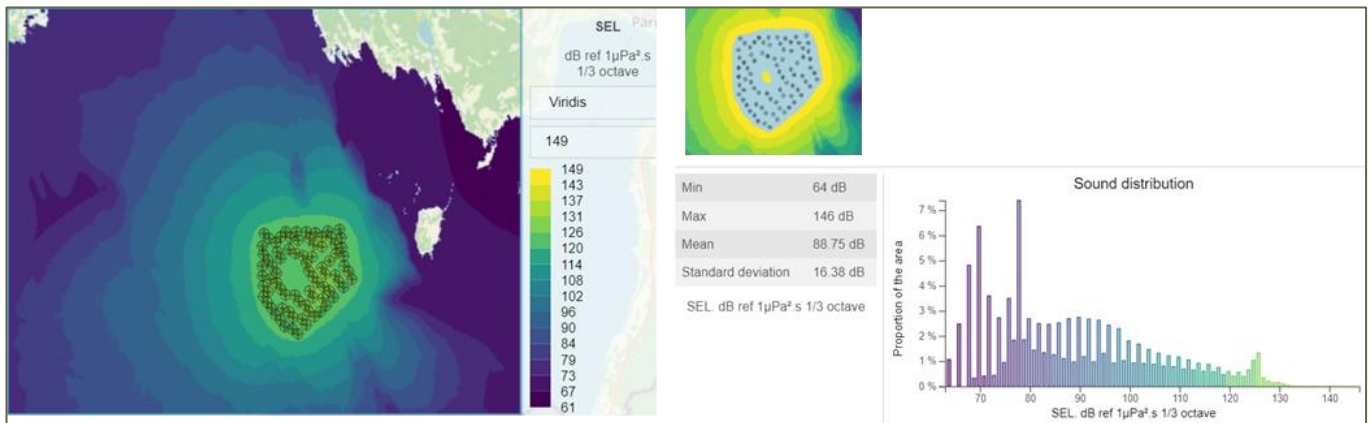


Joonis 2.7-18. Kasutusperioodi modelleeritud helitasemed alternatiivi 1 korral tertsribas 125 Hz. Joonisel on halli värviga näidatud ala, kus mediaanhelitase on kõrgem kui 122 dB (kalade reageerimistase). Histogrammidel on mereala helitasemete jaotus. Mereala helitase võrreldes olemasoleva olukorraga on tõusnud keskmiselt 14 dB võrra (Veealuse müra uuring – Taltech, 2024).

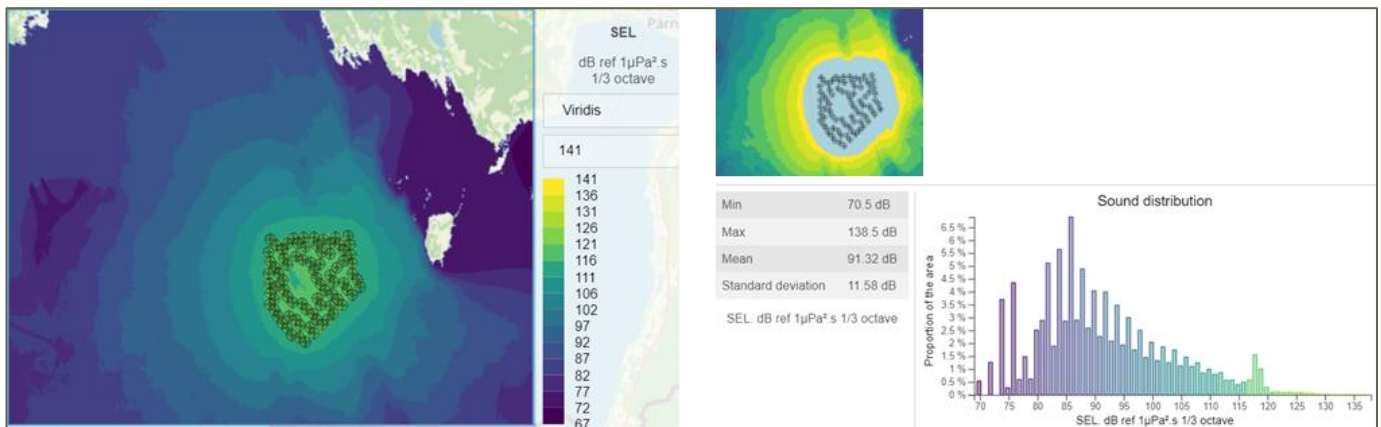


Joonis 2.7-19. Kasutusperioodi modelleeritud helitasemed alternatiivi 1 korral tertsribas 500 Hz. Joonisel on halli värviga näidatud ala, kus mediaanhelitase on kõrgem kui 110 dB (hüljeste reageerimistase). Histogrammil on mereala helitasemete jaotus. Mereala helitase võrreldes olemasoleva olukorraga on tõusnud keskmiselt 7 dB võrra (Veealuse müra uuring – Taltech, 2024).

2) Tehniline alternatiiv 2- tuulepark 80 elektrituulikuga, igaüks nimivõimsusega 20 MW



Joonis 2.7-20. Kasutusperioodi modelleeritud helitasemed alternatiivi 2 korral tertsribas 125 Hz. Joonisel on halli värviga näidatud ala, kus mediaanhelitase on kõrgem kui 122 dB (kalade reageerimistase). Histogrammil on mereala helitasemete jaotus. Mereala helitase võrreldes olemasoleva olukorraga on tõusnud keskmiselt 15 dB võrra (Veealuse müra uuring – Taltech, 2024).



Joonis 2.7-21. Kasutusperioodi modelleeritud helitasemed alternatiivi 2 korral tertsribas 500 Hz. Joonisel on halli värviga näidatud ala, kus mediaanhelitase on kõrgem kui 110 dB (hüljeste reageerimistase). Histogrammil on EP1 mereala helitasemete jaotus. Mereala helitase võrreldes olemasoleva olukorraga on tõusnud keskmiselt 10 dB võrra (Veealuse müra uuring – Taltech, 2024).

Erinevate tuulepargi alternatiivide kasutusperioodi tekitatava müra modelleerimistulemused näitasid, et tehnilised alternatiivid 1 ja 2 on sarnase mõjuga.

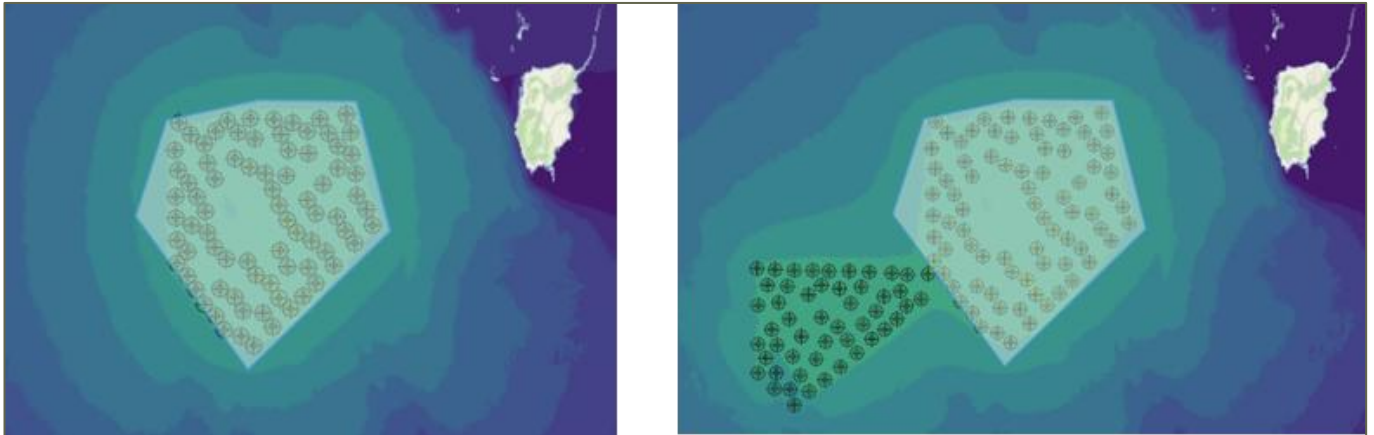
2.7.4. Kumulatiivne mõju

Saare-Liivi meretuulepargi KMH aruande koostamise ajahetkeks on jõudnud samasse hindamise etappi kagusuunale kavandatav Liivi lahe meretuulepark (vt joonis 2.2-3). Lisaks on Saare-Liivi tuulepargi esialgse ala hindamise jätkuks võimalik tulevikus Saare-Liivi täiendava ala lisandumine. Seega tuleks vaadata võimalikku veealuse müra kumuleerumist.

Praeguste teadmiste alusel ei ole eeldada, et mitut lähestikku paiknevat tuulepargi ala ehitust kavandatakse ühele ajale ja sellest tulenevalt tekiks mingigi võimalus ehitusaegse müra kumuleerumiseks. Gravitatsioonvundamendi rajamisel nii üksiku kui ka mitme vundamendi samaaegsel paigaldamisel kiiratah helitase on suhteliselt madal (võrreldav keskmise suurusega laeva müraga) ja kaasnevad mõjud ei

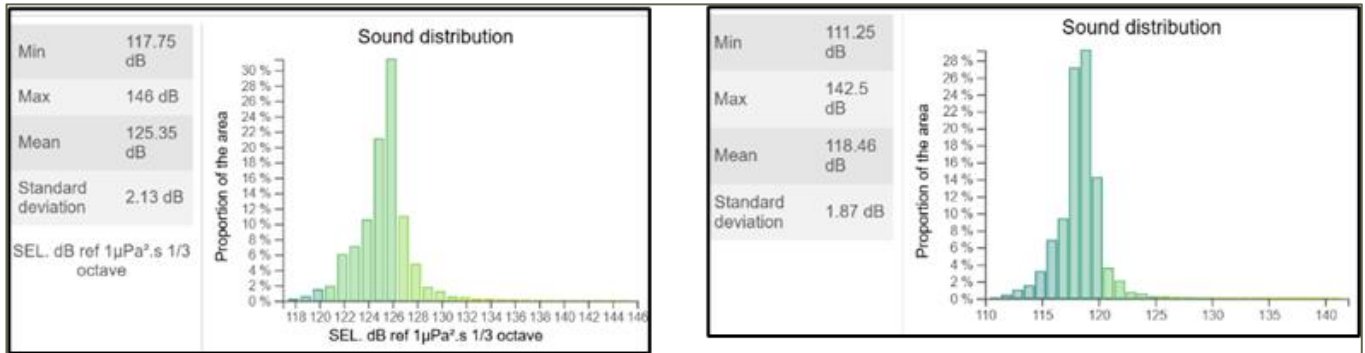
kumuleeru. Vaiade löök- ja vibrorammimist kasutav arendaja peab tagama, et rakendatakse kõiki vajalikke leevendusmeetmeid, et vältida lubamatult kõrge mürataseme tekkimist ning selle levikut teiste tuuleparkide aladele. Leevendusmeetmete rakendamisega on võimalik tagada, et kumulatiivset mõju ei esine. Sama kehtib ka vaiade puurimise kohta.

Tuuleparkide tööperioodi jooksul tekitab iga tuulepark müra oma ala piirides ja naabertuulepargid praktiliselt ei suurenda ümbritsevat mürataset. Vastav näide on läbi mudeldatud³², kas ja kui palju muutub modelleeritud mediaanhelirõhutase võimaliku Saare-Liivi tuulepargi esialgsel alal enne ja peale täiendava ala välja ehitamist. Oletatakse, et kõik meretuulikud on võimsusega 20 MW (konservatiivne lähenemine).

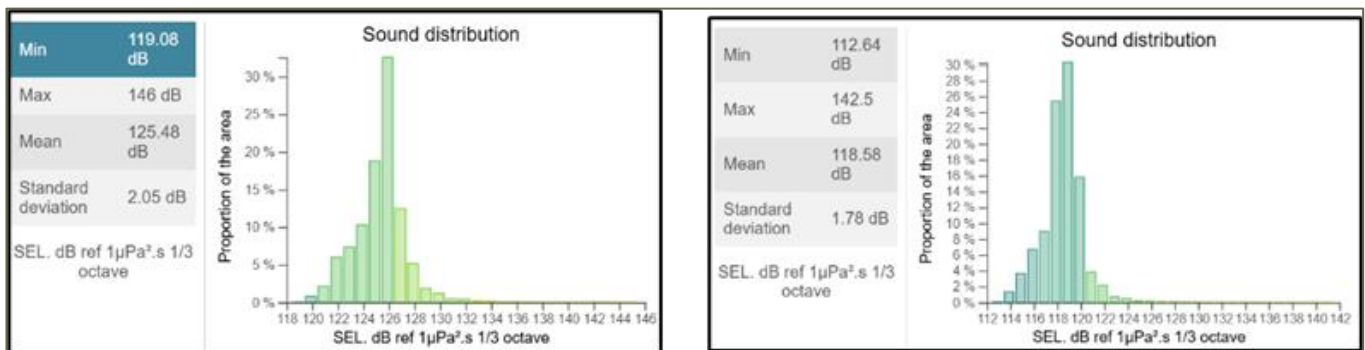


Joonis 2.7-22. Tehnilise alternatiivi 2 (20 MW) kasutusperioodi Saare-Liivi tuulepargi esialgne ala, kus kumulatiivset mõju hinnatakse. Vasakul – stsenaarium 1, kus arendatakse ainult esialgset ala, paremal – stsenaarium 2, kus arendatakse mõlemat tuulepargi ala.

³² Saare-Liivi tuulepargi täiendava ala veealuse müra mõju hindamine, sh kumulatiivsete mõjude hindamine; koostanud Taltech Konstruktsiooni- ja vedelikumehaanika UR, 2025



Joonis 2.7-23. Tehniline alternatiiv 1 modelleeritud helitasemed. Vasakul - 125 Hz ddec, paremal - 500 Hz ddec



Joonis 2.7-24. Tehniline alternatiiv 2 modelleeritud helitasemed. Vasakul - 125 Hz ddec, paremal - 500 Hz ddec.

Nagu on näha joonistel 2.7-23 ja 2.7-24 esitatud histogrammidest, on teise tehnilise alternatiivi korral keskmine müratase praktiliselt sama kui esimese tehnilise alternatiivi 1 korral (0,1 dB tõus). Seega modelleerimistulemused näitavad, et tuulepargi eri osade vahel puudub kumulatiivne mõju ja sellest võib järeldada, et ei teki ka kumulatiivset mõju kavandatava Liivi lahe meretuulepargiga.

3. Mõju looduskeskkonnale

3.1. Hüdrometeoroloogia ja hüdrodünaamika

Käesoleva peatüki aluseks on TalTech uuringu „Vee kvaliteedi; veesamba füüsikaliste (sh hüdrodünaamika) ja biogeokeemiliste parameetrite ning reostuslevi uuring Saare-Liivi meretuulepargi KMH raames“ lõpparuanne (edaspidi: Vee kvaliteedi uuring- Taltech, 2024; lisa 3.2) ja „Hüdrodünaamika; veesamba füüsikaliste ja biogeokeemiliste parameetrite kumulatiivsete mõjude uuring Saare-Liivi meretuulepargi KMH raames“ (lisa 3.3).

Jäädolude kirjeldamiseks on täiendavalt kasutatud TalTech uuringut „Saare-Liivi tuulepargi ja jäävälja vastasmõju analüüs“³³.

3.1.1. Alternatiivide käsitus

Uuringu koostamise ajahetkel oli hinnatavaks ruumiliseks alternatiiviks maksimaalne võimalik meretuulepargi ulatus, põhialternatiiv 2, millega kavandatakse kuni 120 tuulikut.

3.1.2. Keskkonnaseisundi kirjeldus

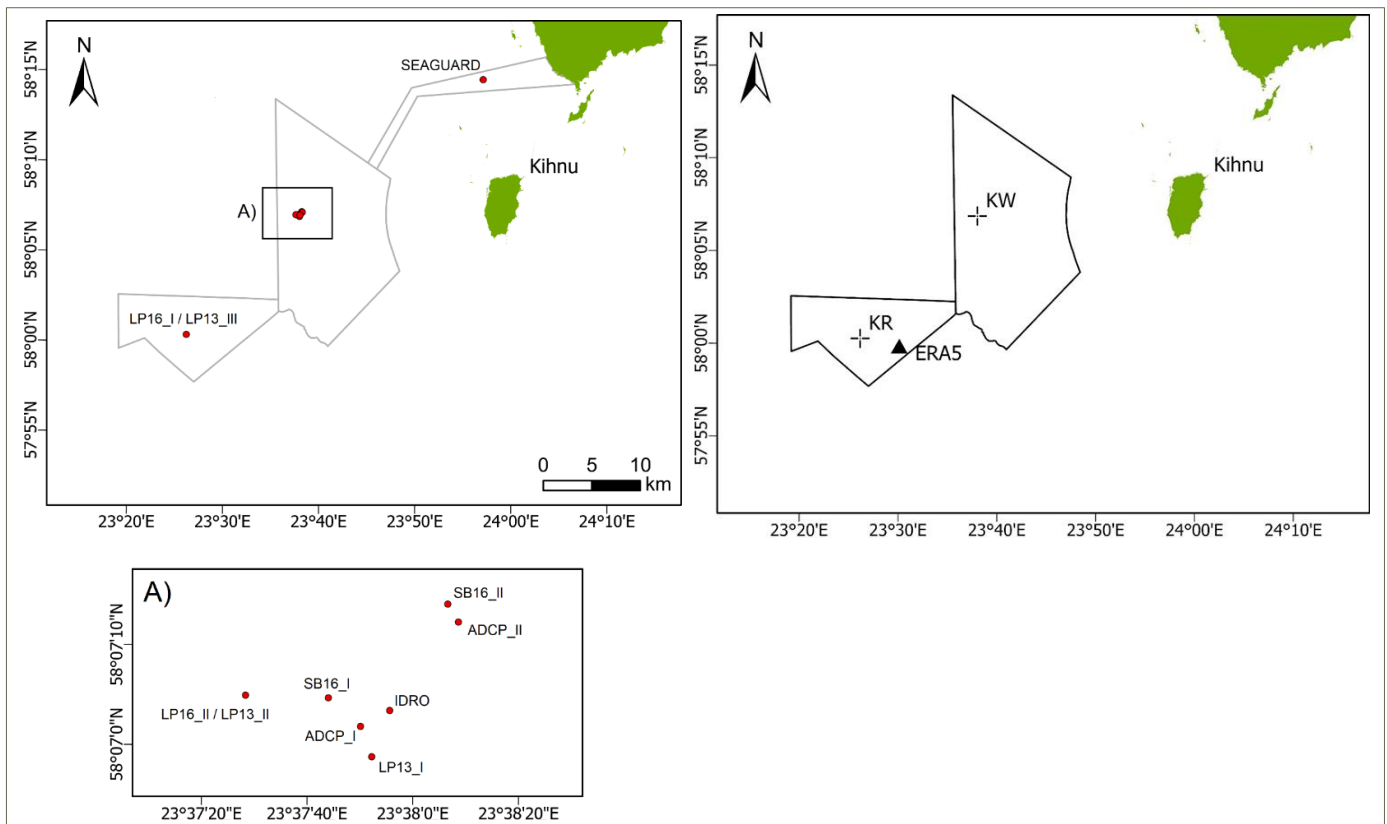
Saare-Liivi tuulepargi alal on läbi viidud erinevaid hüdrometeoroloogilisi mõõdistusi. Utilitas Wind OÜ on kogunud andmeid Lidar-seadmega Kihnu saarel aastatel 2022-2024 ja merealal 2023. aasta augustist kuni 2024. aasta augustini. Merel asuv Lidar-seade kogus järgmiseid andmeid: tuule kiirus ja suund, hoovuste kiirus ja suund, lainetus, jää liikumine, õhurõhk, õhutemperatuur, vee temperatuur (pinnal ja/põhjas), sademed.

TalTechi poolt teostati tuulepargi alal mõõdistused uurimislaevalt, poiijaamades ja liuguriga. Uurimislaevalt Salme teostati veesamba parameetrite (temperatuur, soolsus, lahustunud hapnik, hägusus, klorofüll-a kontsentratsioon ja toitained) profiilide mõõtmised mõõdistusjaamas KW (asukoht: 58.11630°N 23.63115°E, keskmine sügavus 29 m, joonis 3.1-1)) ajavahemikus 27.10.2022 kuni 30.10.2023. Et saada kogu Liivi lahe veemasside jaotustest üldisemat ruumilist pilti, mõõdeti uurimislaeval paikneva läbivoolusüsteemiga (Salmebox) 2,5 m sügavuselt mõõdetud temperatuuri ja soolsuse ruumilised jaotused ka väljaspool tuulepargi ala.

Pidevmõõtmised poidelt toimusid Saare-Liivi meretuulepargi arendusalal paikneva jaama KW lähistel (sügavus 28-29 meetrit, joonis 3.1-1 A) ja kaablikoridoris (sügavus 10 meetrit). Jaama KW vahetusse lähedusse oli paigaldatud lainepoi „Lainepoiss“, akustiline hoovusmõõtja RDI Workhorse Sentinel ADCP 307.2 kHz; mere füüsikalisi parameetreid mõõtev CTD mõõtesond SBE 16 Plus V2 SeaCAT CTD ja profileeriv pinnapoi "Idronaut" sondiga Ocean Seven 316 Plus CTD. Kaablikoridoride uuringualal paiknes hoovusmõõtja Aanderaa SeaGuard II DCP 600 kHz.

³³ Saare-Liivi meretuulepargi ja jäävälja vastasmõju analüüs. Taltech, 2024

Mõõdistus liuguriga teostati perioodil 25.07.2023–13.08.2023. Mõõdistuse raames koguti temperatuuri, soolsuse, klorofüllit, hägususe ja hapniku andmeid. Sügavus mõõdistuslõike piirkonnas oli umbes 30 m. Seade läbis 15 km pikkust mõõdistuslõiget 16 korda ja kogus ligi 7000 vertikaalset profiili.

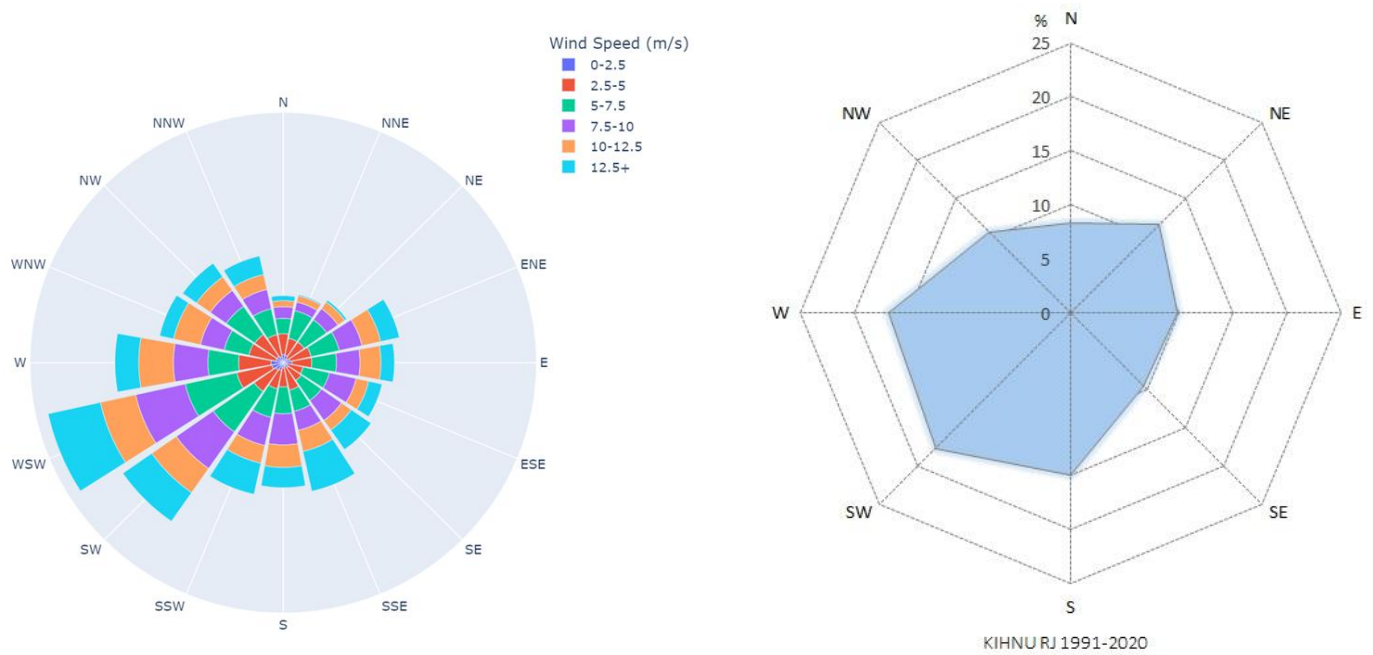


Joonis 3.1-1. Hüdrograafiliste mõõdistuste asukohad ja instrumendid (LP-Lainepoiss, ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) akustiline Doppleri efektil põhinev hoovuste profileerija, IDRO - profileeriv poi "Idronaut", SB 16 - mere veesamba parameetreid mõõtev CTD-sond SBE 16 Plus V2 SeaCAT CTD).

TUUL

Merel läbiviidud mõõdistamised kinnitavad Kihnu ilmajaama vaatlusandmeid, mille kohaselt valitsevadpiirkonnas lääne- ja lõunakaarte tuuled, mis on ka kõige tugevamad (joonis 3.1-2).

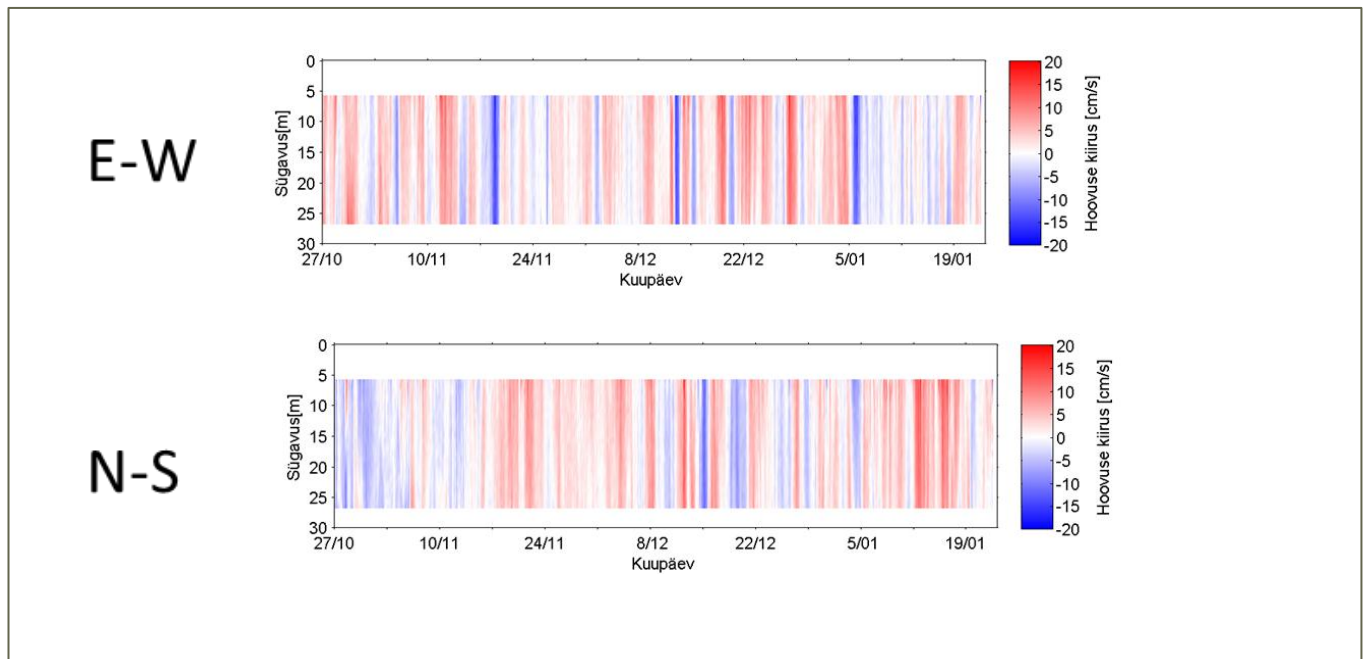
Wind Rose Chart



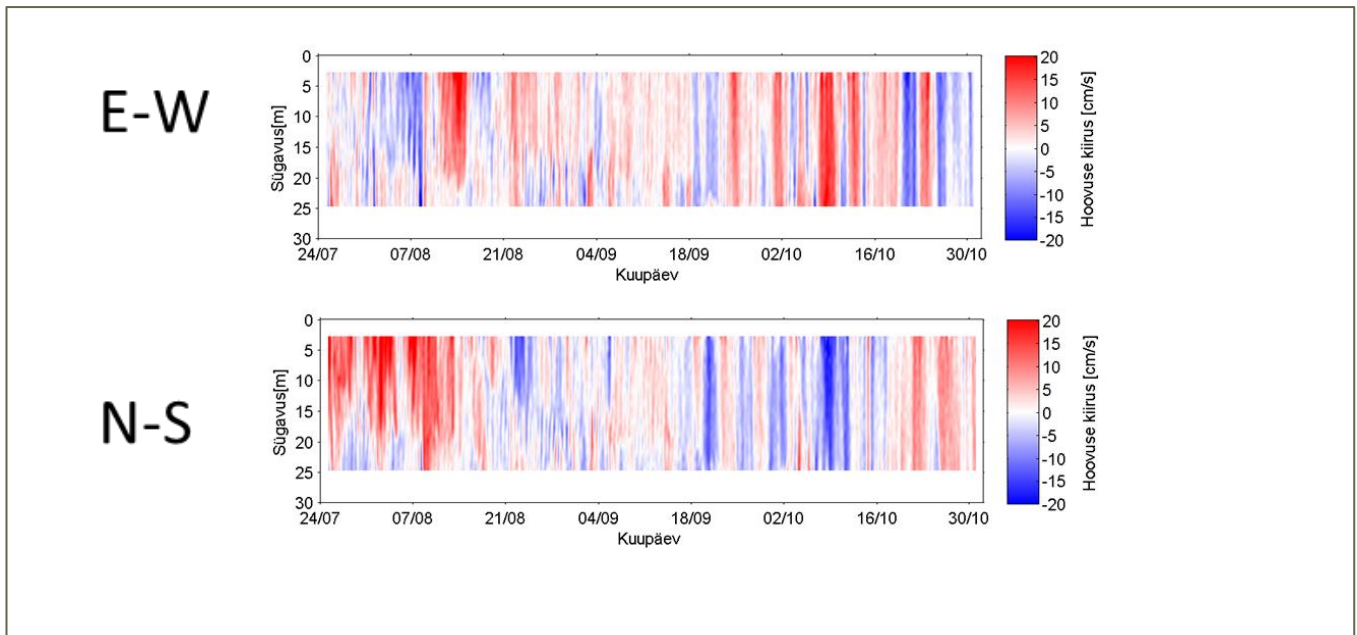
Joonis 3.1-2. Tuulte roos Saare-Liivi tuulepargi alal 2023-2024 (Utilitas Wind mõõdistused 2022-2024), vasakul, ja Kihnu ilmajaamas 1991-2020, paremal

HOOVUSED

Sügistalvisel perioodil esinesid barotroopsed (ühekihilised) hoovused, mis olid seotud tuule otsese ja kaudse mõjuga. Hoovuse keskmine kiirus oli sügistalvisel perioodil 4-5 cm/s, maksimaalne tunni keskmine hoovuskiirus oli 14 cm/s (joonis 3.1-3). Suvisel-sügisesel perioodil mõõdetud hoovused olid kihistunud kuni oktoobri keskpaigani, mil veesammas segati läbi tugevate tuulte poolt. Hoovuse keskmine kiirus oli siis vahemikus 5-8 cm/s ja maksimaalne tunni keskmine hoovuskiirus oli 26 cm/s (joonis 3.1-4).

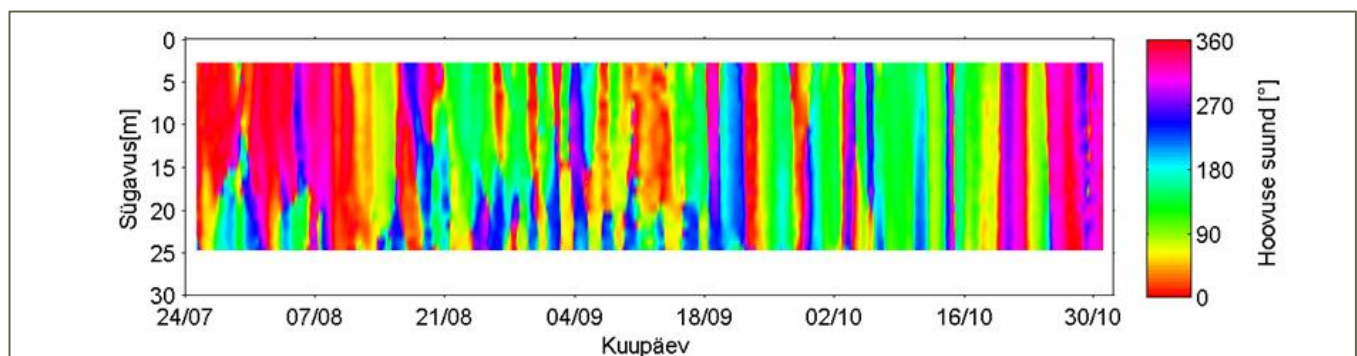


Joonis 3.1-3. Hoovuste kiirus sügis-talvisel perioodil



Joonis 3.1-4. Hoovuste kiirus suvi-sügis perioodil

Hoovuse suund korreleerus tuule suunaga (joonis 3.1-5). Üldises plaanis oli hoovus suunatud sektorisse NW, NE ja ESE nii ülemises kui ka põhjalähedases kihis, mis on kooskõlas tuulevektori suundadega.

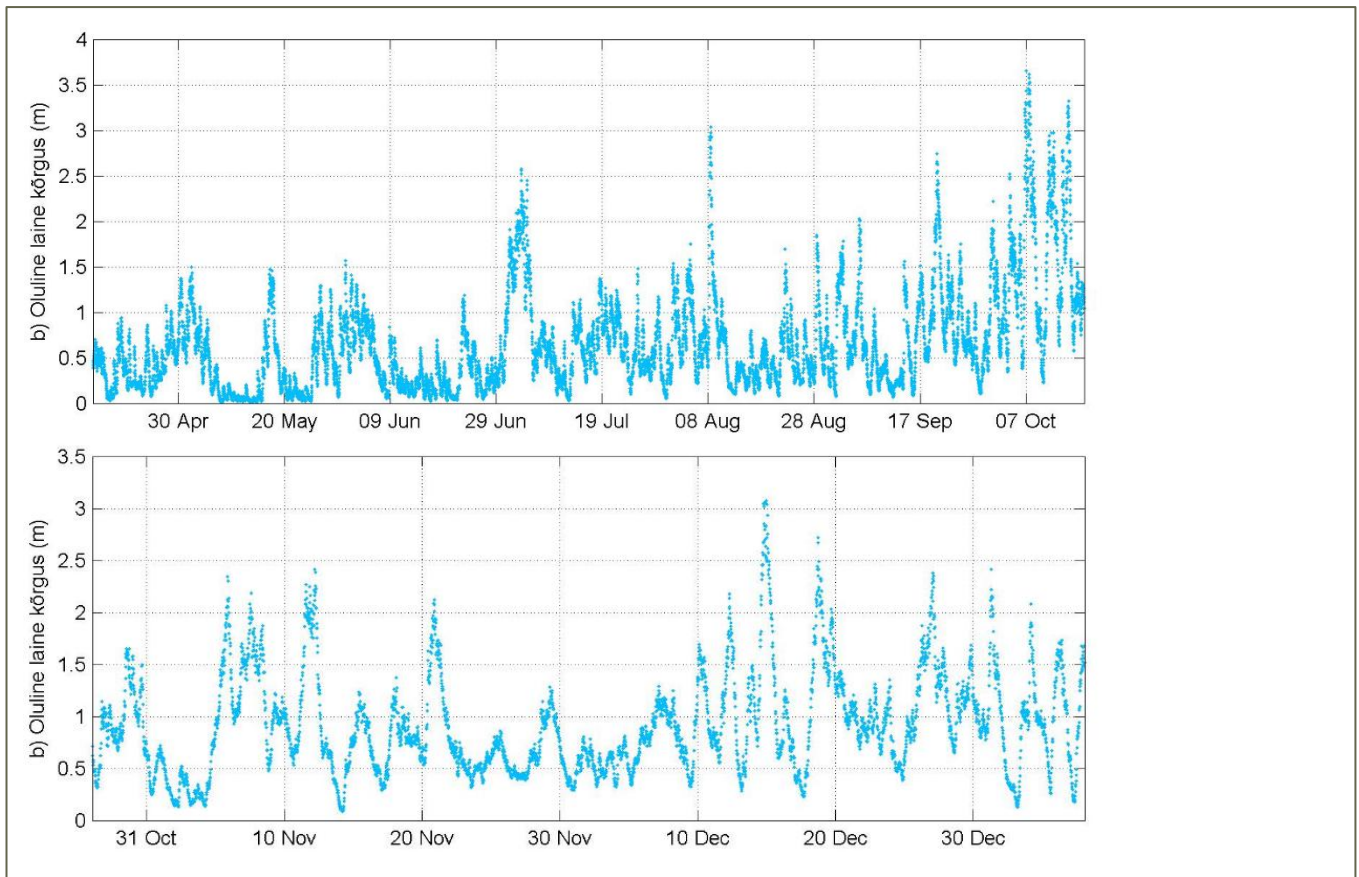


Joonis 3.1-5. Hoovuste suund

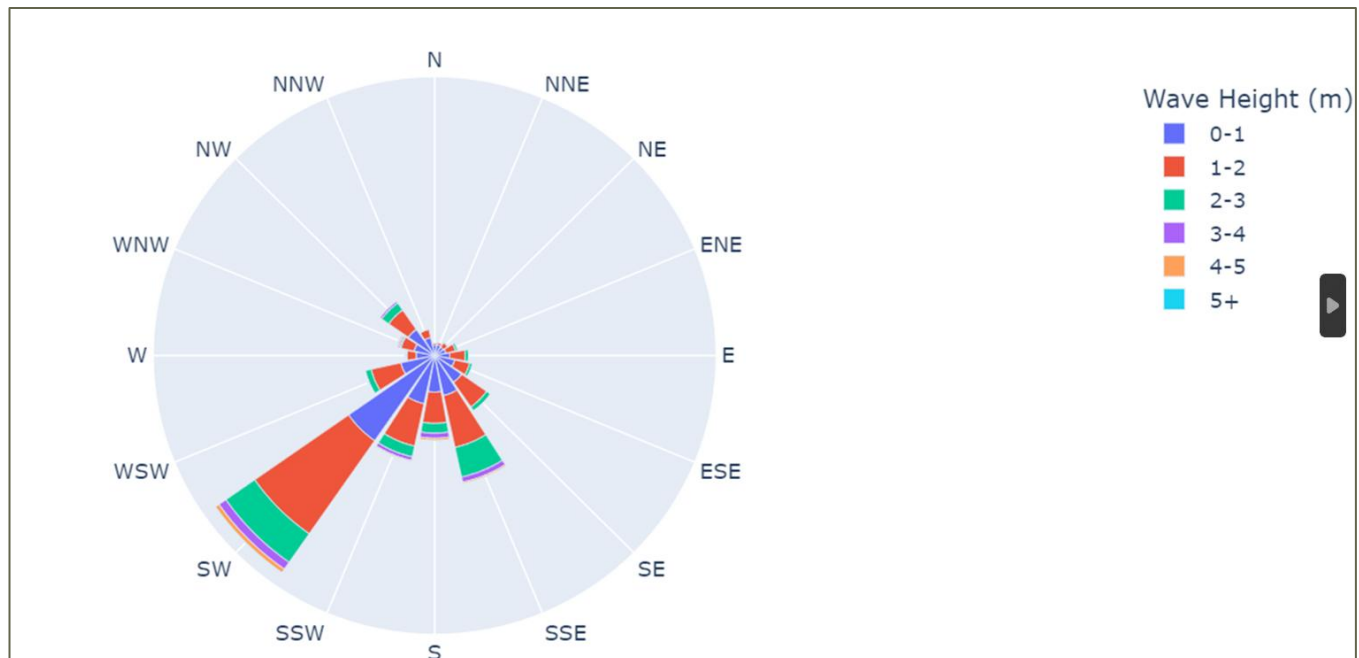
Hoovuste suunad on ebapüsivad: sügis-talvel on püsivuse parameeter 30-40%, suvel-sügisel 20-30%.

LAINETUS

Jaamas KW mõõdistatud laine kõrgus (joonis 3.1-6) ei ületanud 2023. aprillist juuli alguseni olulist laine kõrgust (H_{sig}) 1,5 m. Sügis-talvel olid lainesündmused > 2 m tavapärased. Kõrgeim $H_{sig} > 3,6$ m registreeriti 2023. oktoobri algul, kui ühe tunni tuule kiirus sündmuse ajal oli 19-20 m/s. Teaduskirjanduse ja tuulestatistika põhjal võib eeldada, et alal võib esineda veelgi kõrgemaid laineid. Kõrgeimad lained esinevad lõuna-, lääne- ja edelatuultega. Copernicuse reaanalüüsi andmetel on piirkonnas esinenud perioodil 1993-2022 neli tormi, mil H_{sig} võis olla 5 m kandis.



Joonis 3.1-6. Oluline lainekõrgus 30.04.2023 kuni 31.01.2024

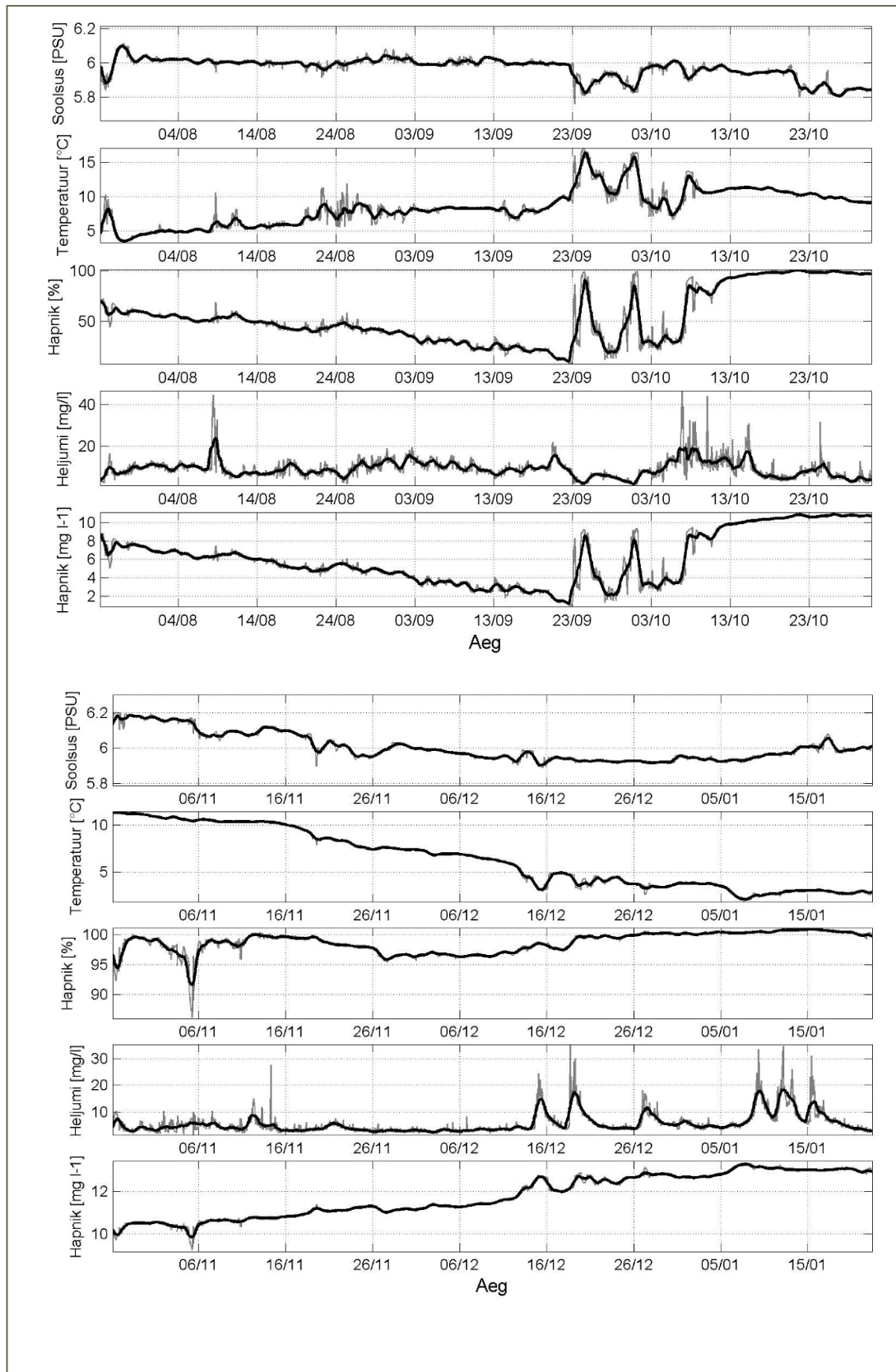


Joonis 3.1-7. Laineroos 2023-2024 Utilitas Wind mõõdistuste andmetel

VEE FÜÜSIKALISED OMADUSED

Stratifikatsiooni selgitamiseks teostati jaamas KW aasta jooksul vee parameetrite mõõdistused (joonis 3.1-8). Oktoobri lõpuks 2022 oli veesammas jaamas KW täielikult läbisegunenud ning parameetrite pinna- ja põhjakihi ei esinenud suuri erinevusi. Jaanuari keskel on tekkinud jaamas KW umbes 10 m sügavusele

nõrk temperatuuri ja soolsuse hüppekiht. Veidi jahedam ja magedam vesi oli pinnakihis. Aprillist septembrini esinesid veesamba parameetrites arvestatavad vertikaalsed gradiendid. Alumine kiht on stratifitseeritud perioodil külmem, soolasem, toitaine rikkam ja madalama hapnikusisaldusega. Temperatuur ja soolsus olid vastavalt 11,4 °C ja 6,2 g/kg. 2023. aasta oktoobriks oli veesammas jälle läbisegunenud ning kummagi jaama parameetrites suuri vertikaalseid gradientide ei esinenud, temperatuur oli ligikaudu 9°C, soolsus ligikaudu 6 g/kg, klorofüll ligikaudu 2 mg/m³ ja hapnik ligikaudu 10 mg/l. Mõõtmisandmed näitavad, et arendusala süvakihis võib esineda sesoonne hüpoksia.

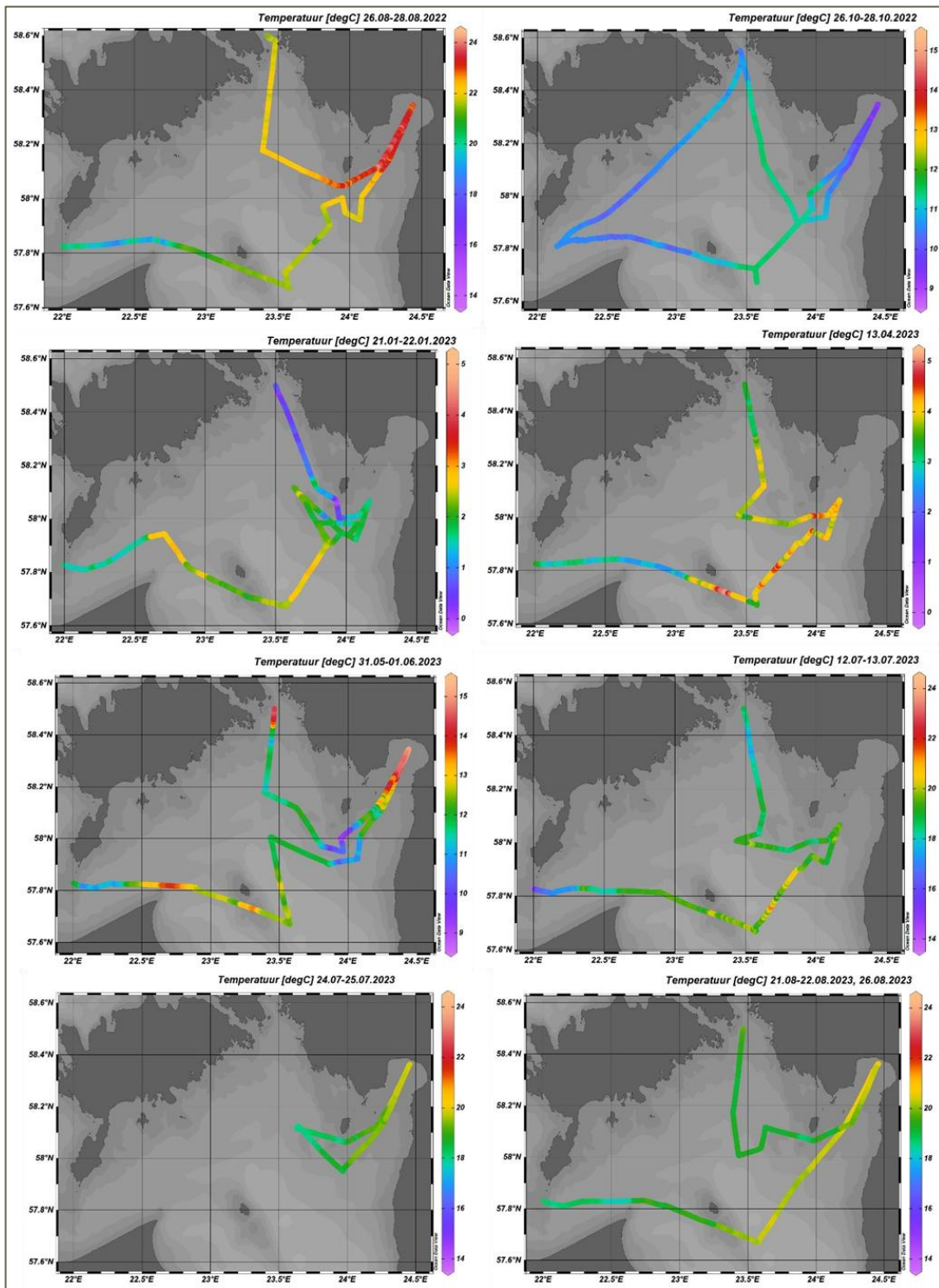


Joonis 3.1-8. Jaamas KW registreeritud temperatuuri, soolsuse, hapniku profiilid

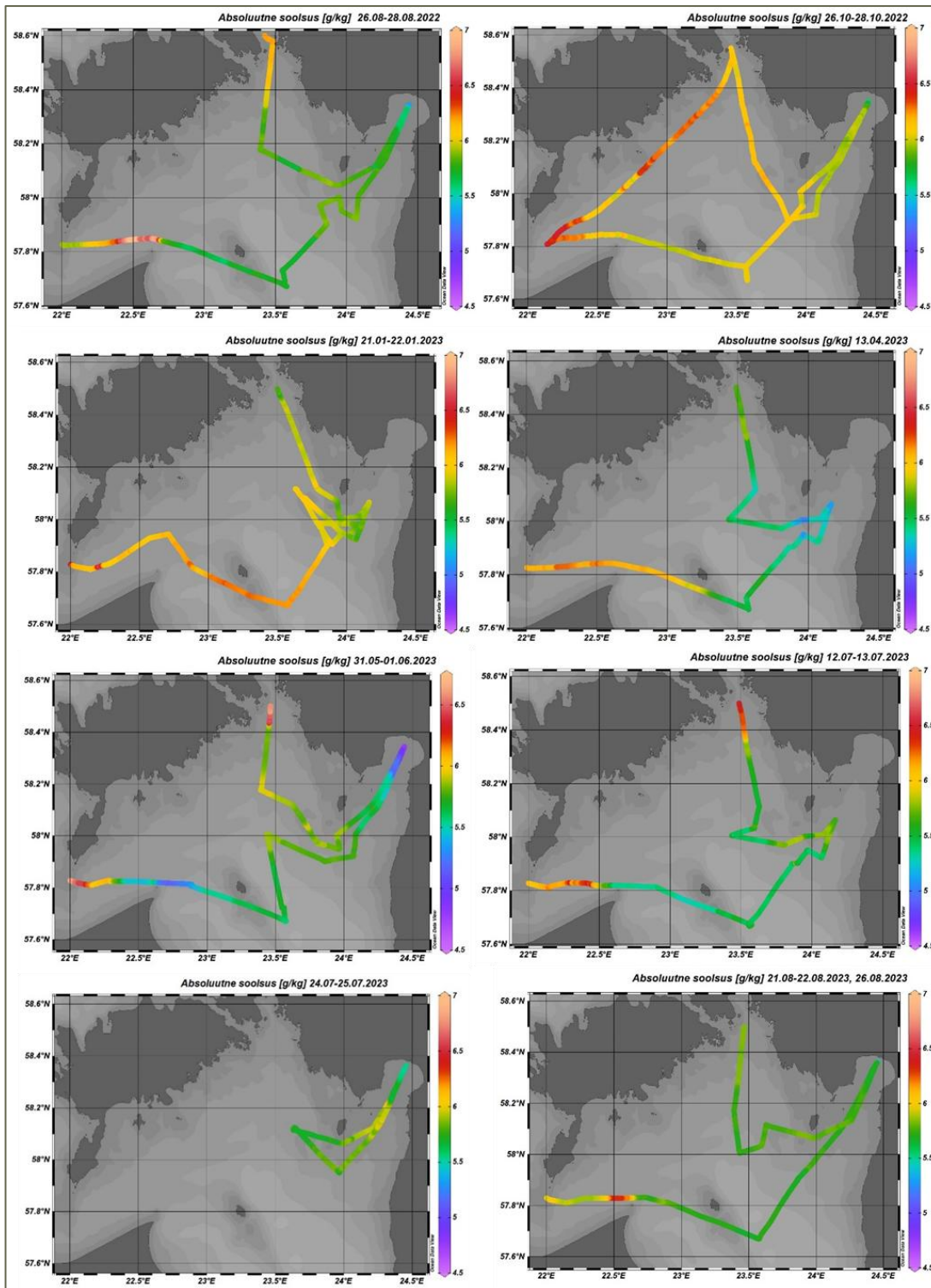
Et saada kogu Liivi lahe veemasside jaotustest üldisemat ruumilist pilti, mõõdeti uurimislaeval paikneva läbivoolusüsteemiga (Salmebox) 2,5 m sügavuselt mõõdetud temperatuuri (joonis 3.1-9) ja soolsuse (joonis 3.1-10) ruumilised jaotused ka väljaspool tuulepargi ala. Terve Liivi lahe ulatuses saadud

temperatuuri ja soolsuse mõõtmisandmetest on näha Liivi lahele omaseid tsirkulatsioonimustreid, mis on mõjutatud jõgedest ja avamerelt pärit vee transpordist.

Pinnakihi tehtud mõõtmised näitavad, et rannaäärsete protsesside nagu apvellingud või jõevee leviku otsest tugevat mõju arendusalall ei esine. Püsimõõtmised näitasid, et vee omadused alal on oluliselt mõjutatud vertikaalse segunemise sündmustest, hüppekihtide basseiniastaabi kalletest ja adveksioonist.



Joonis 3.1-9. *Salmeboxiga* mõõdetud temperatuur Liivi lahes 2022. aasta augustist kuni 2023. aasta augustini



Joonis 3.1-10. Salmeboxiga registreeritud absoluutse soolsuse väärtused Liivi lahes 2022. augustist kuni 2023. augustini

JÄÄOLUD

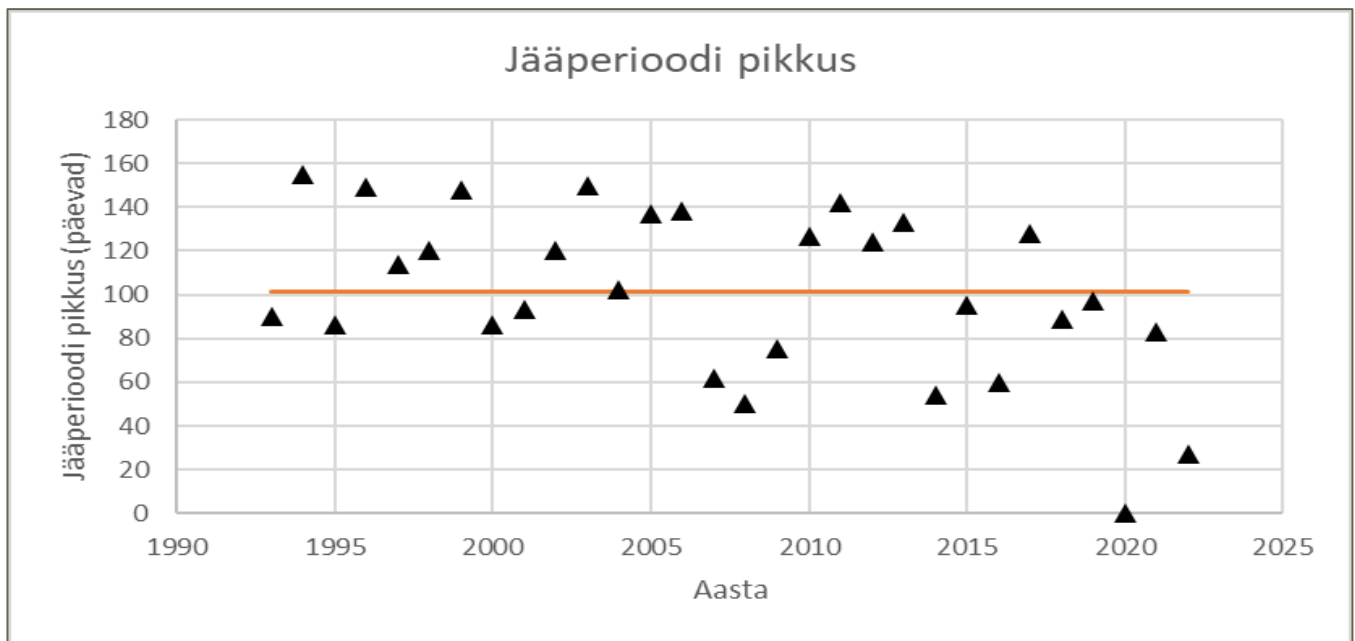
Liivi laht on igal talvel vähemalt osaliselt jääga kaetud. Niipea kui saabuval esimesed miinuskraadid, hakkab jää tekkima madalates eraldatud lahesoppides. Liivi lahel eksisteerib nii kinnisjää kui triivjää. Kinnisjää asub rannikualadel ja saarestike piirkondades, kus sügavus on alla 15 meetri. Kinnisjää tekib jäähooaja alguses ning püsib kuni sulamisperioodini. Triivjää on loomult dünaamiline, sest seda

mõjutavad tuuled ja hoovused. Olenevalt aastast hakkab Liivi lahe jäähooaeg novembri lõpu ja jaanuari keskpaiga vahel. Kuni aprilli lõpuni kesta võiva jäähooaja pikkus on 3–5 kuud.

Külmadel talvedel hakkab esimene merejää tavaliselt tekkima detsembri alguses. Maksimaalne jääkate saavutatakse tavaliselt veebruaris või märtsis ning merejää püsib kuni aprilli lõpuni (mai alguseni). Keskmistel talvedel tekib esimene jää tavaliselt detsembri lõpus või jaanuari alguses. Neil talvedel püsib jää aprilli keskpaigani kattes rannikualasid ja saarestikke alla 70% jäähooaja kestusest. Soojadel talvedel on peaaegu kogu laht suurema osa ajast jäävaba. Ainult madalad rannikualad on jääga kaetud ning sedagi alla 50% jäähooaja kestusest.

Lisaks aastate lõikes jääkatetes esinevatele erinevustele on märkimisväärsed ruumilised erinevused ka Liivi lahe eri piirkondade vahel. Liivi lahe avaosa on jääga kaetud mitte kauem kui 20% jäähooajast. Külmadel talvedel kattub jääga peaaegu kogu Liivi laht. Põhjapoolne osa (Lääne-Eesti saarestik ja Pärnu laht) on kaetud jääga üle 60% jäähooajast, samas kui ülejäänud ala on jääga kaetud kuni 30% jäähooajast.

Copernicus mereteenuse (CMEMS) mudelandmete põhjal aastatel 1993-2021 on jää kavandatava tuulepargi piirkonnas esinenud kõikidel aastatel, välja arvatud 2020. a talvel (joonis 3.1-11). Jää on tekkinud keskmiselt 15. detsembril ja lõplikult on jää läinud keskmiselt 11. aprillil. Varaseim jäätekke kuupäev analüüsitud perioodil oli 12. november (talvel 2016/2017) ja hiliseim jäämineku kuupäev 1. mai (talvel 1995/1996). Keskmine jääperioodi pikkus aastatel 1993-2021 oli 101 päeva (maksimaalne 155 päeva, talvel 1993/1994).



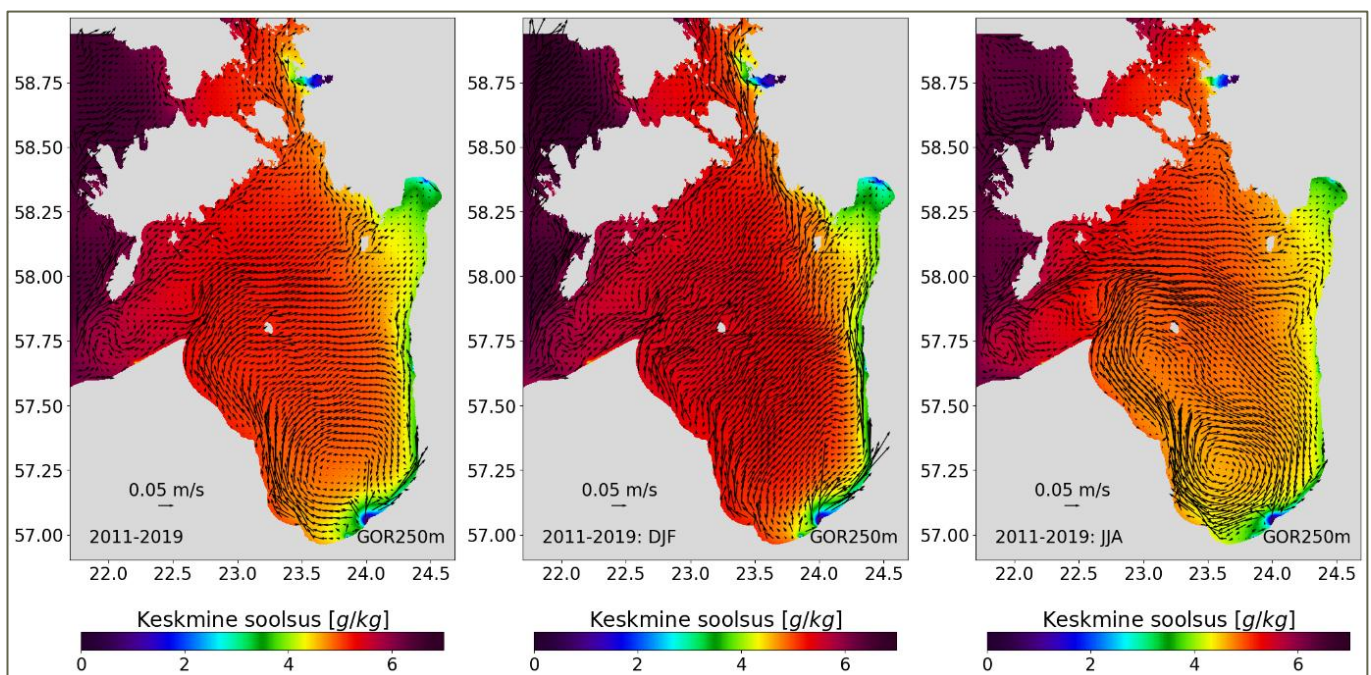
Joonis 3.1-11. Jää esinemise perioodi pikkus aastatel 1993-2021 Copernicus mereteenuse andmetel tuulepargi alal. Oranži joonega on märgitud 1993-2022 keskmine jääperioodi pikkus.

Jooniselt 3.1-11 on näha, et jääperioodi pikkus on aastatega vähenenud ja alates aastast 2014 on jääperioodi pikkus valdavalt väiksem kui viimase 30 aasta keskmise (101 päeva).

3.1.3. Mõju hindamine

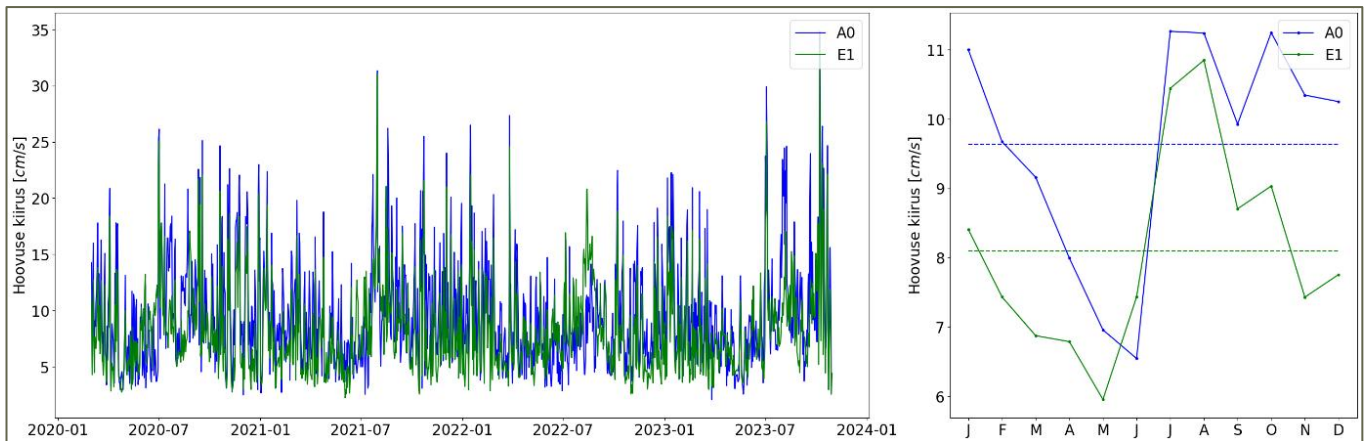
HOOVUSED

Liivi lahe keskmise pinnatsirkulatsiooni kirjeldamiseks kasutati pikaajalisi mudeltulemusi perioodist 2011 - 2019 ning pinnakihi hoovuse ja soolsuse ajalisi keskmisi. Üldiselt on tsirkulatsioon Liivi lahe lõunaosas antitsükloonaalne – voolamine piki Liivi lahe lääneosa on suunatud põhja ning piki idaosa lõunasse. Eriti tugev on antitsükloonaalne voolamine suvisel perioodil (juuni-august ehk JJA), mil ka hoovuse kiirused piki rannikut on suuremad ning lõunaosa antitsüklon selgelt eristatav (Joonis 3.1-12). Talvisel perioodil (detsember-veebruar ehk DJF) on pinnakihi keskmine tsirkulatsioon seotud tuulterežiimiga – voolamine on valdavalt kirdesse (enim-esinevad tuuled Läänemeres on edelatuuled) ning antitsükloonaalset keerist ei moodustu/ei erista. Lisaks on talvisel perioodil lahe idaosas täheldatav tugev voolamine põhjasuunda ning domineeriv vee transport läbi Suure väina Väinamerre ja sealt edasi Läänemere avaosasse.



Joonis 3.1-12: Keskmesid pinnakihi hoovused kogu perioodi 2011-2019 ning suvise ja talvise perioodi jooksul koos soolsusega

Hoovuse kiiruse ruumilise keskmise ajaline käik on toodud joonisel 3.1-13. Tuulikute rajamine vähendab mõlemat parameetrit arvestataval määral sügis-talvisel perioodil, mõnevõrra vähem kevad-suvisel perioodil. Kuu keskmine pinnakihi hoovuskiirus võib väheneda kuni 2,5 cm/s. Hoovuskiiruste vähenemine tuulikute mõju piirkonnas on oodatav, sest merele rakenduv tuulepinge väheneb. Võrreldes loodusliku varieeruvusega on muutus pigem tagasihoidlik.



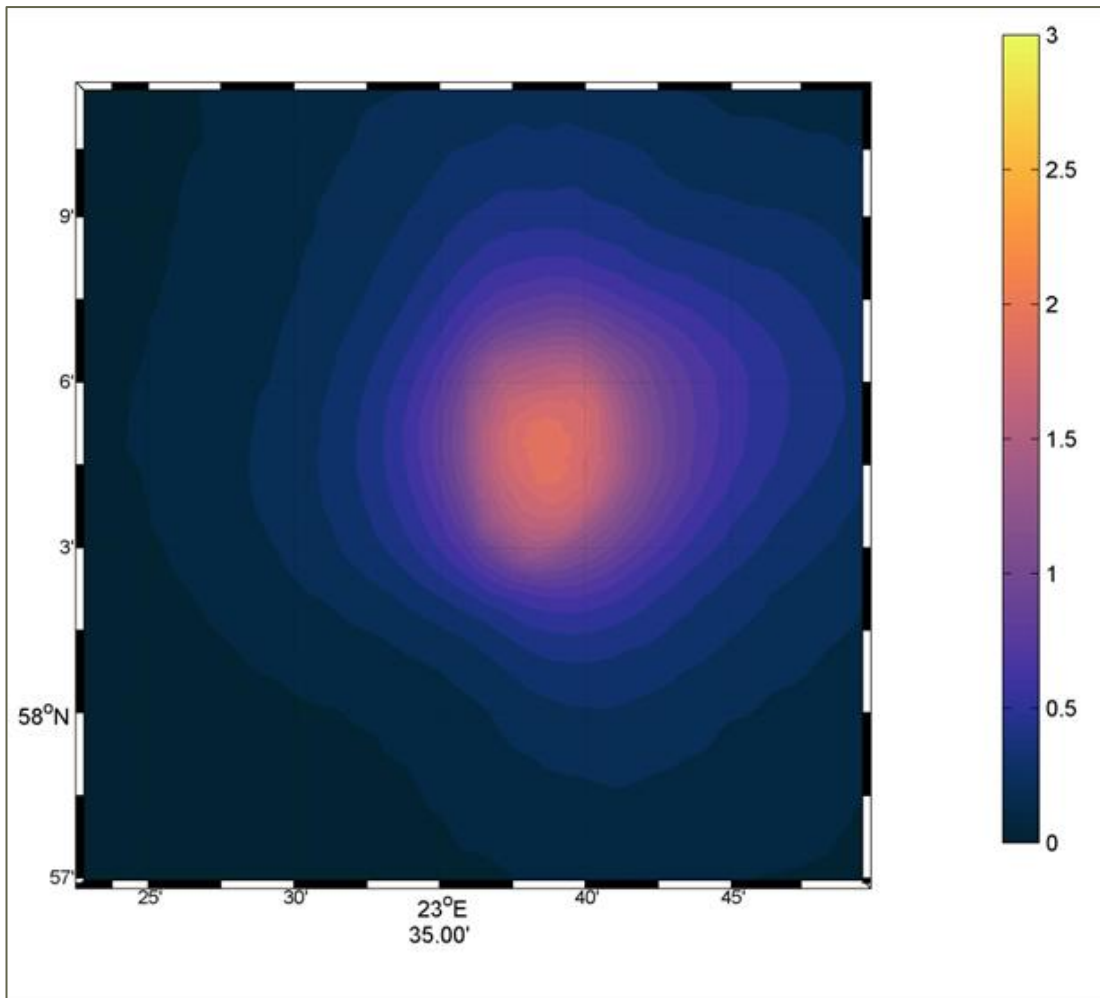
Joonis 3.1-13. Pinnakihi hoovuse kiiruse ajaline käik tuulepargi piirkonnas (vasakul) koos sesoonse käiguga (paremal) olemasoleva olukorra (joonisel A0) ja põhialternatiiv 2 (joonisel E1) korral

LAINETUS

Tuule kiiruse vähendamine põhjustab laine energia vähenemist tuulikute allatuult. Tuulikute tekitatud varjuefekt on tagasihoidlikum tugevate tuule kiiruste juures, mistõttu jääb tuule kiirus ≥ 13 m/s puhul mõju laine kõrgusele väga tagasihoidlikuks. Ka väiksemate tuule kiiruste puhul, alla 7 m/s, on mõju suhteliselt väike. Mõju on suurem keskmiste tuule kiiruste puhul. Laine oluline kõrgus väheneb keskmiste tuule kiiruste puhul vähemalt 5 cm, kohati ligi 10 cm. Mõju pikaajalisele keskmisele lainekõrguse väljale on oluliselt väiksem, sest arvestatav mõju esineb üksnes siis, kui vaadeldav merepunkt jääb tuulikute allatuult ning kui tuule kiirus on eelkirjeldatud soodsas mõju vahemikus. Mõju on mõnevõrra suurem tuulepargist idas ja kirdes, sest valdavalt tuuled puhuvad edelast ja läänest. Keskmine tuulepargist tingitud laine kõrguse muutus on toodud joonisel 3.1-14.

Maismaa poolt puhuvate tuultega taastub laine kõrgus teatud distantsil peale tuulikute mõjualast väljumist. Marginaalne mõju (kuni paar cm olulise laine kõrguse vähenemist) võib soodsas kiirusvahemikus läänekaarte tuultega ulatuda Kihnu rannikuni. Keskmine olulise laine kõrguse vähenemine Kihnu rannikul on tõenäoliselt tuvastamatu.

Kokkuvõttes tuleb nentida, et lainekliimat mõjutavate looduslike tegurite varieerumine on tunduvalt suurem kui tuulepargi mõju. Kuna lainetust tekitav tuul on varieeruv, siis olulise lainekõrguse keskmine vähenemine tuulepargi sees on kuni paar cm. Võttes arvesse piirkonna keskmist olulist lainekõrgust ca 0,65-0,75 m, väheneb tuulepargi sees lainekõrgus keskmiselt kuni 3%. Liivi lahte tervikuna silmas pidades on mõju tagasihoidlik.



Joonis 3.1-4. Keskmine laine kõrguse muutus (cm). Arvutuses on kasutatud 1992-2021 ERA5 tuuleandmeid (Hersbach et al., 2020), kuid ei ole arvestatud jääkatet. Seega joonisel kujutatu on maksimaalne mõju. Aastatel, mil jääd oli rohkem, võib mõju olla veelgi väiksem.

VEESAMBA FÜÜSIKALISED OMADUSED

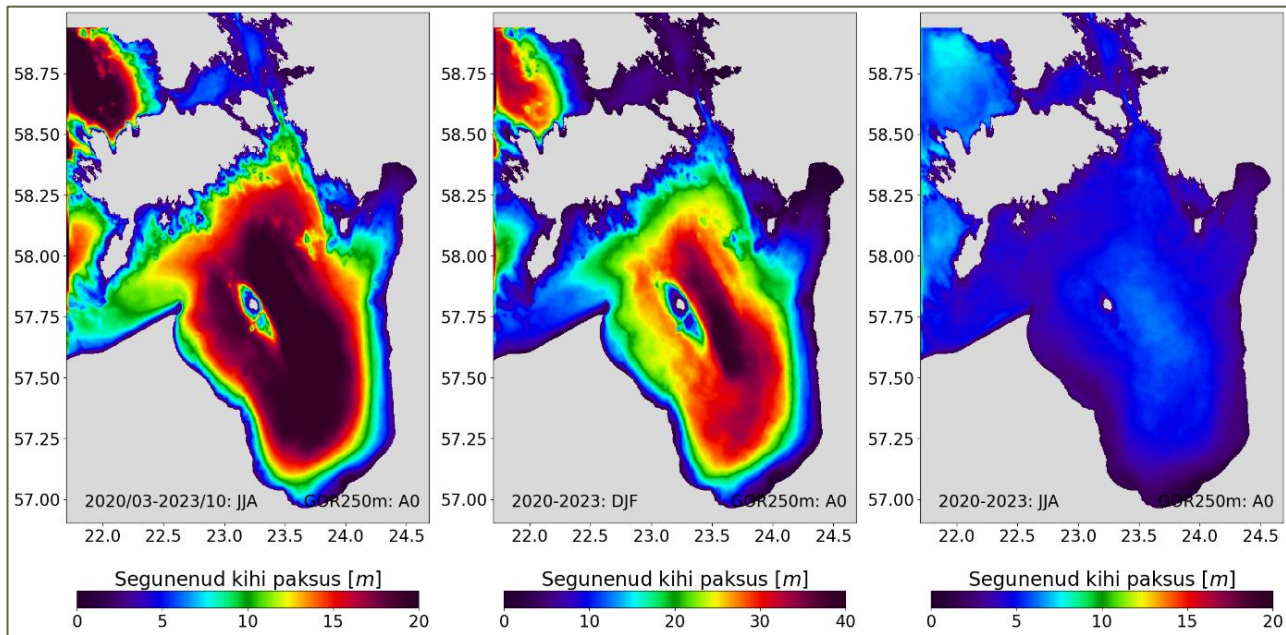
Veesamba kui elupaiga tingimused määravad ära temperatuur, soolsus, hapniku, toitainete, hagususe ja muude ainete jaotused. Oluline on stratifikatsioon ja ainete vertikaalsed ja horisontaalsed gradiendid. Mõõtmiste põhjal võib järeldada, et (sub)mesomastaapi horisontaalsed gradiendid tuulepargi alal küll esinevad, kuid pikaajaliste keskmiste väljade gradiendid on tuulepargi piires tagasihoidlikud.

Lisaks hoovuse nõrgenemisele mõjutab veesamba karakteristikuid muutus vertikaalses segunemises. Vertikaalne segunemine omakorda on kõiki meresüsteemi komponente otseselt või kaudselt mõjutav protsess, sest vertikaalse segunemise abil toimub mere pindmise ja süvakihi vahel transport. See transport osaliselt defineerib mõlema kihi omadused, mis omakorda paneb paika pelagiaali elupaiga tingimused. Näiteks on vertikaalsel segunemisel oluline roll Läänemere ja ka Liivi lahe soolsusel. Põhjamerest tulev soolane veemass sukeldub mere alumistesse kihtidesse ning seguneb pindmise magedama veega. Jõgede suudmetest eemal on primaarproduksioonile oluline vertikaalne toitainete transport, sest bioloogiliselt aktiivsel sesoonil tarbitakse mere ülakihi toitaineid limiteeriva aine (fosfor või lämmastik) lõppemiseni. Hapniku puudujääki põhjakihi soodustab muuhulgas vertikaalse segunemise vähenemine. Vertikaalse segunemise suurenemine vähendab stratifikatsiooni tugevust.

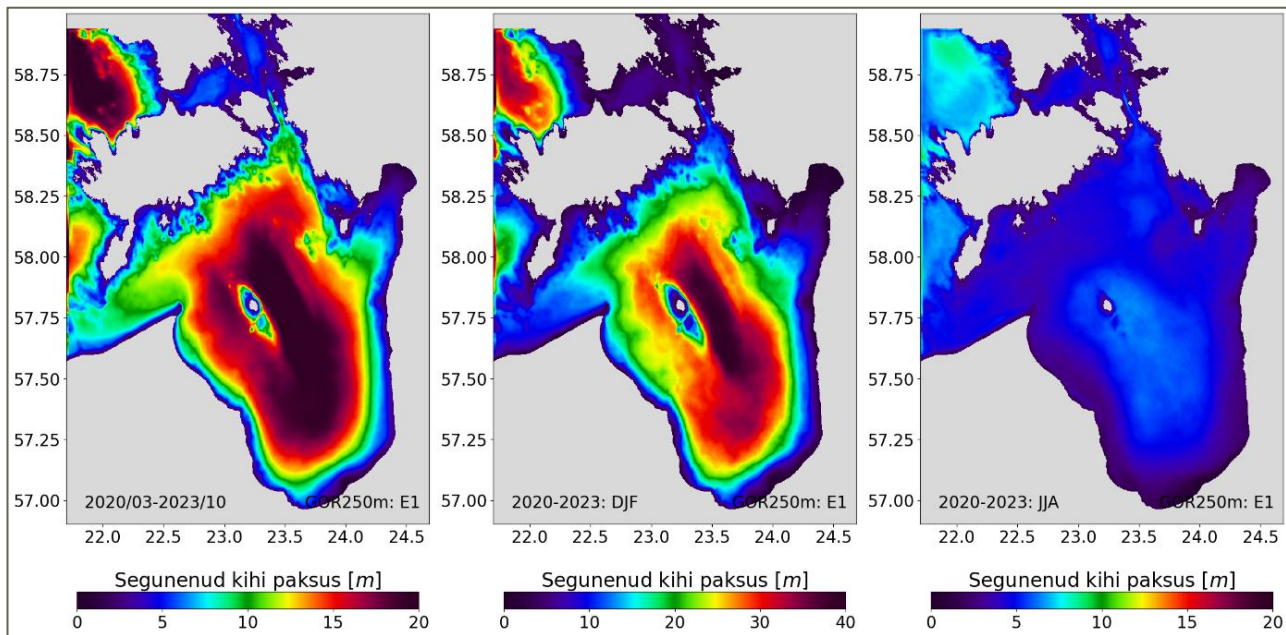
Tuuleparkide mõju olulisust vertikaalsele segunemisele ja veesamba elupaikadele on viimastel aastatel näidanud mitmed uuringud. Ühest küljest põhjustavad tuulikupostid veesamba täiendavat segunemist ja

stratifikatsiooni nõrgenemist³⁴. Teisest küljest tuulepinge vähenemine merepinnal vähendab vertikaalset segunemist³⁵.

Stratifikatsiooni Liivi lahes kirjeldab kõige paremini ülemise segunenud kihi paksus. Keskmine segunenud kihi paksuse ruumiline jaotus Liivi lahes 0-alternatiivi ja põhialternatiiv 2 korral on toodud joonistel 3.1-15 ja 3.1-16. Stratifikatsioon Liivi lahes on tugevaim suvel. Sel aastaajal on segunenud kihi paksus tunduvalt väiksem eufootsest kihi paksusest ning segunenud kihi paksus tavaliselt primaarproduktiooni ei piira. Talvisel perioodil on stratifikatsioon nõrk või olematu ning veesammas on enamasti läbi segunenud pinnalt põhjani.



Joonis 3.1-15. Segunenud kihi paksus alternatiivis A0 ehk olemasolev olukord

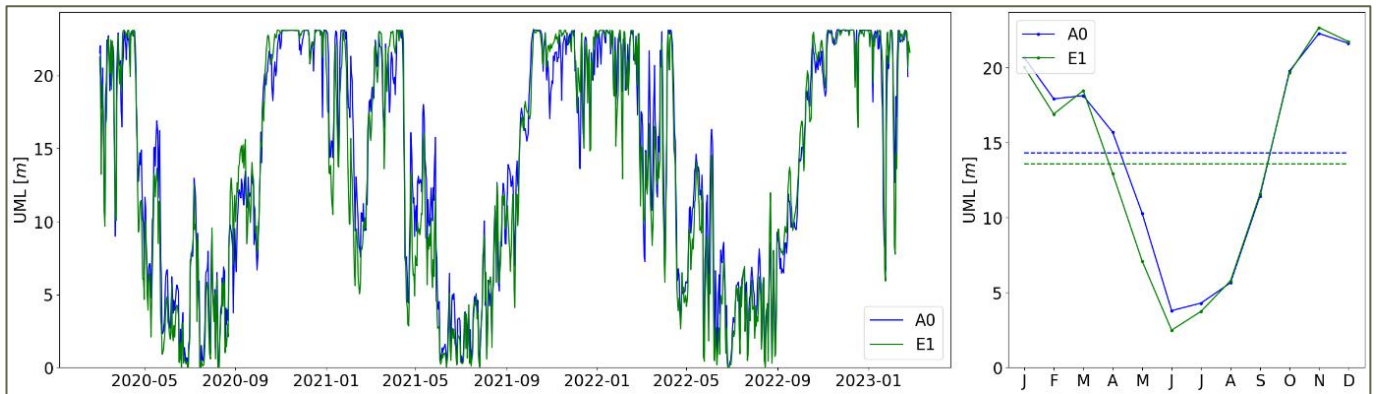


Joonis 3.1-16. Segunenud kihi paksus põhialternatiivi 2 puhul.

³⁴ Grashorn and Stanev, 2016

³⁵ Christiansen et al., 2023

Keskmise segunenud kihi paksuse ajaline käik koos sesoonse käiguga on toodud joonisel 3.1-17. Suurim tuulikute mõju segunenud kihi paksusele ilmneb kevad-suvisel perioodil, kui tuulikute rajamisega segunenud kihi paksus väheneb kuni 2 meetrit. Segunenud kihi paksuse vähenemine kevadel võib kaasa tuua varasema ja intensiivsema kevadõitsengu. Näiteks on tuvastatud, et Läänemere avaosas on viimastel aastakümnetel tänu kõrgematele pinnakihi temperatuuridele kasvanud periood, mil segunenud kiht on piisavalt õhuke planktoni efektiivseks kasvuks, mis omakorda on pikendanud kõrgema bioloogilise produktiivsusega perioodi mere ülahiis (Kahru et al., 2016)³⁶. Pidades silmas simulatsioonide määramatust, ei ole võimalik usaldusväärselt anda kvantitatiivset hinnangut, kui palju segunenud kihi paksuse muutus võiks mõjutada kevadõitsengut või primaarproduktiooni tervikuna, kuid potentsiaal muutuseks on olemas.



Joonis 3.1-17: Tuulepargi alas ülemise segunenud kihi paksuse ajaline käik perioodil 2020-2023 0-alternatiivi (joonisel A0) ja põhialternatiivi2 (joonisel E1) korral koos sama perioodi sesoonse käiguga (paremal)

³⁶ Kahru, M., Elmgren, R., Savchuk, O.P., 2016. Changing seasonality of the Baltic Sea. *Biogeosciences* 13, 1009–1018. <https://doi.org/10.5194/bg-13-1009-2016>

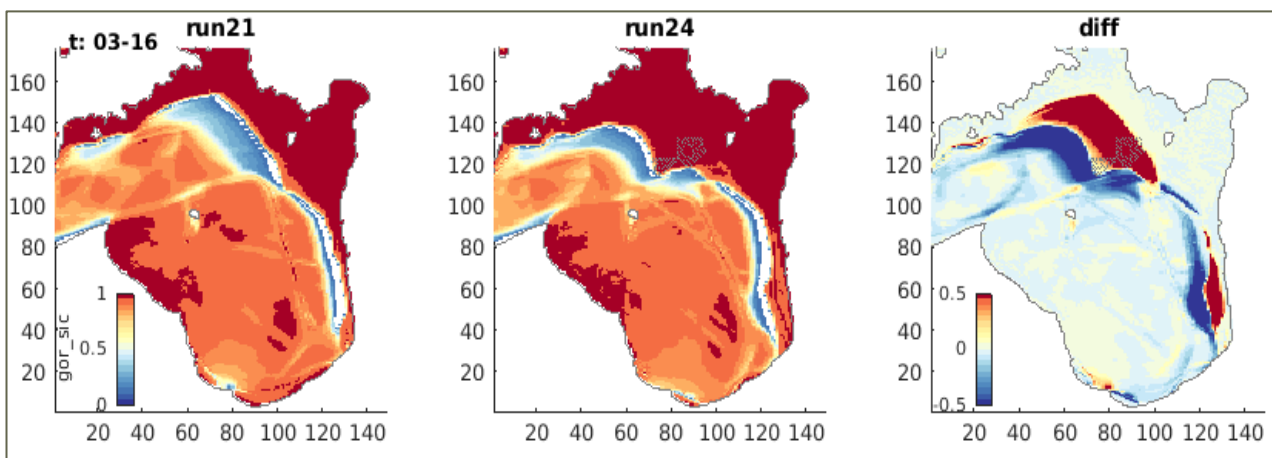
JÄÄOLUD

Jääolude kirjeldamiseks on kasutatud TalTech uuringut „Saare-Liivi tuulepargi ja jäävälja vastasmõju analüüs“³⁷.

Meretuuleparkide tuulikud ja rajatised mõjutavad piirkonna tuuletingimusi, jää teket ja liikumist. Tuulikute soojenemine ja jahtumine erineb mereveest, mõjutades jää tekke- ja sulamisprotsesse. Merepõhja kinnitatud tuulikud tekitavad triivivasse jäävälja kanalid, jää laguneb väiksemateks tükkideks, mis rüüstuvad jääkanalite servadesse või tuulikute vundamentidele. Kanalite külmumise ja sulamise käigus tekivad lade- ja rüüsi jää vaalud. Tuule ja hoovuste mõjul triivib häiritud jääväli tuulepargist eemale ja võib jõuda läheduses olevatele laevakanalitele, teistele avamererajatistele ning rannikualadele.

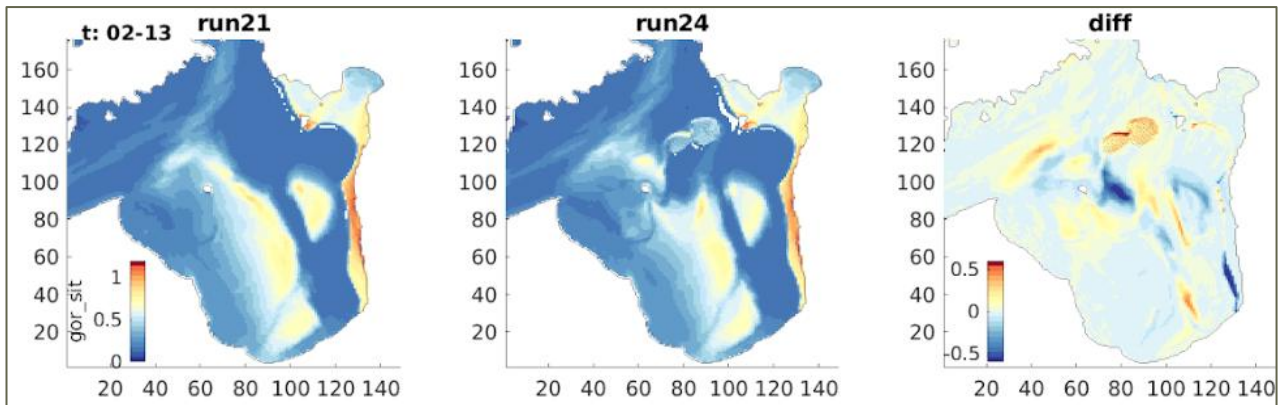
Saare-Liivi avamere tuulepargi ja triiviva jäävälja vastasmõju selgitavas uuringus on võetud aluseks ja võrdlusbaasiks jäärohke 2011. aasta talv kui konservatiivne juhtum. Esmalt mudeldati jäävälja poolt mõjuvaid jõude üksikule tuulegeneraatorile. Seejärel rakendati leitud jõud vastastikmõju printsiibil jääväljale. Uuringu peamised tulemused olid järgmised:

1. **Muutused jäätriivis.** Tuulepark, takistades vaba jäätriivi, muudab jääpankade triivi ja jäävälja ruumilist paiknemist, lahvanduste asukohti ja geomeetriat. Tuulepargi mõju avaldub kõige enam lahe kirdeosas tekkiva jäävälja triivi takistamises tuulepargi vahetus ümbruses. Kõige enam on mõjutatud rannikumeri Kihnu ja Saaremaa vahel, kus tuuleparki takerdunud jää võib jäävälja hoida tervena, tugevdades nõnda kinnisjää massiivi ning hoides seda kalda ligi (joonis 3.1-18). Jää takerdumisel tuuleparki suureneb jää paksus nii tuulepargis kui äärealadel st tekib rüüsi (näide joonisel 3.1-19). Kui jää takerdub tuuleparki, tekib tuulepargi varjus avavesi (joonis 3.1-20).

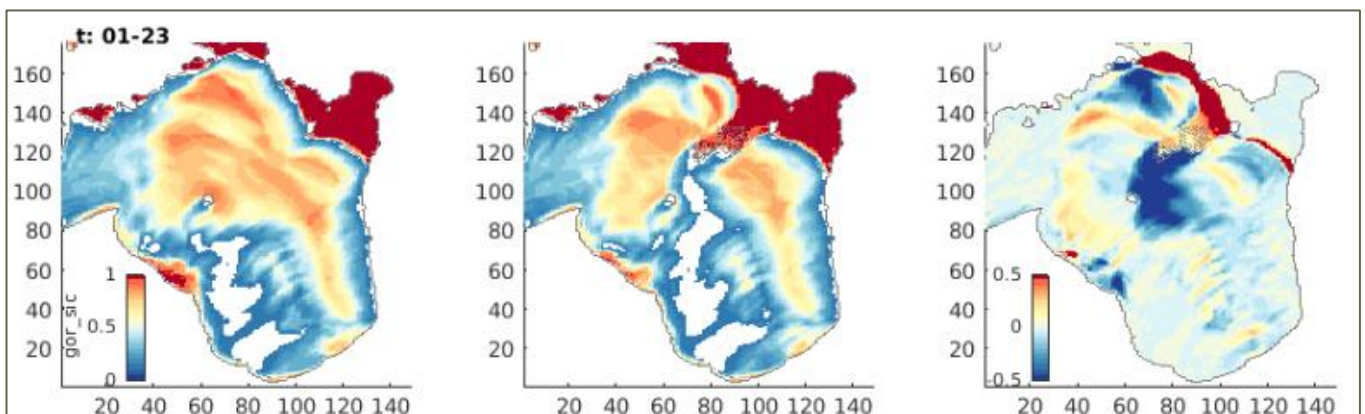


Joonis 3.1-18. Muutused jää kontsentratsioonis: vasakul on simulatsioon ilma tuulepargita, keskel koos tuulepargiga, paremal erinevus pilt näitab muutust. Skaalaks on erinevuse absoluutväärtus.

³⁷ Saare-Liivi meretuulepargi ja jäävälja vastasmõju analüüs. Taltech, 2024

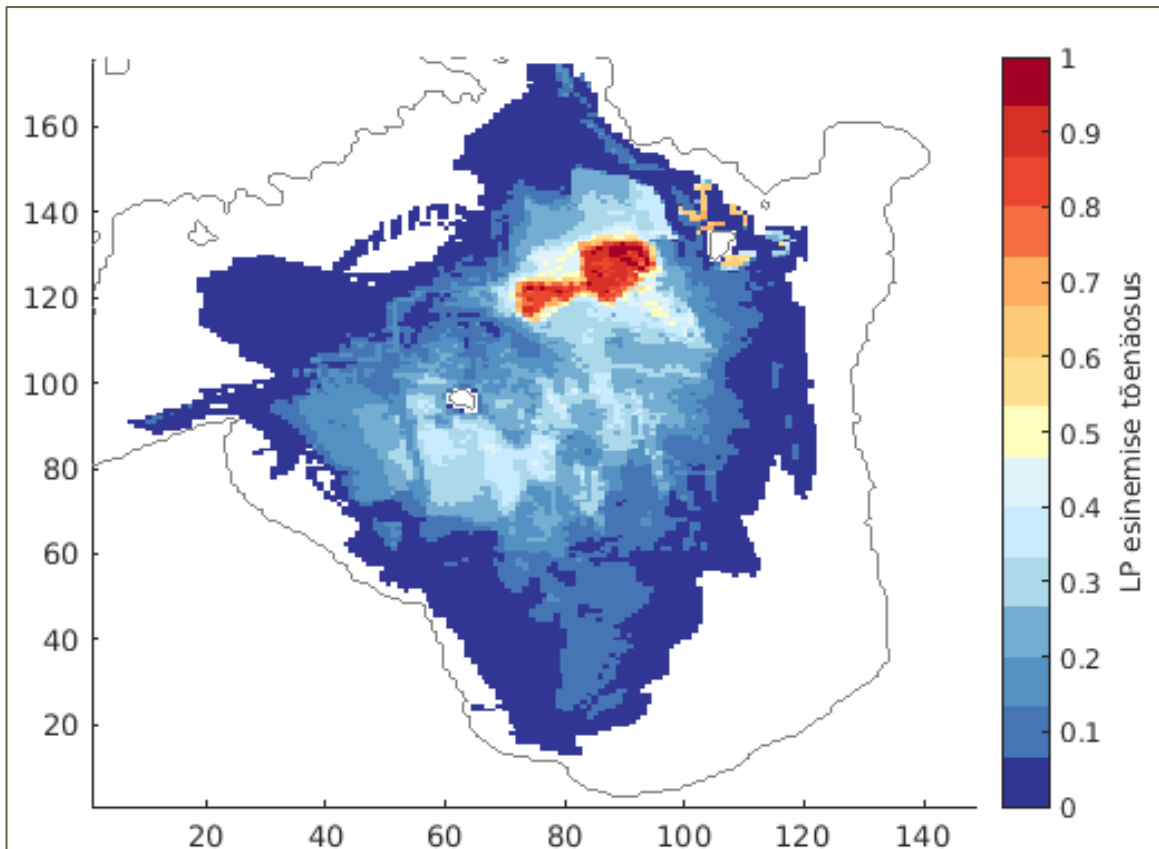


Joonis 3.1-19. Muutused jää paksuses: vasakul on simulatsioon ilma tuulepargita, keskel koos tuulepargiga, paremal erinevus pilt näitab muutust. Skaalaks on erinevuse absoluutväärtus.



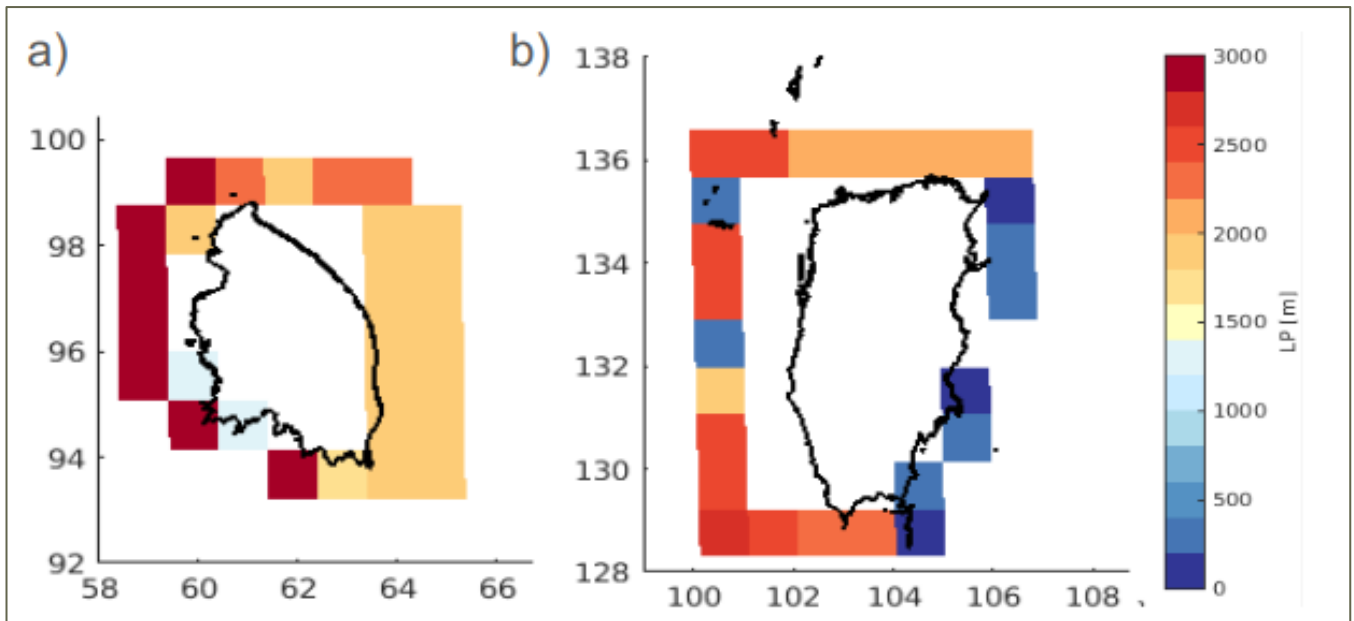
Joonis 3.1-20. Muutused jää kontsentratsioonis: vasakul on simulatsioon ilma tuulepargita, keskel koos tuulepargiga, paremal erinevus pilt näitab muutust. Skaalaks on erinevuse absoluutväärtus.

2. **Tuulepargi poolt tekitatud rüsi levik.** Tuulepargi piirkonnas on tuulikute takistuse tõttu eeldada pikemat jääperioodi ja paksemat jääkatet, mis tekib nii tuulikute taha takerdunud jäärüsist kui ka tuulepargi alale takerdunud jääkasvust. Tuulte tõttu võib tuulikurüsi akumulioneeruda ja uuesti rüsistuda. Suurim mõju avaldub tugeva idatuule korral, kui Liivi lahe idakaldal tekkinud jääväli murdub ja triivib avamerele. Kui jääväli tuulepargis takerdub, võivad tuulepargi äärealadele tekkida uued rüsivallid. Lagunevas ja liikuvus jääväljas võivad akumulioneerunud rüsijääväljad kanduda ka lahe ida- ja lõuna ossa.



Joonis 3.1-21. Tuulepargi poolt deformeerunud jäävälja esinemise tõenäosus

3. **Tuulikurüsi levik laevateedele ja väikesaartele.** Jäärohketele talvedel, nagu mudeldamise aluseks olnud 2011. aastal, võib tuulepargi poolt deformeerunud rüsi triivivas jääväljas jõuda Ruhnu saare lääne- ja lõunarannikule ning Kihnu saare lääne- ja looderannikule. Peamiselt on mõjutatud kaldad, mis on avatud tuulepargi poole (joonis 3.1-22). Mõlemal saarel on märgata, et rüsi jää esineb läänerannikul rohkem kui idarannikul. Ruhnu saare puhul näitab see varasemate jäätriivide olulisust, kuna läänetuultega saare lähiste le kandunud jää võib sinna jõuda vaid siis, kui see on eelnevalt idatuulte abil tuulepargist saarest läände jäävasse mereossa triivitud. Kihnu puhul kandub jää rannikule ja lähedalasuvatele laidudele peamiselt loodetuultega. Saare lõuna- ja edelarannikule kandub triivjää, sarnaselt Ruhnuga, juhtudel, kui tuulikupargis deformeerunud jäämassid on varem ida- ja põhja tuultega saarest läände jäävatele aladele kantud. Kui Kihnu läänerannikul mängib olulist rolli püsiv kinnisjää, mis takistab deformeerunud jää levikut, siis Ruhnu puhul on kõik kaldalähedased veed ja kaldad suhteliselt ühtlaselt mõjutatud. Selleks, et deformeerunud jääväli saaks liikuda Ruhnu taha, on vajalik idatuulte olemasolu. Seevastu jäävaestel talvedel on Liivi lahe servades kinnisjää ja Ruhnu saar jääb jääst ja tõenäoliselt ka tuulepargi poolt mõjutatud jääst praktiliselt mõjutamata.

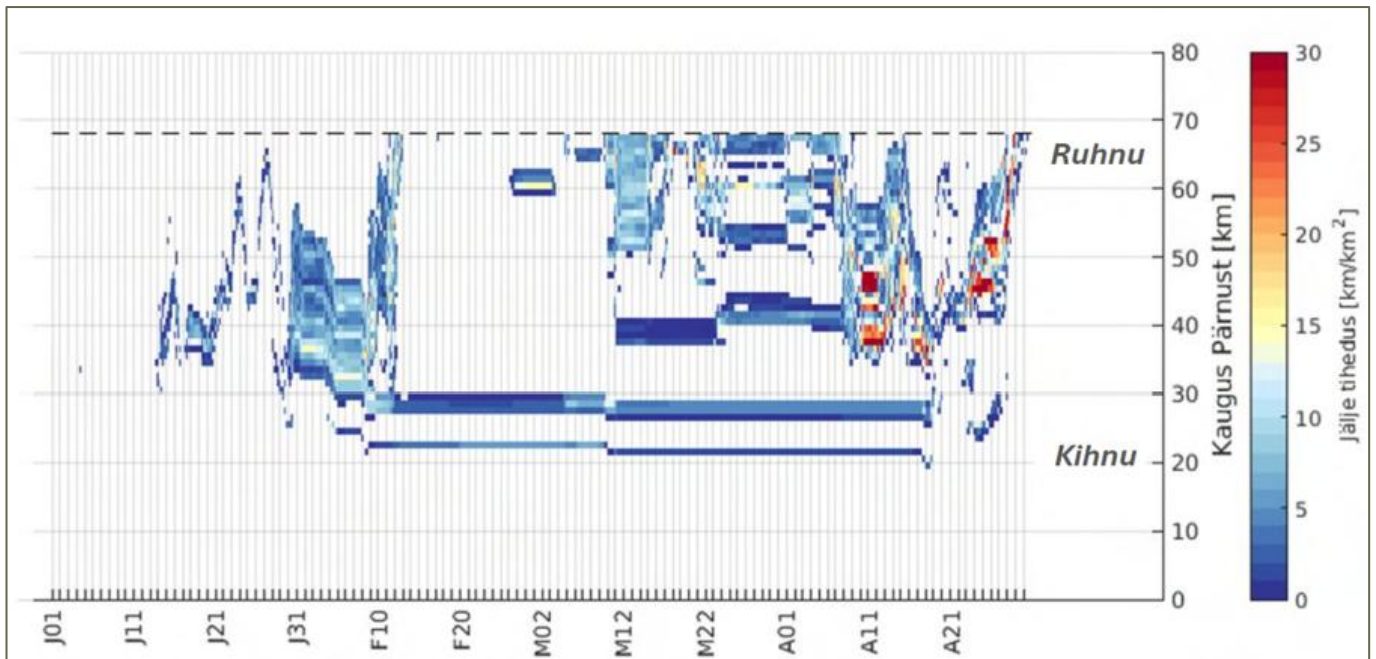


Joonis 3.1-22. Tuulepargi poolt deformeeritud jää randumine Ruhnu (a) ja Kihnu (b) saarte lähistel

Pärnu–Ruhnu laevateel eristuvad selgelt perioodid, kus jää triiv on kiirelt muutuv, ning perioodid, mil jää püsib muutumatuna paigal. Joonis 3.1-23 esitab Pärnu–Ruhnu lõigul tuuliku lõigete (jääkanal, rüüstumine, ladestumine) pikkust pindalaühiku kohta (km/km^2). Suurem väärtus tähistab suuremat lõigete hulka ja seetõttu suuremal määral purustatud ja rüüstunud jäävälja olemasolu, kus mitmed jäälõiked ja kanalid on samale alale kokku surutud.

Deformeerunud jää esineb peamiselt Ruhnu ja Kihnu vahel ning on piiritletud kinnisjää piiriga, mis asus jaanuari lõpus ligikaudu Kihnu juures. Talve alguses, kui jää deformatsioone on vähem ja need pole veel suures ulatuses akumulunud, on ka tuulikupargi mõju laevateele väiksem. Laevatee on kõige rohkem mõjutatud jää lagunemise perioodil, kui jäätriiv on aktiivsem ning lõigule kantakse juba korduvalt deformeerunud ja kokkusurutud jääväljad.

Mandri ja Muhu vahelisse Suurde väina triivisid tuulepargi poolt deformeerunud jääväljad jääperioodi algfaasis, kui Väinamere jääväli oli veel liikuv ja jää sai vabalt Suure väina kaudu sinna triivida. Hilises jääsesooni staadiumis, kui Väinameres oli tugev jääkate, oli triiv sinna läbi väina tõkestatud. Ruhnu saarest läände jäävale laevateele kandusid deformeerunud jääväljad veebruari keskel tugevate idatuultega ning kinnistusid sinna saabunud pakase tingimustes.



Joonis 3.1-23. Tuulikute jääloigete tiheduse ajaline muutlikkus lõikel Pärnu-Ruhnu

3.1.4. Keskkonnameetmed

Kuna kavandatavast Saare-Liivi meretuulepargist tingitud muutused hoovustele ja lainetusele on ebaolulised ning muutused jää kontsentratsioonis ja triivis ei too kaasa olulisi negatiivseid tagajärgi teistele keskkonnameetmetele, puudub vajadus leevendavate meetmete rakendamiseks.

3.1.5. Kokkuvõte

Saare-Liivi tuulepargist tingitud mõju lainetusele ja hoovustele võib pidada ebaoluliseks. Muutused jää kontsentratsioonis ja triivis võivad külmal del talvedel olla märgatavad, kuid need ei too kaasa olulisi negatiivseid tagajärgi teistele keskkonnameetmetele. Veesamba füüsikaliste muutuste osas ei ole võimalik usaldusväärselt anda kvantitatiivset hinnangut, kui palju segunenud kihi paksuse muutus võiks mõjutada kevadõitsengut või primaarproduksiooni tervikuna, kuid potentsiaal muutuseks on olemas.

Uuringu koostamise ajahetkel oli hinnatavaks ruumiliseks alternatiiviks maksimaalne võimalik meretuulepargi ulatus, põhialternatiiv 2, millega kavandatakse kuni 120 tuulikut. Linnukaitselistest tingimustest tulenevalt (ptk 2.4; 3.5) töötati välja vähendatud põhialternatiiv 3, mis on maksimaalne lubatav ja realistlik ruumiline ulatus tuulepargi arenduseks. Seega kui vaadelda vaid Saare-Liivi põhialternatiivi 3 kavandatava 80 tuulikuga, on mõjud eelnevas peatükis mõnevõrra ülehinnatud.

Tabel 3.1-1. Tuulepargi kavandamisega kaasnev mõju ja selle olulisus

Kaasnev tagajärg/mõju	Mõju olulisus	Leevendusmeetmete rakendamise vajadus, lõplik mõju olulisus
Tuulepargi ehitus ja demonteerimine	0	
Ühenduskaabli ehitus	0	
Tuulepargi opereerimine:		
Muutused hoovustele	0	
Muutused lainetusele	0	
Muutused jää kontsentratsioonis ja triivis	0/-	

KMH aruandes kasutatav olulise keskkonnamõju skaala: - vähene negatiivne mõju, -- oluline negatiivne mõju, 0 - mõju puudub, neutraalne, + vähene positiivne mõju, ++ oluline positiivne mõju

3.1.6. Kumulatiivne mõju

HÜDRODÜNAAMIKA

Kumulatiivsete mõjude hindamisel ja mudeldamisel vaadeldi koosmõjus Saare-Liivi meretuulepargi põhialternatiivi 2 kuni 120 tuulikuga, Liivi lahe meretuuleparki 67 tuulikuga ja Saare-Liivi täiendavat ala (eeldatava) 50 tuulikuga ehk kokku 237 tuulikut. Liivi lahe meretuulepargi hoonestusloa KMH aruandes on esitletud kolm alternatiivi: 84, 67 ja 50 tuulikut, kuid modelleerimine on teostatud vaid 67 tuulikuga alternatiivile ja jõutud järeldusele, et kõigi kolme alternatiivi mõjud hüdrodünaamikale on samasugused. Sellest lähtuvalt on ka siinkohal arvestatud Liivi lahe meretuulepargi mudeldatud 67 tuuliku alternatiiviga. Saare-Liivi meretuulepargi põhialal on samas vähenenud tuulikute arv 80-le (põhialternatiiv 3), Liivi lahe meretuulepargi KMH aruande ptk 8.1 nimetab parima võimaliku alternatiivina alternatiivi 3 50 tuulikuga. Seega sõltuvalt Liivi lahe meretuulepargi elluviidavast alternatiivist võib kolme ala tuulikute arv realselt ulatuda 180st 214ni.

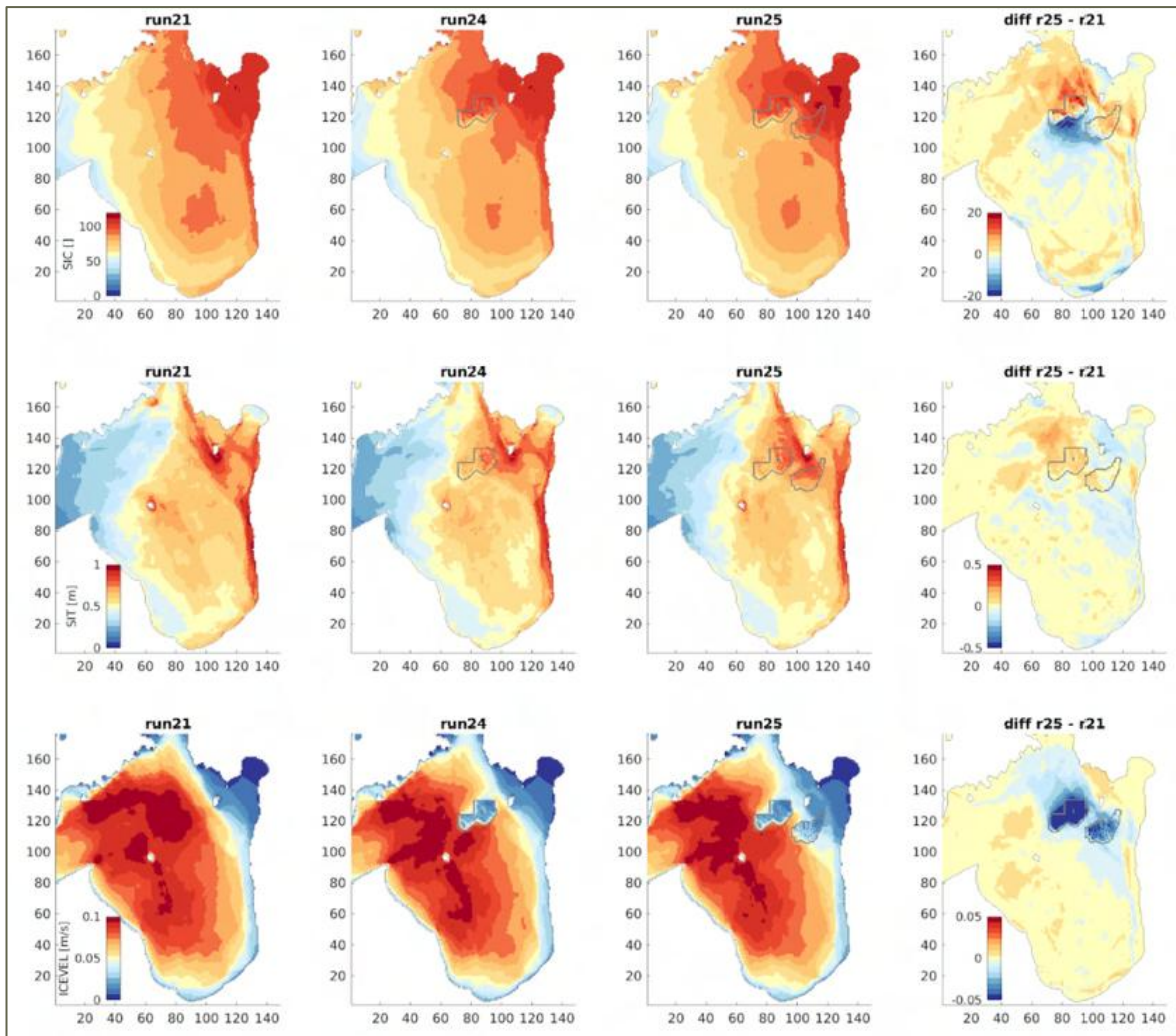
Kumulatiivselt hinnati kolme võimaliku arendusala mõjusid hüdrodünaamikale ning veesamba füüsikalistele ja biogeokeemilistele näitajatele. Mudeldamisel selgusid järgmised asjaolud:

- Mitme meretuulepargi olemasolul tõenäoliselt kaasneb kumulatiivne mõju hoovusväljadele. Terve Liivi lahe tsirkulatsioon ei muutu, kuid esinevad lokaalsed muutused hoovuste struktuuris. Suuremad muutused kaasneksid pinnakihi hoovuses. Tuuleparkide aladel pinnakihi hoovuskiirused langevad ja parke läbiv vee transport väheneb. Tuuleparkide servaaladel, eriti suvel, moodustuvad kompensatsiooniks tugevamad pinnahoovused. Seega, pinnakihi hoovuste kineetiline energia tuulepargi aladel pigem langeb ja tuuleparkide lähiümbruses pigem tõuseb. Talvisel perioodil pinnahoovused pargialadel samuti mõnevõrra aeglustuvad, kuid muutused tuuleparkide ümber on tagasihoidlikumad. Muutused põhjakihi hoovustes on võrreldes pinnakihi väiksemad. Suvel jäävad muutused keskmiselt alla 1 cm/s. Talvel ulatuvad muutused põhjakihi keskmises hoovuskiiruses Saare-Liivi põhi- ja täiendaval alal 1 cm/s ligidale.
- Mitme tuulepargi olemasoluga kaasneb väike kumulatiivne mõju laineväljale. Kumulatiivne mõju lainetusele on suurim loode-kagu sihis puhuvate tuultega kiirusega 7-10 m/s. Selliseid tuuli esineb piirkonnas ligikaudu 7% ajast. Kihnu rannikul võib keskmine laine kõrgus väheneda kolme meretuulepargi olemasolul 1-2 cm. Väheldane kumulatiivne mõju võib esineda lääne- ja loodekaarte tuultega ka Häädemeeste-Ikla-Ainaži rannikul. Keskmine mõju laine kõrgusele jääb seal tagasihoidlikuks alla 1 cm. Tuuleparkide sees väheneb oluline lainekõrgus kõigi kolme arendusala eksisteerimisel keskmiselt 4-6%. Lainekliimat mõjutavate looduslike tegurite varieerumine on tunduvalt suurem kui tuuleparkide mõju. Liivi lahte tervikuna silmas pidades on mõju tagasihoidlik.

- Soolsuse jaotust Liivi lahes tuulepargid ei muuda. Lokaalne mõju tuuleparkide läheduses on tuvastatav. Soolsus tuulepargialade piirkonnas väheneb ning see muutus on intensiivseim kõigi alade olemasolul. Soolsuse muutused on tugevamad stratifitseeritud tingimustes. Stratifitseeritud perioodil pinnakihi soolsus tuuleparkide piirkondades pigem kahaneb, kuid tuuleparkide lähiümbruses pigem kasvab. Võib arvata, et sellised suundumused on seotud nõrgema transpordiga tuulepargi aladel ja kompensatsiooniks moodustuvate tugevamate hoovustega tuulepargi ümbruses, mis toovad sinna soolasemat vett. Ka vertikaalse segunemise vähenemine võib mingil määral panustada pinnakihi soolsuse vähenemisse. Sarnaselt pinnakihiga väheneb veidi ka põhjakihi soolsus tuuleparkide alal suvisel ajal. Seevastu tuuleparkidest edelas, sügavamal alal, kust peaks toimuma soolasema vee transport tuuleparkide piirkonda, soolsus suureneb. Talvisel perioodil on soolsuse muutuste mustrid väga varieeruvad, aga üldine tendents on sarnane stratifitseeritud perioodile, st. pargi aladel pigem soolsus veidi väheneb ning pargist eemal veidi kasvab. Võrreldes soolsuse sesoonse ja lühiajalise muutlikkusega olemasolevas olukorras, on tuuleparkide mõju tagasihoidlik ja piirdub kuni 10% eelmainitud muutlikkusest.
- Segunenud kihi paksus tuulepargi aladel väheneb ning see muutus on suurim, kui rajatakse kõik kolm tuuleparki. Kolme tuulepargi koostoimel moodustub Kihnust lõunas ja edelas ala, kus segunenud kihi paksus väheneb. Pargi aladest kaugemal, edelas ja lõunas segunenud kihi paksus suureneb. Viimast võib selgitada konvergentsi tsooni tekkega. Kui domineerivas voolamise suunas on hoovus parkide poolt aeglustatud, siis takistuse ette tekib konvergentsi tsoon. Segunenud kihi paksuse vähenemine alal leiab aset hilistalvisel ja kevadisel perioodil, mõnevõrra ka suvel.

JÄÄOLUD

Kumulatiivset mõju jääoludele mudeldati koosmõjus kavandatava Liivi lahe meretuulepargiga. Liivi lahe meretuulepargi lisandumine ei too kaasa märkimisväärseid muutusi jäävälja laiaulatuslikus käitumises, ehkki lokaalseid ja ajalisi muutusi esineb. Parkidest lõunasse jääval avamere suunal jääpäevade arv väheneb. Pärnu lahe piirkonnas tuulepargid jääpäevade keskmist arvu praktiliselt ei suurenda (joonis 3.1-24 ülal paremal). Ka muudes rannikupiirkondades ei muuda tuulepargid märkimisväärselt jääpäevade arvu, ehkki on mõningasi variatsioone jää hulgas erinevatel päevadel. Keskmine jää paksus (joonis 3.1-24 keskmine rida) mõnevõrra suureneb tuuleparkidest läände ja loodesse jääval merealal, samas kui lõunasse ja kirdesse jääval rannikumerel keskmine jää paksus muutub vähe ja pigem väheneb. Keskmine triivikiirus (joonis 3.1-24 keskmine rida) tuuleparkide läheduses väheneb, samas on teatud piirkondades näha triivikiiruse mõningast kasvu.



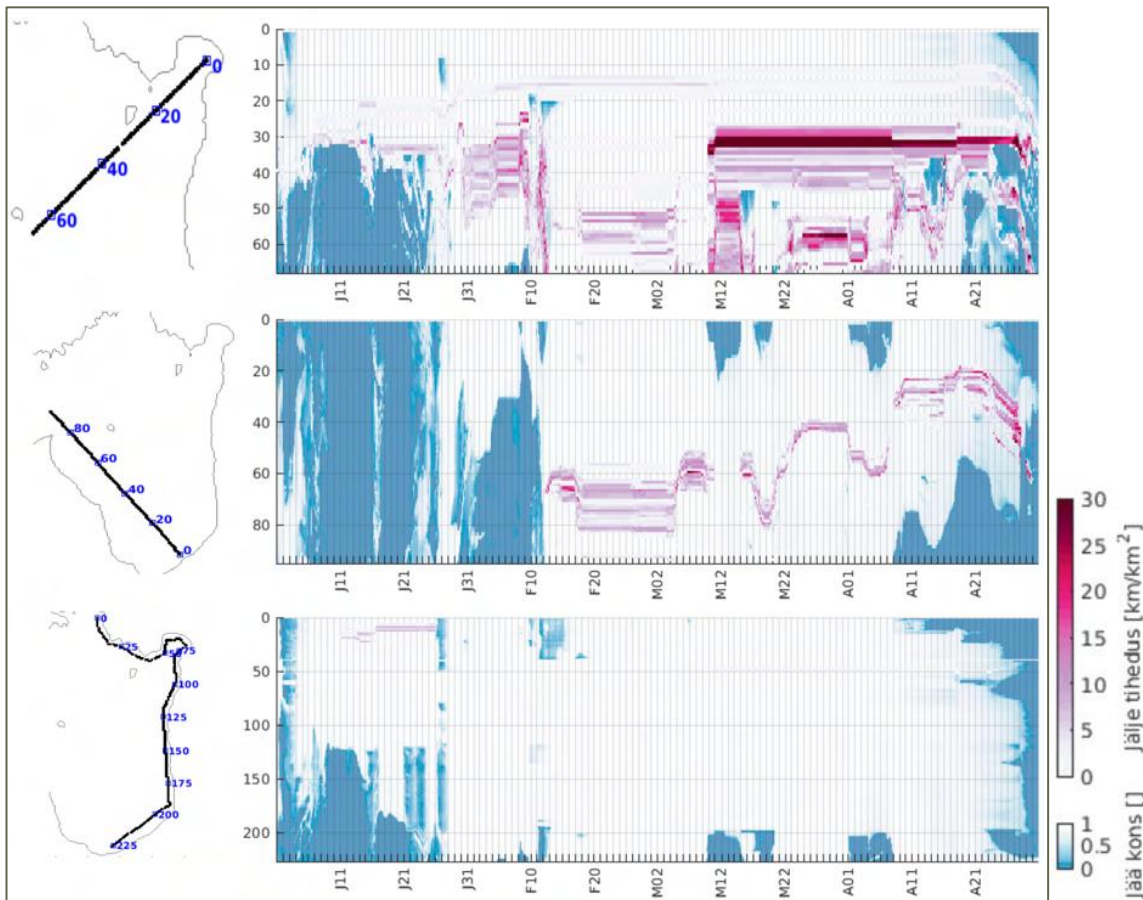
Joonis 3.1-24. Jäähooaja keskmised väärtused. Tulpades referentsjäälolud ilma tuulepargita (vasakul), jäälolud koos **Saare-Liivi tuulepargi** põhi- ja täiendava ala mõjudega (vasakult teine), jäälolud koos Saare-Liivi põhi- ja täiendava ala + Liivi lahe tuulepargi mõjudega (vasakult kolmas) ja jäälolude erinevus Saare-Liivi põhi- ja täiendava ala+Liivi lahe tuulepargi ning referentssimulatsiooni vahel (paremal). Üleval päevade arv, mil jääd esines [-], keskel keskmine jää paksus [m] ja all keskmine jää triivikiirus [m/s].

Ka kahe tuulepargi puhul liigub rüüstunud jääväli terve Liivi lahe ulatuses, kuid rüüstunud jäävälja ulatus on märkimisväärselt suurem. Kõige rohkem esines tuulepargi poolt deformeerunud jäävälju vahetult tuulepargi läheduses. Rüüstunud jäävälja triivimise kaudu on tuuleparkide mõjud nähtavad kuni 100 km kaugusel aladest, kuid maismaa rannikualadele tuulikute poolt rüüstunud jääväljad üldjuhul ei jõua. Tuuleparkidest pärinevad jääpangad levisid lahe lõuna suunas, samas kui põhja ja kirde suunas ulatusid deformatsioonid kuni mandri kinnisjää piirini, mis takistas rüüstunud jää jõudmist kaldale. Lahe ida- ja kaguosa rannikutel, kus oli püsiv kinnisjää, ei avaldunud tuuleparkide mõjud märkimisväärselt. Jääperioodi lõpus koondub allesjäänud jääväli ja seega ka rüüstunud jää Liivi lahe lõunaossa.

Pärnu – Ruhnu laevateel käitub jää kahe tuulepargi puhul sarnaselt ühe tuulepargiga (vt ptk 3.1.3). Liivi lahe lõunaosas (joonis 3.1-25 keskel) esineb mõningast rüüstunud alates veebruari algusest. Jääperioodi kulgedes nihkub rüüstunud esitatud lõigu lääne suunast kagusse Riia suunas.

Põhja-ida-lõuna suunalistele rannikualadele (Joonis 3.1-25 all) tuuleparkide poolt tekitatud rüüstunud tulenevalt kinnisjää olemasolule praktiliselt ei jõua ning antud lõiku iseloomustab terve jäähooaja kestel kinnisjää. Samas, jäähooaja lõpul aprilli teises pooles (Joonis 3.1-25 all paremal) võib rüüstunud jääväli randuda Liivi lahe rannikul vahetult Ruhnu saarest lõunas ja edelas. Tuuleparkidepoolt rüüstunud jääväli

liigub Ruhnu lähedusse alates veebruari keskpaigast ja kõige intensiivsem rüsijää liikumine toimub märtsis. Tulenevalt ranniku lähedal olevast kinnisjääd ei liigu kogu rüsistunud jääväli Ruhnu rannikule. Ranniku lähedusse liikunud rüsijää ei erineks tõenäoliselt märkimisväärselt looduslikult tekkinud jäärisist Ruhnu lähedal.



Joonis 3.1-25. Deformeerunud jää triiv Pärnu-Ruhnu laevateel (ülal), Liivi lahe lõunaosas (keskel) ja põhja-ida-lõuna rannikualadel (all).

3.2. Merepõhja geoloogia

Käesolev peatükk on koostatud kavandatava Saare-Liivi meretuulepargi hoonestusloa menetluse alal läbi viidud esmaste geotehniliste uuringute alusel, vt tabel 3.2-1.

3.2.1. Alternatiivide käsitletus

Hinnatavaks ruumiliseks alternatiiviks on põhialternatiiv 2, millega kavandatakse kuni 120 tuulikut.

3.2.2. Keskkonnaseisundi kirjeldus

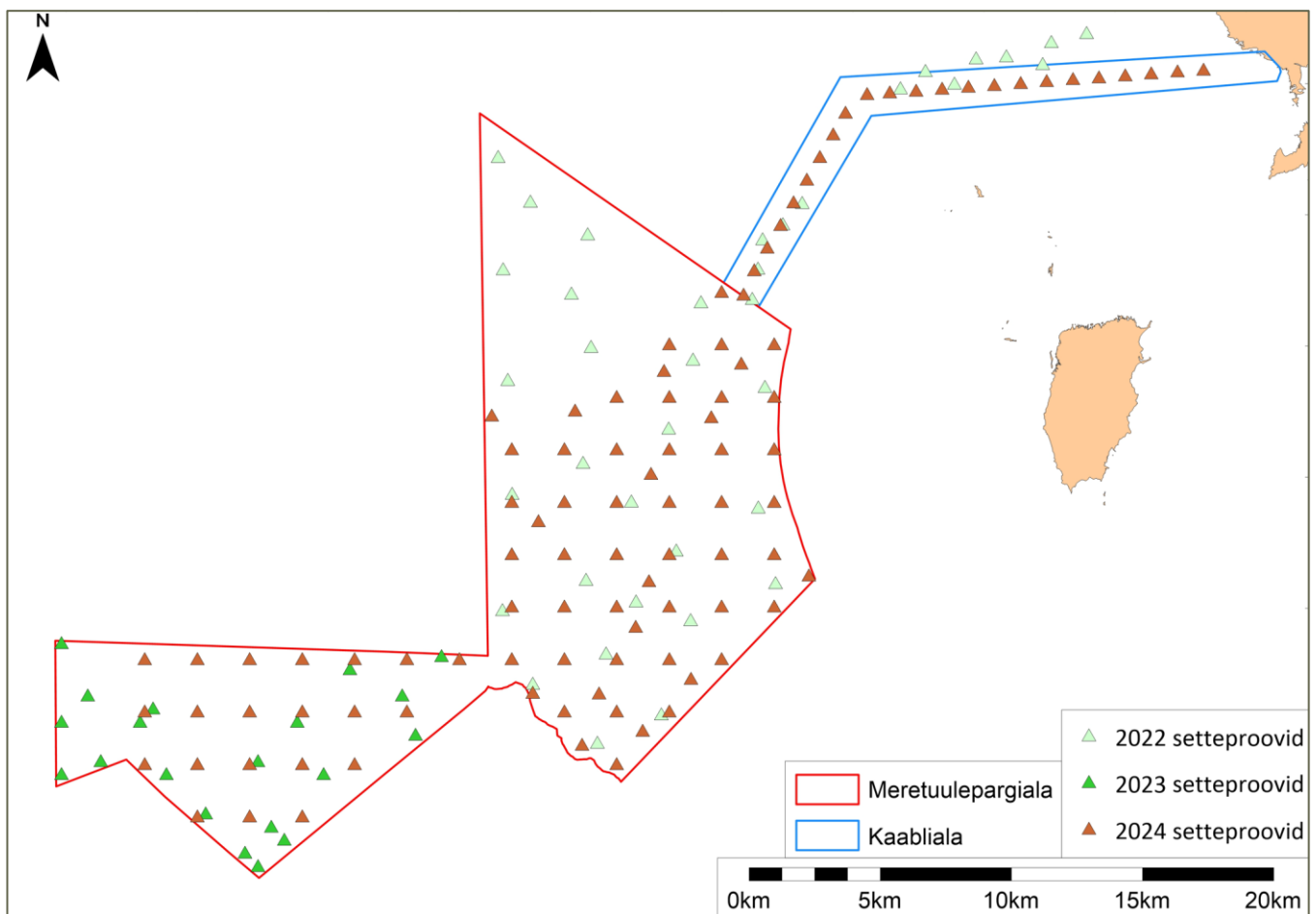
Saare-Liivi meretuulepargi alal on läbi viidud mitmeid esmaseid geotehnilisi uuringuid (tabel 3.2-1). 2022. aastal võeti 38 proovi Saare-Liivi esialgse ala ja kaablitrassi merepõhja settest ning 2023. aastal Saare-Liivi täiendaval alal 20 setteproovi. Nende proovide võtmise üheks väljundiks oli kalibreerida geofüüsikalisi andmeid ja seostada teatud sagedusega tagasipeegeldusi teatud pinnasetüüpidega. 2024.

aastal võeti täiendavalt pinnaseproove 100-s asukohas, mis olid jaotatud ühtlaselt üle esialgse- ja täiendava ala ning kaablikoridori.

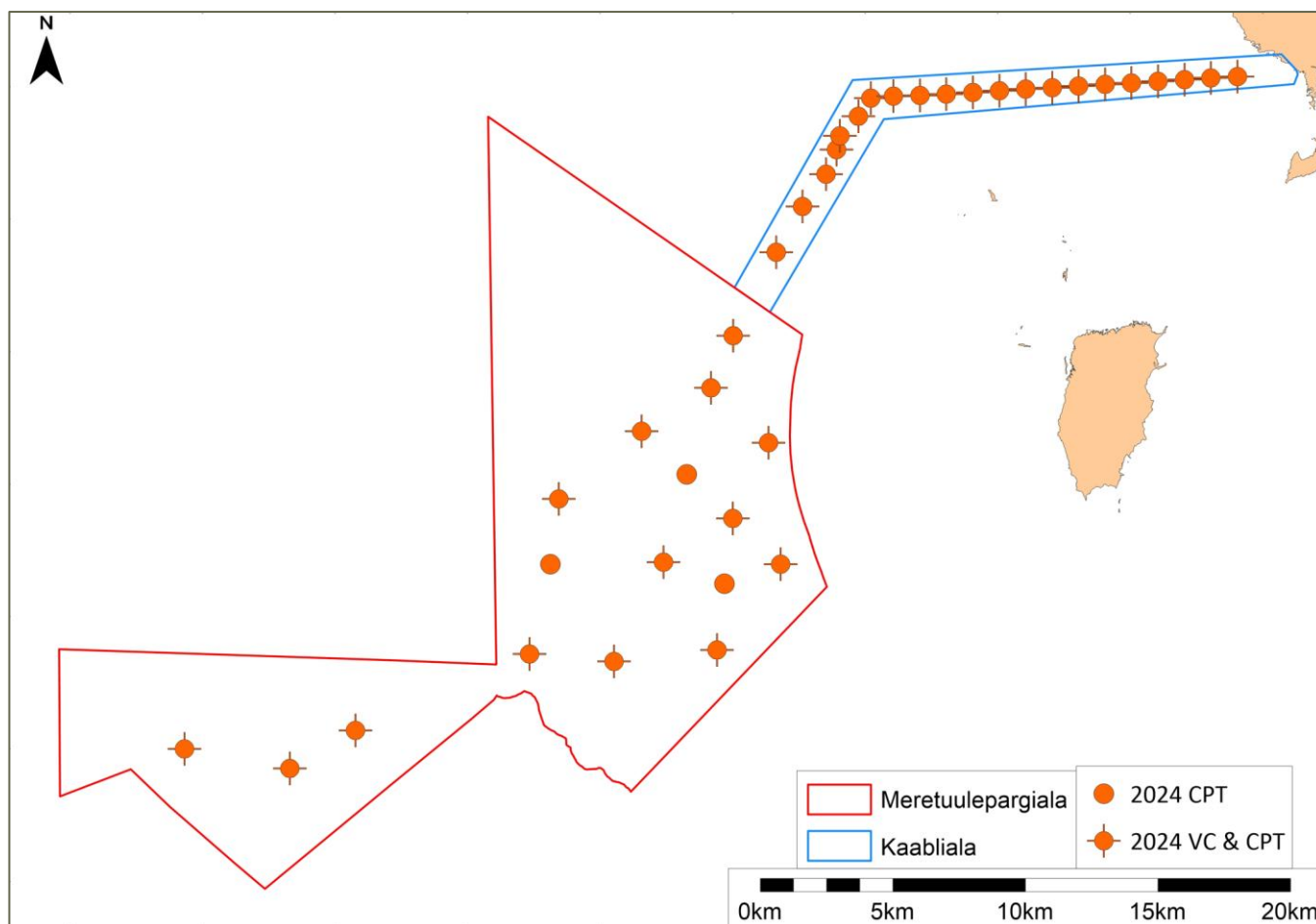
2024. aastal läbi viidud geotehniliste uuringute käigus teostati ka CPT (ing k *cone penetration test*) ja VC (ing k *vibro core*) süsteemid, mille eesmärk on koguda otsest infot ligikaudu 6 m stratigraafia ja pinnase kohta. Kokku teostati uuringud 35 asukohas. VC süsteem võtab pinnaseproovi ja toob selle merepõhjast välja; CPT süsteem saadab sondi pinnasesse, kuniks jõuab oma ettenähtud sügavusele või kuniks kohtub setetega, millest see ei suuda läbi tungida.

Tabel 3.2-1. Saare-Liivi meretuulepargi alal läbi viidud geotehnilised uuringud

Aasta	Töövõtja	Uuringute eesmärk	Varustus
2022	Patzold, Köbke Engineers GmbH & Co. KG	Merepõhja setete jaotuse esmane uurimine.	Proovivõtja (ingl k <i>grab sampler</i>)
2024	GeoProvider AS, Garant Diving UAB	Merepõhja setete regulaarse jaotuse uurimine. Merepõhja stratigraafia uurimine kuni 6 m merepõhjast CPT ja VC süsteemidega.	Proovivõtja CPT süsteem VC süsteem



Joonis 3.2-1. Setteproovide asukohad Saare-Liivi meretuulepargi esialgse ja täiendava ala uuringualal (sh kaablikoridori uuringuala) 2022-2024. aastal



Joonis 3.2-2. Saare-Liivi meretuulepargi esialgse ja täiendava ala uuringualal (sh kaablikoridori uuringuala) teostatud esmased geotehnilised uuringud

GEOFÜÜSIKALISED JA GEOTEHNILISED OLUD

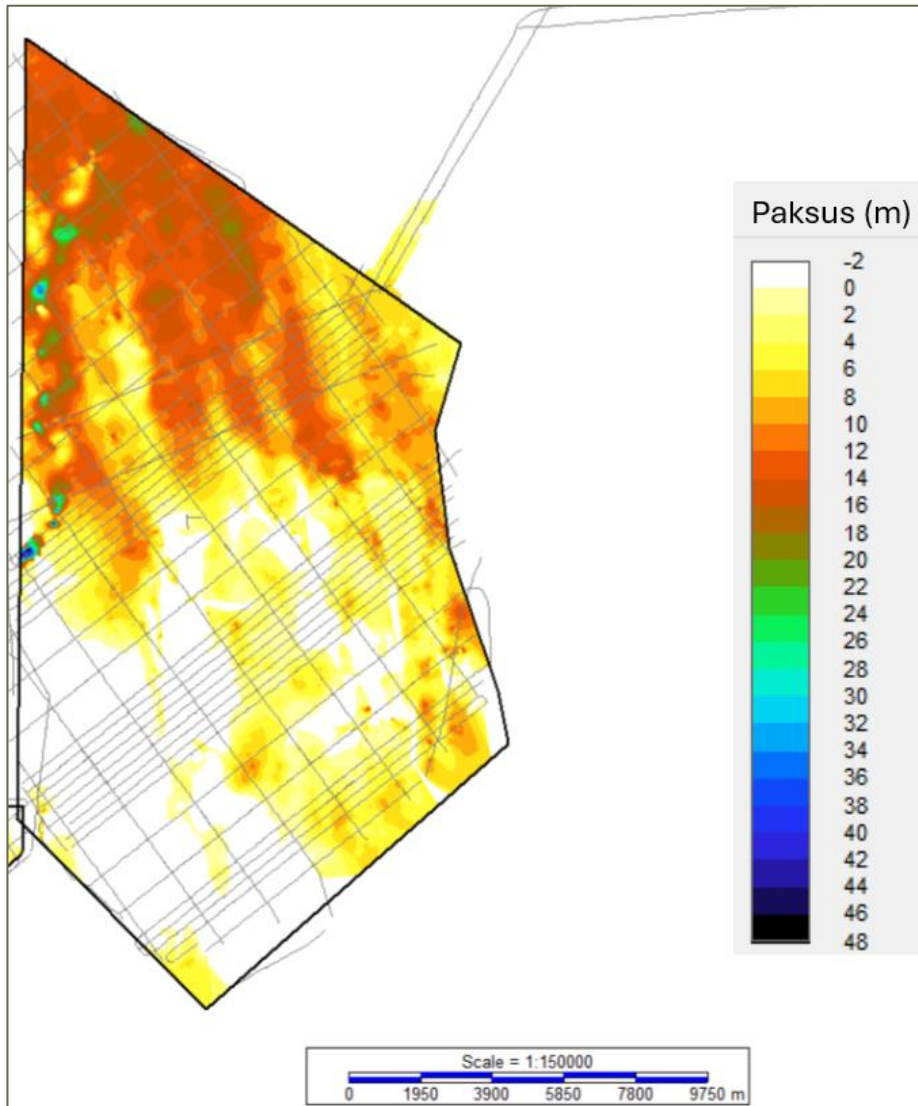
Saare-Liivi meretuulepargi ala üldise geoloogilise kirjelduse annab 2022. ja 2023. aasta uuringuandmete interpretatsioon, mille teostas Ramboll Polska Sp. Z o.o. Rambolli³⁸ tööst selgus, et Saare-Liivi merealal on n-ö kolm geoloogilist üksust.

Neist esimene koosneb pehmest savist ja viirsavist. Viirsavi leidub lokaalselt, eriti esialgse ala loodeosas; savi leidub praktiliselt üle terve uuringuala. Viirsavi sees on lokaalselt võimalik tuvastada teatud lokaalseid geoloogilisi ohutegureid: gaasi ja paleokanaleid (vt joonis 3.2-3). Gaasi tõlgendati lokaalselt savis. Paleokanalite jaotus on ebaühtlane, kuid vähemalt üks, saviga täitunud kanal, lõikub loode–kagusuunal läbi täiendava ala põhjaosa. Gaasitaskute esinemine pinnases mõjutab lokaalselt pinnase kandevõimet ja kätkeb endas ohte ehitustegevusele. Kuna tuvastatud gaasitaskud on suhteliselt väikesed ja levikult lokaalse iseloomuga, siis nende asukohtadesse on tehnilistel kaalutlustel võimalik merepõhja muuta vundamentide kandmiseks sobivaks, ent see ei pruugi olla majanduslikel kaalutlustel ratsionaalne. Paleokanalite olemasolu viitab ebaühtlasele pinnase kandevõimele, sest kanalid on täitunud aluspinnasest erinevate omadustega setetega. Olenevalt kanalite suurusest ja iseloomust on neid tehnilistel kaalutlustel võimalik merepõhja kaevandamise ja täitmisega kohandada sobilikuks tuuliku vundamendi kandmiseks. Ehitustegevuse seisukohalt kujutavad paleokanalid ohtu tõstejalgadega laevadele. Uurimistulemused

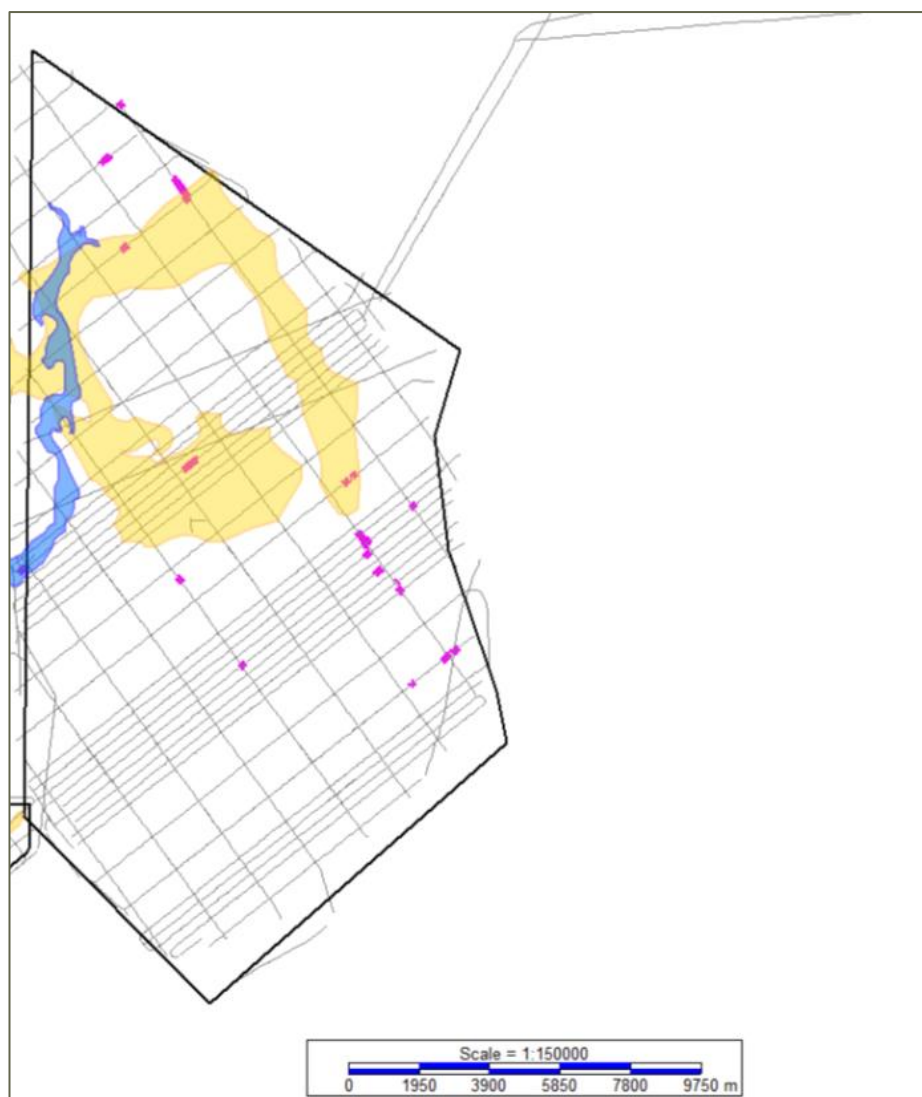
³⁸ Saare-Liivi main and extension G&G interpretations report, Ramboll Polska Sp. Z o.o. 2024

näitavad, et geoloogiliste ohutegurite esinemine on lokaalne ja potentsiaalselt ohtlike piirkondi on võimalik vältida nii projekteerimise kui ka ehituse käigus.

Võimalik on tuvastada ka vanemaid paleokanaleid, mille täitematerjal ei ole mitte savi, vaid moreen. Nende asukohad on hetkel ebakindlad ning täpsustatakse edasiste uuringute käigus.

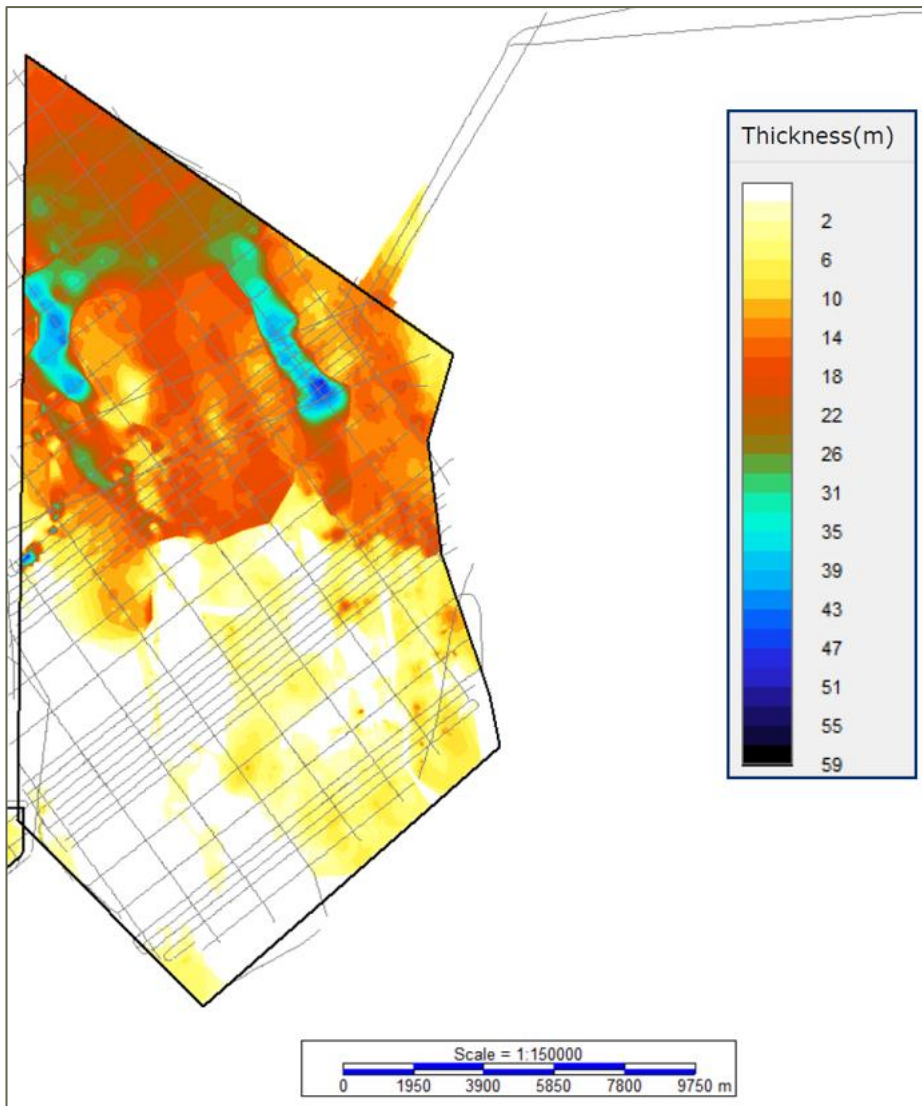


Joonis 3.2-3. Saare-Liivi meretuulepargi esialgse ala savikihtide paksus ja jaotus



Joonis 3.2-4. Saare-Liivi meretuulepargi esialgse ala geoloogiliste ohutegurite jaotus (roosa: gaas; sinine ja kollane: paleokanalid)

Teine geoloogiline kiht meretuulepargi alal on moreen. Moreeni leidub kindlalt esialgse ala lõuna- ja lääneosas, kuid võib-olla ka laiemalt, nooremate savikihtide all.



Joonis 3.2-5. Saare-Liivi meretuulepargi esialgse ala pinnakatte setete kogupaksus (hõlmab nii pehmeid setteid, moreeni kui ka paleokanalites asuvaid setteid)

Sügavaimad kihid, mis geoloogiliselt avalduvad Saare-Liivi meretuulepargi alal, on aluskivimid. Saare-Liivi meretuulepargi alal olevad aluskivimid pärinevad tõenäoliselt alamdevonist. Saare-Liivi meretuulepargi alale lähimate puuraukude (vt joonis 3.1-7), kahe Eesti maismaapuuraugu³⁹ (Kihnu ja Seliste) ja kahe Läti merealal tehtud puuraugu järgi on oletuslikult kõige noorem aluskivimid iseloomulikud alamdevoni Pärnu ja Narva lademe kihtidele.

Devoni kihtide paksus Saare-Liivi meretuulepargi alal pole täpselt teada ja tõenäoliselt varieerub see lokaalselt: Eesti puuraukudes jääb see 20–40 m vahemikku ja Läti puuraukudest täheldati Devoni liivakivi vaid ühes ning 3 m paksuselt. Devoni liivakivi all lasub oletuslikult Siluri dolomiit. Järgnevalt on toodud Keskdevoni Pärnu ja Narva lademete kirjeldused Eesti aluspõhja geoloogilise kaardi seletuskirjast⁴⁰.

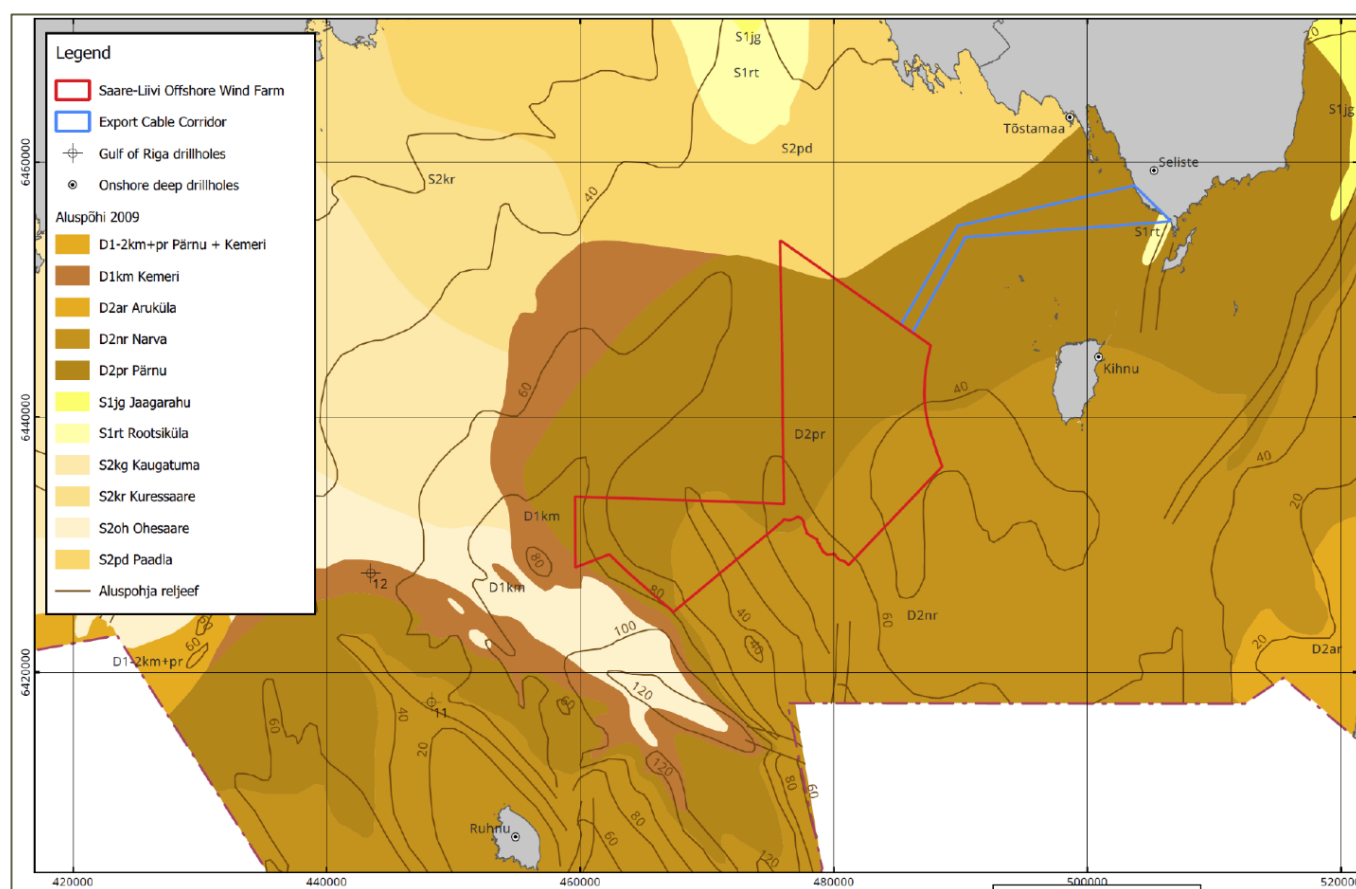
Keskdevoni Pärnu lademe (D2pr) avamuse levila hõlmab Tõstamaa-Pärnu-Võhma-Mustvee joonest lõunasse jääva ala. Lademe paksus on 1–53 m, suurenedes kagu suunas. Avamusel on Pärnu lademele

³⁹ Maa-amet (2024) Puursüdamike andmebaas, <https://geoportaal.maaamet.ee/eng/Spatial-Data/Geological-Data/Drill-core-database-p659.html>

⁴⁰ Kirjeldus Eesti aluspõhja geoloogilise kaardi seletuskirjast: Eesti Aluspõhja Geoloogiline Kaart mõõtkavas 1:400000 Seletuskiri, Suuroja, K 1997, ISBN 9985-815-14-9 (https://geoportaal.maaamet.ee/docs/geoloogia/andmed/Aluspohi_400000_seletuskiri.pdf)

vastava samanimelises kihistus eristatavad kaks kivimkompleksi: Tori (alumine) ja Tamme (ülemine) kihistik. Tori kihistik (paksus 2-28 m) on esindatud küllaltki ühetaolise, valdavalt helehalli põimjaskihilise pureda kihistik liivakiviga. Ülemise, Tamme kihistiku (paksus 4-35 m) valdavaks kivimiks on samuti liivakivi, kuid see on tugevamini tsementeerunud ja selles leidub rohkesti, eriti kihistiku ülaosas, 0,5-1 m paksusi savi, dolokivi ja domeriidi vahekihte.

Keskdevoni Narva lademe (D2nr) avamus algab Ruhnu saarelt, kust see kulgeb üle Kihnu saare Pärnu lahe rannikule ja sealt edasi avamus paarikümne kilomeetri laiuse sopilise vööndina üle Suure-Jaani ja Võrtsjärve põhjakalda ning Emajõe alamjooksu Peipsini Mustveest lõunas. Lademe paksus on 30-106 m, suurenedes avamuselt lõunasse. Narva lademele vastav samanimeline kihistu on devoni läbilõike kõige heterogeensem. Kihistu alaosas on valdavaks karbonaatsed kivimid (dolokivi, domeriit), ülemises - terrigeensed kivimid (liivakivi, aleuroliit, savi). Kihistu (lademe) piires on fossiilsete kalade leidude ja kivimite litoloogilis-mineraloogiliste iseärasuste põhjal välja eraldatud veel omakorda kolm vööd (alamkihistut): Vadja (Alam-Narva), Leivu (Kesk-Narva) ja Kernave (Ülem-Narva). Alumine, Vadja vöö (15-25 m) on esindatud halli dolokivi, domeriidi ja tumehalli kiitja savi vahelduva lasundiga, milles esineb ka õhemaid aleuroliidi vahekihte. Vöö alumisel piiril lamava Pärnu lademega on Narva lademe dolokivid-domeriidid 0,5-10 m paksuselt väga ulatuslikul alal purustatud (bretšastunud). Keskmine, Leivu vöö (paksus 5-50 m) on esindatud valdavalt domeriidiga, milles esineb nii dolokivi, halli savi kui ka õhemaid liivakivi ja aleuroliidi vahekihte. Vöö ülaosa oma kirjuvärvilise aleuriitse domeriidiga on hästi väljapeetud reepertasemeks suuremal alal. Ülemine, Kernave vöö (paksus 16-40 m) on valdavalt terrigeenne ja seda iseloomustab hallide ja punakate liivakivide- Kernave vöö aleuroliitide tihe läätseline vaheldumine. Õhemate vahekihtidena esineb kirjut ja halli domeriiti, punast savi, harvem dolokivi.

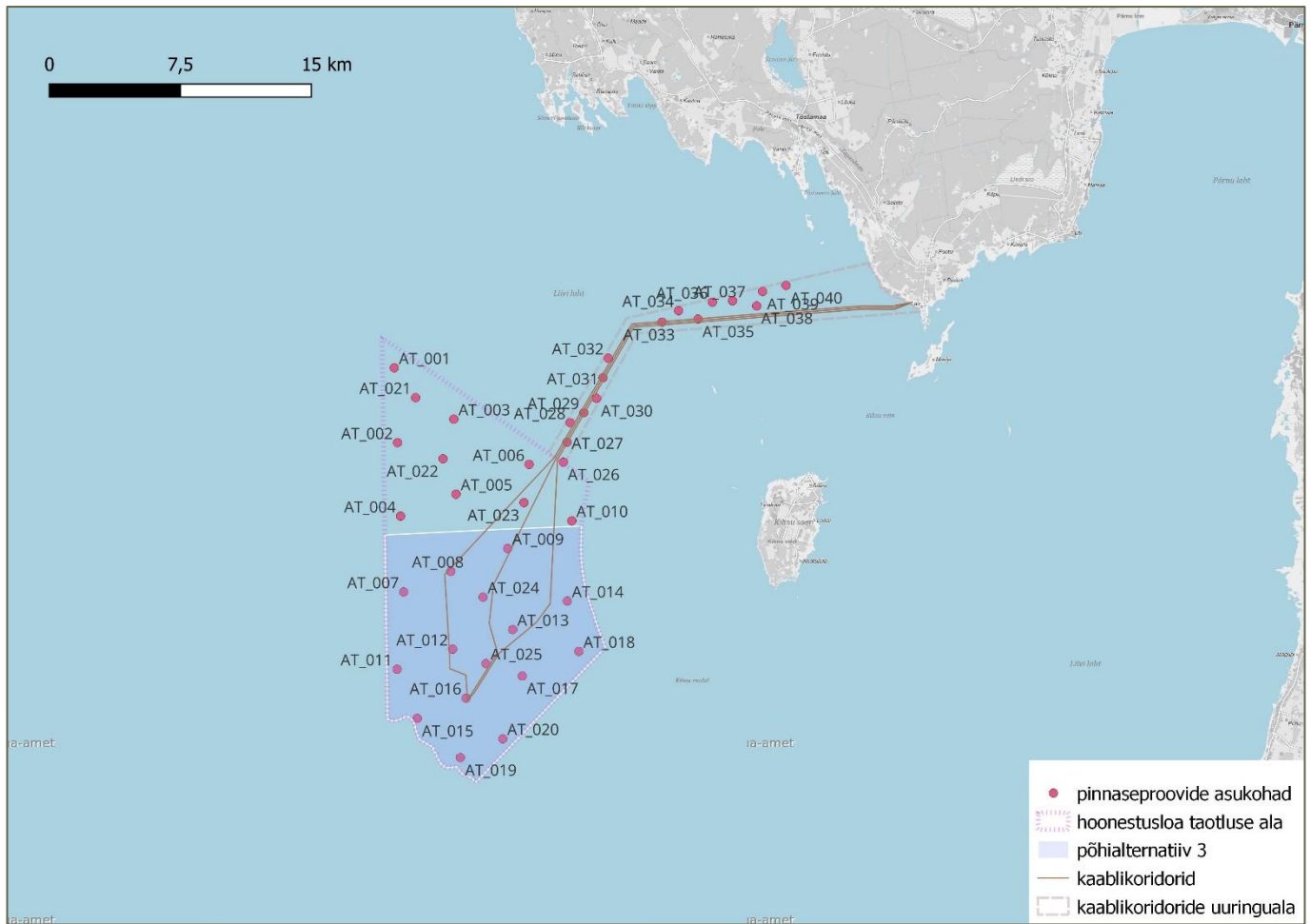


Joonis 3.2-6. Saare-Liivi meretuulepargi esialgse ja täiendava ala aluspõhja ladestikud ja lademed (D1- Alamdevoni ladestik, D2 – Keskdevoni ladestik, S1 Alamsiluri ladestik, S2 – Ülemsiluri ladestik)

SETETE KOOSTIS

Merepõhja setete lõimise, raskemetallide, üldnaftaproduktide, toitainete jm elementide määramiseks võeti arendusalalt Patzold, Köbke Engineers GmbH & Co. KG poolt 13.09.2022 38 setteproovi. Analüüside tulemusi (lisa 3.13) võrreldi ohtlikele ainetele kehtestatud piirväärtustega pinnases (Keskkonnaministri 28.06.2019 määrus nr 26 „Ohtlike ainete sisalduse piirväärtused pinnases“⁴¹). Põhialternatiiv 3 alal oli raskemetallide ja naftasaaduste sisaldus proovides üldjuhul oluliselt alla sihtarvu ja setted heas seisundis. Kaablikoridori uuringualal ületas kahes proovis vähesel määral sihtarvu nikkel. Eeldatavalt on sihtarvu ületus looduslikku päritolu. Eespool nimetatud Keskkonnaministri määruse §-st 4 tulenevalt näitab sihtarv ohtliku aine sellist sisaldust pinnases, millega võrdse või väiksema väärtuse korral loetakse pinnase seisund heaks.

⁴¹ RT I, 04.07.2019, 65242,22



Joonis 3.2-7. Merepõhjasetete proovivõtu kohad

Lõimiste analüüs (lisa 3.13) annab sisendi heljumi leviku modelleerimisele. Mida peenem on fraktsioon, seda rohkem heljumit tekib. Vee liikumine sorteerib setted sellisena, et peeneteralised setted asuvad sügavamates osades (nõgudes) ja jämedamad setted madalamatel aladel (kõrgendikel).

RANNAVÖÖNDID

Arold (2005)⁴² järgi on Kihnus ja Tõstamaa piirkonnas valdavalt kuhjerannavööndid, kus kruusa-veeristiku ja möllirandadesse kantakse setteid juurde. Rannavööndite orienteeruv levik on esitatud joonisel 3.2-8.

⁴² Arold, I. Eesti maastikud. 2005



Joonis 3.2-8. Rannavööndid tuuleparki ümbritseval merealal (väljavõte Arold, 2005. Eesti maastikud, mere rannavööndid, Tahvel VII)

3.2.3. Mõju hindamine

EHITUSGEOLOOGIA

Saare-Liivi meretuuleparki teostatavusanalüüsis⁴³ on uuritud eeldatavate geoloogiliste tingimuste sobivust nii gravitatsioonvundamendi kui ka vaivundamendi ehituseks. Tulemused näitavad, et nende vundamenditüüpide ehitamine Saare-Liivi meretuuleparki aladele on võimalik. Ramboll teostas ka tundlikkusanalüüsi pinnase geotehniliste omaduste mõju kohta erinevatele vundamenditüüpidele, mille tulemused näitasid, et optimaalse vundamendi kontseptsiooni valikuks on vajalikud detailsemad geotehnilised uuringud.

Ptk 3.2.2. ja joonistel 3.2-3 kuni 3.2-5 on kirjeldatud, et kavandatava meretuuleparki esialgse ala põhjaosas levib savi, milles võib esineda mh gaasitaskuid. Samuti on tuvastatud paleokanalid. Tuvastatud gaasitaskud on suhteliselt väikesed ja levikult lokaalse iseloomuga ning nende asukohtades on tehnilistel kaalutlustel võimalik merepõhja muuta vundamentide kandmiseks sobivaks, ent see ei pruugi olla majanduslikel kaalutlustel ratsionaalne. Paleokanalite olemasolu viitab ebaühtlasele pinnase kandevõimele, sest kanalid on täitunud aluspinnasest erinevate omadustega setetega. Olenevalt kanalite suurusest ja iseloomust on neid tehnilistel kaalutlustel võimalik merepõhja kaevandamise ja täitmise

⁴³ Saare-Liivi wind farm pre-FEED, Ramboll Polska Sp. z o.o. 2023

kohandada sobilikuks tuuliku vundamendi kandmiseks. Ehitustegevuse seisukohalt kujutavad paleokanalid ohtu tõstejalgedega laevadele.

Järgnevalt nimetatud paksuse ja koostisega merepõhja setetele ega -setetesse ei saa paigaldada gravitatsioonilist- ega vaivundamenti, kuna materjal on väga pehme ja ebapüsiv. Nii tehniliselt kui majanduslikult on välistatud:

1. vaivundamendi rajamine, kui aluspõhja kivim lasub sügavamal kui 40 meetrit merepinnast;
2. gravitatsioonvundamendi rajamine, kui aluspõhjal lasuvate pehmete merepõhja setete paksus on üle 4 meetri või aluspõhi lasub sügavamal kui 40 meetrit merepinnast.

Ehitustehniliselt ja majanduslikult ei ole mõistlik üle 4 m paksuste pehmete setete eemaldamine ega sügavas vees näiteks vundamentide kaalu ja mõõtmete suurendamine. Samuti kasvab suuremate vundamentide paigaldamisel oluliselt keskkonnamõju. Seega ehitusgeoloogilistel põhjustel tuleb tuulikute asukohtadena välistada esialgse ala põhjaosa, kus savikate setete paksus on üle 4 m ja esinevad täiendavad ohutegurid gaasitaskute ja paleokanalite näol.

RANNAPROTSESSID

Rannikulähedases tsoonis kannavad materjali edasi lained. Lained tõstavad materjali veesambasse ja kannavad seda edasi ka piki rannajoont. Sõltuvalt rannajoone iseloomust toimub seal materjali erosioon või kuhjumine. Tuulepargist tingitud laine kõrguse muutumise modelleerimine näitas, et tuulepargi sees lainekõrgus väheneb keskmiselt kuni 3% ning Liivi lahte tervikuna silmas pidades on mõju tagasihoidlik. Seega ei too tuulepark kaasa muutusi piirkonna rannaprotsessides. Tuulepark võib külmadel talvedel suurendada rüsi jää teket ja rüsi jää valle Kihnu ja Ruhnu saarte ranniku lähistel ja jäälüke võib ümber paigutada materjali rannikul, kuid see ei ole olemuslikult erinev tavapärastest rannikut kujundavatest looduslikest protsessidest.

3.2.4. Keskkonnameetmed

LEEVENDUSMEETMED

Ehitusgeoloogilistel põhjustel tuleb tuulikute asukohtadena välistada Saare-Liivi esialgse ala põhjaosa, kus savikate setete paksus on üle 4 m ja esinevad täiendavad ohutegurid gaasitaskute ja paleokanalite näol.

KESKKONNASEIRE

Opereerimisaegne seire

Meretuulepargi opereerimise ajal tuleb ette näha regulaarne tuulikute vundamentide ja kaablitrasside tehnilise seisukorra seire.

3.2.5. Kokkuvõte

Teostatavusanalüüs hindas Saare-Liivi meretuulepargi planeeritud ala geoloogilisi tingimusi nii gravitatsioonvundamendi kui ka vaivundamendi rajamiseks. Tulemused kinnitavad, et nende vundamentitüüpide kasutamine on võimalik, kuid optimaalse lahenduse leidmiseks on vaja täiendavaid geotehnilisi uuringuid.

Esialgse ala (põhialternatiiv 2) põhjaosas leidub savikihte, mille paksus on üle 4 meetri ja kus võib esineda gaasitaskuid. Kuna nende eemaldamine või vundamentide suurendamine oleks ehituslikult keerukas, kulukas ja suurendaks keskkonnamõju, ei sobi see ala tuulikute paigaldamiseks.

Lainetuse modelleerimine näitas, et tuulepargi sees väheneb lainekõrgus kuni 3%, kuid laiemalt Liivi lahes on mõju minimaalne, mistõttu piirkonna rannaprotsessid oluliselt ei muutu.

Tabel 3.2-2. Tuulepargi kavandamisega kaasnev mõju ja selle olulisus

Kaasnev tagajärg/mõju	Mõju olulisus	Leevendusmeetmete rakendamise vajadus, lõplik mõju olulisus
Tuulepargi ehitus ja demonteerimine		
Ehitusgeoloogia	-	Tuulikute asukohtadena välistada Saare-Liivi esialgse ala põhjaosa. Arvestatud. Koondmõju: 0
Ühenduskaabli ehitus	0	

KMH aruandes kasutatav olulise keskkonnamõju skaala: - vähene negatiivne mõju, -- oluline negatiivne mõju, 0 - mõju puudub, neutraalne, + vähene positiivne mõju, ++ oluline positiivne mõju

3.2.6. Kumulatiivne mõju

Merepõhja geoloogia on lokaalne tegur, mis mõjutab konkreetset tuulikute paigutamist ja kumulatiivse mõju hindamine ei ole asjakohane.

Kuna lainetuse modelleerimine näitas, et Saare-Liivi ja Liivi lahe meretuuleparkide koosmõju keskmisele lainekõrgusele on vaid 1-2 cm vähenemist, ei ole neil kumulatiivset mõju ka rannaprotsessidele. Nii lainekliimat kui rannaprotsesse mõjutavate looduslike tegurite varieerumine on tunduvalt suurem kui tuuleparkide mõju.

3.2.7. Teadmiste lüngad

Saare-Liivi meretuulepargi teostatavusanalüüsis⁴⁴ näitas, et võimalik on nii gravitatsioonvundamendi kui vaivundamendi ehitus. Optimaalse vundamendi kontseptsiooni valikuks on vajalikud detailsemad geotehnilised uuringud.

Hilisemas projekteerimise etapis tehakse iga konkreetse tuuliku asukohas ehitusgeoloogiline uuring, mis on vajalik insenertehnilistel eesmärkidel (detailne projekteerimine).

⁴⁴ Saare-Liivi wind farm pre-FEED, Ramboll Polska Sp. z o.o. 2023

3.3. Merevee kvaliteet

Keskkonnaseisundi kirjelduse peatükk tugineb TÜ Eesti Mereinstituudi 2023. aastal valminud KMH alusuuringule „Liivi lahe UTILITAS tuulepargiala veekvaliteedi uuring” (vt täpsemalt KMH aruande lisa 3.4).

Mõju hindamise peatükk tugineb TalTech töödele „Vee kvaliteedi; veesamba füüsikaliste (sh hüdrodünaamika) ja biogeokeemiliste parameetrite ning reostuslevi uuring Saare-Liivi meretuulepargi KMH raames”, (Vee kvaliteedi uuring- Taltech, 2024; lisa 3.2) ja „Hüdrodünaamika; veesamba füüsikaliste ja biogeokeemiliste parameetrite kumulatiivsete mõjude uuring Saare-Liivi meretuulepargi KMH raames” (lisa 3.3)

3.3.1. Alternatiivide käsitus

Vee kvaliteedi uuring- Taltech, 2024 (lisa 3.2) valmimise aluseks oli hoonestusloa taotluse kohane ruumiline alternatiiv ehk põhialternatiiv 2 ning mõju hinnangul käsitleti maksimaalset tuulikute arvu ehk kuni 160 tuulikut. Hilisemal kaadamisaladega seotud analüüsil ja koosmõjude hindamisel võeti aluseks juba vähendatud põhialternatiiv 3 (vt pkt 3.3.6).

Tehnilise alternatiivina hinnati heljumi teket ja levikut suurima võimaliku mõjuga stsenaariumi (*worst case scenario*) ehk gravitatsioonvundamendi korral. Lisaks hinnatakse sisemise kaablivõrgu ja ühenduskaabli rajamisega kaasnevat võimalikku mõju.

3.3.2. Keskkonnaseisundi kirjeldus

Kavandatava meretuulepargi ala asub Liivi lahe keskosa rannikuveekogumil ja ühenduskaabel Liivi lahe kirdeosa rannikuveekogumil. Keskkonnaagentuuri andmetel⁴⁵ on mõlema veekogumi 2023. aasta koondseisund halb. 2021. aastal seirati Liivi lahe keskosa rannikuveekogumit, mille koondseisund osutus halvaks keemilise seisundi järgi, head keemilist seisundit ei ole saavutatud kaadmiumi ja bromodifenüüleetrite sisalduste tõttu elustikus. Liivi lahe keskosa rannikuvee ökoloogilist seisundit hinnatakse fütoplanktoni ja põhjaloomastiku kvaliteedielementide põhjal, 2021. aasta seireandmete järgi on Liivi lahe keskosa rannikuvesi kesises seisundis fütoplanktoni ja põhjaloomastiku järgi.

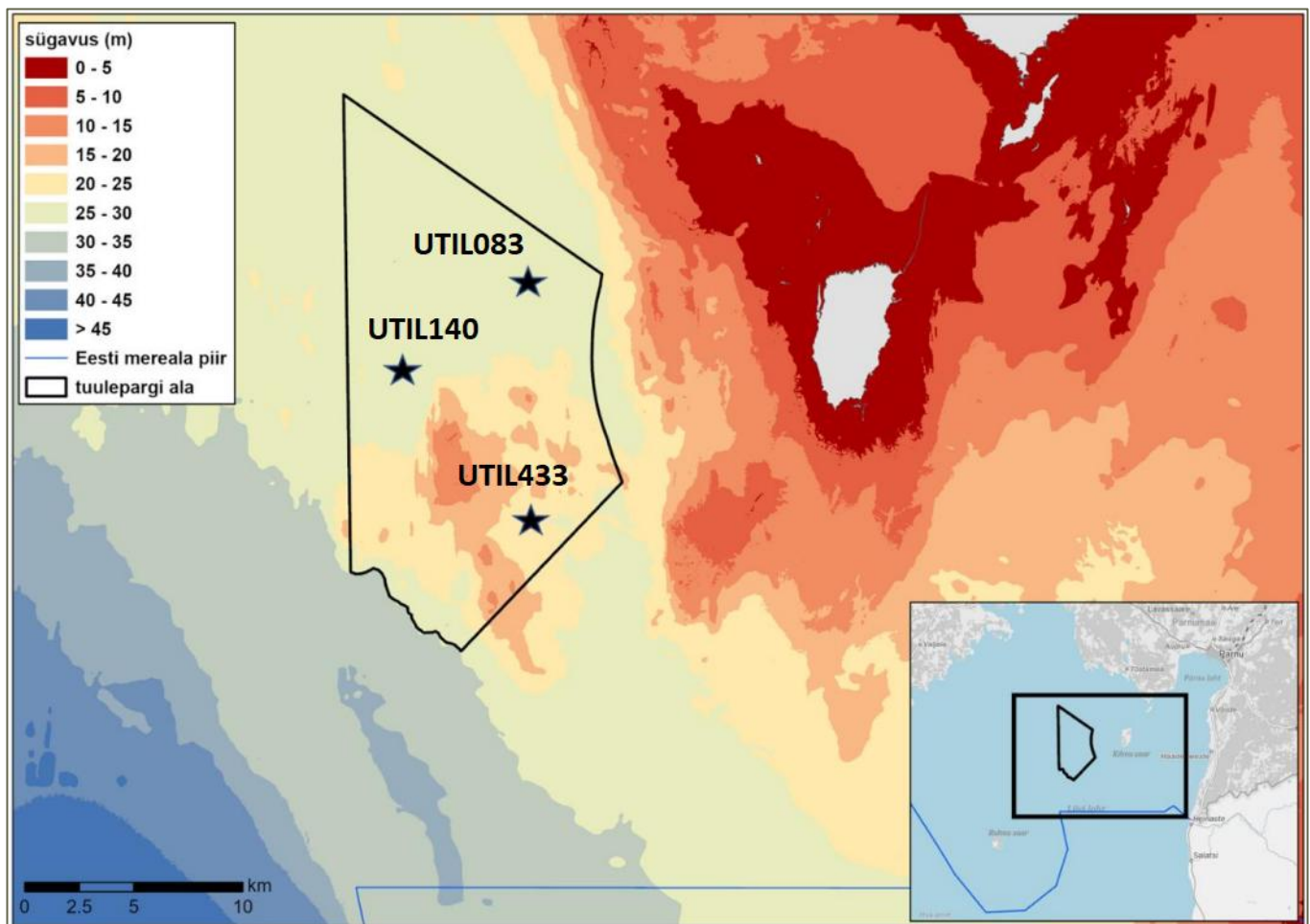
Saare-Liivi meretuulepargi alal veekvaliteedi selgitamiseks koguti alalt TÜ EMI poolt vahemikus 10.06.2022-01.11.22 kolmes erinevas proovivõtupunktis (joonis 3.3-1) veekvaliteedi näitajate proove vastavalt Eesti riiklikus merekeskkonnaseire programmis esitatud nõuetele.

⁴⁵ <https://keskkonnaportaal.ee/et/teemad/vesi/pinnavesi/pinnaveekogumite-seisundiinfo>

Proovivõtupunktides määrati järgmised näitajad:

- 1) vee füüsikalise-keemilised näitajad: N_{tot} ($\mu\text{mol N/l}$), P_{tot} ($\mu\text{mol P/l}$), $\text{NO}_3\text{-N}$ ($\mu\text{mol N/l}$), $\text{NO}_2\text{-N}$ ($\mu\text{mol N/l}$), $\text{PO}_4\text{-P}$ ($\mu\text{mol P/l}$); sondeerimine CTD sondiga (CTD-profiil) – O_2 (mg l⁻¹, ml l⁻¹, %), temperatuur (°C), soolsus (PSU), pH, sügavus (m);
- 2) fütoplankton: klorofüllil *a* kontsentratsioon ($\mu\text{g l}^{-1}$);
- 3) vee läbipaistvus: Secchi (m).

Kvaliteedielementide hindamisel kasutati kvaliteedinäitajate ökoloogilist kvaliteedisuhet, mis väljendab kvaliteedinäitajate väärtust fooni suhtes. Ökoloogilise kvaliteedisuhte indeks (ÖKS) on ühikuta suhtarv, mis varieerub vahemikus 0...1, mille suurem väärtus näitab paremat seisundit.



Joonis 3.3-1. Proovivõtupunktid veekvaliteedi uuringu läbiviimiseks

Tuulepargialal mõõdetud klorofüllil *a* väärtuste (mediaan 3,7 $\mu\text{g l}^{-1}$) põhjal on ala keskkonnaseisund kesine, kuid mõnevõrra parem kui samal ajavahemikul riikliku keskkonnaseire raames mõõdetud Liivi lahe kirdeosa rannikuveekogumi vastav näitaja (4,2 $\mu\text{g l}^{-1}$). Liivi lahe kirdeosa seirejaamad paiknevad rannikule lähemal. Tuulepargiala proovivõtupunktides mõõdeti juuli lõpus ja augustis suuremaid klorofüllil *a* sisaldusi jaamas UTIL140. Selle põhjusi on keeruline seletada. Tegu võib olla lokaalsete hoovuste mõjuga, mis võib tuua piirkonda toiteaineterikkamat vett, kuid tõenäoliselt on tegu pigem juhusliku, fütoplanktoni ebahätlasest horisontaalsest ja vertikaalsest jaotumusest tingitud erinevusega.

Tabel 3.3-1. Klorofüll *a* mediaansisaldus kolmes proovivõetupunktis

	Klorofüll <i>a</i> mediaan, $\mu\text{g l}^{-1}$	
Proovivõetupunkt	juuni-august 2022	ÖKS
UTIL083	3,4	0,63
UTIL140	4,1	0,55
UTIL433	3,5	0,62

Kõigis kolmes punktis mõõdetud üldlämmastiku N_{tot} väärtuse põhjal on ala keskkonnaseisund kesine. Üldfosfori P_{tot} väärtuste põhjal on punktide UTIL083 ja UTIL140 keskkonnaseisund kesine, kuid punktis UTIL433 hea (tabel 3.3-2). ÖKS väärtuste arvutamisel on võetud arvesse pindmiste kihtide näitajaid. Punktis UTIL433 on sisse arvestatud tulemused kogu veesamba ulatuses, sest punkti maksimaalne sügavus jääb 10 meetri kanti, mis teiste punktide puhul läheb arvesse kui pinnalähedane kiht. Nagu oligi eeldada, on kirjeldatud jaamades enamasti toitainete kontsentratsioonid üsna sarnased riikliku avamere seire jaamades (nr 111 ja 107) mõõdetutele. Kuna on tegemist sama merepiirkonna jaamadega, siis peegeldavad sama perioodi mõõtmiste tulemused looduslikku varieeruvust uuritud merealal. Merepõhja lähedase veekihi toitainete kontsentratsioonid on mõnevõrra kõrgemad (tingitud bioloogilistest ja biogeokeemilistest protsessidest – orgaanilise aine remineralisatsioon merepõhja setetes ja bioloogiline produktsioon pindmistes kihtides). Üldiselt näitavad mõõdetud toitainete kontsentratsioonid Liivi lahe üldist eutrofeerumise taset (toitainete kontsentratsioonid on mõnevõrra kõrgemad kui Läänemere avaosas).

Tabel 3.3-2. Üldlämmastikule ja üldfosforile vastavad ÖKS väärtused

ÖKS		
	N_{tot}	P_{tot}
UTIL083	0,63	0,61
UTIL140	0,63	0,54
UTIL433	0,62	0,75

Veesamba biogeokeemiliste omaduste modelleerimiseks teostati täiendavad veesamba parameetrite (temperatuur, soolsus, lahustunud hapnik, hāgusus, klorofüll-*a* kontsentratsioon ja toitained) profiilide mõõtmised ka TalTech Meresüsteemide Instituudi poolt (vt ptk 3.1.2)

HELJUM

Secchi ketta abil mõõdetud läbipaistvusväärtuste põhjal on kõigi kolme punkti seisund kesine (tabel 3.3-3).

Tabel 3.3-3. Secchi ketta abil mõõdetud vee läbipaistvus (m) ja vastavad ÖKS väärtused

Kuupäev								
Punkt	10.06	16.06	18.07	31.07	08.08	29.08	jun-aug keskmine	ÖKS
UTIL083	N/A	1,9	2,5	5,0	3,9	3,2	3,30	0,56
UTIL140	2,4	2,0	3,5	N/A	4,1	4,2	3,2	0,53
UTIL433	2,2	2,0	3,5	5,8	3,5	4,2	3,5	0,64

3.3.3. Mõjude hindamine

Tuulepargi rajamise etapis võivad veekvaliteeti mõjutada pinnasetööd, mida tehakse vundamendi ja kaablite paigaldamiseks (sh sisekaabeldus ja ühenduskaablid, vt ptk 2.5.3). Merepõhja häiringute mõju veekvaliteedile sõltub veesambasse paisatud setete hulgast (vt ptk 3.2.3), nende omadustest (vt ptk 3.2.2) ning valitsevatest hüdrodünaamilistest tingimustest (vt ptk 3.1.2).

Uuringutes on selgunud, et tuulepargi eksploatatsiooni ajal võivad meretuulikud põhjustada muudatusi vertikaalses segunemises veesambas ning seeläbi mõjutada setetes toimuvaid biokeemilisi protsesse, mis omakorda võivad avalduda merepiirkonna lämmastiku ja fosforiühendite kontsentratsioonide muutustes. Temperatuur, soolsus, hapniku ja toitainete sisaldus, hädusus ning ainete liikumine veesambas mõjutavad aga elutingimusi veekogus.

VEESAMBA BIOGEOKEEMILISED OMADUSED

Tuuleparkide mõju olulisust vertikaalsele segunemisele ja veesamba elupaikadele on viimastel aastatel näidanud mitmed uuringud. Uuringutes on saadud tulemuseks, et mõlemad vertikaalsele segunemisele vastastikku mõjuvat protsessi on olulised. On tõestatud, et merre pandud struktuurid põhjustavad lokaalseid keeriseid ja suurendavad vertikaalset segunemist ja transporti (Carpenter et al.⁴⁶, 2016; Floeter et al., 2017⁴⁷; Rennau et al., 2012⁴⁸). Teisalt on ka leitud, et tuule vähenemine põhjustab muutuseid hoovuste struktuuris, vähendab vertikaalset segunemist ja aitab kaasa hapnikupuuduse tekkele (Christiansen et al., 2023⁴⁹; Daewel et al., 2022⁵⁰).

Biogeokeemia modelleerimiseks kasutati Läänemere Uurimisinstituudi (IOW) poolt loodud ERGOM (*Ecological Regional Ocean Model*) mudelit.

Joonisel 3.3-2 on toodud ülemise 10 m kihi keskmised toitainete talvised jaotused olemasoleva olukorra (joonisel A0) ning põhialternatiivi 2 (joonisel E1) korral. Talvised toitainete kontsentratsioonid pinnakihi annavad aimu kevadise vetikate õitsengu potentsiaali kohta. Ühtlasi on kontsentratsioonid eutrofeerumise indikaatoriks. Suurim toitainete koormus Liivi lahte saabub jõgedest. Sarnaselt soolsusele on ka toitainete ruumilises jaotuses näha Daugava ja Pärnu jõgede mõju. Piki lahe idarannikut on suurimad nitraatide ja fosfaatide väärtused mõlema alternatiivi korral. Fosfaatide jaotustes ja fosfori bilansis üldisemalt mängib arvestatavat rolli ka fosfori settest vabanemine. Seejuures on settest vabanemine intensiivsem hapnikuvaestes tingimustes, mis eelkõige leiavad aset lahe sügavamates osades suve teises pooles ja sügisel.

46 Carpenter, J.R., Merkelbach, L., Callies, U., Clark, S., Gaslikova, L., Baschek, B., 2016. Potential impacts of offshore wind farms on North Sea stratification. *PLoS One* 11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160830>

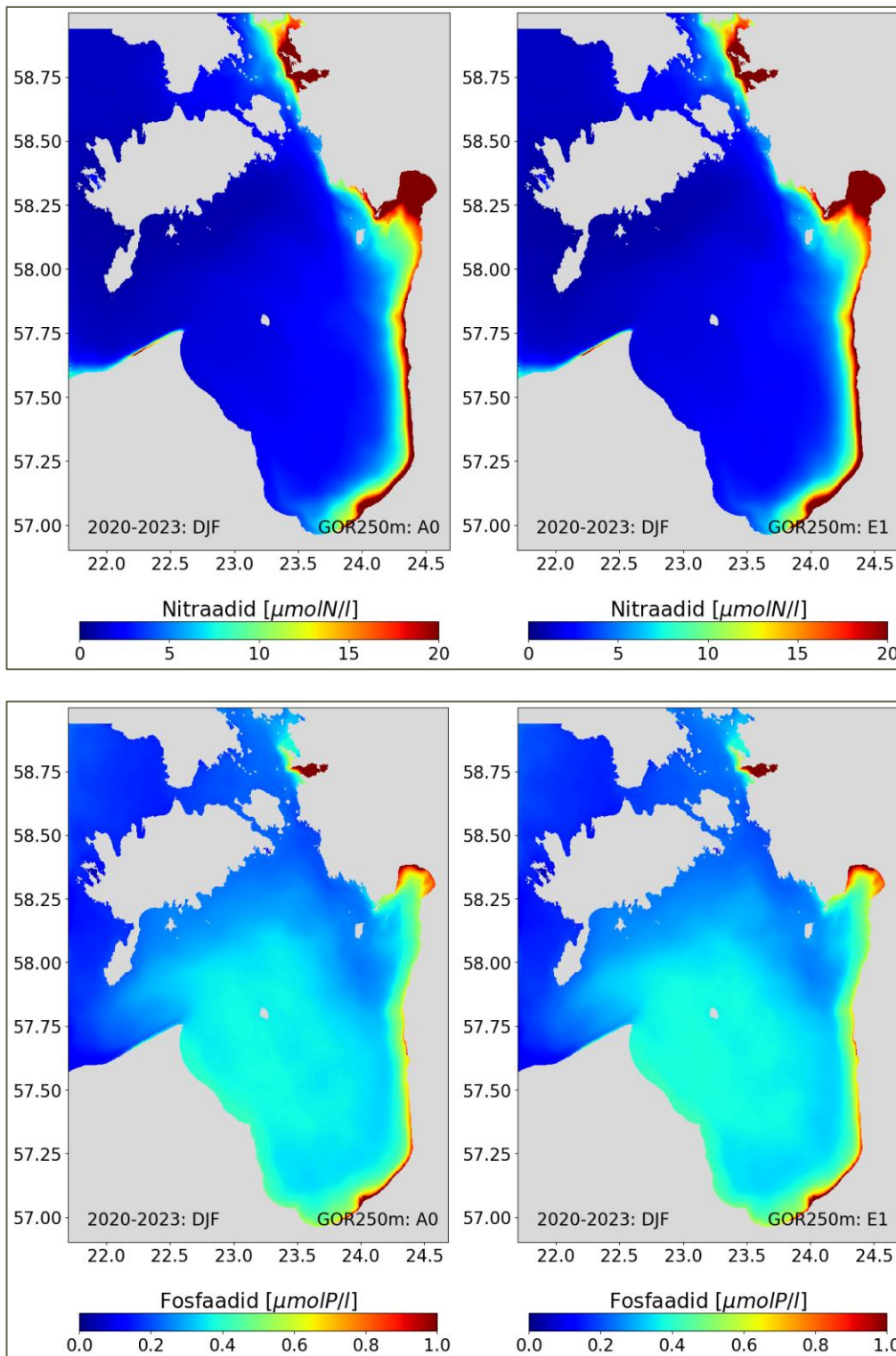
47 Floeter, J., van Beusekom, J.E.E., Auch, D., Callies, U., Carpenter, J., Dudeck, T., Eberle, S., Eckhardt, A., Gloe, D., Hänselmann, K., Hufnagel, M., Janßen, S., Lenhart, H., Möller, K.O., North, R.P., Pohlmann, T., Riethmüller, R., Schulz, S., Spreizenbarth, S., Temming, A., Walter, B., Zielinski, O., Möllmann, C., 2017. Pelagic effects of offshore wind farm foundations in the stratified North Sea. *Prog. Oceanogr.* 156. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2017.07.003>

48 Rennau, H., Schimmels, S., Burchard, H., 2012. On the effect of structure-induced resistance and mixing on inflows into the Baltic Sea: A numerical model study. *Coast. Eng.* 60, 53–68. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2011.08.002>

49 Christiansen, N., Carpenter, J.R., Daewel, U., Suzuki, N., Schrum, C., 2023. The large-scale impact of anthropogenic mixing by offshore wind turbine foundations in the shallow North Sea. *Front. Mar. Sci.* 10. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1178330>

50 Daewel, U., Akhtar, N., Christiansen, N., Schrum, C., 2022. Offshore wind farms are projected to impact primary production and bottom water deoxygenation in the North Sea. *Commun. Earth Environ.* 3. <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00625-0>

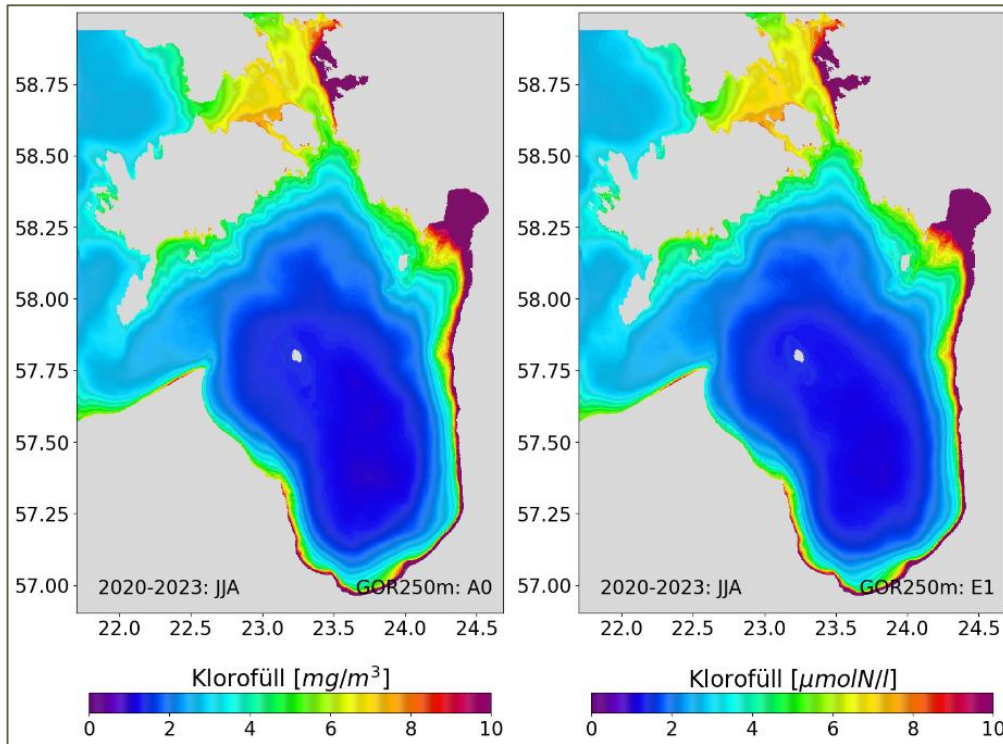
Suuri muutusi basseini mastaapi toitainete horisontaalsetes jaotuses alternatiivide vahel ei ilmne. Võrreldes ranniku ja lahe avaosas olevate horisontaalsete gradientidega on pargi töötamisega aset leidvad muutused toitainete väljades marginaalsed.



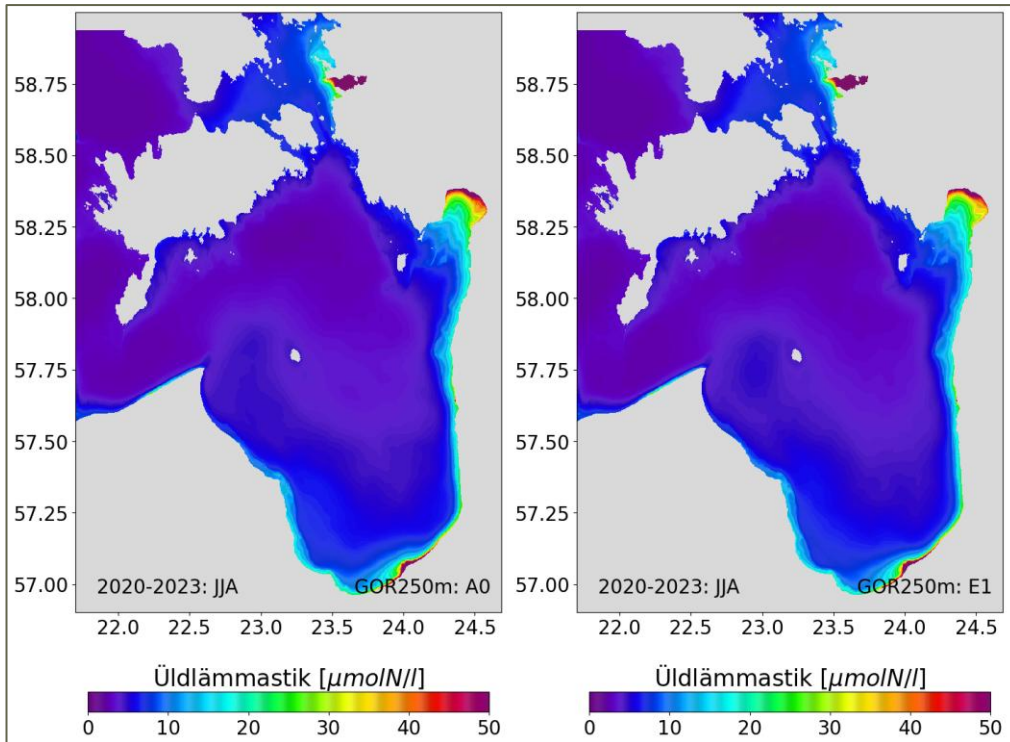
Joonis 3.3-2. Ülemise 10 m kihi keskmine toitainete sisaldus talvisel perioodil olemasoleva olukorra (joonisel A0) ja põhialternatiivi 2(joonisel E1) korral.

Klorofüll sisaldus kirjeldab primaarproduktiooni intensiivsust, st fütoplanktoni hulka vees. Ka on klorofüll ja toitainete sisaldused ülemises 10 m kihis on eutrofeerumise indikaatorid. Klorofüll suurimad

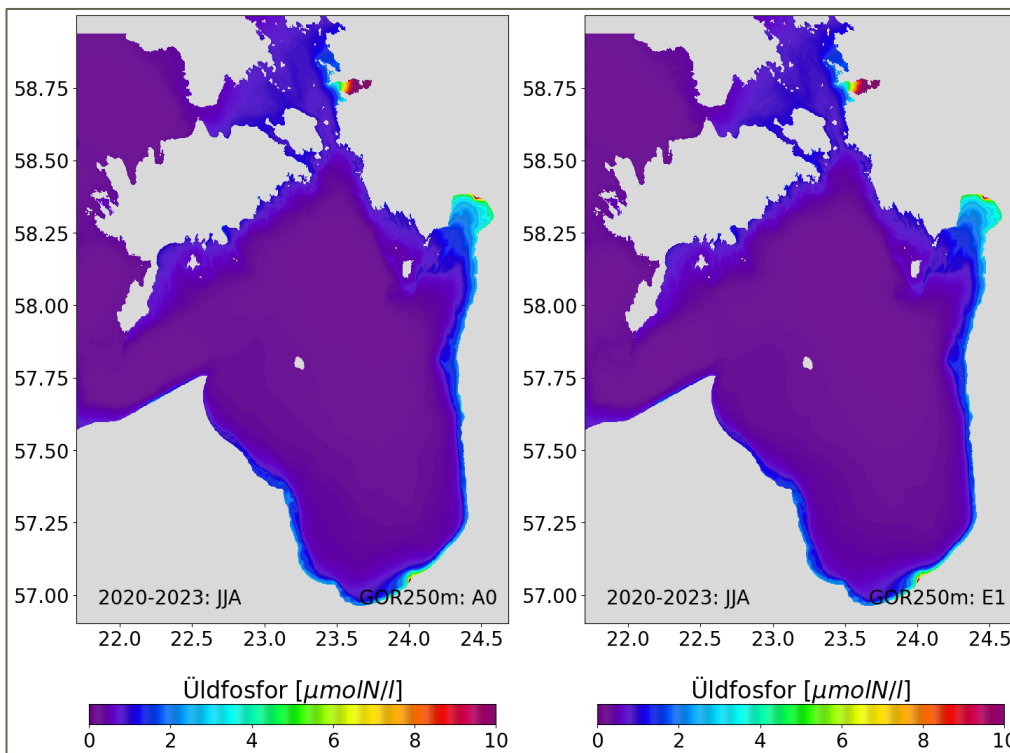
väärtused on ranniku lähedal, märgatavalt väiksemad lahe avaosas (joonis 3.3-3). Toitainete keskmised kontsentratsioonid on samuti kõrgemad jõesuudmete läheduses ehk piirkondades, kus soolsus on väiksem ja talviste toitainete kontsentratsioonid samuti suured (joonised 3.3-4 ja 3.3-5). Sarnaselt talvistele toitainete jaotustele suuri muutusi basseini mastaapi klorofüllil ja toitainete horisontaalsetes jaotustes alternatiivide vahel ei ilmne. Võrreldes ranniku ja lahe avaosas olevate horisontaalsete gradientidega on tuulepargi töötamisel aset leidvad muutused väljades marginaalsed.



Joonis 3.3-3. Ülemise 10 m kihi keskmine klorofüllil sisaldus suvisel perioodil olemasoleva olukorra (A0) ja põhialternatiivi 2 (jooniselE1) korral



Joonis 3.3-4. Ülemise 10 m kihi keskmine kogulämmastiku sisaldus suvisel perioodil olemasoleva olukorra (A0) ja põhialternatiivi 2 (joonisel E1) korral.



Joonis 3.3-5 Ülemise 10 m keskmine kogufosfori sisaldus suvisel perioodil olemasoleva olukorra (A0) ja põhialternatiivi 2 (joonisel E1) korral.

HELJUMI LEVIK

Tuulepargi ehitustöödel merepõhja setete teisaldamisel vabaneva heljumi leviku modelleerimiseks kasutati IOW settemudelit läbi FABM liidese sarnaselt biogeokeemia mudeliga ERGOM. Modelleerimisperioodina kasutati 2018/2019 suvekuid, sest selle perioodi tuulekiiruse ja –suuna jaotused olid lähedal keskmistele sesoonsetele klimatoloogilistele tingimustele. Ehitustöid teostatakse eeldatavalt märtsist oktoobrini kahe aasta jooksul.

Vastavalt läbiviidud põhjasetete lõimiselise koostise analüüsidele jagati setted kolme tüüpi: muda/aleuriit, liiv ja jämedateralised setted. Neist kõige aeglasema settimisega materjali (muda/aleuriiti) settimiskiirus on 50 m/ööpäevas, peeneteralisel liival 200 m/ööpäevas. Teiste settetüüpide (liiv, kruus) settimiskiirused on märgatavalt suuremad ehk nende levik on lokaalne.

Tabel 3.3-4: *Summaarne maksimaalne võimalik setete hulk 80 tuuliku korral*

Settetüüp	Hulk (m ³)	%
Muda/Aleuriit	20 6830	26
Peenliiv	25 9620	32
Jämedateralisemad setted	33 3550	42
Kokku	80 0000	

Arvutused tehti kahe võimaliku gravitatsiooniliste vundamentide paigaldamise stsenaariumi jaoks:

1. setete eemaldamine vundamentide alustelt ja kaadamine kaadamisalale,
2. setete eemaldamine ja kaadamine vahetult vundamentide kõrvale.

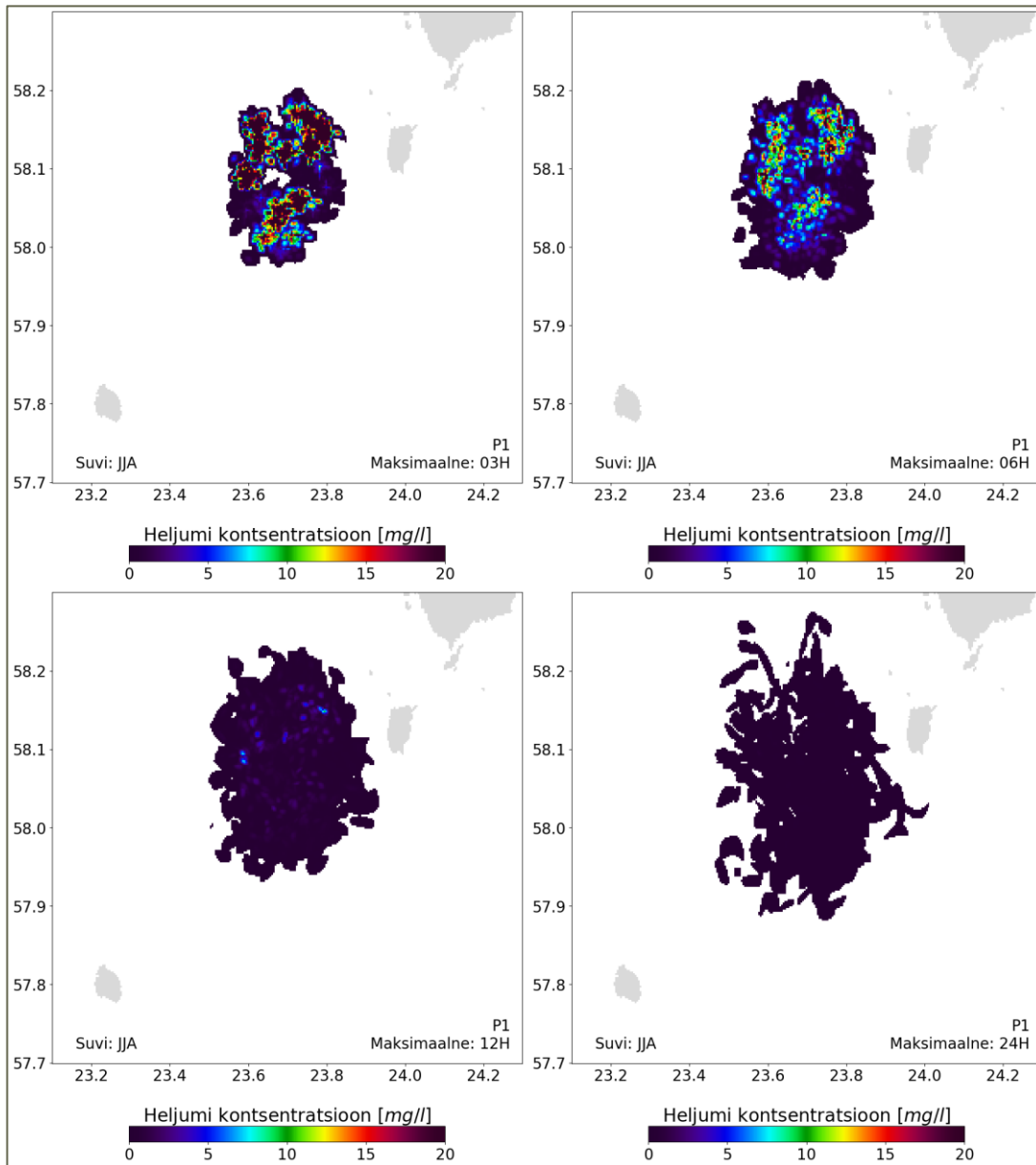
Esimene stsenaarium - setete eemaldamine vundamentide alustelt ja kaadamine kaadamisalale

Esimese stsenaarium koosneb kahest mudelist: setete eemaldamisel tekkiv heljum ja kaadamisalal tekkiv heljum. Setete eemaldamisel anti arendaja poolt sisendiks, et ühes tuuliku punktis eeldatakse 10 000 m³ materjali liigutamist ning suspendeeritud materjali koostis vaadeldud asukohas vastab ruumis interpoleeritud settelõimise jaotusele. Kaablite korral on arvestatud sette koguse 4 m³ liigutamisega iga meetri kohta, millest suspendeerituks loetakse 0,4 m³.

Heljumi leviku näitlikustamiseks modelleeriti heljumi leviku teke põhialternatiivi 2 kohase ruumikuju äärmistest tuulikute; lisaks ka mõnest tuuliku asukohast pargi keskel. Joonistel 3.3-6 ja 3.3-7 on simuleeritud heljumi maksimaalsed kontsentratsioonid mõningate tuulikute vundamentide (vt joonis 2.3.4) rajamisel tuulepargi piirkonnas suvistes ja talvistes oludes. Reaalsed ehitustööd võtavad mitmeid kuid aega ning heljumi tegelik levik sõltub tööaegsetest hüdrodünaamilistest tingimustest, mis omakorda sõltuvad paljuski meteoroloogilistest tingimustest.

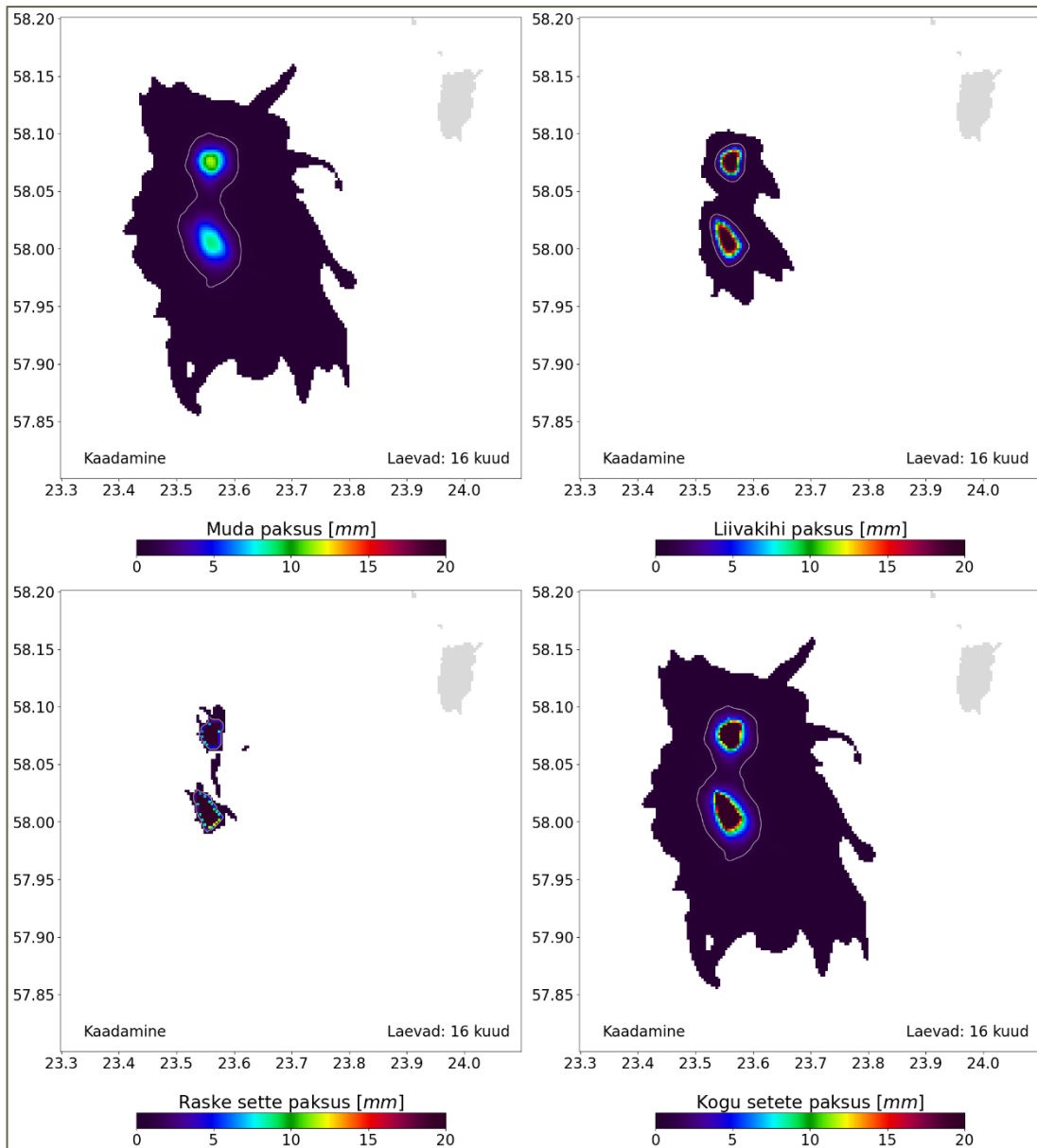
Modelleerimise tulemused näitavad, et kõrged heljumi kontsentratsioonid esinevad vahetult pärast heljumi veesambasse paiskumist, misjärel toimub suhteliselt kiire settimine. Suvel on settimine kiirem – sisaldused üle loodusliku fooni esinevad 24 tundi peale heljumi veesambasse sattumist ainult üksikutes võrgupunktides. Talvistes tingimustes on hoovused tugevamad ning seetõttu ka hajumine suurem ja settimine aeglasem ning heljum püsib veesambas pikemat aega. Vundamentide rajamisel esialgsel alal püsib heljumi kontsentratsioon üle 5 mg/l üle 24 h vaid talvistes tingimustes, maksimaalselt 4,5 km kaugusel vundamendi algasukohast (pessimistlikuim leviku hinnang). Kontsentratsiooni üle 5 mg/l maksimaalne kaugus algasukohast 12 h jooksul peale veesambasse pääsemist on 9,7 km ning 6 h jooksul 6,5 km. Esimese 3 h jooksul levib kontsentratsioon üle 5 mg/l kuni 5,6 km. Need on simulatsiooni järgi

kõige ulatuslikumad levikukaugused mainitud aegade jooksul, mis kirjeldavad ekstreemseimaid levikustsenaariume.



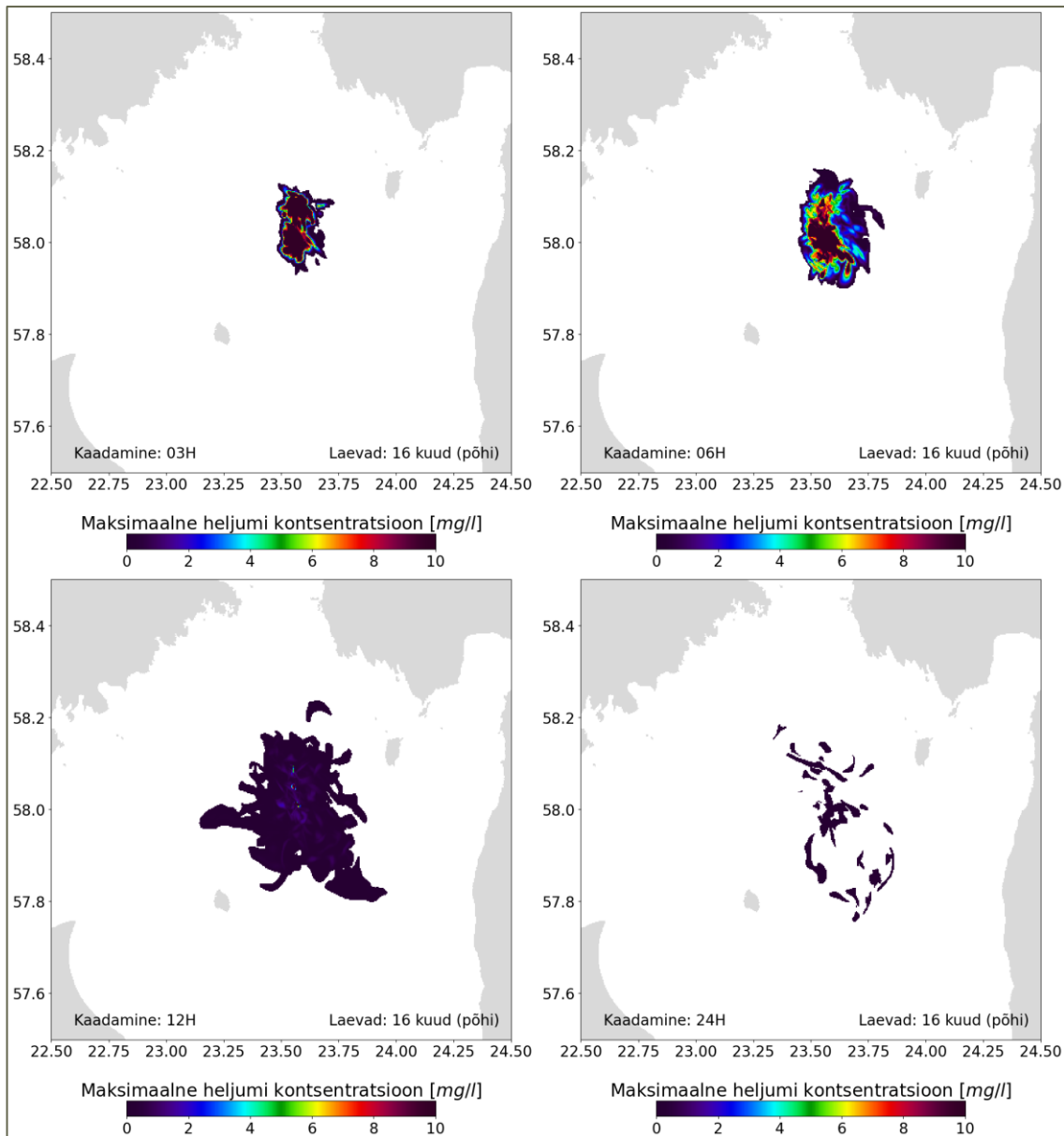
Joonis 3.3-6. Heljumi levik tuulikute paigaldusest – maksimaalne kontsentratsioon, põhialternatiiv 2

Setete eemaldamisel ja nende kaadamisel kaadamisaladele (joonis 2.6-1) eeldati, et materjal kaadatakse kahele alale võrdses osas kahe aasta jooksul märtsist oktoobrini. Materjali viiakse kaadamisalale iga kolme päeva tagant. Joonisel 3.3-7 on toodud settekihi ruumilised jaotused kaadamisel kaadamisaladele. Võrreldes kaadamisega otse tuulikute kõrvale on kaadamise mõju ruumis piiratum, kuid lokaalne mõju kahel kaadamisalal on tugevam. Sama kehtib ka kui võrrelda mõju loodusliku resuspensiooniga põhjustatud settimisega. Hoiualadele jõuab kahelt kaadamisalalt vaid marginaalne kogus materjali, mistõttu tööde piiramine sellest aspektist vaadatuna ei ole vajalik.



Joonis 3.3-7. Kahele kaadamisalale kaadatud materjalist tekkinud sette paksus. Pidevjoonega on näidatud 1 mm isojoon.

Kaadamisel kaadamisaladele püsib heljum mere ülakihi piiratud aja, 12 h möödudes on enamus heljumist vajunud pindmisest kihist veesamba alumistesse kihtidesse. Põhjalähedase kihi jaotustes on 3 h peale kaadamist näha keskmisi kontsentratsioone üle 5 mg/l. Hajumine ja leviku ulatus on alumise kihi jaotustes suurem. Suurem osa heljumist settib ühe ööpäeva jooksul. Samuti võivad soodsatel tingimustel pinnakihi kontsentratsioonid esimestel tundidel peale kaadamist oluliselt suuremad olla kui keskmiselt (joonis 3.3-8). Kui töid tehakse rütmis kaadamine iga kolme päeva tagant, siis on esimesel poolel ööpäeval veesamba läbipaistvusele arvestatav mõju. Ülejäänud kaks ja pool ööpäeva on mõju tagasihoidlik. Kui teha kaadamisi väiksema intervalliga, siis lühiajalise mõju tugevus on väiksem (kontsentratsioonid on väiksemad), kuid periood, mil mõju esineb on pikem. Lõpliku settimiskoormuse seisukohalt ei ole suurt erinevust, kas kaadata väiksemaid mahte sagedamini või suuremaid harvemini.



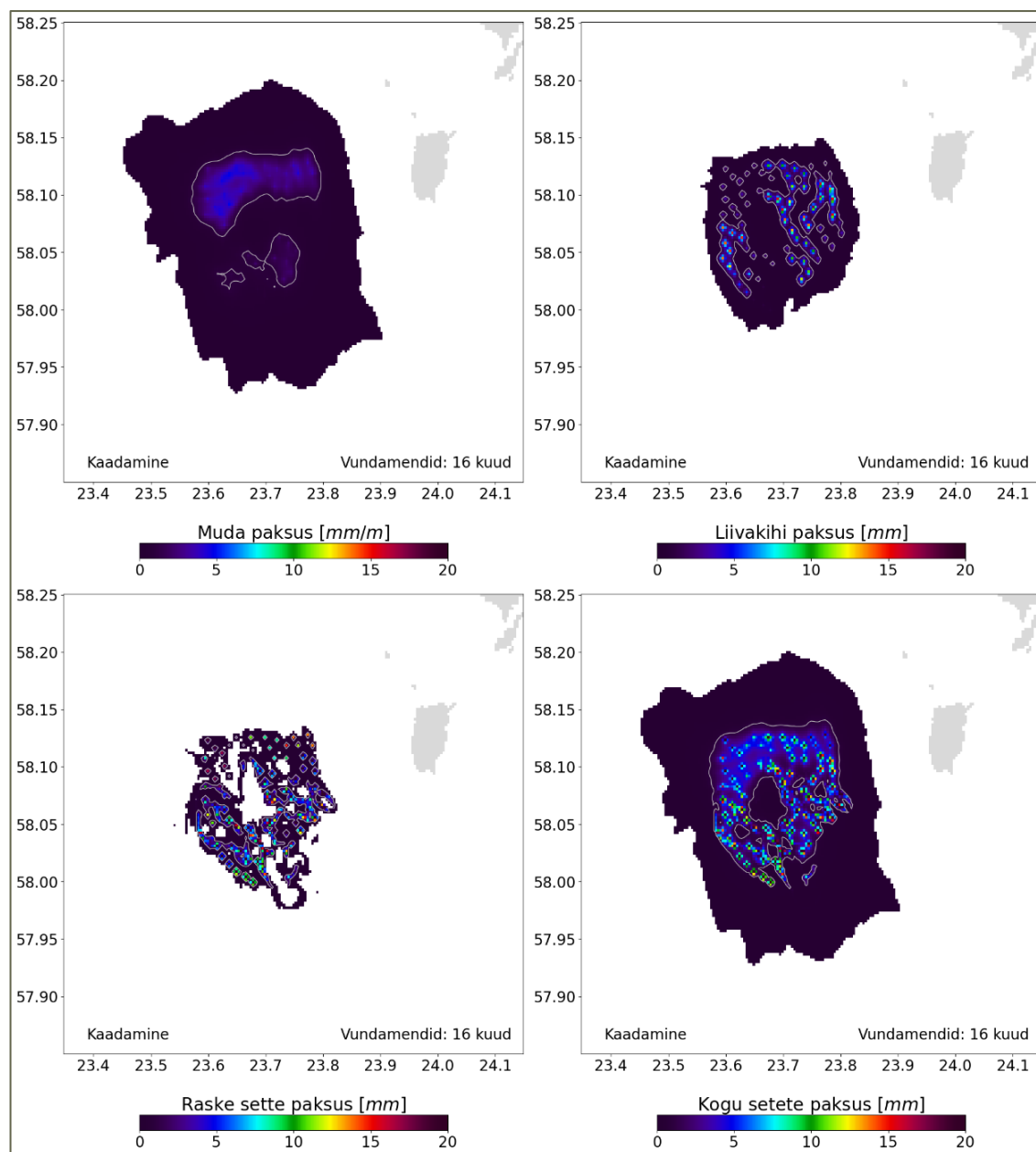
Joonis 3.3-8. Maksimaalne pinnakihi heljumi kontsentratsioon kahe kaadamisala kasutamise korral

Teine stsenaarium – kaadamine tuulikute kõrval

Kuna täna ei ole teada, mis järjestuses tuulikuid paigaldatakse, siis modelleeriti veesamba heljumi kontsentratsioonid valitud tuulikute (tuulepargi servades ja keskel) juures tehtava kaadamise puhul. Joonisel 3.3-9 on esitatud vundamentide kõrvale tõstetud settematerjali jaotus pärast tööde teostamist settekihi paksusena. Jämedam materjal settib enamasti tuulikute vahetus läheduses ning ka liiva levik on suhteliselt piiratud. Suurim hajumine on aleuriidil. Lõimisest tulenevalt on suurim settimiskoormus tuulikute vahetus läheduses ning tuulepargi muudes osades (vundamentide vahel) on see suurusjärgus 5-7 mm. Tuulepargist eemal kahaneb settekihi paksus kiiresti alla 2 mm. Samuti ei setti materjali olulisel määral tuulepargi ala keskel olevale madalamale piirkonnale, kuhu tuulikuid ei planeerita. Pidades silmas, et töid tehakse kahe aasta jooksul, on tuulepargi sees, vahetult kaadamiskohast eemal, settimiskoormus ca 2-4 mm aastas ja tuulepargist väljas alla 1 mm aastas. Looduslik settimiskiirus on ruumis varieeruv ja mõnes mere piirkonnas settimist ei toimu, vaid domineerib kulutusprotsess. Võib arvata, et tormide käigus toimub settinud materjali täiendav ümberpaiknemine (millega antud simulatsioonis ei ole arvestatud), mis

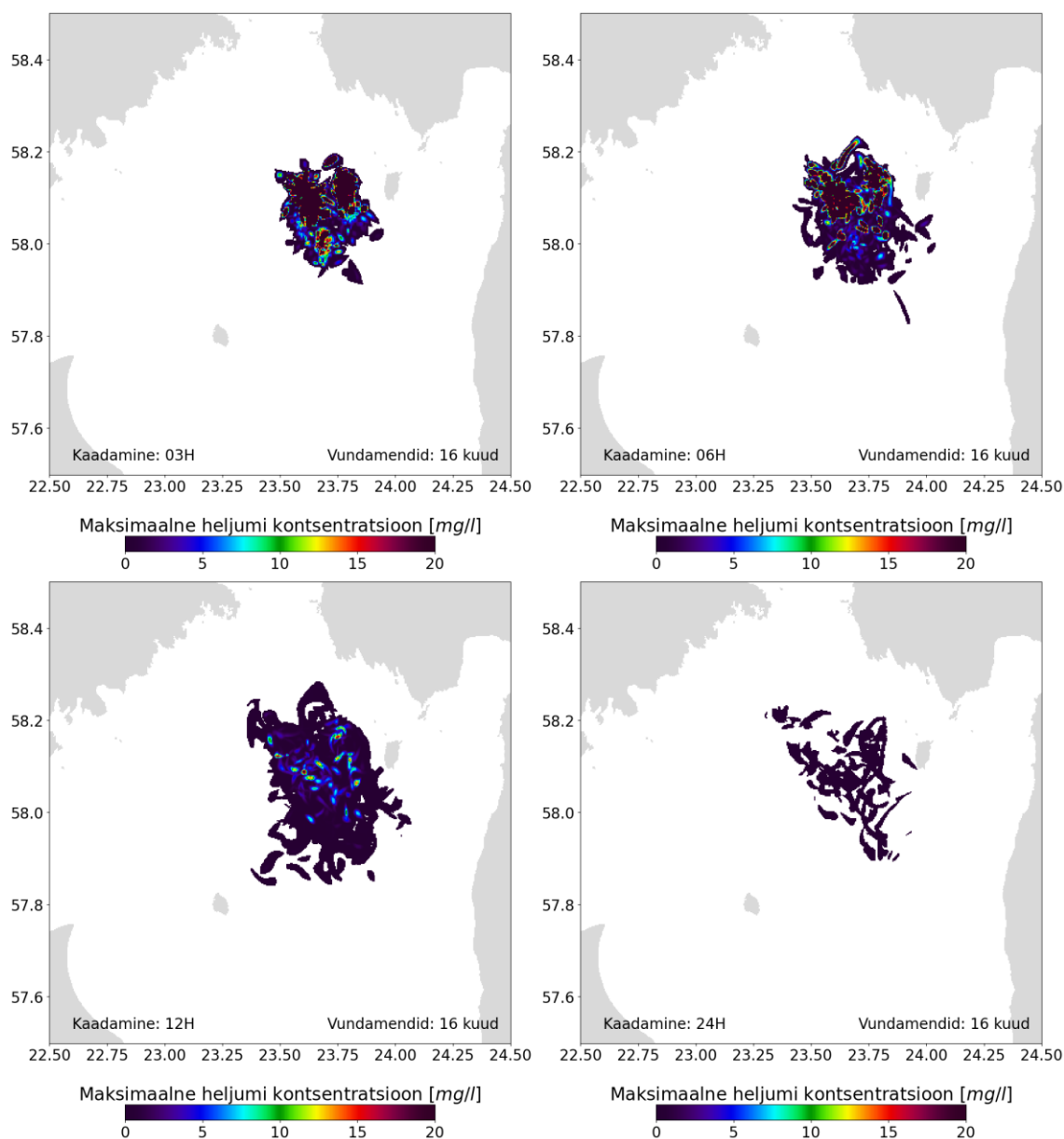
edaspidi toimub üheskoos looduslike protsesside käigus aset leidva sette transpordiga. Loodusliku heljumi kontsentratsioonide arvestatavaid tõuse registreeriti korduvalt nii laevalt kui autonoomsetelt seadmetelt tehtud mõõtmistega. Vertikaalsed profiilid näitasid, et heljumi sisalduse vertikaalsed maksimumid on põhjalähedases kihis ja mere ülemisse kihti need sündmused ei ulatu. Kõrgenenud heljumi sisaldusega kihi paksus ulatus ca 10 meetrini põhjast. Heljumi sisalduse tõusud >20 mg/l ja vahel enamgi leidsid aset, kui oluline laine kõrgus ulatus ca 3 meetrini. Selliseid sündmuseid leidis ca 6 kuu jooksul tehtud hägususe mõõtmiste ajal aset 8-9 korda. Kui eeldame, et terve aasta jooksul leidis selliseid sündmuseid aset ca 16-18 korda ja resuspensiooni poolt põhjustatud heljumi sisalduse tõus 10 m põhjalähedases kihis oli 20 mg/l ning eeldame, et esines ka väiksemaid resuspendeerumisi, siis saame, et loodusliku resuspendeerumise tõttu taassetamise koormus on ligikaudu 2 mm. Võib järeldada, et tuulepargi ala sees on kaadamise põhjustatud settimine vähemalt sama suur (tuulikute lähistel selgelt üle loodusliku fooni) kui loodusliku resuspensiooni poolt tekitatud settimine. Tuulepargi alast väljas (kaadamise vahetust mõjust eemal) jääb settimise mõju loodusliku resuspensiooni põhjustatule alla.

Kokku settiks looduskaitsealadele (peamiselt Pärnu lahe hoiuala) suurusjärgus ca 100 m³ materjali. See on kogu mahtu (800 000 m³) silmas pidades väike osakaal. Ebasoodsate tingimuste prevalveerides on võimalik, et hoiualale jõuab ka suurem hulk materjali. Settimist hoiualale on võimalik minimeerida, kui idapoolsete tuulikute paigaldamisel välditakse heljumit tekitavaid töid tugevamate lõuna- läänekaarte tuultega.



Joonis 3.3-9. Tööde käigus vundamentide kõrvale kaadamisega tekkinud settematerjali paksus. Pidevjoonega on näidatud 1 mm isojoon.

Heljumi maksimaalne kontsentratsioon 18 kuu vältel toimuval vundamentide paigaldamisel ja kaadamisel tuulikute kõrvale on toodud joonisel 3.3-10. Tööde täpset ajastust ja kestust ei ole võimalik ette teada, sest tegevused on mõjutatud ilmastiku tingimustest, lokaalsetest merepõhja geoloogia eripäradest, logistikast jne. Arvutustes oleme eeldanud, et vundamentide ettevalmistamisel tekkiv materjal ($10\,000\text{ m}^3$) kaadatakse üheskoos ja ühel ajahetkel tuuliku kõrvale. Sel viisil tekib tuuliku kõrvale kõrge heljumi sisaldusega veemass, mis oluliselt vähendab vee läbipaistvust. Pinnakihiest kaob heljum ööpäevaga ning ka põhjalähedases kihis on peale ööpäeva näha vaid väikest osa settest, st enamik kaadatud materjalist peale ööpäeva enam veesambas ei ole. Kuna kaadamist tehakse iga tuuliku juures vaid ühekordselt ja kogu pargi paigaldus tehakse perioodil märts-oktoober kahe aasta jooksul, siis see tähendab, et tugev mõju iga tuuliku juures esineb kuni ühe ööpäeva jooksul. Teisisõnu, võrreldes teise alternatiiviga, kus materjal pannakse kahele alale, on siin mõju ruumis hajutatud. Võrreldes pinnakihiiga on põhjalähedases kihis heljumi levik laialtleviklikum.



Joonis 3.3- 10. Maksimaalne heljumi kontsentratsioon pinnakihi kaadamise puhul tuulikute kõrv

Kokkuvõtteks võib öelda, et ehitusaegne heljumi sisalduse tõus ja vee läbipaistvuse vähenemine kaadamise tõttu kindlasti aset leiab. Kui kaadatakse otse tuulikute kõrvale, on mõju ruumis hajutatud, kuid heljumiga mõjutatud mereala on suurem. Kui kaadatakse kahele kaadamisalale, on mõjuala väiksem, kuid see on tugevalt kontsentreeritud kahele alale. Kui kaadamist teha nt iga kolme päeva tagant, siis on tööde perioodist (16 kuud) ca 1/6 ajast veesambas kõrgeenenud heljumi kontsentratsioonid ja vähenenud vee läbipaistvus. Settimise mõju osas on kahe kaadamise alternatiivi võrdluses samasugused tendentsid. Looduslikku settimiskoormust ületatakse tuulikute juurde kaadates suuremal alal kui kaht kaadamisala kasutades. Samas intensiivse settimise piirkond on kaadamisel kaadamisaladele suurem, samuti mõjutatakse vähem madalaid alasid ning settimine looduskaitsealadele on ebaoluline. Kaadamisel tuulikute kõrvale võib heljum soodsatel tingimustel jõuda ja settida ka looduskaitsealadele, kuid see mõju on leevendatav ehitustööde aja valikuga.

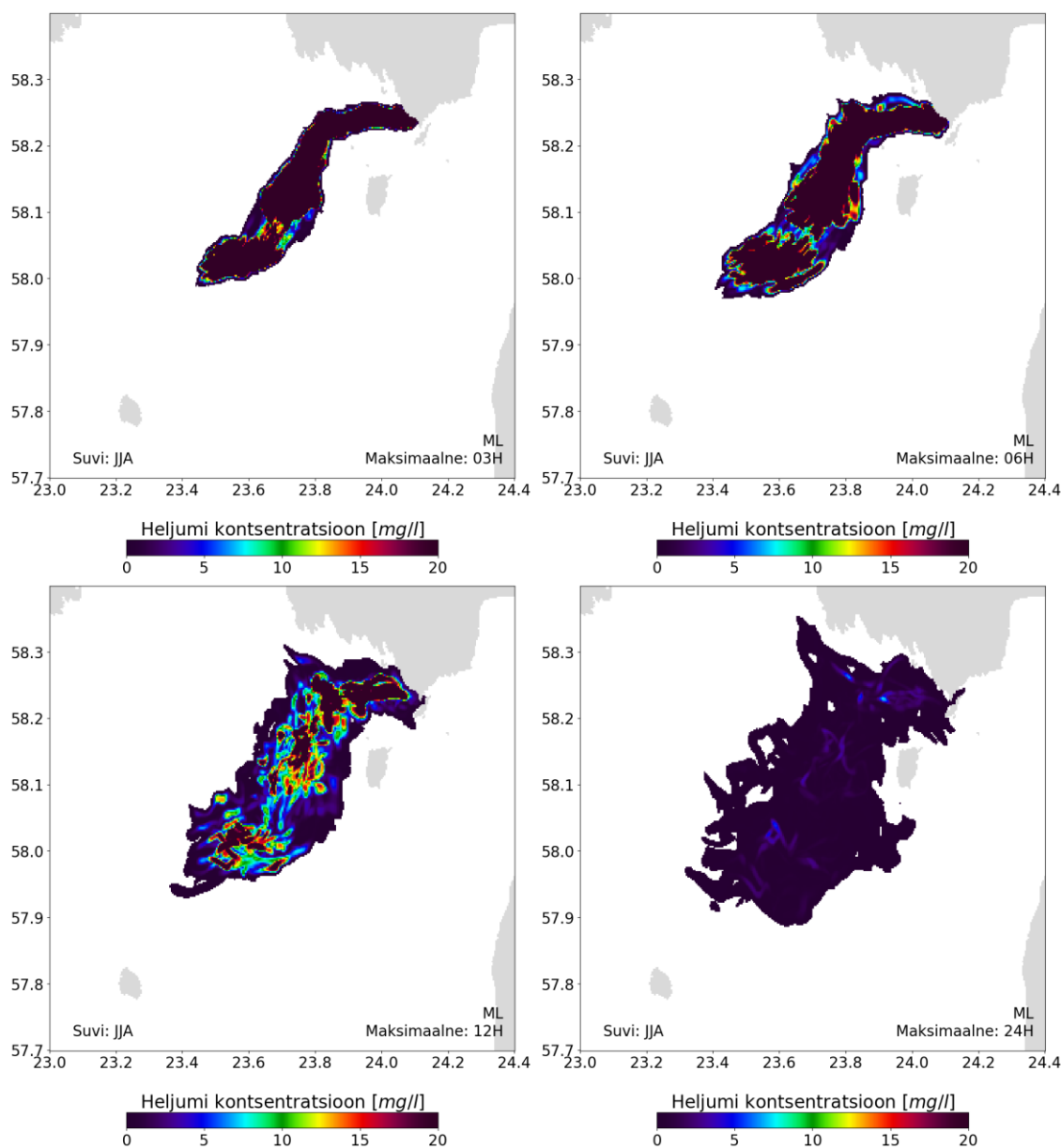
Ühenduskaabli rajamisega tekkiva heljumi modelleeritud jaotused on toodud joonisel 3.3-11. Suurimad keskmised ja maksimaalsed heljumi kontsentratsioonid 1 m sügavusel veepinnast püsivad ainult lühiajaliselt. Teatud aja (ca pool ööpäeva) jooksul küll ala suureneb, kuid kontsentratsioonid vähenevad

ning 24 h pärast on heljumiga kaetud ala oluliselt väiksem. Kontsentratsioonid ja levik on suuremad talvistes oludes. Suvistes tingimustes on levik väiksem ja settimine kiirem. Suvistes tingimustes levib kontsentratsioon üle 5 mg/l maksimaalselt 6,0 km; 7,8 km ja 4,8 km kaugusele vastavalt kas 3, 6 või 12 h jooksul. Kontsentratsioon langeb suvistes oludes alla 5 mg/l 24 h jooksul.

Kuna ühenduskaabli rajamine toimub osaliselt hoiualal, siis on hoiuala ka tegevusest mõjutatud. Heljumi mõju on ulatuslikum tugevate hoovuste tingimustes, mis omakorda on indutseeritud tugevamate tuulesündmustega. Mõjuala vähendamisenä saab kaaluda töödele piirangu seadmist teatud tuule tugevusest alates. Ühenduskaabli ehituse ajal peab seire sisaldama paigaldamisega tekkiva heljumi leviku jälgimist reaajas. Heljumipilve levikul väljaspoole puhvertsooni sügavusvööndisse madalamale kui 6 m tuleks tööd peatada. Reaajas heljumi jälgimine võimaldab suurema heljumi koguse kandumist ja settimist tundlikule alale vältida.

Rannikupiirkonna (kuni 5 km rannajoonest) madalas vees (alla 10 m) tuleb aga arvestada, et resuspensiooni tõttu võib heljumi looduslik kontsentratsioon suurtes piirides kõikuda. Resuspensioon tähendab, et tuule, hoovuste ja lainetuse mõjul tõstetakse põhjasetted uuesti hõljuvasse olekusse. Tuulte sesoonsuse tõttu on mõju suurem sügisel ja talvel, mil tuuled on kevade ja suvega võrreldes keskmiselt tugevamad. Mida madalam ning lainetusele ja tormidele avatum piirkond, seda tugevam on resuspensioon. Näiteks Virtsu sadama lähistel madalas vees läbiviidud mõõdistused näitasid, et aprillis ja oktoobris kasvasid heljumi kontsentratsioonid kuni 12 mg/L, kuid augustis olid need vaid 3,5 mg/L⁵¹. Lisaks resuspensioonile mõjutavad heljumi loodusliku kontsentratsiooni ka fütoplanktoni kevadõitseng ja suveperioodil sinivetikad. Seega sõltuvalt tööde teostamise ajast võib olla keeruline eristada looduslikku ja inimtekkelist heljumit.

⁵¹ Raag, L., 2014. Süvendustööde mõju heljumi kontsentratsiooni ruumilisele jaotusele, hinnatuna kaugseire andmetest. Magistritöö. Tallinna Tehnikaülikool.



Joonis 3.3-11. Heljumi levik eksportkaablite paigaldusest – maksimaalne kontsentratsioon

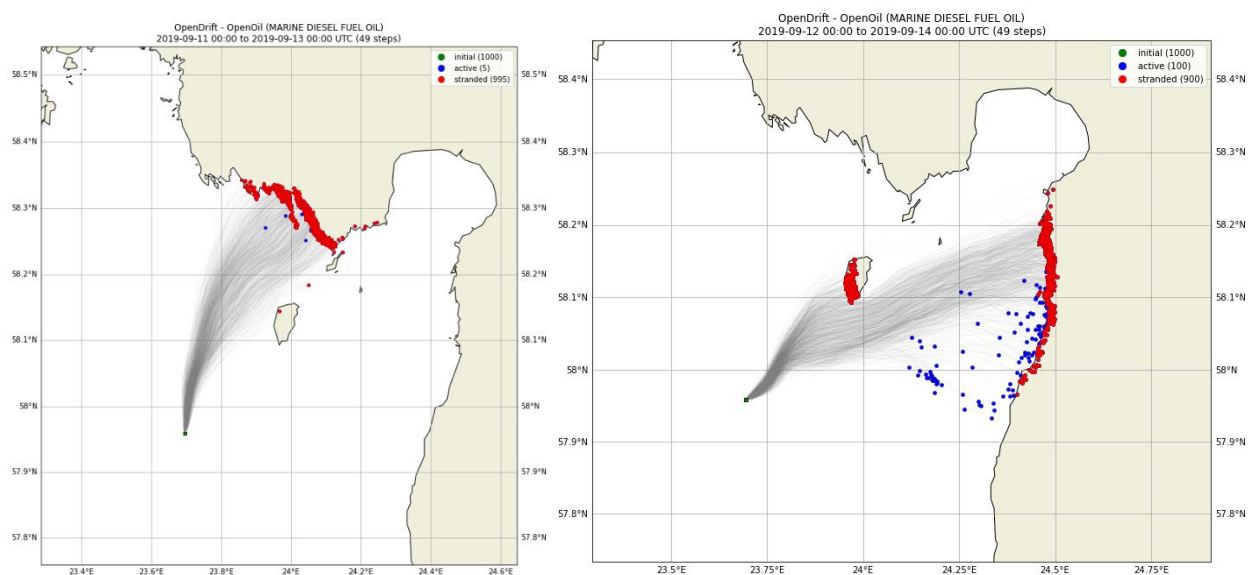
ÕLIREOSTUSE LEVIK

Õlireostuse leviku modelleerimiseks valiti TalTech Eesti Mereakadeemia eksperthinnangus välja toodud laevaliikluse kõrgeenenud õnnetusriskiga piirkondi. Õnnetuse ajastuse ja merre sattunud reostuse mahu osas valiti halvim võimalik stsenaarium. Valitud on perioodid, mil domineerisid läänetuuled, mis soodustasid reostuse kiiret levikut rannikule. Reostuseks defineeriti 10 m³ kütteõli. HELCOMi õlilaikude andmebaasi järgi on Liivi lahes avastatud kõige suurem laik olnud mahuga 2,25 m³. Modelleerimine teostati kahe erineva stsenaariumi järgi: esimene levik algusega 2019-09-11 südaööl (edaspidi reostus 1) ja teine algusega 2019-09-12 südaööl (edaspidi reostus 2). Levikut modelleeriti kahe ööpäeva vältel. Lahti päästeti 1000 osakest, millest igaüks representeeris 0,01 m³ õli ning neile rakendusid erinevad õlile omased protsessid nagu hajumine ja aurustumine. Seega võis osakese esindatud õli ruumala/mass simulatsiooni jooksul muutuda.

Esimese stsenaariumi korral levis õlilaik alguspunkst põhja/kirde suunas ning enamik osakesi randusid Mandri-Eesti rannikul. Kihnu saarele jõudis väga vähe osakesi. Teise stsenaariumi põhjal levis õlilaik

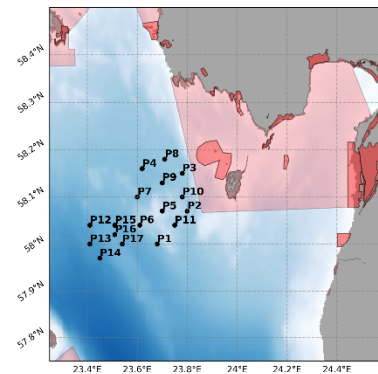
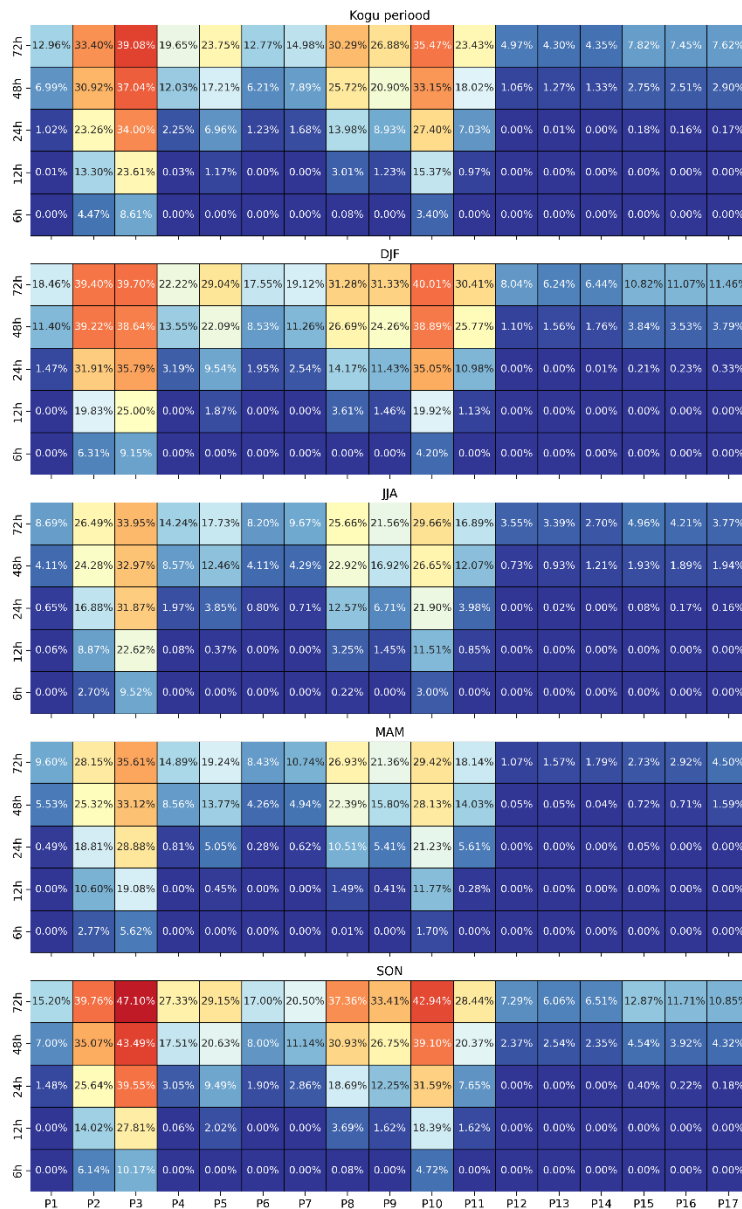
rohkem ida suunas ning suur hulk osakesi jõudis Kihnu saare ja alguspunktist idasse jääva mandri rannikule. Simulatsiooni lõpuks oli rannikule jõudnud vastavalt 0,0005 m³ ja 0,02 m³ õli. Sedavõrd väikese mahu randa jõudmist selgitab õli hajumine veesambasse ja aurustumine. Enamus õlist laguneb väikemateks tilkadeks ja hajub veesambas, kus õli enam tuvastada (veest eraldada) ei õnnestu.

Mõlema stsenaariumi korral hajus 10 tunniga umbes 80% õlist veesambasse ja aurustus umbes 14%. See tähendab, et kuigi paljud virtuaalsed markerid triivivad randa (vt joonis 3.3-12), ei sisalda need olulisel määral õli. Kahe stsenaariumi omavaheline võrdlus näitab, et reostuse leviku suund sõltub konkreetsel perioodil valitsevatest meteoroloogilistest tingimustest.



Joonis 3.3-12. Õlireostuse levik 48 tunni jooksul algusega 2019-09-11 00:00 (vasak) ja 2019-09-12 00:00 (parem). Roheline marker näitab reostuse algasukohta, punased markerid randunud osakesi ja sinised pinnakihi olevaid osakesi.

Õlireostuse hoiu – ja kaitsealadele levimise tõenäosus on näidatud joonisel 3.3-13. Kogu analüüsiperioodi jooksul jõudis Pärnu lahe hoiualale kõige rohkem osakesi punktist P3 (39%), sarnased väärtused olid ka teistel tuulepargi idaküljel asuvatel punktidel. Tuulepargi asetuse tõttu oli osakeste levik hoiualadele suurem sügis-talvisel perioodil.



Joonis 3.3-13. Õlireostuse hoiu- ja kaitsealadele jõudmise tõenäosus kogu perioodi jooksul ja sesoonide kaupa. Parempoolsel joonisel on hoiu- ja kaitsealad vastavalt hele- ja tumepunaste aladega.

SETETEST VABANEVAD TOITAINED

Läänemere üks suurimaid keskkonnaprobleeme on eutrofeerumine, mida põhjustab lämmastiku ja fosfori liigne sissekanne ja kuhjumine merekeskkonda. Kuigi toitainete koormust on vähendatud, on eutrofeerumise probleem endiselt alles. Läänemere seisund eutrofeerumise integreeritud indikaatorite järgi on valdavalt halb, sh on halvas seisus ka Liivi laht⁵². Liivi lahe primaarproduktiooni limiteerivaks toitaineiks võivad sõltuvalt sesoonist ja piirkonnast olla nii fosfor kui lämmastik⁵³ (Seppälä et al., 1999; Tamminen and Seppälä, 1999).

⁵² HELCOM: Eutrophication. Thematic assessment 2016-2021. Third HELCOM holistic assessment of the Baltic Sea, Balt. Sea Environ. Proc., 192, 2023.

⁵³ Tamminen, T. and Seppälä, J.: Nutrient pools, transformations, ratios, and limitation in the Gulf of Riga, the Baltic Sea, during four successional stages, J. Mar. Syst., 23(1-3), doi:10.1016/S0924-7963(99)00052-4, 1999.

Aja jooksul on fosforit ja lämmastikku mattunud ka setetesse. Pehmetes setetes leidub arvestatav kogus fosforit, mis oluliselt mõjutab Läänemere eutrofeerumist. Setetest fosfori eraldumine veesambasse on suurem hapnikupuuduse tingimustes⁵⁴, mis ka Liivi lahe sügavamates kihtides sesoonselt esineb⁵⁵. Fosfori voog settest on tõenäoliselt põhjuseks, miks vaatamata maismaa koormuse vähendamisele kontsentratsioonid veesambas vähenenud ei ole ning väärtused on endiselt kõrgemad, kui vastab heale keskkonnaseisundile⁵⁶.

Saare-Liivi meretuulepargi esialgselt ja täiendavalt alalt on võetud pindmistest setetest arvestatav kogus proove ja on määratud sealt kuivmassi kohta üldfosfori ja -lämmastiku sisaldused (joonised 3.3-14 ja 3.3-15). Üldfosfori sisaldused olid kõigis proovides üle määramispiiri (100 mg/kg) ning ulatusid mõnel pool kuni 800 mg/kg. Esialgse ala lõunapoolses osas on kontsentratsioonid väiksemad (120- 400 mg/kg), põhjapoolses osas mõnevõrra kõrgemad (500-600 mg/kg). Selline jaotus üldiselt klappib varasemate mõõtmistega, mille kohaselt kõrgeimad väärtused on saadud lahe sügavamates osades, kuhu on akumulunud orgaaniline materjal. Eristatakse mitte-mobiilset ja mobiilset fosfori fraktsiooni. Erinevalt esimesest, võib mobiilsetes vormides fosfor soodsatel tingimustel settest veesambasse vabaneda ja olla saadaval primaarproduksioonile. On hinnatud, et Liivi lahes on mobiilse fosfori osakaal põhjasettes ca 40%⁵⁷. Seega võib vabaneval fosforil olla potentsiaalselt oluline roll primaarproduksioonile ja veesamba ökosüsteemile tervikuna.

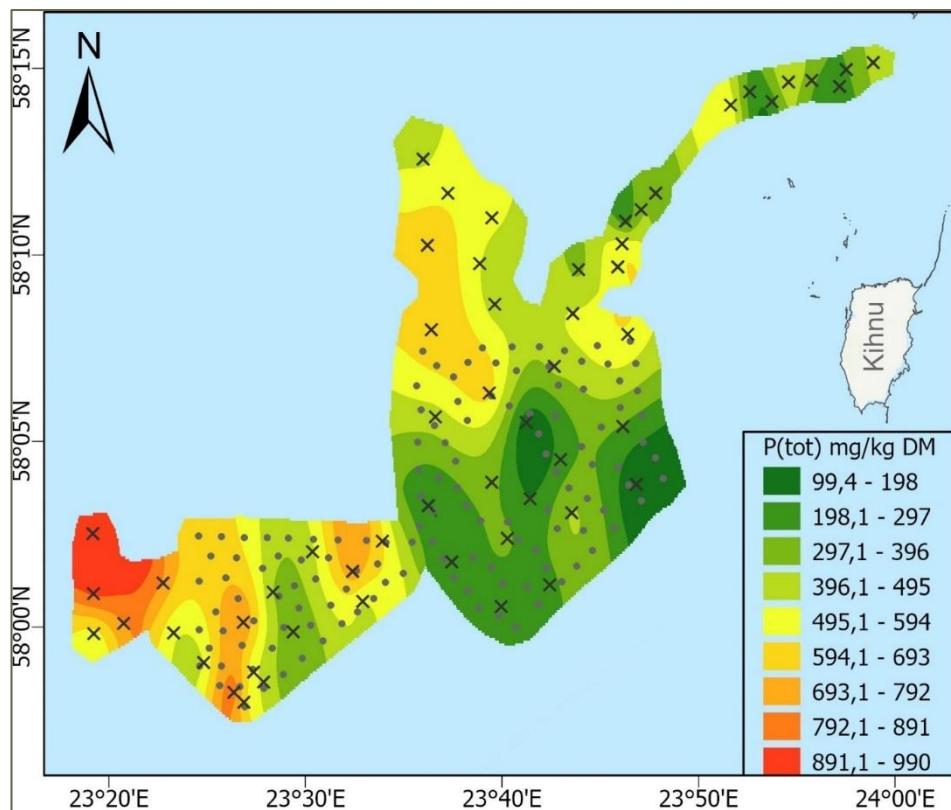
Üldlämmastiku ruumiline jaotus oli sarnane üldfosforile, kuid siin jäid paljudes asukohtades sisaldused alla määramispiiri. Esialgse ala lõunapoolses osas olid enamused sisaldusi alla määramispiiri, põhjapoolses osas vahemikus 300-600 mg/kg. Üldlämmastiku sisaldus Liivi lahes korreleerub hästi kogu orgaanilise süsiniku kontsentratsiooniga, mis viitab, et lämmastik settes on enamasti orgaanilist päritolu, st enamused veesambasse resuspendeeruvast lämmastikust ei ole primaarproduksioonile saadaval. Pidades silmas lämmastiku välise koormuse suurusjärke ja Redfieldi suhet, mille järgi tarbitakse lämmastikku ja fosforit primaarproduksiooni käigus suhtega 16:1, võib järeldada, et resuspendeerimisel tekkiv lämmastiku transport veesambasse on ebaoluline. Seetõttu keskendume edasises arutelus fosforile.

⁵⁴ Aigars, J., Poikane, R., Dalsgaard, T., Eglite, E. and Jansons, M.: Biogeochemistry of N, P and SI in the Gulf of Riga surface sediments: Implications of seasonally changing factors, *Cont. Shelf Res.*, 105, 112–120, doi:10.1016/J.CSR.2015.06.008, 2015.

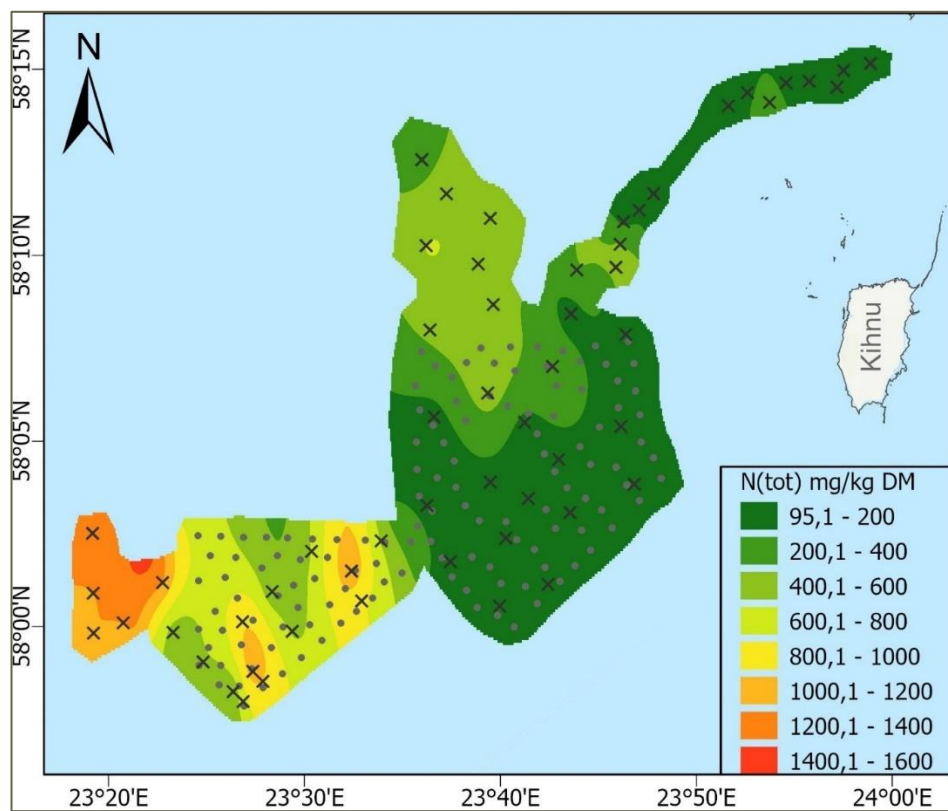
⁵⁵ Liblik, T., Stoicescu, S.-T., Buschmann, F., Lilover, M.-J. and Lips, U.: High-resolution characterization of the development and decay of seasonal hypoxia in the Gulf of Riga, Baltic Sea, *Front. Mar. Sci.*, 10, 438, doi:10.3389/FMARS.2023.1119515, 2023.

⁵⁶ HELCOM: Eutrophication. Thematic assessment 2016-2021. Third HELCOM holistic assessment of the Baltic Sea, *Balt. Sea Environ. Proc.*, 192, 2023.

⁵⁷ Ausmeel, M.: Fosfori esinemisvormid Läänemere põhjasetetes. Magistritöö., Tartu Ülikool., 2022.



Joonis 3.3-14. Üldfosfori sisaldus (mg/kg) kuivkaalu kohta merepõhjasettes. Ristidega on märgitud proovivõtupunktide asukohad. Punktid näitavad tuulikute võimalikke asukohti.



Joonis 3.3-15. Üldlämmastiku sisaldus (mg/kg) kuivkaalu kohta merepõhjasettes. Ristidega on märgitud proovivõtupunktide asukohad. Punktid näitavad tuulikute võimalikke asukohti. Alla määramispiiri (300 mg/kg) jäänud tulemuste puhul arvestati sisalduseks pool määramispiirist (150 mg/kg).

Eeldame, et esialgsel alal süvendatakse ja kaadatakse setteid maksimaalses koguses, st 10 000 m³ ühe tuuliku kohta, st. kokku 800 000 m³. Täiendava ala puhul on maht sama eeldust rakendades kokku 500 000 m³. Arvestame meresette tiheduseks 1200 kg/m³ ja vee sisalduseks 65% ning eeldame, et mobiilse fosfori osakaal on ca 40%⁵⁸. Samuti eeldame, et pindmisest settekihist saadud fosfori kontsentratsioonid kirjeldavad kogu süvendatavat massi. Selline lähenemine pigem ülehindab kui alahindab eralduva fosfori massi, sest on leitud, et sette profiilis kõrgemad kontsentratsioonid on ülemises osas ja madalamad alumises osas. Proovivõtu punktidest saadud fosfori sisaldused interpoleerisime esialgse ala 80 tuuliku asukohta. Keskmine fosfori sisaldus esialgse ala tuuliku asukohtades oli 342 mg/kg. Saame, et juhul kui kogu mobiilne fosfor esialgsel alal liigutatavast settest veesambasse pääseks, oleks veesambasse liikuva mobiilse fosfori mass 46 tonni.

On hinnatud, et settest veesambasse liigub Liivi lahes aastas 18 700 tonni fosforit⁵⁹. Eeldades, et ka sellest massist 40% on mobiilne, saame, et esialgsel alal tuulikute rajamise tõttu veesambasse saabuv fosfori mass on 0,62 % aastasest settest tulevast voost. Võib eeldada, et tööd jaotatakse kahele aastale. Sellisel juhul moodustab kaadamise käigus tekkiv fosfori transport 0,31 % Liivi lahes tervikuna aset leidvast voost. Settest tuleval fosfori vabanemisel on tugev seos hapniku tingimustega, fosfori vabanemine settest veesambasse võib hapnikuvaestes tingimustes olla paarkümmend korda suurem, kui kõrgete hapnikukontsentratsioonide juures⁶⁰. Seega on fosfori eraldumine settest ajas ja ruumis väga varieeruv.

Setteid suspendeeritakse veesambasse ka kaablite süvistamise käigus. Tekkiv heljumi hulk sõltub paigaldustehnoloogiast. Selge on, et setet ei ole vaja tõsta veepinnale, st. enamus settest jääb merepõhja või põhjalähedasse kihti. Varasemates süvendustööde mõju hinnangutes (nt Balticconnector, Loode-Eesti avamere tuulepark) on modelleerimisel kasutatud eeldust, et ligikaudu 10% süvendatavast settest satub veesambasse. Balticconnector'i paigalduse heljumi leviku seire ei näidanud, et modelleerimine oleks alahinnanud heljumi levikut. Paldiski sadama süvendusel tekkinud heljumi leviku modelleerimisel võeti eeldus, et 1% massist satub veesambasse ning modelleerimistulemused olid *in-situ* mõõtmiste ja kaugseirega saadud mõõtmistulemustega suhteliselt heas kooskõlas⁶¹. Seega on 10% mahust pigem pessimistlik hinnang. Jäädes 10% juurde on kaablite paigaldamisega veesambasse sattuva sette maht ligikaudu 208 000 m³ ja 1% puhul 21 000 m³. Võrreldes tuulikute vundamentide rajamisega kaasneva sette kaadamise mahuga (esialgne ala ja täiendav ala kokku 1,3 mln m³) on kaablite süvistamisega tekkiv potentsiaalne mõju fosfori eraldumisele tunduvalt väiksem.

Kokkuvõttes, võrreldes olemasoleva fosfori vooga settest veesambasse ning selle varieeruvusega, on tuulikute vundamentide rajamisega kaasnev fosfori transport settest veesambasse terve Liivi lahe mastaabis tagasihoidlik. Lokaalne mõju veidi intensiivsema primaarproduktiooni näol võib esineda. Kas seda mõju looduses muu varieeruvuse taustal õnnestub fikseerida, peab näitama ehitusaegne heljumi leviku seire, mille käigus on muuhulgas soovitatav teostada ka üldfosfori, üldlämmastiku, fosfaatide, nitraatide+nitritite ja klorofüll *a* mõõtmised.

⁵⁸ Ausmeel, M.: Fosfori esinemisvormid Läänemere põhjasetetes. Magistritöö., Tartu Ülikool., 2022.

⁵⁹ Savchuk, O. P.: Nutrient biogeochemical cycles in the Gulf of Riga: Scaling up field studies with a mathematical model, *J. Mar. Syst.*, 32(4), doi:10.1016/S0924-7963(02)00039-8, 2002.

⁶⁰ Aigars, J., Poikane, R., Dalsgaard, T., Eglite, E. and Jansons, M.: Biogeochemistry of N, P and SI in the Gulf of Riga surface sediments: Implications of seasonally changing factors, *Cont. Shelf Res.*, 105, 112–120, doi:10.1016/J.CSR.2015.06.008, 2015.

⁶¹ Sipelgas, L., Raudsepp, U. and Kõuts, T.: Operational monitoring of suspended matter distribution using MODIS images and numerical modelling, *Adv. Sp. Res.*, 38(10), doi:10.1016/j.asr.2006.03.011, 2006.

3.3.4. Keskkonnameetmed

LEEVENDUSMEETMED

Leevendusmeetmete eesmärk on minimeerida heljumi teket ja hoida selle kontsentratsioon ja püsivus võimalikult madal ning levik võimalikult piiratud alal.

- Eksportkaablitrassi paigaldamise ajal peab seire sisaldama paigaldamisel tekkiva heljumi leviku jälgimist reaalajas. Heljumipilve levikul väljaspoole 300 m puhvertsooni sügavusvööndisse madalamale kui 6 m tuleks tööd peatada. Reaalajas heljumi jälgimine võimaldab suurema heljumi koguse kandumist ja settimist tundlikule alale vältida.
- Tuulikute vundamentide rajamisel on settimist Pärnu lahe hoiualale võimalik minimeerida, kui idapoolsete tuulikute paigaldamisel välditakse heljumi tekitavaid töid tugevamate (alates 10 m/s) lõuna- ja läänekaarte tuultega. Kuna hoiuala kaitse-eesmärgidena elupaiku ei nimetata ja mere-elupaikade uuringust sellist vajadust ei selgunud, on tegemist soovitusliku meetmega.
- Õlilekke korral on tegemist õnnetusjuhtumiga, mille esinemise tõenäosus on küll üliväike, kuid täielikult selle teket välistada ei saa. Oma olemuselt ei erine tuulepargis juhtuv õnnetus ükskõik millisest teisest sadamas või merel laevadega juhtuvast õnnetusest. Võimaliku õlilekke kiireks likvideerimiseks on vajalik reostustõrje plaani olemasolu, nagu see on sadamatel.

KESKKONNASEIRE

Tuulepargi ehitusel ja hilisemal ekspluateerimisel on oluline rakendada veesamba seireprogramm, tuvastamaks ehitustegevuse ja hilisema tuulepargi olemasolu/käitamise võimalikku mõju merepiirkonna seisundile. Kuigi tuulepargi ekspluateerimine ilmselt ei mõjuta oluliselt merepiirkonna eutrofeerumise taset, on kirjandusest teada tuulepargi mõju setetes toimuvatele biogeokeemilistele protsessidele, mis omakorda võivad avalduda merepiirkonna lämmastiku ja fosforiühendite kontsentratsioonide muutustes. Seire käigus on muuhulgas soovitatav teostada üldfosfori, üldlämmastiku, fosfaatide, nitraatide+nitritite ja klorofüll *a* mõõtmised. Samuti oleks otstarbekas jälgida võimalikke muutusi veesamba kihistumises. Tuulepargi käitamise faasis oleks otstarbekas kasutada tuulikuvundamente püsiseire platvormina.

Tuulepargi ehitamise faasis peaks veesamba parameetrite seire olema tihedam (sagedusega kuni 2 korda kuus) ja piisava ruumilise lahutusega, võimaldamaks jälgida ehitustegevuse vahetut mõju ümbritsevale rannikumerele.

3.3.5. Kokkuvõte

Modelleerimisel ei tuvastatud, et Saare-Liivi meretuulepargi ehitus ja kasutus tooks kaasa Liivi lahes olulisi mõjusid vee kvaliteedile. Mõlema ehituse alternatiivi puhul (kaadamine tuulikute kõrvale ja kaadamine kaadamisaladele) on heljumi teke ja levik lühiajaline ning tuulikute vundamentide rajamisega kaasnev fosfori transport settest veesambasse terve Liivi lahe mastaabis tagasihoidlik.

Uuringu koostamise ajahetkel oli hinnatavaks ruumiliseks alternatiiviks maksimaalne võimalik meretuulepargi ulatus, põhialternatiiv 1 ja kaadamisalade hindamisel põhialternatiiv 2. Linnukaitselistest tingimustest tulenevalt (ptk 2.4; 3.5) töötati välja vähendatud põhialternatiiv 3, mis on maksimaalne lubatav ja realistlik ruumiline ulatus tuulepargi arenduseks. Seega kui vaadelda vaid Saare-Liivi põhialternatiivi 3 kavandatava 80 tuulikuga, on mõjud eelnevas peatükis mõnevõrra ülehinnatud.

Tabel 3.3-5. Tuulepargi kavandamisega kaasnev mõju ja selle olulisus

Kaasnev tagajärg/mõju	Mõju olulisus	Leevendusmeetmete rakendamise vajadus, lõplik mõju olulisus
Tuulepargi ehitus ja demonteerimine		
Heljumi levik	0/-	Heljumi ehitusaegne seire Veesamba seire
Ühenduskaabli ehitus		
Heljumi levik	0/-	Heljumi ehitusaegne seire
Tuulepargi opereerimine		
Fosfori transport setetest veesambasse	0/-	Veesamba seire
Õlireostuse risk	0/-	Reostustõrje plaan

KMH aruandes kasutatav olulise keskkonnamõju skaala: - vähene negatiivne mõju, -- oluline negatiivne mõju, 0 - mõju puudub, neutraalne, + vähene positiivne mõju, ++ oluline positiivne mõju

3.3.6. Kumulatiivne mõju

Kumulatiivsete mõjude hindamisel ja mudeldamisel vaadeldi koosmõjus Saare-Liivi meretuulepargi põhialternatiivi 2 120 tuulikuga, Liivi lahe meretuuleparki 67 tuulikuga ja Saare-Liivi täiendavat ala eeldatava 50 tuulikuga. ehk kokku 237 tuulikut. Liivi lahe meretuulepargi hoonestusloa KMH aruandes on esitletud kolm alternatiivi: 84, 67 ja 50 tuulikut, kuid modelleerimine on teostatud vaid 67 tuulikuga alternatiivile ja jõutud järeldusele, et kõigi kolme alternatiivi mõjud vee kvaliteedile on samasugused. Sellest lähtuvalt on ka siinkohal arvestatud Liivi lahe meretuulepargi mudeldatud 67 tuulikuga alternatiiviga. Saare-Liivi meretuulepargi põhialal on samas vähenenud tuulikute arv 80-le (põhialternatiiv 3), Liivi lahe meretuulepargi KMH aruande ptk 8.1 nimetab parima võimaliku alternatiivina alternatiivi 3 50 tuulikuga. Seega sõltuvalt Liivi lahe meretuulepargi elluviidavast alternatiivist võib kolme ala tuulikute arv realselt ulatuda 180st 214ni.

Kumulatiivselt hinnati kolme võimaliku arendusala mõjusid hüdrodünaamikale ning veesamba füüsikalistele ja biogeokeemilistele näitajatele. Mudeldamisel selgusid järgmised asjaolud:

- Soolsuse basseinimastaabi jaotust Liivi lahes tuulepargid ei muuda. Lokaalne mõju tuuleparkide läheduses on tuvastatav. Soolsus tuulepargialade piirkonnas väheneb ning see muutus on intensiivseim kõigi alade olemasolul. Soolsuse muutused on tugevamad stratifitseeritud tingimustes. Stratifitseeritud perioodil pinnakihi soolsus tuuleparkide aladel pigem kahaneb, kuid tuuleparkide lähiümbruses pigem kasvab. Võib arvata, et sellised suundumused on seotud nõrgema transpordiga tuulepargi aladel ja kompensatsiooniks moodustuvate tugevamate hoovustega tuulepargi ümbruses, mis toovad sinna soolasemat vett. Ka vertikaalse segunemise vähenemine võib mingil määral panustada pinnakihi soolsuse vähenemisse. Sarnaselt pinnakihiiga väheneb veidi ka põhjakihi soolsus tuuleparkide alal suvisel ajal. Seevastu tuuleparkidest edelas, sügavamal alal, kust peaks toimuma soolasema vee transport tuuleparkide piirkonda, soolsus suureneb. Talvisel perioodil on soolsuse muutuste mustrid väga varieeruvad, aga üldine tendents on sarnane stratifitseeritud perioodile, st tuulepargi aladel pigem soolsus veidi väheneb ning pargist eemal veidi kasvab. Võrreldes soolsuse sesoonse ja lühiajalise muutlikkusega olemasolevas olukorras, on tuuleparkide mõju tagasihoidlik ja piirdub kuni 10%-ga eelmainitud muutlikkusest.
- Tuulepargid biogeokeemiliste parameetrite (toitained, üldained, klorofüll, hapnikusisaldus) basseinimastaabi jaotuseid Liivi lahes ei muuda. Mõnevõrra suureneb tuuleparkide piirkonnas pinnakihi klorofüllis sisaldus hilistalvel ja varakevadel ning suvel. Veidi võib varasemaks muutuda kevadõitseng. Mõju hüppelist kasvu klorofüllis sisaldusele tuuleparkide lisandudes ei tuvastatud.

- Tuuleparkide aladel ning neist edelas ja läänes väheneb juulist septembrini põhjalähedase kihi hapniku sisaldus. Hapniku vähenemisega (>0.3 ml/l) mõjutatud piirkonna pindala suureneb hüppeliselt, kui lisandub Liivi meretuulepark.
- Isegi kui heljumit tekitavad tööd toimuvad mitmel alal samaaegselt, siis aladelt pärit heljum ruumis samaaegselt veesambas arvestataval määral ei akumuleeru. Liivi lahes tervikuna leiab kahe või kolme tuulepargi rajamisel (võrreldes ühe pargi rajamisega) aset heljumi teke ja veesamba läbipaistvuse vähenemine suuremal alal. Samuti leiab looduslikku fooni ületav settimine aset suuremal alal, kui tuuleparke rajatakse rohkem kui üks. Liivi lahe meretuulepargi rajamisel tekkiva heljumi kumulatiivne settimine koos Saare-Liivi meretuulepargi alalt pärit materjaliga on väga väike. Heljum veesambas kumulatiivselt erinevatelt arendusaladelt ei koondunud ning ka eri aladelt pärit heljumi kumulatiivne settimine ühte piirkonda on tagasihoidlik.
- Mõju lainetusele on kumulatiivne üksnes teatud tuulesuundadega. Parkide mõju hoovustele on kumulatiivne. Ühe pargi tuulikud võivad mõjutada hoovuseid teise pargi alal. Hoovused pargialadel muutuvad nõrgemaks, kuid tugevnevad parkide servas. Mõju veesamba omadustele on samuti kumulatiivne. Soolsus tuuleparkide piirkonnas langeb ja tõuseb äärealadel. Segunenud kihi paksus väheneb Kihnust läänes ja lõunas, kuid kasvab parkidest edelas, avamere suunas. Segunenud kihi paksuse vähenemine kevadel Kihnust läänes ja lõunas võib esile kutsuda mõnevõrra varasema kevadõitsengu. Juulist septembrini vähenevad veidi põhjakihi hapnikusisaldused. Hapniku vähenemisega (>0.3 ml/l) mõjutatud piirkonna pindala suureneb hüppeliselt, kui lisada piirkonda kolmas tuulepark. Erialadelt pärit heljumi ja selle settimise ruumis akumuleerumine on marginaalne.

Verifitseerimaks hinnanguid kumulatiivsete mõjude osas, on vajalik teostada seiret vastavalt ptk-le 3.3.4 esimese tuulepargi rajamisest alates.

3.4. Merepõhja elustik ja elupaigad

Peatükk tugineb suuresti TÜ EMI poolt läbi viidud uuringule „Merepõhja uuring, kunstsustraadi koloniseerimise uuring ja veekvaliteedi uuring Saare-Liivi 5 meretuulepargi alal (koostanud TÜ EMI, 2024) ja selle vastavatele eriosadele:

- Aruanne 2: merepõhja elustiku ja elupaikade uuring (edaspidi Tuuleparkide elupaigad – TÜ EMI, 2024), lisa 3.5;
- Aruanne 3: kunstsustraadi koloniseerimise uuring (edaspidi Koloniseerimise uuring- TÜ EMI, 2024), lisa 3.6;
- Aruanne 4: merepõhja elustiku ja elupaikade uuring kaablitrassil (edaspidi Kaablitrassi uuring- TÜ EMI, 2024), lisa 3.7.

3.4.1. Alternatiivide käsitus

Käesolevas peatükis on kaardistatud merepõhja elustik ja elupaigad meretuulepargi ulatuslikumas ruumilises ulatuses ehk põhialternatiiv 2 mahus. Mõju hinnatakse merepõhja elustikule ja elupaikadele kavandatava meretuulepargi põhialternatiivi 3 osas ning eeldatakse, et kavandatakse kuni 80 elektrituulikut (vt joonis 3.4-16).

Tehnilistest alternatiividest on vaatluse all ja hindamisel tuuliku vundamenditüüpidega – 1) gravitatsioonvundament, 2) vaivundament - kaasnev kadu ja häiring merepõhja elupaikadele. Lisaks hinnatakse sisemise kaablivõrgu ja ühenduskaabli mõju erinevatele merepõhja elupaikadele.

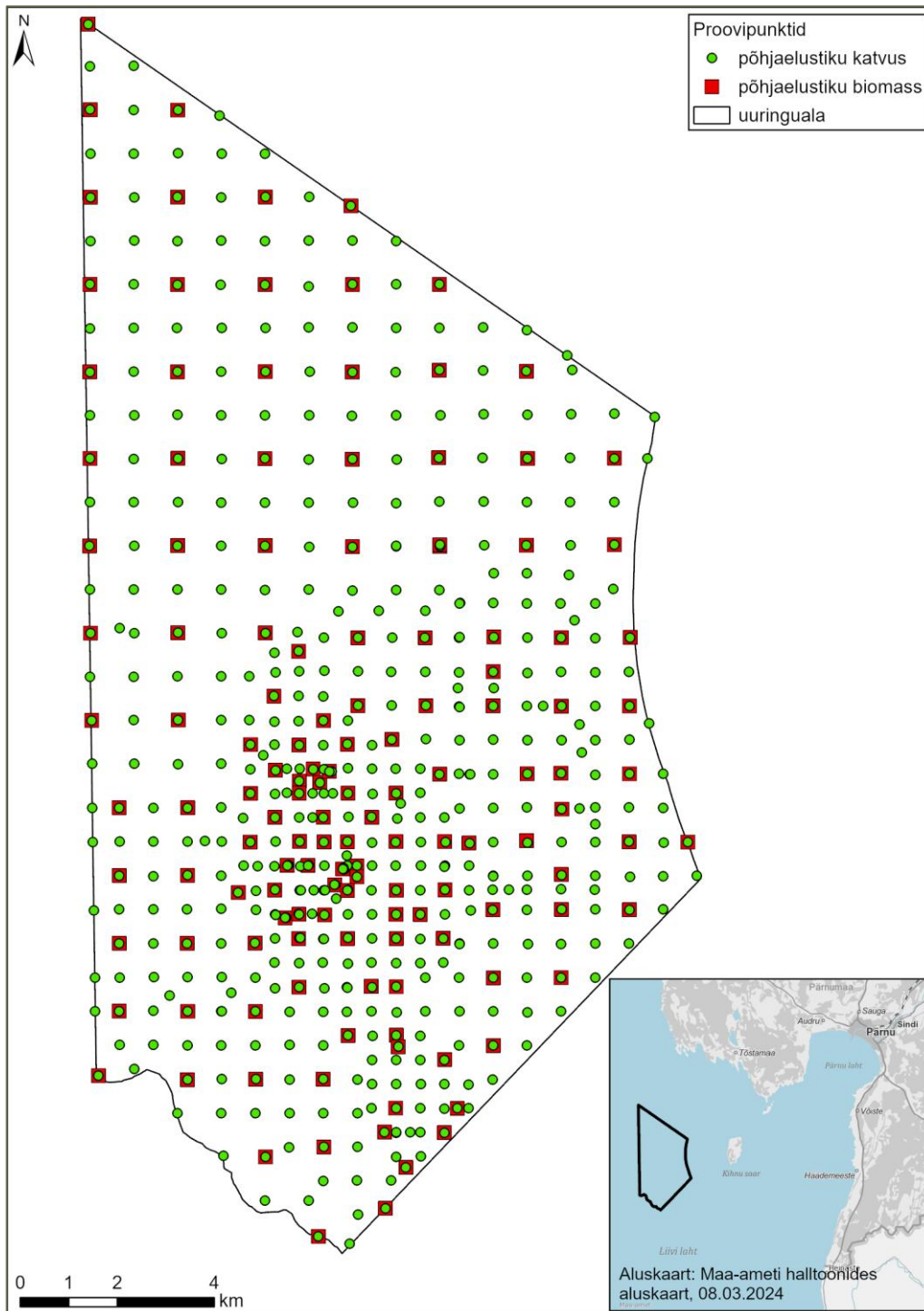
Tuulepargi rajamisega seotud võimalike mõjude hindamisel on vaatluse all eelkõige pikaajalised mõjud, mis muudavad uuringupiirkonna merepõhja elustiku ja elupaikade struktuuri ja funktsiooni. Tuulepargi rajamise lühiajalised mõjud avalduvad eelkõige ehitusfaasis ja need on reeglina pöörduvad. Eraldi hinnatakse mõju merepõhja elupaikadele ja merepõhja elustikule. Hinnatakse ka nn „rifiefektiga“ seotud potentsiaalseid mõjusid.

Ühenduskaablina käsitletakse eksportkaablitrassi koridori mõju.

3.4.2. Keskkonnaseisundi kirjeldus

TUULEPARGI ALA

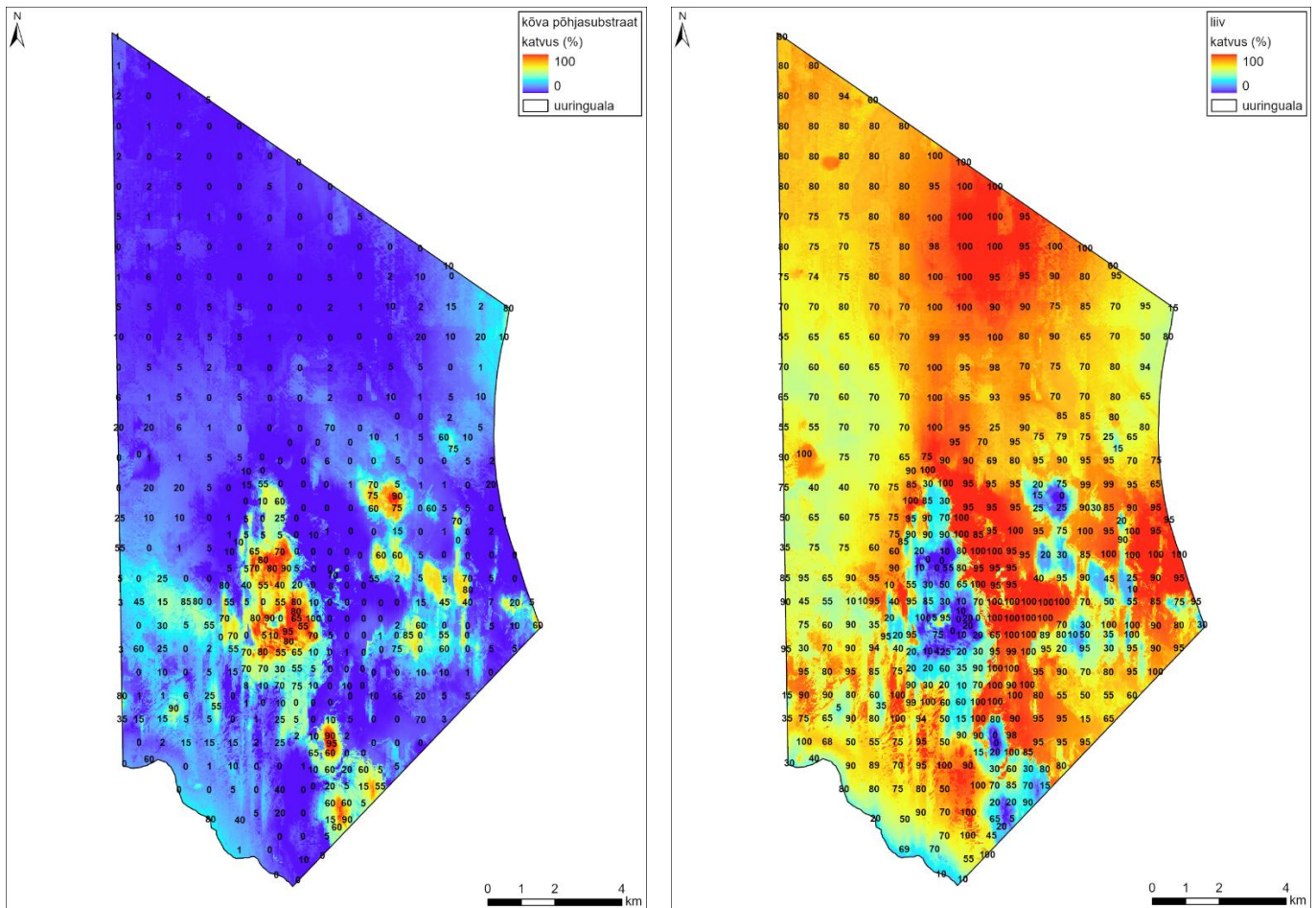
Merepõhja elustiku ja elupaikade kaardistamise uuringud toimusid 2022. ja 2023. aastal ning nende käigus teostati merepõhja skaneerimine mitmekiirelise sonariga ja viidi läbi ulatuslik merepõhja proovide kogumine allveevideo, põhjaammutajate ja sukeldujate abil. Välitöödel külastati 542 proovipunkti, millest 530 teostati katvushinnangud ja 140 proovipunktis koguti biomassiproovid (joonis 3.4-1). Merepõhja elustiku ja substraadi kirjeid saadi kokku 547 unikaalsest geograafilisest punktist. Proovide analüüs toimus mereinstituudi Eesti Akrediteerimiskeskuse poolt akrediteeritud merebioloogia laboris (akrediteerimistunnistus nr L179). Elustiku ja elupaikade levikukaartide loomisel rakendati matemaatilist modelleerimist, mille sisendina kasutati sonariga kogutud andmeid ja merepõhja proovipunktide andmeid.



Joonis 3.4-1. Saare-Liivi kavandatava meretuulepargi uuringuala ja proovipunktide paiknemine (TÜ EMI, 2024 – aruanne 2)

Merepõhja substraat

Läbi viidud uuringu tulemustest nähtub, et Saare-Liivi uuringualal domineerivad liivased merepõhja setted. Liiva levik oli pöördvõrdelises seoses kõva põhjasubstraadi levikuga. Kõvem põhjasubstraat on seotud madalamate aladega, mida leidub eelkõige uuringuala kesk- ja lõunaosas (joonis 3.4-2).



Joonis 3.4-2 Kõva põhjasubstraadi katvus uuringualal (joonisel vasakul) ja liiva katvus uuringualal (joonisel paremal). Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides. TÜ EMI, 2024 – aruanne 2.

Põhjaelustik

Katvusproovides tuvastati kokku viis põhjaelustiku taksonit, millest kaks olid taime- ja kolm loomastikutaksonid (vt Lisa 3.5 tabel 3.3.1). Kõige levinumateks liikideks olid tavaline tõruvähk (*Amphibalanus improvisus*) ja söödav rannakarp (*Mytilus trossulus*), mida esines üle 40% proovipunktidest. Taimestikku esines uuringualal vähesele määral: katvusproovidest tuvastati ainult kaks liiki ja esinemissagedus jäi alla 10%.

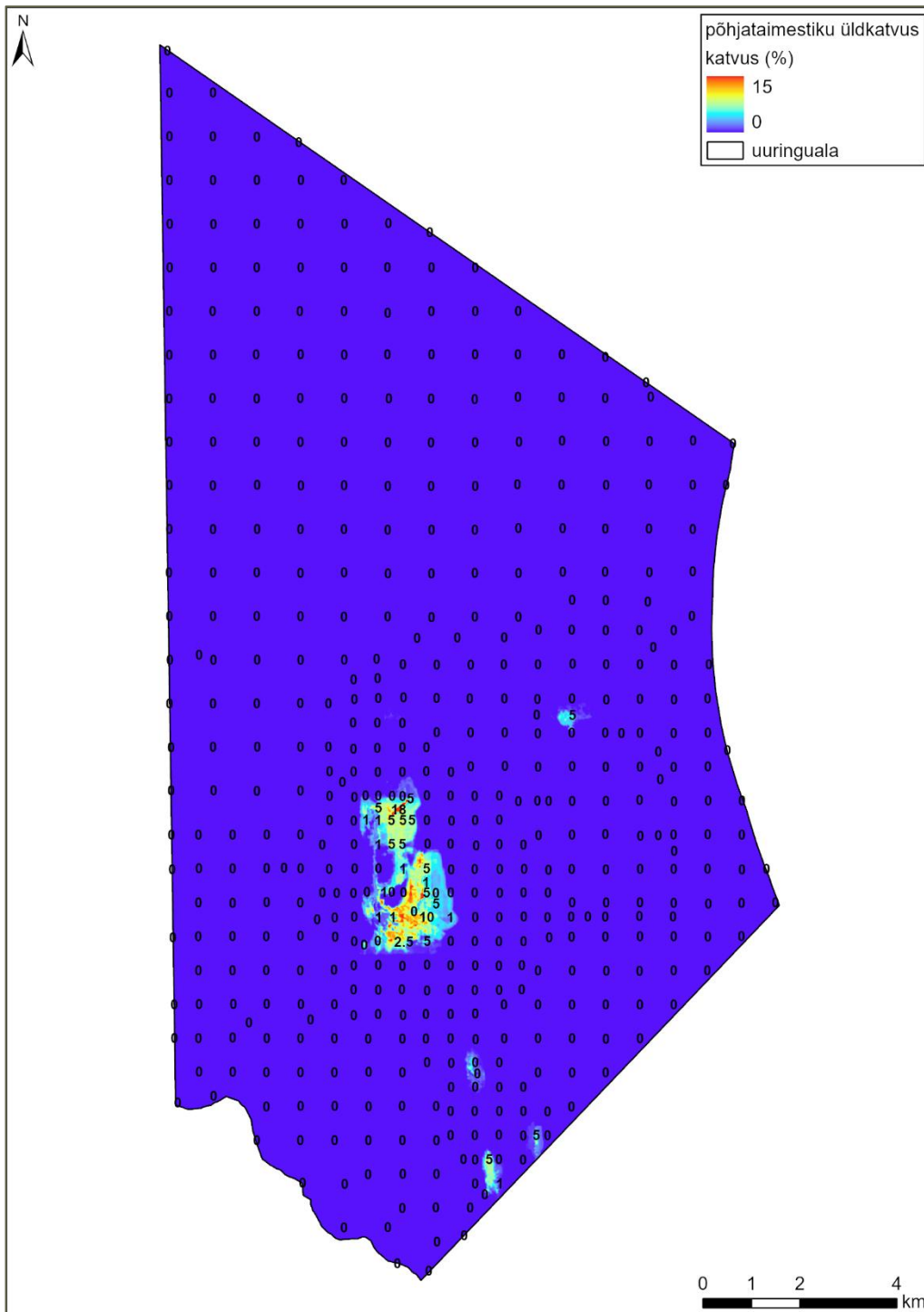
Biomassiproovidest leiti kokku 49 erinevat põhjaelustiku taksonit, millest seitse olid taime- ja 42 loomataksionid (Lisa 3.5 tabelis 3.3.2). Kõige sagedamini esinevateks liikideks (sagedus > 50%) olid balti lamekarp (*Macoma balthica*), virgiinia korgitsuss (*Marenzelleria neglecta*), hulkharjasuss *Pygospio elegans* ja väheharjasussid (*Oligochaeta*). Kõrgeima maksimaalse biomassiga liigid olid loomastikust söödav rannakarp (*Mytilus trossulus*), tavaline tõruvähk (*Amphibalanus improvisus*) ja balti lamekarp (Lisa 3.5 tabelis 3.3.2).

Mitte ükski leitud liikidest ei kuulu HELCOM punase raamatu (*Red List*) põhjaloomastiku⁶² ega põhjataimestiku⁶³ ohustatud liikide nimekirja (kategooriad CR, NE, VU, NT).

Uuringualal külastatud proovipunktidest kõige sügavamast veest pärinev taimestiku leid tuvastati 14,7 m sügavuselt. Üle 14 m sügavuses leiti taimi kuues proovipunktis ja kõik need leiud olid niitjas pruunvetikas *Battersia arctica*. Sellest lähtuvalt määrati uuringuala maksimaalseks footiliseks sügavuseks 14,7 m. Uuringuala keskmine sügavus oli ligikaudu 25 m ja taimestiku kasvuks sobiliku footilise merepõhja levik piiratud. Seetõttu esines uuringualal põhjataimestikku ainult kõige madalamates kohtades ja madala üldkatvusega (joonis 3.4-3). Kuna katvusproovides tuvastatud taimestik oli väga liigivaene, siis üldkatvuse modelleeritud tulemus on sisuliselt identne põhjataimestiku juhtliigi pruunvetika *Battersia arctica* levikuga ja seetõttu pole *B. arctica* mudelennustust eraldi välja toodud.

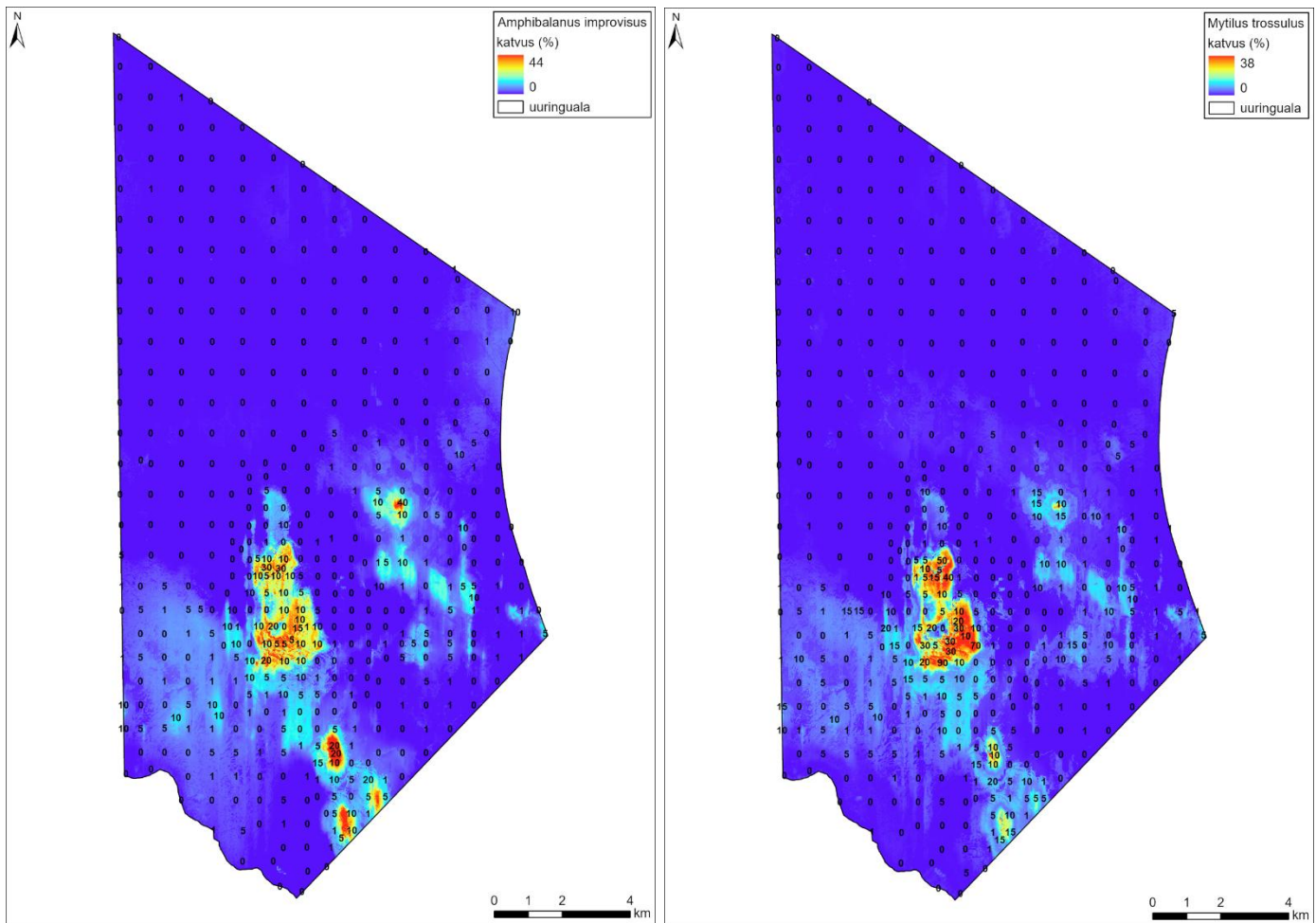
⁶² <https://helcom.fi/baltic-sea-trends/biodiversity/red-list-of-baltic-species/red-list-of-benthic-invertebrates/>

⁶³ <https://helcom.fi/baltic-sea-trends/biodiversity/red-list-of-baltic-species/red-list-of-macrophytes/>



Joonis 3.4-3. Põhjataimestiku üldkatvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides (TÜ EMI, 2024 – aruanne 2).

Epibentiliste põhjaloomastiku taksonite (tavaline tõruvähk (*Amphibalanus improvisus*, joonis 3.4-4, vasakul), söödav rannakarp (*Mytilus trossulus*, joonis 3.4-4 paremal) ja hüdraloomad levik järgis üldjoontes kõva põhjasubstraadi katvuse levikut uuringualal, sest see loomarühm vajab kinnitumiseks kivist põhja. Levimuselt ja biomassilt kõige olulisema põhjasette sees elava ehk infauna rühma moodustasid karbid, kelle hulgas dominantliigiks balti lamekarp (*Macoma balthica*). Settes elavate vähkide biomass oli ebaühtlase levikuga ning nende hulgas oli dominantliigiks tavaline harjaslabalane (*Monoporeia affinis*). Kõrgemad hulkharjasusside biomassid esinesid uuringuala lõunaosas. Kõikide uuringualal leiduvate põhjaloomastiku katvuspildid on leitavad KMH aruande lisas 3.5.

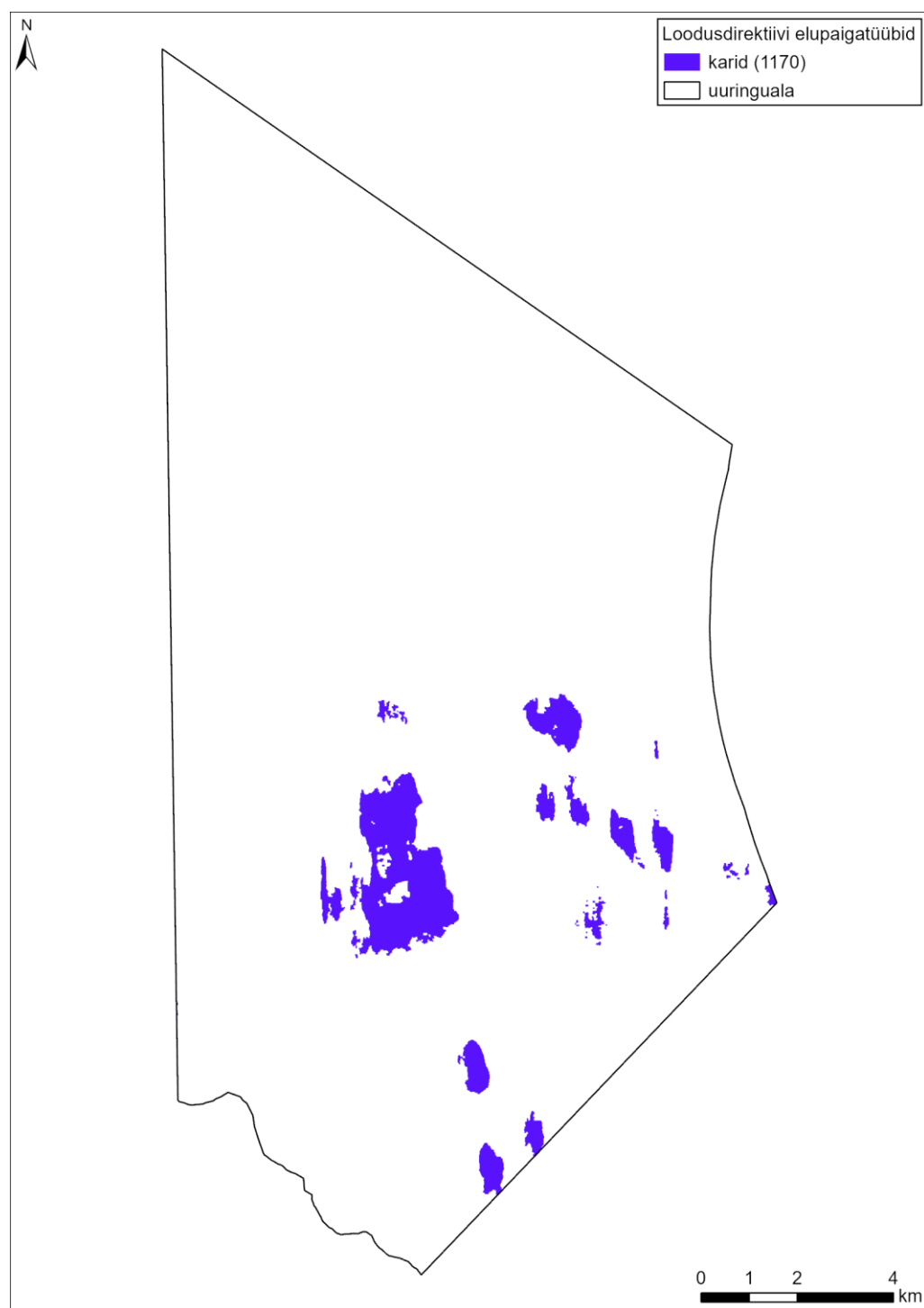


Joonis 3.4-4. Tavalise tõruvähi (*Amphibalanus improvisus*) katvus uuringualal (joonisel vasakul). Söödava rannakarbi (*Mytilus trossulus*) katvus uuringualal (joonisel paremal). Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides (TÜ EMI, 2024 – aruanne 2).

Põhjaelupaigad

Tuulepargi uuringualal tuvastati loodusdirektiivi (92/43/EMÜ) elupaigatüübi karid (1170) esinemine (joonis 3.4-5). Modelleerimise ja ülekatteanalüüsi tulemusena klassifitseerus väike hulk pikslid ka liivamadalate (1110) elupaigatüübina, kuid pikslite väga väike arv ja fragmenteerunud paigutus ei andnud alust selle elupaigatüübi fikseerimiseks ja kaardikihi loomiseks.

Karide levik oli seotud uuringuala madalamaveeliste moreenkõrgendikega, kus põhjasubstraadis domineerisid kivid ja kus karide elupaiga tunnusliikideks olid tavaline tõruvähk (*Amphibalanus improvisus*) ja söödav rannakarp (*Mytilus trossulus*) ning footilises sügavuses ka niitjas pruunvetikas *Battersia arctica*. Karide pindala oli 8,65 km² ja see moodustas 4% uuringuala pindalast.



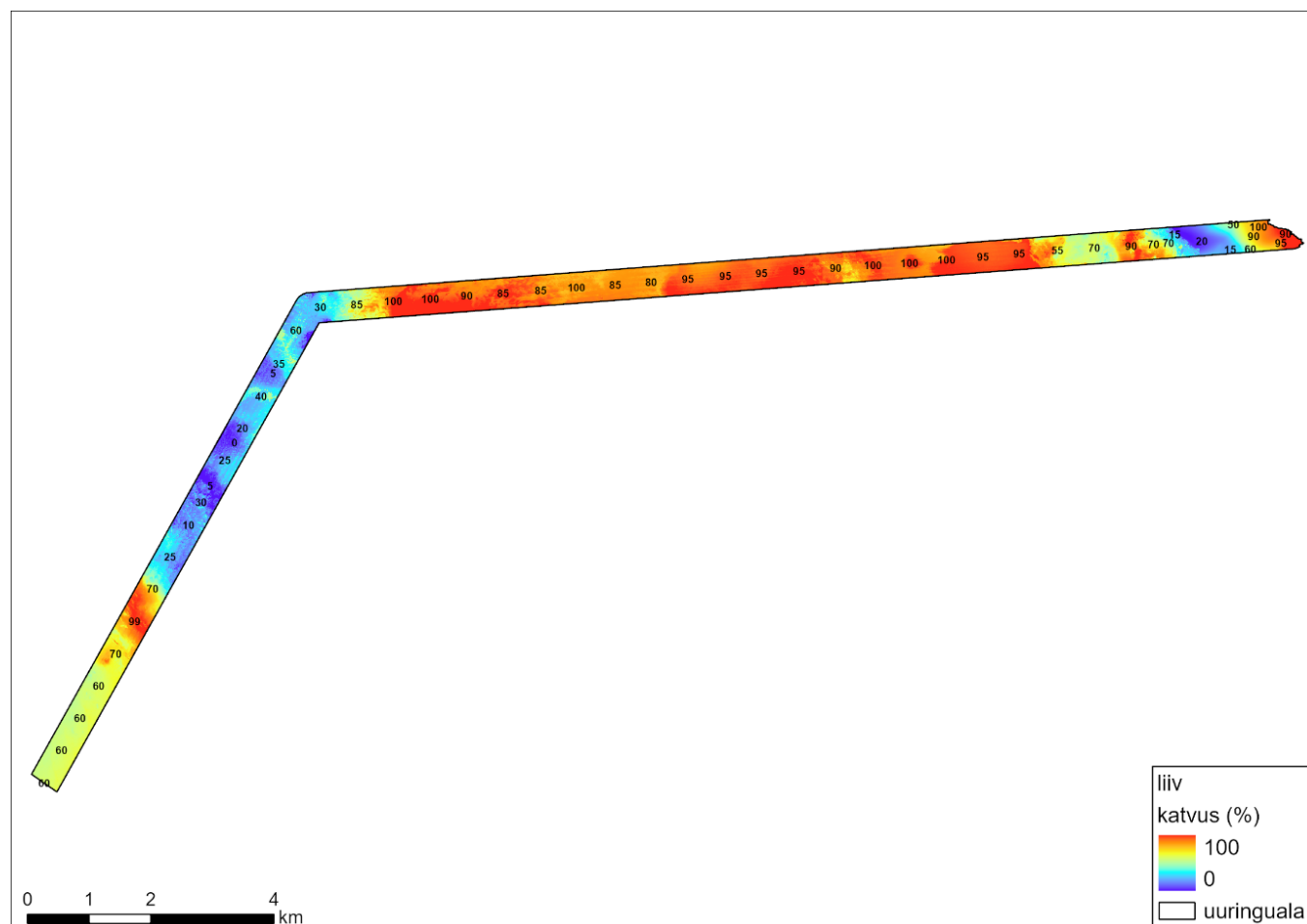
Joonis 3.4-5. Loodusdirektiivi elupaigatüüpide levik uuringualal (TÜ EMI, 2024 – aruanne 2)

HELCOM HUB (HELCOM *Underwater Biotopes* süsteem) klassifikatsioonisüsteem (HELCOM 2013a⁶⁴) järgi modelleeriti tasemete 3 kuni 5 elupaikade levik Saare-Liivi uuringualal. Samuti kaardistatud MSRD (Merestrategie raamdirektiivi alusel) merepõhja elupaiga põhitüüpide levik ja pindalad. Vastavad joonised ja tabelid on leitavad KMH aruande Lisas 3.5 peatükis 3.4.

⁶⁴ HELCOM (2013a) HELCOM HUB – Technical Report on the HELCOM Underwater Biotope and habitat classification. Baltic Sea Environment Proceedings No. 139. <https://helcom.fi/media/publications/BSEP139.pdf>

Põhjasubstraat

Tulemustest nähtub, et uuringualal on enamlevinud liivased setted ja segasubstraat; uuringuala sügavaimas tuulepargipoolses otsas on mudased setted (joonis 3.4-7). Liiva levik oli pöördvõrdelises seoses kõva põhjasubstraadi levikuga. Kõige ulatuslikum kõvema põhjasubstraadiga ala on kaablitrassi käänupunktist tuulepargi pool.



Joonis 3.4-7. Liiva katvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides (TÜ EMI, 2024 – aruanne 4).

Põhjaelustik

Katvusproovides tuvastati kokku 16 põhjaelustiku taksonit, millest 13 olid taime- ja kolm loomastikutaksonid (Lisa 3.7 tabelis 3.3.1). Kõige levinumateks liikideks olid tavaline tõruvähk (*Amphibalanus improvisus*), niitjad punavetikad *Ceramium tenuicorne* ja *Vertebrata fucoides* ning agarik (*Furcellaria lumbricalis*), mida esines üle 25% proovipunktidest.

Biomassiproovidest leiti kokku 56 põhjaelustiku taksonit, millest 21 olid taime- ja 35 loomataksionid (Lisa 3.7, tabelis 3.3.2). Kõige sagedamini esinevateks liikideks (sagedus > 60%) olid balti lamekarp (*Macoma balthica*), söödav südakarp (*Cerastoderma glaucum*), tavaline harjasliimukas (*Hediste diversicolor*), väheharjasussid (*Oligochaeta*) ja liiva-uurikkarp (*Mya arenaria*). Kõrgeima maksimaalse biomassiga liigid olid loomastikust balti lamekarp ja söödav südakarp, taimestikust põisadru (*Fucus vesiculosus*) ja agarik (*Furcellaria lumbricalis*).

Mitte ükski leitud liikidest ei kuulu HELCOM punase raamatu (*Red List*) põhjaloomastiku⁶⁷ ega põhjataimestiku⁶⁸ ohustatud liikide nimekirja (kategooriad CR, NE, VU, NT).

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

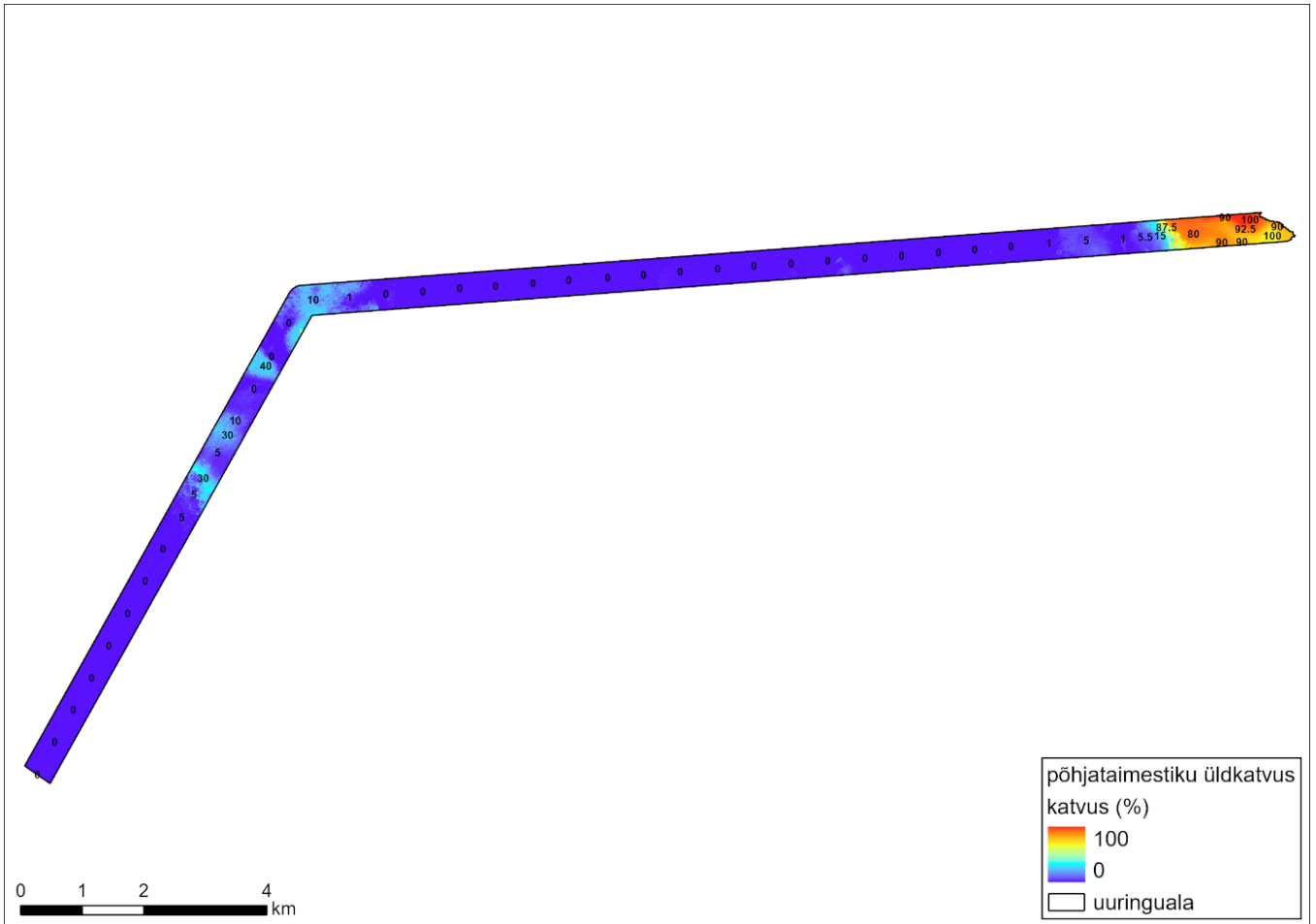
Kõrgeima põhjataimestiku üldkatvusega piirkond oli uuringuala rannajoonepoolne ots ehk kaablitrassi kõige madalama veega ala (joonis 3.4-8). Maismaapoolses piirkonnas olid kõrged nii mändvetikate ja soontaimede kui ka niitjate vetikate katvused (joonis 3.4-9). Ka mitmeaastaste suurvetikate – põisadru ja agariku – levik oli eelkõige seotud kaablitrassi maismaapoolse madalama otsaga. Niitjaid vetikaid (joonis 3.4-10) ja vähesel määral ka agarikku leidis lisaks ka kaablitrassi keskmises osas (trassi käänupunkti ümbrus ja käänupunktist tuulepargi poole), kus veesügavus oli ümbritsevast mõnevõrra madalam ja kus leidis vetikatele kinnitumiseks sobilikku kõva põhjasubstraati.

Kõige olulisema epibentilise loomaliigi – tavalise tõruvähi (*Amphibalanus improvisus*) – levik (joonis 3.4-10) järgis üldjoontes kõva põhjasubstraadi katvuse levikut uuringualal, sest see loomarühm vajab kinnitumiseks kivist põhja.

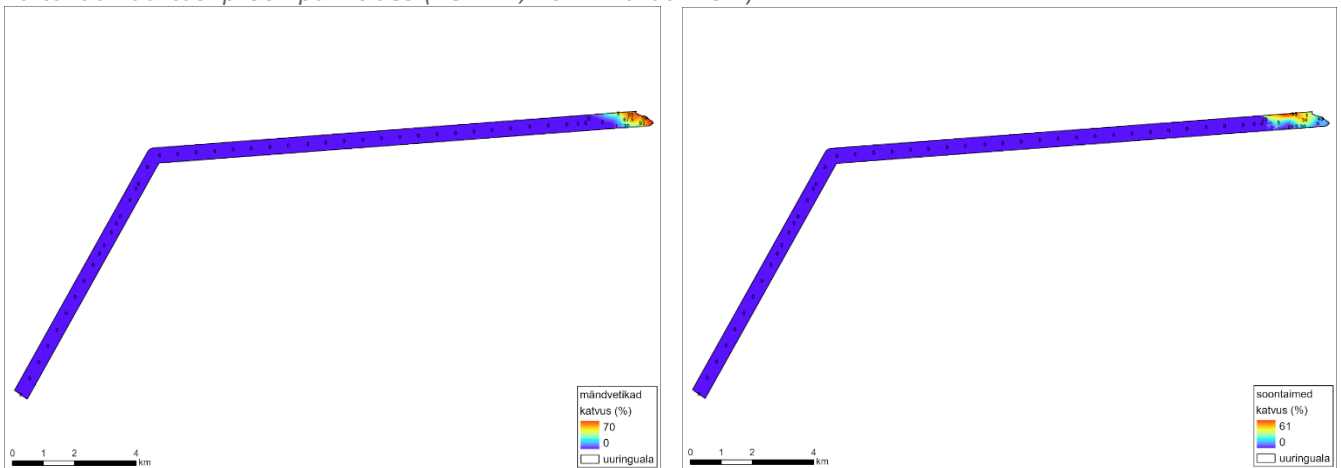
Levimuselt ja biomassilt kõige olulisema põhjasette sees elava ehk infauna rühma moodustasid karbid, kelle suuremad biomassinäitajad olid seotud uuringuala kõige sügavama piirkonnaga. Ka settes elavate vähkide kõrgeim biomass oli seotud sügavama piirkonnaga.

⁶⁷ <https://helcom.fi/baltic-sea-trends/biodiversity/red-list-of-baltic-species/red-list-of-benthic-invertebrates/>

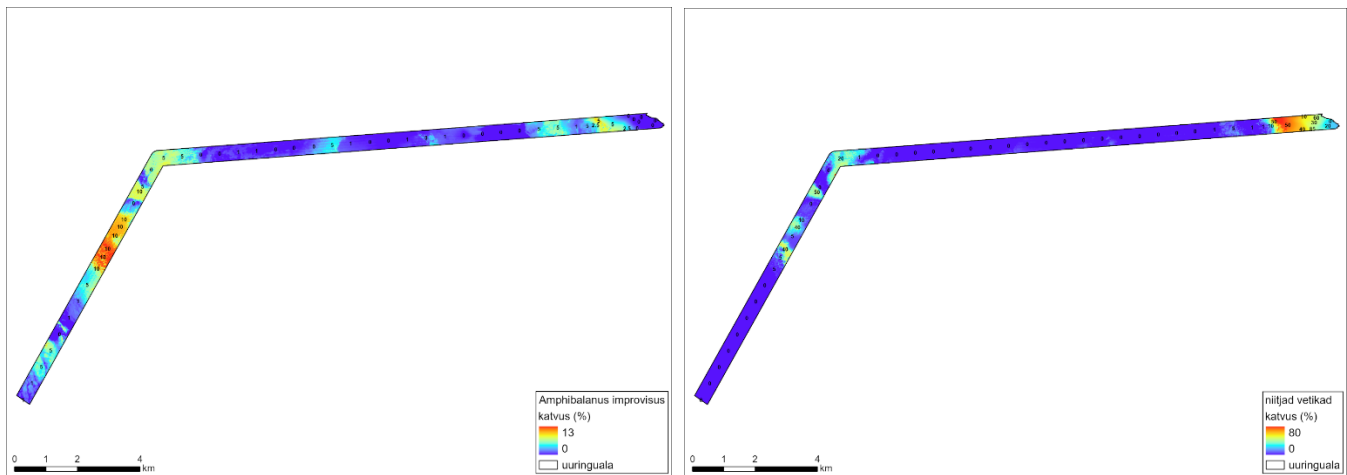
⁶⁸ <https://helcom.fi/baltic-sea-trends/biodiversity/red-list-of-baltic-species/red-list-of-macrophytes/>



Joonis 3.4-8. Põhjataimestiku üldkatvus uuringualal. Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides (TÜ EMI, 2024 – aruanne 4).



Joonis 3.4-9. Määndvetikate katvus uuringualal (vasakul). Soontaimede katvus uuringualal (paremal). Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides (TÜ EMI, 2024 – aruanne 4).



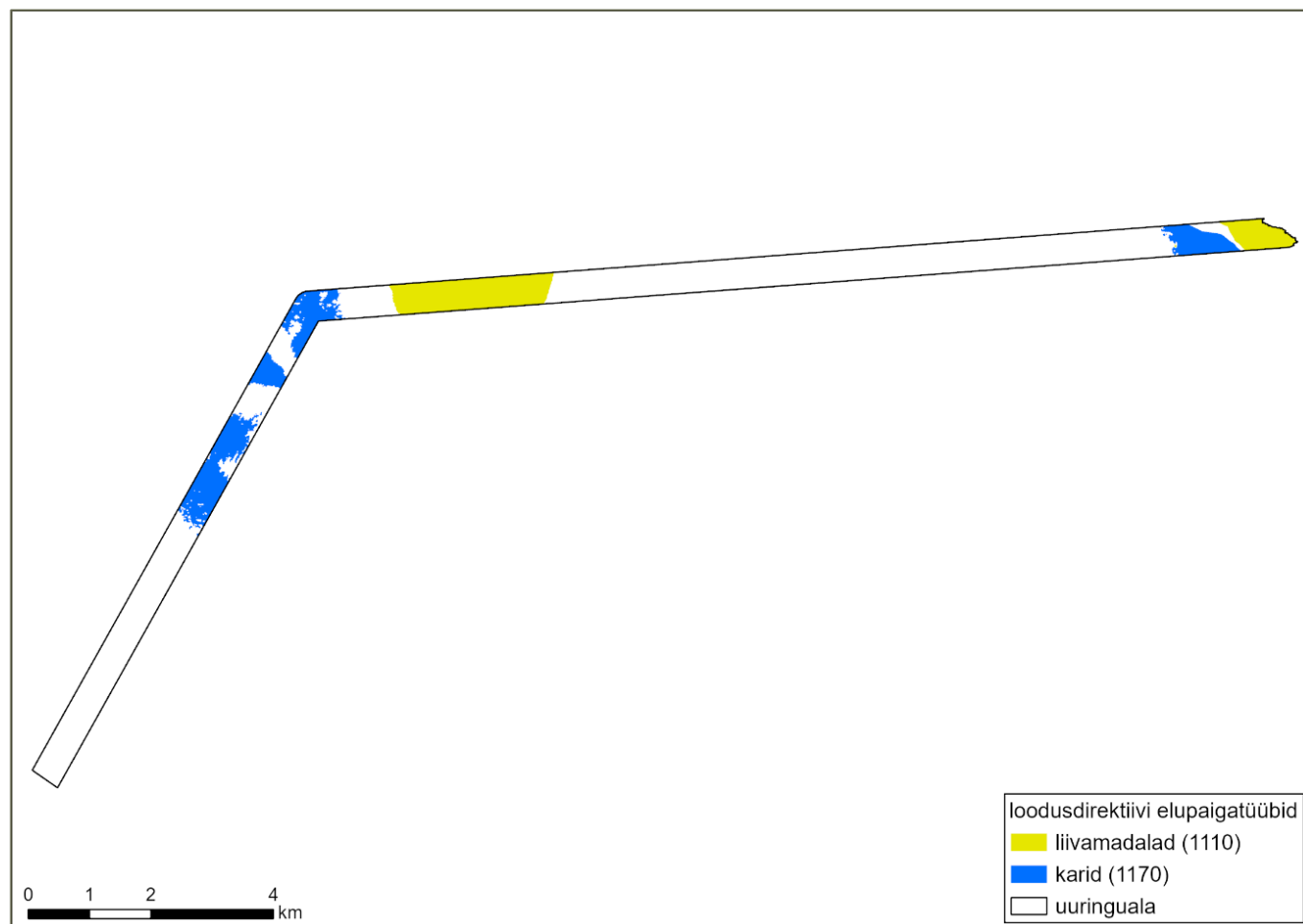
Joonis 3.4-10. Tavalise tõruvähi (*Amphibalanus improvisus*) katvus uuringualal (vasakul). Niitjate vetikate katvus uuringualal (paremal). Rasterpind on saadud modelleerimise tulemusel. Numbrid näitavad väärtusi proovipunktides (TÜ EMI, 2024 – aruanne 4).

Põhjaelupaigad

Eksportkaabli uuringualal tuvastati loodusdirektiivi elupaigatüüpide liivamadalad (1110) ja karid (1170) esinemine (joonis 3.4-11). Mõlemat elupaika esines kahe suurema piirkonnana – kaablitrassi maismaapoolses otsas ja trassi käänupunkti ümbrus. Liivamadalate maismaapoolse ala tunnusliikideks olid soontaimed (dominantliigiks kamm-penikeel) ja mändvetikad, käänupunkti ümbruses infauna karbid (balti lamekarp, söödav südakarp). Karide puhul olid tunnusliikideks niitjad vetikad (eelkõige *Battersia arctica*, *Vertebrata fucoides*) ja tavaline tõruvähk, madalamas osas ka põisadru ja agarik. Kaardistatud loodusdirektiivi elupaigatüüpide pindalad on toodud tabelis 3.4-1.

Tabel 3.4-1. Loodusdirektiivi elupaigatüüpide pindalad uuringualal (TÜ EMI, 2024 – aruanne 4)

Kood	Nimetus	Pindala (km ²)	Pindala (%)
1110	liivamadalad	1.68	13.6
1170	karid	1.91	15.4



Joonis 3.4-11. Loodusdirektiivi elupaigatüüpide levik uuringualal (TÜ EMI, 2024 – aruanne 4)

HELCOM HUB (HELCOM *Underwater Biotopes* süsteem) klassifikatsioonisüsteem (HELCOM 2013a⁶⁹) järgi modelleeriti tasemete 3 kuni 5 elupaikade levik eksportkaabli uuringualal. Samuti kaardistati MSR (Merestrategie raamdirektiivi alusel) merepõhja elupaiga põhitüüpide levik ja pindalad. Vastavad joonised ja tabelid on leitavad KMH aruande lisas 3.7 peatükis 3.4.

Biotoobikompleksidena on HELCOM-i punasesse raamatusse (HELCOM *Red List*) kantud Läänemeres esinevad loodusdirektiivi (92/43/EMÜ) elupaigatüübid (HELCOM 2013b⁷⁰). Uuringualal tuvastati loodusdirektiivi liivamadalate (1110) ja karide (1170) elupaigatüüpide esinemine (vt peatükk 3.4.1).

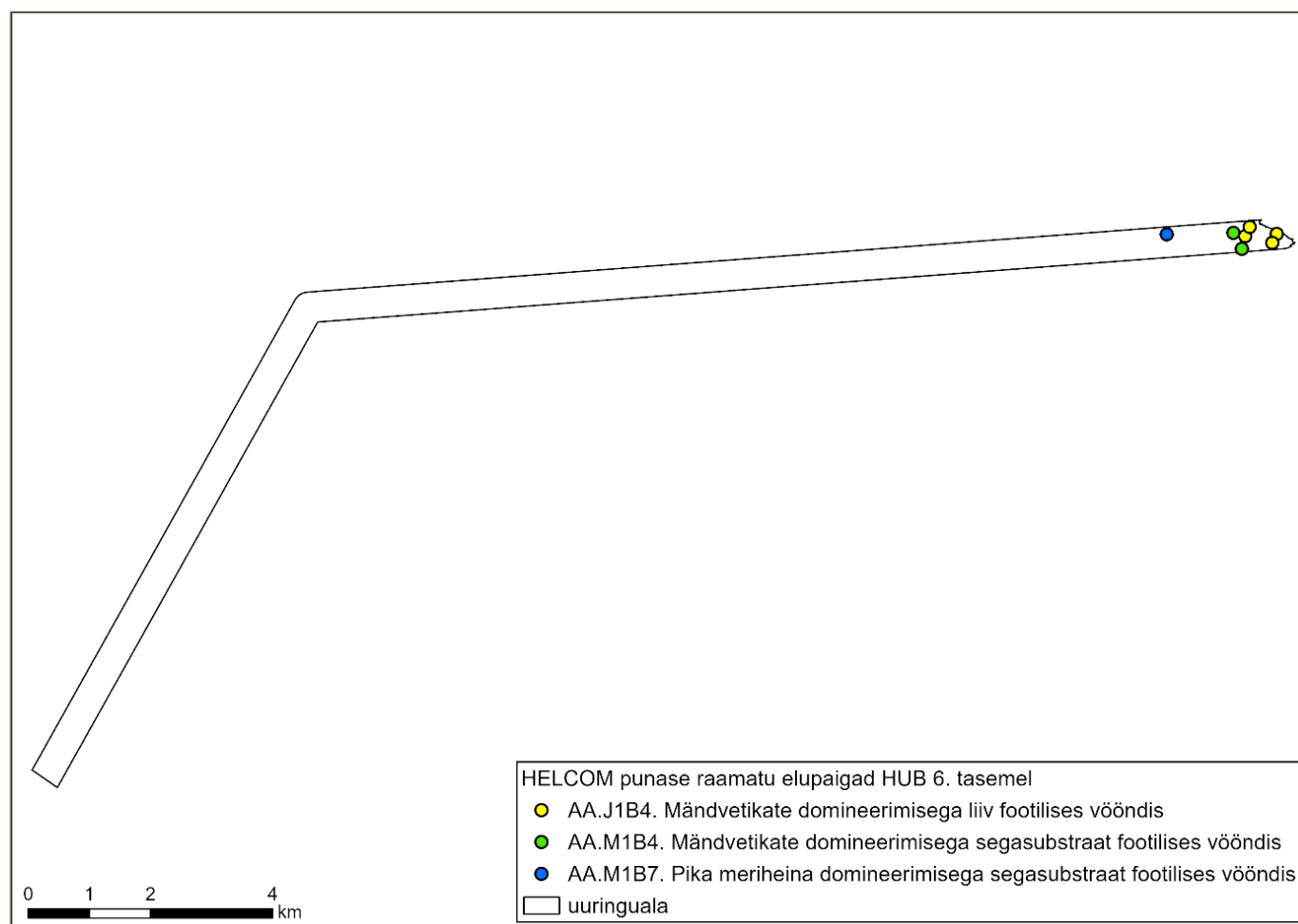
⁶⁹ HELCOM (2013a) HELCOM HUB – Technical Report on the HELCOM Underwater Biotope and habitat classification. Baltic Sea Environment Proceedings No. 139. <https://helcom.fi/media/publications/BSEP139.pdf>

⁷⁰ HELCOM (2013b) Red List of Baltic Sea underwater biotopes, habitats and biotope complexes. Baltic Sea Environmental Proceedings No. 138.

Täiendavalt hinnati HUB 6. taseme elupaikade olemasolu proovipunktide andmete põhjal eesmärgiga selgitada välja, kas alal esineb HELCOM-i punase raamatu elupaiksid⁷¹.

Hinnangu tulemusel tuvastati järgmised HUB 6. taseme HELCOM-i punase raamatu elupaigad (joonis 3.4.4.1):

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



Joonis 3.4-12. HELCOM punase raamatu elupaigad HUB 6. tasemel (TÜ EMI, 2024 – aruanne 4)

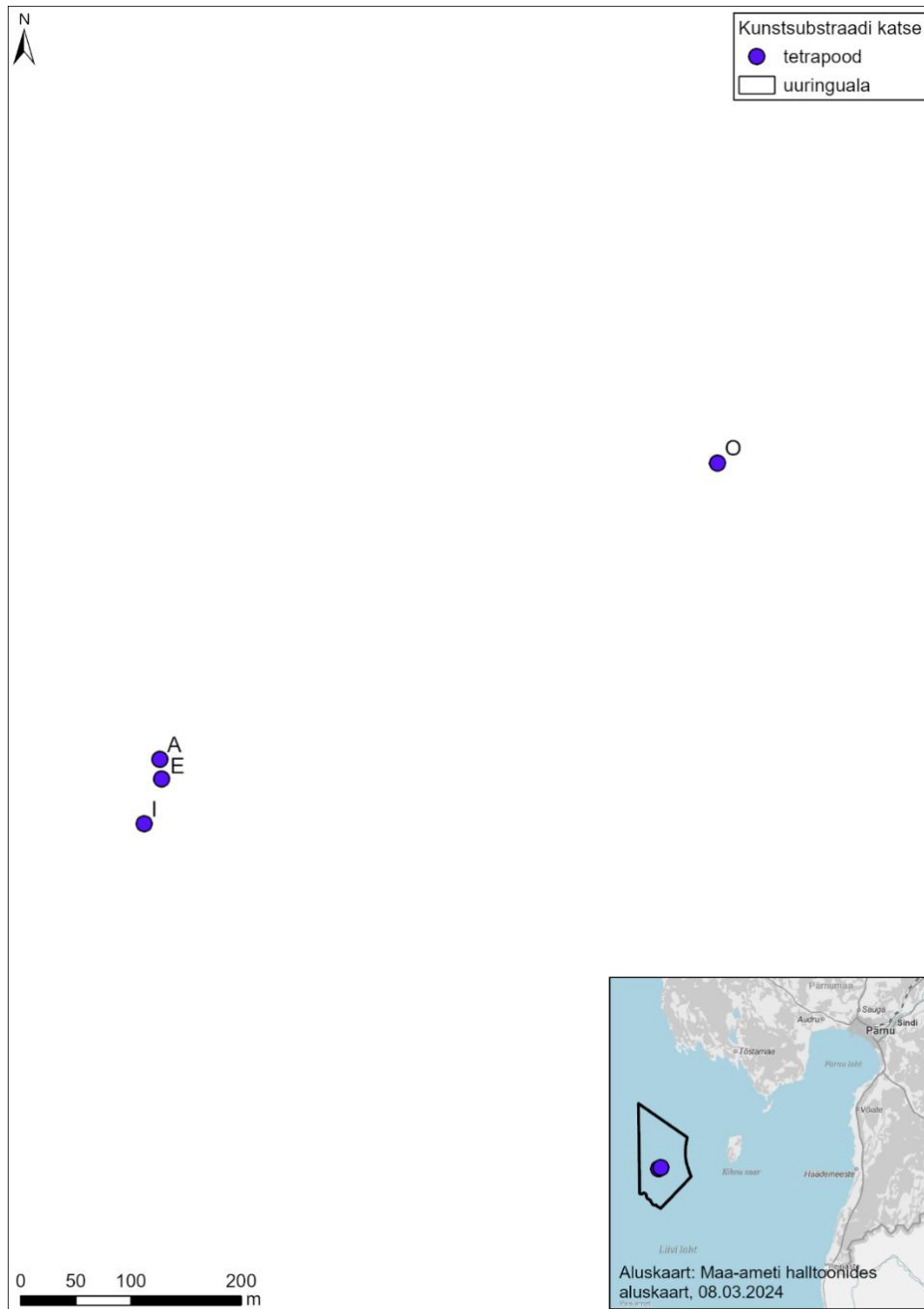
KUNSTSUBSTRAADI KOLONISEERIMISE UURING

Tuulepargi keskkonnamõju hindamisel on oluline mõista, kui palju tuulikute vundamendid toimivad tehisriffidena ja mil määral tuulepargid soodustavad võõrliikide levikut. Nimelt pakub tuuliku vundament uut ja stabiilset pinda, mis võimaldab paljudel mereorganismidel, näiteks vetikatel ja merekarpidel, kinnituda ja kasvada. Selliste võtmeliikide kohalolu võib lisaks ligi meelitada erinevaid liike, suurendades piirkonna bioloogilist mitmekesisust, samuti võivad tuulikute vundamendid toimida "sildadena", ühendades erinevaid elupaiku ja soodustades liikide liikumist nende vahel. Kuid samal põhjusel võivad

⁷¹ <https://helcom.fi/baltic-sea-trends/biodiversity/red-list-of-biotopes-habitats-and-biotope-complexes/biotope-information-sheets/>

tuulikute vundamendid pakkuda võõrliikidele ajutist elupaika, aidates neil levikuala laiendada ja koloniseerida uusi piirkondi. Sellest tulenevalt võivad tuulepargid tahtmatult toetada võõrliikide levikut naaberalade ökosüsteemides.

Aastatel 2022 – 2024 viidi läbi uuring, hindamaks Liivi lahes Saare-Liivi kavandataval tuulepargi alal erinevate kunstsubstraadi tüüpide koloniseerimise intensiivsust, liigilist koosseisu ja kiirust kogu veesamba ulatuses. Uuringuala paiknemine on esitatud joonis 3.4-13. Tuuliku vundamentide ehitamisel paigutatakse merekeskkonda kunstsubstraati, mis loob elupaiga erinevatele mereorganismidele, eriti vetikatele ja selgrootutele. Kunstsubstraadi koloniseerimine sõltub kohalikest keskkonnatingimustest ja elustiku iseloomust ning varasemaid kogemusi teistes merealades ei saa otseselt rakendada.

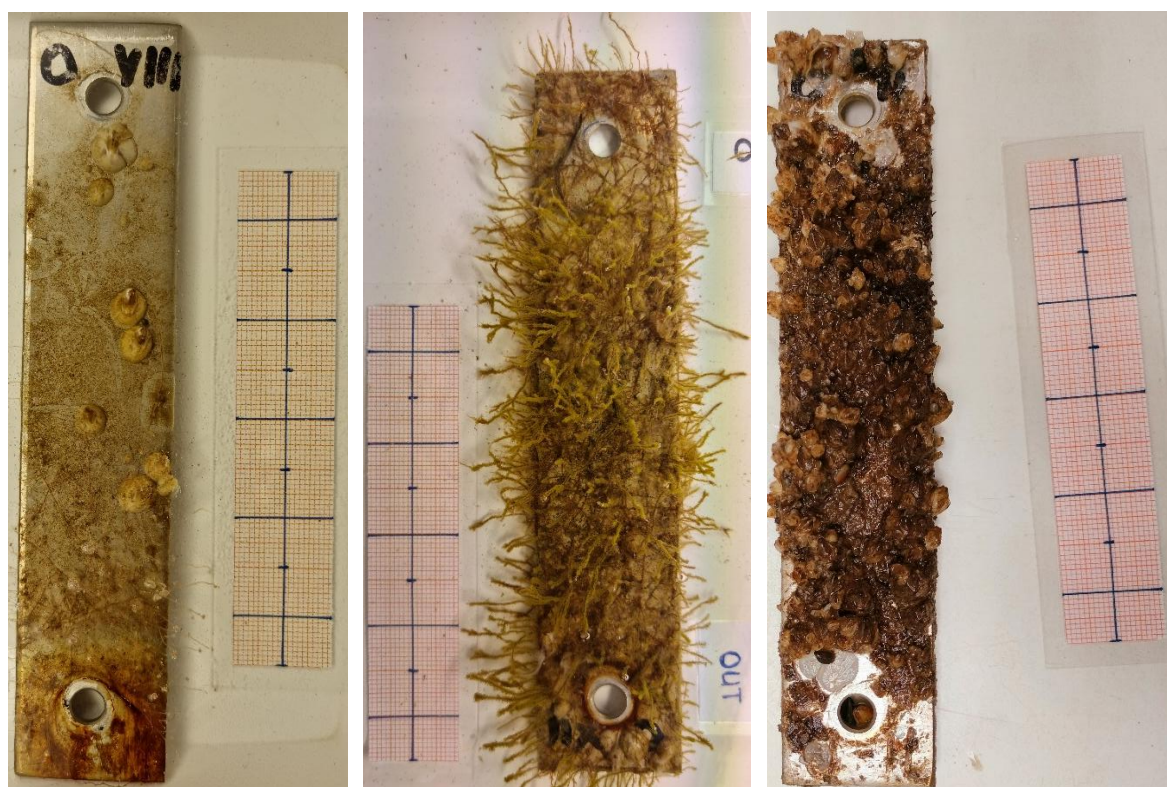


Joonis 3.4-13. Kunstsubstraadi koloniseerimise katse uuringuala ja proovipunktide paiknemine (TÜ EMI, 2024 – aruanne 3)

Uuring viidi läbi kahes osas: 1) neljal betoonist tetrapoodil, sügavustel 7,2–16,2 m. Selle käigus koguti teavet tetrapoodidele paigutatud metallpaneelidele ja betoonpinnale koloniseerimise kiiruse, ulatuse ja struktuuri kohta; 2) veesambasse paigutatud poisüsteemile kinnitatud metall- ja plastikpaneelide ning „jõulupuu“ köitega hinnati koloniseerimise ulatust ja liigilise koosseisu sõltuvust substraadi materjalist ja sügavusest (2–6 m). Lisaks hinnati ümbritsevat põhjaelustikku ja planktonikooslust ning temperatuuri, valguse intensiivsust ja soolsust.

Tetrapoodide katses leiti, et metallpindade koloniseerimise kiirus on aeglasem sügavamates piirkondades aga kahekümne kuu jooksul on kogu pind täielikult kaetud kõikidel sügavustel. Domineerivateks liikideks on harilik tõruvähk (*Amphibalanus improvisus*) ja sammalloom (*Einhornia crustulenta*) ning väiksemates kogustes leiti ka hüdralooma (*Cordylophora caspia*) ja söödavat rannakarpi (*Mytilus trossulus*). Metallpindade koloniseerimine oli oluliselt kiirem kui betoonpindade koloniseerimine ning madalamatel sügavustel kiirem kui 16,2 meetri sügavusel. Uued vertikaalsed pinnad võivad esialgu soosida oportunistlike võõrliikide levikut, mitte looduses arvuka söödava rannakarbi koloniseerimist. Lisaks võivad uued massiivsed veealused struktuurid pakkuda hüppelauda uutele ja eelnevalt piirkonnas vähelevinud võõrliikidele. Uutele pindadele koloniseerinud liikidest loetakse võõrliikideks harilikku tõruvähki, hüdralooma *Cordylophora caspia* ja liiva-uurikkarpi (*Mya arenaria*). Kõik liigid on Läänemeres laialt levinud ja esinevad ka ümbritsevas keskkonnas.

Tetrapoodide koloniseerimise kiiruse jälgimine näitas, et enamus metallpindasid kattuvad juba kolme kuuga üle 50% ulatuses madalamates piirkondades ning edasise koosluse arengu käigus võivad esialgu domineerivad liigid (nt. *E. crustulenta*) pikema aja jooksul oma katvust vähendada, kasvades üle teiste liikide poolt (nt. *A. improvisus*). Betoonpindadel oli koloniseerimise kiirus palju aeglasem kui metallpindadel. Madalamates piirkondades kattusid betoonpinnad täielikult ja sügavamates piirkondades jäi keskmine katvus alla 75% ka peale kahekümne kuu möödumist.



Joonis 3.4-14. Tetrapoodi O metallpaneelide katvuse näidised 3 kuuga, 10 kuuga, 20 kuuga (vasakult paremale). (TÜ EMI, 2024 – aruanne 3)

Poisüsteemi katsest selgus, et üldine koloniseerimine plastik- ja metallpindadele on sarnane. Domineerivad liigid on sarnased sügavamate piirkondade metall ja betoonpindadega, aga madalamatel sügavusel esineb ka väikeses koguses rohevetikat (*Cladophora glomerata*). Lisaks hinnati poisüsteemi katses liikide koloniseerimise intensiivust eri sügavustel „jõulupuu” köitele, mida kasutatakse vesiviljeluses söödava rannakarbi kasvatamiseks. Kolme kuuga kasvas köitele arvestatav kogus karpide biomassi näidates piirkonna potentsiaali arendada tuuleparkidega koos ka madalatoitelist vesiviljelust (karbifarmid).



Joonis 3.4-15. Näidis eksperimentaal köiest peale 3 kuud vees olekut (TÜ EMI, 2024 – aruanne 3)

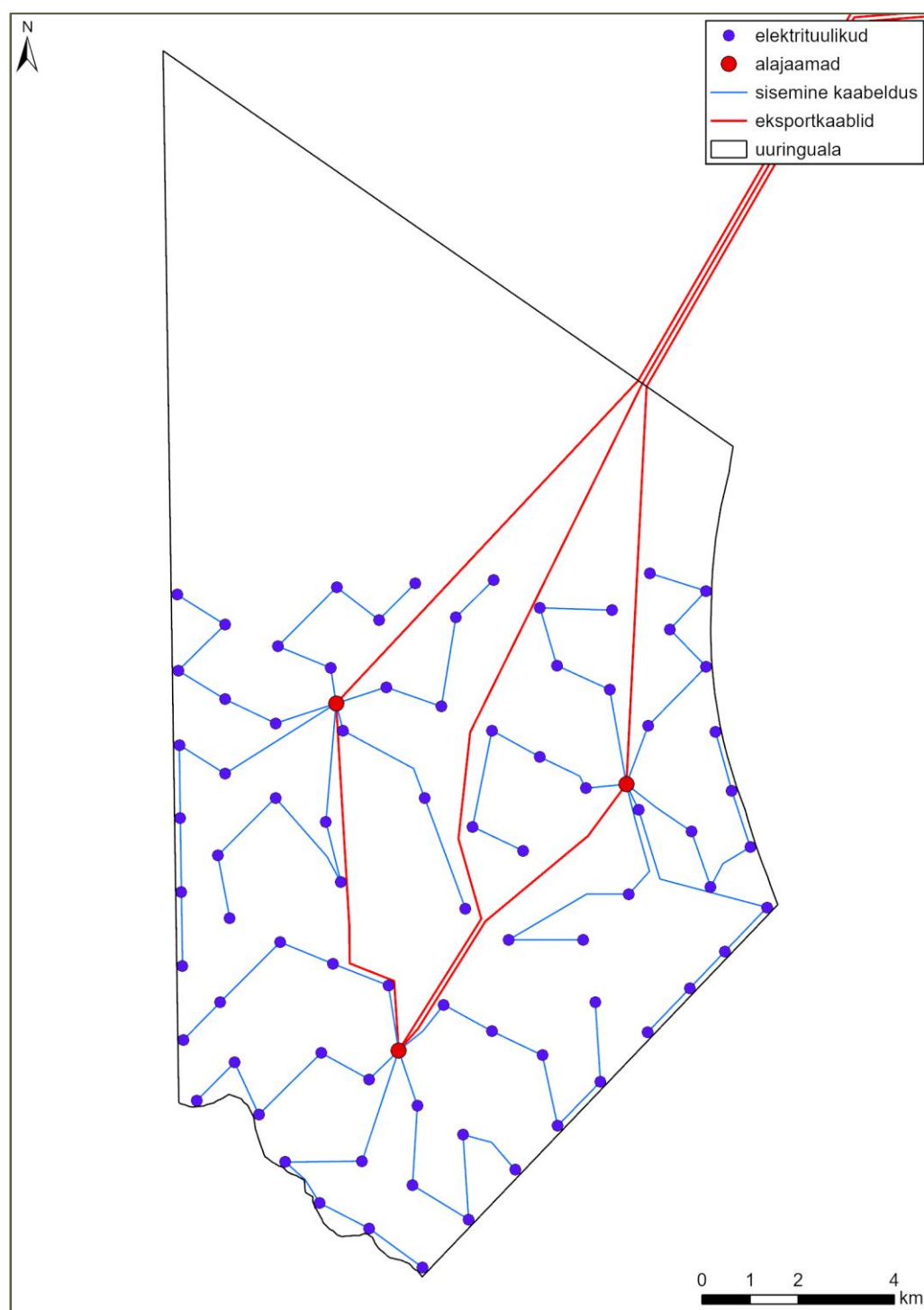
3.4.3. Mõju hindamine

Mõju olulisuse hindamise aluseks on võetud põhialternatiiv 3 kui ainus realistlik lahendus ja selle põhimõtteline paigutus, millega kavandatakse 80 elektrituulikut, kolm alajaama, tuulikute ja alajaamade vaheline kaabeldus ning kolmest alajaamast lähtuvad kolm eksportkaablit (joonis 3.4-16). Põhialternatiiv 3 põhimõttelise paigutuse korral on tuulikute positsioonid paigutatud selliselt, et välistatud on TÜ EMI, 2026 – aruanne 2 kaardistatud karide (1170) mereelupaikade kahjustamine.

Hindamisel on käsitletud kahte tuulikute ja alajaamade vundamentide alternatiivi:

- vaivundament (*monopile*) – diameeter 18 m, põhja pindala 254,5 m²;
- gravitatsioonivundament (*gravity base*) – diameeter 50 m, põhja pindala koos aluspadjandiga 2500 m².

Kolme alajaama positsiooni käsitleti hinnangutes samamoodi nagu tuulikute positsioone. Tuulikute ja alajaamade vundamentide ruumikujud on saadud lisades asukohtadele vundamentide raadiustele vastavad puhvrid. Gravitatsioonivundamenti puhul arvestati raadiusena aluspadjandi raadiust.



Joonis 3.4-16. Põhialternatiiv 3 põhimõtteline lahendus ehk tuulepargi infrastruktuur (TÜ EMI, 2024 – aruanne 2)

Muutuseid merepõhja elupaiga kvaliteedis saab väljendada kahes kategoorias: a) merepõhja elupaiga kadu, mis on pöördumatu muutus, kus olemasolev looduslik merepõhja elupaik hävib kavandatavate vundamentide ja aluspadjandite all katmise ja eemaldamise tagajärjel; b) merepõhja elupaiga häiring, kus merepõhja elupaika mõjutatakse kas mehaaniliselt või keemiliselt erinevas ulatuses, mille järel võib elupaik teatud aja jooksul taastuda varasemas või sellele lähedases kvaliteedis.

Tuulepargi sisemine kaabeldus paigaldatakse kas pinnasesse süvistatult või pinnapealselt koos kivipuistega või betooniga katmisega. Süvistamisel rajatakse süvend kas kõrgsurve veejugadega või kettsaega. Praeguses projekteerimise eelses faasis ei ole kindlaks määratud, kus ja milliseid paigaldamise tehnoloogiaid kasutatakse. Üldistava hinnangu saamiseks on seetõttu ehitustsoonina arvestatud 2 m laiust vööndit. Ehitustsoonis kaob merepõhja looduslik seisund merepõhja substraadi läbikaevamise, kaablite matmise või katmise tagajärjel, mida käsitletakse kui merepõhja kadu. Kaablitega seotud kadude ala ruumikuju hindamine on saadud lisades kaablite ruumikujudele (joonobjektid) igas suunas 1 m puhver.

HELCOM kasutab kaablite ja tuulikute rajamise mõju hindamisel 1 km raadiusega mõjuala puhvrit⁷². Merepõhja häiringut saab jagada kaheks: a) häiring, mis on põhjustatud ehitusmehaaniliste seadmete kokkupuutest merepõhjaga ja b) ehitustegevusest põhjustatud heljumi levikust. Ehitusmehaaniliste seadmete põhjustatud häiringu hindamiseks kasutatakse käesolevas töös 50 m puhvrit vundamentide ja teiste ehituslike objektide ümber (edaspidi merepõhja *mehaaniline häiring*). Merepõhja häiringute hindamiseks lisati puhver kadude ruumikujudele. Igale eksportkaabli kadude ruumikujule lisati igas suunas 50 m puhver. Kuna eksportkaablid koonduvad rannajoone lähedal (kaablite omavahelised kaugused vähenevad 50 meetrilt ligikaudu 12 meetrile), siis kaablite kattuvad puhvrid liideti omavahel kokku üheks ruumikujuks. Häiringute ruumikujust lõigati välja kadude ruumikuju ehk eemaldati kadude ja häiringute ruumikujude omavaheline kattuv osa.

Riffiefekti hinnangute andmise aluseks arvutati tuulikualternatiivide veealuste osade pindalad. Vaivundamendi puhul arvutati silindri külje pindala vastavalt vee sügavusele igas vundamendi positsioonis. Gravitatsioonvundamendi puhul ei ole täpne geomeetria info saadaval, kuid aluseks võeti arendajalt saadud sügavustele vastav veealune pind tabeli kujul. Kuna tabel ei katnud kogu vajalikku sügavusvahemikku, siis leiti sügavuse ja pindala vahel seos GAM mudeli (Wood 2022⁷³) abil ja arvutati igale vundamendi positsioonile veealune pindala arvestades veesügavust antud positsioonis (tabel 4.1.1).

Tabel 3.4-2. Vee sügavustele vastavad veealused pindalad ühe objekti kohta. *gra* – gravitatsioonvundament, *vai* – vaivundament (TÜ EMI, 2024 – aruanne 2)

Vee sügavus (m)	Gra pindala antud (m ²)	Gra pindala modelleeritud (m ²)	Vai pindala (m ²)
15	1367	1366	848
16	1436	1436	905
17	1506	1507	961
18	1577	1578	1018
19	1649	1648	1074
20	1722	1718	1131
21	1795	1794	1188
22	1870	1880	1244
23	1983	1980	1301
24	2096	2092	1357
25	2209	2211	1414
26		2330	1470
27		2450	1527
28		2570	1583
29		2690	1640
30		2810	1696

⁷² HELCOM HOLAS 3 Dataset (2023): Physical disturbance HOLAS 3, <https://metadata.helcom.fi/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/2e54aec0-d930-4f48-bfcc-6604c6ce8b26>

⁷³ Wood S (2022) mgcv: Mixed GAM Computation Vehicle with automatic smoothness estimation. R package version 1.8-41. <http://cran.r-project.org/web/packages/mgcv>

MEREPÕHJA KADUDE HINNANG

Tuulepargi infrastruktuuriga seotud loodusliku merepõhja hinnangulised kaod olid pindalaliselt väikesed, jäädes kokku alla ühe ruutkilomeetri (tabel 4.2.1). Tuulepargi siseste kaablitega seotud kaod on suuremad kui vundamentidega seotud kaod. Gravitatsioonvundamentidega seotud kaod on ligikaudu ühe suurusjärgu võrra (ca 10 korda) suuremad kui vaivundamentidega seotud kaod. Kuna kavandataval tuulepargi alal on infrastruktuuri paigutamisel välditud loodusdirektiivi karide elupaigatüüpi, siis karide kaod antud paigutuse juures puuduvad. Kõigi elupaikade kaod on toodud KMH aruande Lisa 3.5 lisa 1, kus pindalad on summeeritud üle vundamentide ja kaablite.

Tabel 3.4-3. Merepõhja kadude ja häiringute pindalad infrastruktuuri objektide kaupa. Osakaal on toodud uuringuala pindala suhtes. Kõik osakaalud ja pindalad sisaldavad kõiki planeeritud vundamente (tuulikud ja kolm alajaama) ja kaableid (tuulikute ja alajaamade vahelised kaablid ning tuulepargi alale jäävad eksportkaablid); (TÜ EMI, 2024 – aruanne 2).

Infrastruktuuri objekt	Kadude pindala (km ²)	Meh. häiringute pindala (km ²)	Kadude osakaal (%)	Meh. häiringute osakaal (%)
tuulepargi alale jäävad kaablid (joonis 3.4-16)	0,328	16,068	0,152	7,433
gravitatsioonvundamendid	0,207	1,387	0,096	0,642
vaivundamendid	0,021	0,886	0,01	0,41

Eksportkaablitrassile paigaldatavate kolme kaabli kadude ruumikuju pindala on 0,148 km², mis moodustab 1,2% eksportkaabli uuringuala pindalast. Kõrge looduskaitsele väärtusega loodusdirektiivi elupaigatüüpide (karid, liivamadalad) puhul on kadu ligikaudu 0,02 km² mõlemal elupaigatüübil, mis moodustab umbes 1,2% nende elupaigatüüpide kogupindalast eksportkaablitrassi uuringualal (vt täpsemalt lisa 3.7, Lisa 1). Lisaks pindalaliselt kaardistatud elupaikadele läbivad kaablid suure tõenäosusega ka HELCOM HUB 6. tasemel määratletud punase raamatu elupaikasid. Kaablitrassi rajamise kahjulike mõjusid on võimalik tasandada leevendusmeetmetega, vt peatükk 3.4.4.

MEREPÕHJA MEHAANILISE HÄIRINGU HINNANG

Tuulepargi infrastruktuuriga seotud merepõhja mehaanilise häiringu tsoon moodustas pindalaliselt ligikaudu 17 km², moodustades ligikaudu 7,5% uuringuala pindalast (tabel 4.2.1). Erinevate vundamentialternatiivide vahelised erinevused häiringute pindalades on väikesed ja suurema osa häiringute pindalast annavad tuulepargi alale jäävad kaablid, millega seotud häiringute pindala moodustab üle 98% vundamentide ja kaablite summaarsest häiringute pindalast. Kõrge looduskaitsele väärtusega elupaikadest jääb häiringute ruumikujude piiride sisse väga vähesel määral loodusdirektiivi karide elupaigatüüpi (pindala alla 0,01 km²). Kõigi elupaikade häiringud on toodud KMH aruande lisa 3.5 lisa 1, kus pindalad on summeeritud üle vundamentide ja kaablite. Häiringute hinnangu puhul tuleb silmas pidada, et selle juures ei ole arvestatud tegeliku heljumi levikuga, mis on olemas lõplikult kasutatavatest tehnoloogiast, merepõhja setete omadustest, rakendatavatest leevendusmeetmetest, hüdrodünaamilistest oludest (hoovused, lainetus) ning mitmetest muudest teguritest ja nende koosmõjudest nii ehitustööde ajal kui ehitustööde järgsel perioodil.

Eksportkaablitrassile paigaldatavate kolme kaabli häiringute ruumikuju pindala oli 7,24 km², mis moodustas 58,5% eksportkaablitrassi uuringuala pindalast (vt joonis 3.4-6). Kõrge looduskaitsele väärtusega loodusdirektiivi elupaigatüüpide karide ja liivamadalate puhul on häiringute pindalad eksportkaablitrassi uuringualal vastavalt 1,16 km² ja 0,90 km², mis moodustavad vastavalt 60,5% ja 53,7% nende elupaigatüüpide kogupindalast ühenduskaablitrassi uuringualal (Vt täpsemalt Lisa 3.7, Lisa 1). Lisaks pindalaliselt kaardistatud elupaikadele jäävad häiringualale suure tõenäosusega ka HELCOM HUB 6. tasemel määratletud punase raamatu elupaikasid. Kaablitrassi rajamise kahjulike mõjusid on võimalik tasandada leevendusmeetmetega, vt peatükk 3.4.4.

RIFFIEFEKTI HINNANG

Kõva substraadi lisandumist veesambasse saab käsitleda nn riffiefektina – inimtekkeliselt lisandunud pind muutub elupaigaks looduslikele liikidele, kes vajavad kinnitumiseks kõva substraati. Inimtekkelised objektid võivad luua kõvadele põhjadele iseloomulikke elupaikasid (karisid ehk riffe) ka sellistesse piirkondadesse, kus neid looduslikult ei esine. Lisaks sellele loovad läbi veesamba paiknevad tehisoobjektid, nagu tuulikute veealused osad, kõva substraati sellistesse sügavusvöönditesse, kus seda varem ei esinenud. Riffiefekti ulatuse hindamiseks arvutati tuulepargi veealuse infrastruktuuri pindalad iga vundamendi tüübi kohta. Lisanduva veealuse kõva substraadi pindala hinnangutes arvestati ainult tuulikute ja alajaamade veealuste osadega. Vastavalt tehnilisele kirjeldusele võib lisanduda kõva substraati ka kaablite katmisel kivipuiste või betooniga, aga selle kohta täpset ruumilist infot projekteerimiseelses etapis ei ole. Saadud pindalalisi hinnanguid võrreldi kogu uuringuala kõva põhjasubstraadi pindalaga ja leiti lisanduva inimtekkelise substraadi võimalik osakaal olemasoleva loodusliku kõva substraadi suhtes. Summaarse loodusliku kõva merepõhja pindala arvutamiseks korrutati igas modelleeritud pikslis kõva põhjasubstraadi osakaal piksli pindalaga ja summeeriti üle kõigi pikslite. Tabelis 3.4-4 on toodud lisanduva veealuse pinna hulgad vundamendialternatiivide kaupa. Hinnangust nähtub, et lisanduva kõva substraadi pindala ulatub 0,18 km², mis moodustab kuni ligikaudu 0,7% olemasolevast looduslikust kõvast põhjasubstraadist uuringualal. Võrreldes vaivundamentidega on gravitatsioonvundamentide riffiefekt suurem, sest selle veealuse osa mõõtmed on suuremad.

Kuna gravitatsioonvundamendi geomeetria ei ole veel teada, siis ei ole teostatud hinnangut footilisuse vööndite kaupa. Siiski tuleb arvestada, et kui uuringualal on looduslik kõva merepõhi levinud sügavusvahemikus ligikaudu 5 kuni 30 m, siis tuulepargi veealused osad kerkivad kuni veepinnani ja tekitavad uuringualale madalaveelist kõva põhja elupaika, mida seal varem ei esinenud. Seega on oodata, et piirkonda hakkavad asustama mitmed liigid eelkõige niitjate vetikate seast, mida varem piirkonnas ei esinenud. Kuna veepiirilähedased taimekooslused on kõrge bioproduktiooniga, siis on oodata piirkonna liigirikkuse ja produktiivsuse kasvu.

Tabel 3.4-4. Lisanduva veealuse kõva substraadi hulk (riffiefekt) summeerituna üle kõigi vundamentide (TÜ EMI, 2024 – aruanne 2)

Alternatiiv	Pindala (km ²)	Osakaal looduslikust kõvast põhjast (%)
gravitatsioonvundamendid	0,18	0,73
vaivundamendid	0,11	0,47

Kunstsubstraadi koloniseerimise katse uuringu (TÜ EMI, 2024 – aruanne 3) tulemuste põhjal on soovitatav luua põhjaelustiku seirekava, et hinnata tuuleturbiinide pealiskasvukoosluste pikaajalist dünaamikat ja nende potentsiaalseid ökoloogilisi mõjusid piirkonnas. Lisaks võimaldab hästi planeeritud ja rakendatud võõrlikide seireprogrammi loomine uute võõrlikide varajast avastamist ja võimalike meetmete väljatöötamist.

3.4.4. Keskkonnameetmed

LEEVENDUSMEETMED

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

- Tööde teostamise aeg. Kaabltrassi paigaldamisel merepõhja süvistamisega seotud tegevused peaksid toimuma vegetatsiooniperioodi välisel ajal.
- Liivamadala elupaigatüübi puhul (meriheina kooslused) – leevendusmeetmeks saab olla meriheina koosluste taastamine pärast kaabltrassi rajamist (tehnoloogia olemas ja Eestis katsetatud). Sellega

saab kahjustatud elupaigatüübi täielikult taastada. Meriheina koosluste taastamise eelduseks on piirkonnas detailse meriheina koosluste paiknemise kaardistamine enne tööde teostamist (ehituseelse seire käigus). Kaardistuse ulatus peab hõlmama kogu potentsiaalset mõjuala (sügavusvahemik 0–6 m, 300 m mõlemale poole kaablitrassist).

- Kaablitrassi paigaldamisel karide elupaigatüübile tuleb süvistatud kaabel katta looduslikule sarnaste omadustega materjaliga.

KESKKONNASEIRE

Jälgimaks projekti realiseerumisest tekkivat keskkonnamõju ja muutusi merepõhja elustikus ja elupaikade kvaliteedis tuleks käivitada järgmine seireprogramm:

Ehituseelne seire

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

Ehitusaegne seire

- Tuulikuvundamentide paigaldamise asukohtades ja 200 m raadiuses igast vundamendist dokumenteerida enne ehitustöid merepõhja elupaiga struktuur ja omadused (põhjareljeefi sonarikaardistus, allveevideo vaatlused, võimalusel kvantitatiivne proovivõtt, hapnikutingimused, sette orgaanikasisaldus).
- Vahetult peale vundamentide paigaldamist dokumenteerida vundamendi vahetus läheduses (200 m raadiuses) merepõhja elustiku ja elupaiga seisund ja võimalike kahjustuste ulatus (videovaatlused). Dokumenteerimist vajavate vundamentide asukohad täpsustakse ehituseelse seire tulemuste alusel (kõiki vundamente ei ole vajalik enam siis jälgida).
- Eksportkaablitrassi paigaldamise ajal peab seire sisaldama paigaldamisel tekkiva heljumi leviku jälgimist reaajas. Heljumipilve levikul väljaspoole 300 m puhvertsooni sügavusvööndisse madalamale kui 6 m tuleks tööd peatada.

Ehitusjärgne seire

- Jälgida vundamendistruktuuride koloniseerimist merepõhja elustiku poolt (kvantitatiivne proovivõtt/hinnang, kord aastas, viie aasta jooksul pärast vundamendi paigaldamist, kogu sügavusvahemik põhjast pinnani, kolm vundamenti tuulepargiala eri osades).
- Jälgida orgaanilise aine akumuliseerumist vundamendi läheduses (vahetult vundamendi juures merepõhjas 0–30 m vundamendist; settepüünised, viie aasta jooksul, kolm vundamenti tuulepargiala eri osades).
- Jälgida merepõhja elupaikade seisundit tuulepargi alal (3 uuringuala a 1000 m² tuulepargi ala sees, mis katavad karide elupaigatüüpi; vaatluste meetodiks võiks olla allvee videovaatlused (minimaalselt 25 jaama/transekti) + kvantitatiivne proovivõtt vähemalt 10 jaamast, kord aastas).
- Hinnata ehitustöödest põhjustatud häiringute ulatust nii eksportkaablitrassi kui seda ümbritseva puhvertsooni sees.

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

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

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

Kui viieaastase perioodi järel ei ole kahjustatud kooslused taastunud (on olemas statistiline erinevus referentsala ja mõjutatud ala vahel) tuleb seiret jätkata veel ühel viieaastasel perioodil.

Meriheina koosluste taastamine

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

3.4.5. Alternatiivide võrdlus ja kokkuvõte

Eri vundamentitüüpidest on võrdluses suurema mõjuga looduslikule merepõhjale gravitatsioonvundamendi rajamine. Tuulepargi infrastruktuuriga seotud loodusliku merepõhja hinnangulised kaod olid pindalaliselt väikesed, jäädes alla ühe ruutkilomeetri. Kuna kavandataval tuulepargi alal on infrastruktuuri paigutamisel välditud loodusdirektiivi karide elupaigatüüpi, siis karide kaod antud paigutuse juures puuduvad. Kõige enam avaldavad mõju tuulepargi siseste ja ühenduskaabli rajamisega seotud merepõhja kaod, mis on suuremad kui vundamentidega seotud kaod.

Tabel 3.4-1. Erinevate vundamentitüüpide võrdlus ja mõju olulisus

Kaasnev tagajärg/mõju	Mõju olulisus	Leevendusmeetmete rakendamise vajadus, lõplik mõju olulisus
Tuulepargi ehitus ja demonteerimine	0/-	Põhialternatiiv 3 puhul on võetud aluseks, et tuulikuid ei kavandata inventeeritud elupaigatüübile karid.
Vaivundament		
loodusliku merepõhja kadu	0/-	

Kaasnev tagajärg/mõju	Mõju olulisus	Leevendusmeetmete rakendamise vajadus, lõplik mõju olulisus
kunstliku kõva substraadi lisandumine ja sellega kaasnev mõju teatud organismi rühmadele	0/-	
merepõhja häiring	0/-	
Gravitatsiooniline vundament		
loodusliku merepõhja kadu	0/-	
kunstliku kõva substraadi lisandumine ja sellega kaasnev mõju teatud organismi rühmadele	0/-	
merepõhja häiring	0/-	
Ühenduskaabli rajamine	-/--	- Merepõhja süvistamisega seotud tegevused peaksid toimuma vegetatsiooniperioodi välisel ajal. - Meriheina koosluste taastamine pärast kaablitrassi rajamist - Karide elupaigatüübi puhul süvistatud kaabli katmine looduslikule sarnaste omadustega materjaliga. Leevendavate meetmete rakendamisel oluline mõju puudub. Koondmõju: 0/
Tuulepargi opereerimine	0/-/+	

KMH aruandes kasutatav olulise keskkonnamõju skaala: - vähene negatiivne mõju, -- oluline negatiivne mõju, 0 - mõju puudub, neutraalne, + vähene positiivne mõju, ++ oluline positiivne mõju

3.4.6. Kumulatiivne mõju

Kumulatiivne mõju avalduks eelkõige elupaikade kao ja häiringute osas, kui eelnevalt häiritud või kadunud elupaikadele lisanduks tuulepargi arendamisel uus kogus häiritud või kadunud elupaiku. Kavandatavast Saare-Liivi meretuulepargist kagusuunas on arendamisel ja sarnases loamenetluse etapis Liivi lahe meretuulepark (vt joonis 2.2-4). Juhul, kui Liivi lahe meretuulepargi loamenetlustes ja rajamisel välditakse tuulikute ja pargisisese kaabelduse paigutamist Natura elupaigatüübile karid ja arvestatakse sarnaste põhimõtetega nagu käesolevas KMH aruandes, on kahe pargi kumulatiivne mõju olematu.

3.4.7. Teadmiste lüngad

Praeguseks on suurimateks teadmiste lünkadeks merepõhja elustiku ja elupaikade osas tuulikuvundamentidest tekkiv „riffiefekt” ning mõju pelaagiliste ja bentiliste koosluste aine- ja energiaringle, mis oleks seotud orgaanilise aine transpordiga veesambast bentosesse (filtreerijate mõju orgaanilise aine transpordil veesambast bentosesse, niitjate vetikate poolt fotosünteesiga akumulunud orgaanilise aine sadenemine tuulikuvundamendi jalamile). Samuti orgaanilise aine akumulatsioon tuulikuvundamentide jalami lähistele ja sellest tingitud muutused hapnikurežiimis, setete keemias, merepõhja kooslustes.

3.5. Linnud

Järgneva peatüki aluseks on suuremas osas Eesti Ornitoloogiaühingu poolt koostatud koondaruanne „Utilitas Wind Saare-Liivi avamere tuulepargi linnustiku uuringud; EOÜ 2024” (edaspidi Linnustiku uuring-EOÜ, 2024). Aruanne käsitleb Saare-Liivi planeeritava tuulepargi potentsiaalset mõju linnustikule. Uuringu aruanne koos lisadega on leitav KMH aruande lisas 3.8.

Mõju hinnang põhineb aastatel 2022-2024 läbi viidud uuringute tulemustel. Lennuloendused viis läbi Eesti Maaülikooli ornitoloog Leho Luigujõe koostöös Eesti Ornitoloogiaühingu liikmetega. Laevaloendused viis läbi ja nende andmed analüüsis BioConsult SH koostöös Eesti Ornitoloogiaühinguga. Laidudel pesitsevate lindude telemeetriauuringu teostas Eesti Ornitoloogiaühing koostöös BioConsult SH-ga.

Linnustiku uuringu koondaruanne (2024) tugineb lisaks järgnevatele käesoleva KMH aruande alusuuringutele (mis mh on kättesaadavad KMH aruande lisadena):

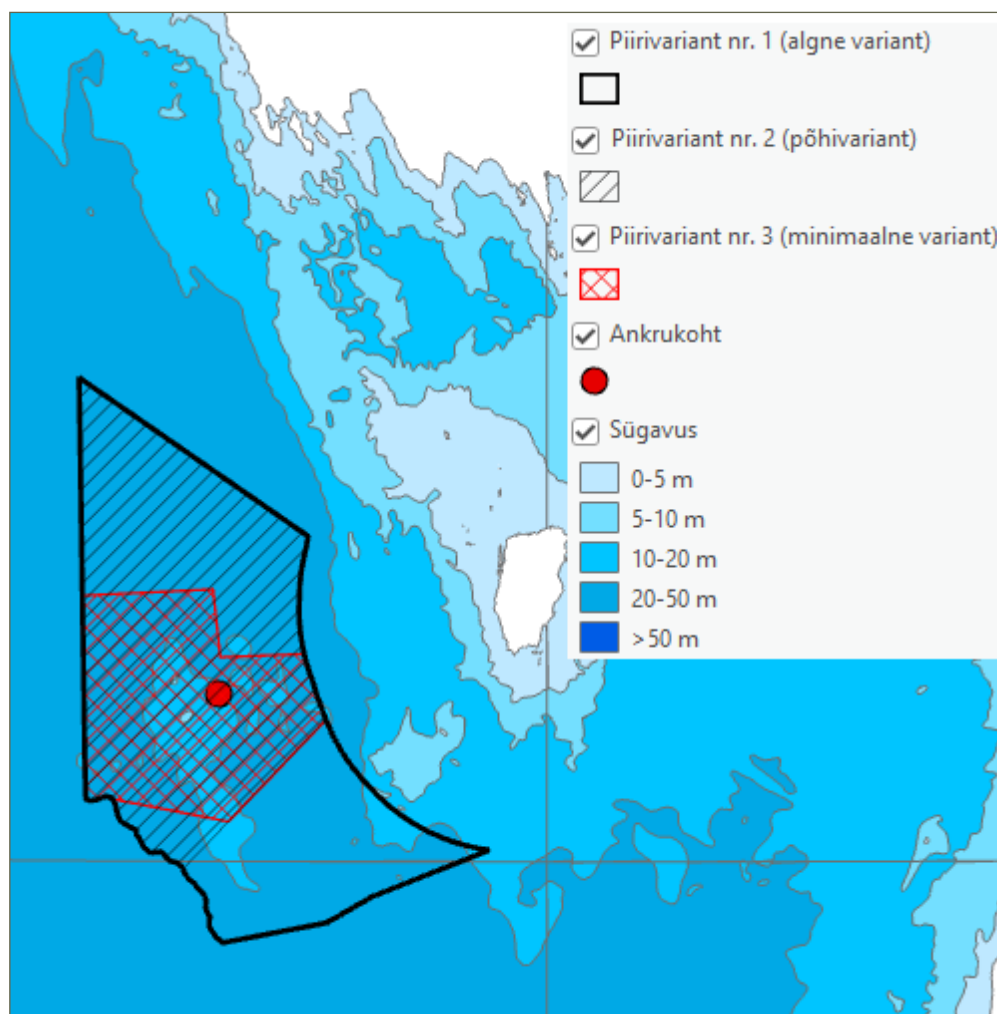
- Lisa 3.8.1: Jacobsen, E. M. & Tjørnløv, R. S. 2024. Habitat displacement of sea ducks in relation to Saare-Liivi OWF, Estonia. (Tõlge eesti k: *Eksperthinnang meripartide elupaikade ümberpaiknemise kohta*);
- Lisa 3.8.2: Tjørnløv, R. S. 2024; Jacobsen, E. M. & Lyngsgaard, M.M. 2025 Monitoring plan for sea ducks in relation to Saare-Liivi OWF, Estonia. (Tõlge eesti k: *Partlaste seirekava seoses Saare-Liivi meretuulepargiga Eestis*);
- Lisa 3.8.3: Ramboll Polska 2024. Saare-Liivi Offshore Windfarm – Estonia. Impact Assessment Velvet Scoter and Long-tailed Duck – Displacement. (Tõlge eesti k: *Saare-Liivi Meretuulepark – Eesti. Mõjuhinnang Tõmmuvaerale ja Aulile – Väljatõrjumine*).

3.5.1. Alternatiivide käsitus

Esialgne käsitletav uuringuala oli Liivi lahe idaosas paiknev Utilitas Wind OÜ kavandatav Saare-Liivi meretuulepargi esialgne ala, pindalaga ca 300 km² ehk põhialternatiiv 1. Linnustiku uuringu esmastest tulemustest (2022. aastal läbiviidud uuringud) lähtuvalt selgus, et käsitletav uuringuala on oluline veelindude peatumisala ja seda eriti lõunapoolses osas. Sama lõunapoolset osa arendusalast läbib ka oluline maismaalindude rändekoridor, joonel Munalaid-Kihnu-Ruhnu-Kolka neem.

Kahe järjestikuse aasta linnustiku uuringute tulemustest lähtuvalt selgus, et olulised lindude peatumisalad paiknevad lisaks ka esialgse arendusala põhjaosas. Eesmärgiga vähendada tuulepargi potentsiaalset mõju peatuvatele veelindudele, on töö käigus rakendatud arendusala vähendavat (leevendus)meedet, et vältida lindude olulisemaid peatumis- ja toitumisalasid. Seega on töös käsitletud kolme erinevat arendusala põhialternatiivi (linnustiku uuringus, EOÜ 2024 on need nimetatud vastavalt piirivariant 1, 2, 3):

- Põhialternatiiv 1 (käsitletav ka uuringu aruandes kui piirivariant 1). Esialgne arendusala, mille puhul Saare-Liivi meretuulepargi ala ulatus põhjast lõunasse ja pindala oli kõige suurem (ca 300 km²). Seda varianti kasutati lennuloenduste marsruudi väljatöötamisel peatuvate veelindude loendamiseks.
- Põhialternatiiv 2 (käsitletav ka uuringu aruandes kui piirivariant 2). Algse uuringuala ja piirivariandi 1 kesk- ja põhjaosa.
- Põhialternatiiv 3 (koos hilisemalt vähendatud kirdenurgaga; käsitletav ka uuringu aruandes kui piirivariant 3). Vähendatud piirivariant, hõlmab algse piirivariandi 1 keskosa. Variandi loomise tingis vajadus leida leevendusmeetmeid tuulepargi negatiivse väljatõrjuva mõju vähendamiseks lindudele, mis selgus uuringute käigus.



Joonis 3.5-1. Saare-Liivi meretuulepargi hinnatavad alternatiivid ehk piirivariandid

All-alternatiividest on vaatluse all ja hindamisel kaks tuulikute varianti tulenevalt tuuliku kõrgusest ja rootori töökõrgusest: 40-275 m (variant A) ja 30-310 m v (variant B).

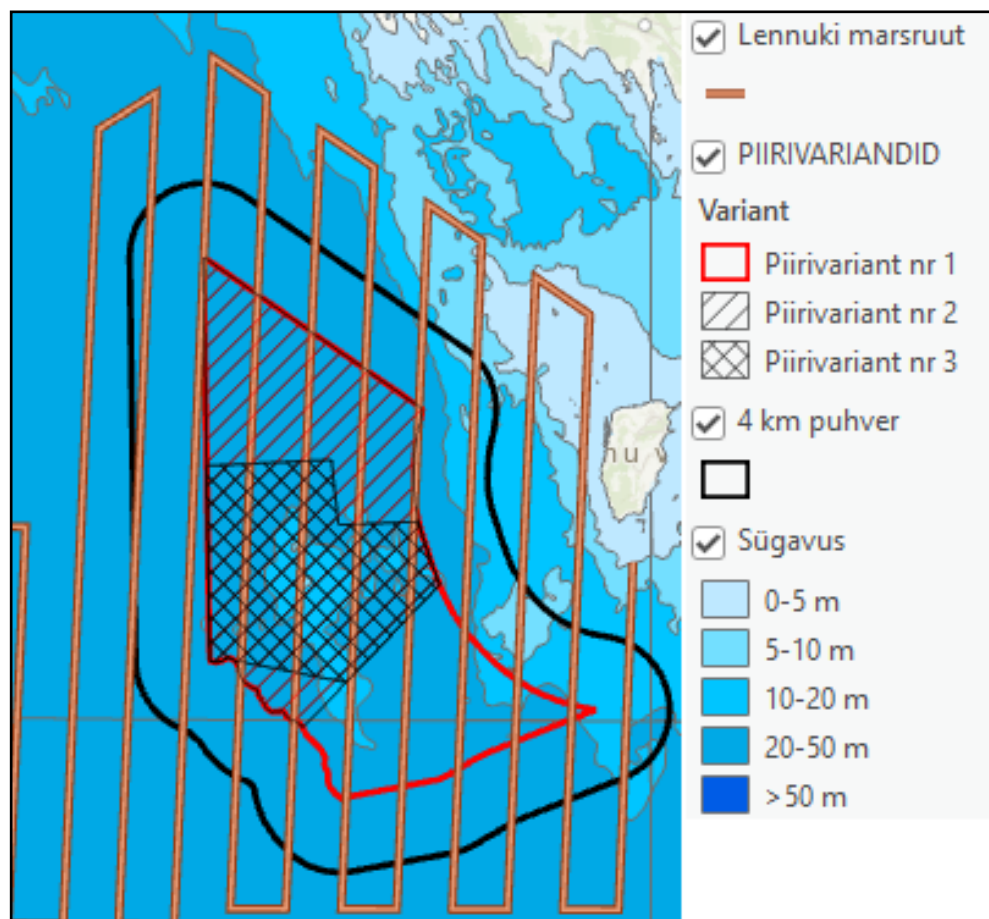
3.5.2. Keskkonnaseisundi kirjeldus

Tuulepargi uuringualal läbi viidud linnustiku uuringud saab jagada kolmeks: peatuvate veelindude lennuloendused, ülelendavate või rändavate lindude uuringud laevalt ja laidudel pesitsevate lindude telemeetriauringud. Ülelendavate lindude uuringute raames viidi omakorda läbi visuaalsed vaatlused, radarvaatlused horisontaalse ja vertikaalse radariga ning öiste häälightsuste audiosalvestamine.

PEATUVAD VEELINNUD

Peatuvate veelindude uuring viidi läbi visuaalse lennuloendusena, kasutades rahvusvaheliselt soovitatud standardit (Pihl & Frikke 1992⁷⁴, Camphuysen et al. 2004⁷⁵) ja selle hilisemat modifikatsiooni (Fox et al. 2006⁷⁶). Loenduse läbiviimiseks koostati kogu Saare-Liivi esialgset arendusala (põhivariant 1 ehk piirivariant nr 1) ja selle ümbrust kattev lennumarsruut (joonis 3.5-2). Marsruudi lõigud asusid üksteisest 3 km kaugusel, mis on minimaalne vahekaugus käesolevas töös kasutatud meetodika puhul (Petersen & Fox, 2005⁷⁷). Sellise vahekauguse korral on vaatlustega kaetud 2/3 esialgsest uuritavast alast.

Läbi viidi 20 loendust kahe aasta jooksul lindude olulisematel esinemisperioodidel (lisas 3.8, tabel 2).



Joonis 3.5-2. Peatuvate veelindude loendusmarsruut

Lindude koguarvukus ja asustustihedus uuritava alal sõltub lisaks uurimisala ja vaatlustega kaetud ala suhtele ka lindude avastatavusest vaatlustega kaetud alal. Avastatavus väheneb tavaliselt kauguse

74 Pihl, S. & Frikke, J. 1992. Counting birds from aeroplane. – In: Komdeur, J., Bertelsen, J. & Cracknell, G (eds.) *Manual for Aeroplane and Ship Surveys of Waterfowl and Seabirds*. IWRB Special Publ. No. 19, p 24-37.

75 Camphuysen, K., Fox, T., Leopold, M. & Petersen, I. (2004). *Towards standardized seabirds at sea census techniques in connection with environmental impact assessments for offshore wind farms in the U.K.* Royal Netherlands Institute for Sea Research. 39 pp. www.offshorewind.co.uk/Downloads/1352_bird_survey_phase1_final_04_05_06.pdf

76 Fox, A. D., Desholm, M., Kahlert, J., Christensen, T. K. and Krag Petersen, I. B. 2006. Information needs to support environmental impact assessment of the effects of European marine offshore wind farms on birds. *Ibis*, 148: 129-144. Information needs to support environmental impact assessment of the effects of European marine offshore wind farms on birds - FOX - 2006 - *Ibis* - Wiley Online Library

77 Petersen, I.K, Fox, A.D. 2005. An aerial survey technique for sampling and mapping distributions of waterbirds at sea.

suurenemisel marsruudi joonest. Distsantsloenduse meetod („*distance sampling*“) on laialt levinud meetod avastatavuse ja arvukushinnangute leidmiseks (Buckland et al. 2001⁷⁸).

Peatuvate veelindude suure arvukuse tõttu põhivariandi 1 põhja- ja lõunaosas kasutati arvukushinnangute leidmisel kahte varianti: põhialternatiiv 2 (piirivariant nr 2 koos 4 km laiuse puhvriga) ja põhialternatiiv 3 (piirivariant nr 3 koos 2 km laiuse puhvriga auli ja koos 4 km laiuse puhvriga vaeraste puhul). Selgituseks - tuulikute eeldatav väljatõrjuv mõju ulatub ka väljapoole tuulepargi piire ning tuuleparki peab vaatlema koos teatud puhvriga. Vt täpsemalt lisa 3.8.1.

Peatuvate veelindude liigiline koosseis ja arvukus

Kokku kohati lennuloendustel 35 liiki veelinde. Tähelepanu väärivad liigid olid järgmised: põhjatoidulistest aul (*Clangula hyemalis*), tõmmuvaeras (*Melanitta fusca*) ja mustvaeras (*Melanitta nigra*); pelaagilistes kihtides toituvatest kaurid (*Gavia sp.*) ja kormoran (*Phalacrocorax carbo*); pinnatoidulistest hõbe- (*Larus argentatus*), kala- (*Larus canus*), naeru- (*Chroicocephalus ridibundus*) ja väikekajakas (*Hydrocoloeus minutus*) ning jõgi- (*Sterna hirundo*) ja randtiir (*Sterna paradisaea*). Kaure, tiire ja kala- ning hõbekajakat käsitleti aruande koostamisel määramisraskuste tõttu rühmana. Kõik liigini määratud kaurid olid punakurk-kaurid (*Gavia stellata*). Ülejäänud liigid esinesid väga väikesel arvul või olid koondunud väljapoole arendusala ja selle puhvrit Kihnu ümbruse madalale merealale.

Arvukaimaks liigiks Saare-Liivi arendusalal osutus aul, kelle maksimaalne arvukushinnang piirivariant nr 2 puhul ulatus kuni 92789 (vt lisa 3.8, tabel 7) ja piirivariandi nr 3 puhul kuni 45558 isendini. Olulisemate veelinnuliikide maksimumarvukused on esitatud tabelis 3.5-1 ja 3.5-2. Tõmmuvaera maksimaalsed arvukushinnangud olid vastavalt 43986 ja 4139 isendit, mustvaera arvukushinnangud mõlema piirivariandi puhul 8048 isendit. Põhjatooidulistele liikidele järgnesid arvukuselt pinnatoidulised ja nende hulgas omakorda hõbe- ja kalakajakas (maksimaalselt 1604 isendit piirivariandi nr 2 korral). Pelaagilistes kihtides toituvatest liikidest olid arvukaimad kaurid (maksimaalselt 464 isendit piirivariandi nr 2 korral). Ülejäänud liikide arvukushinnangud olid mõjuhinnangute alusel mõõdukad või madalad.

Tabel 3.5-1. Olulisemate veelinnuliikide maksimaalsed arvukushinnangud piirivariandi nr 2 korral (piirivariant nr 2 koos 4 km puhvriga). (Oranžil taustal on arvukushinnangud, mis ületavad 1% liigi biogeograafilise asurkonna arvukusest). Pikem loetelu ja tabel on leitav KMH aruande lisas 3.8, tabel 7.

Liik	Sesoon	Aasta	Arvukushinnang
aul (<i>Clangula hyemalis</i>)	talv	2022/2023	74881
aul (<i>Clangula hyemalis</i>)	talv	2023/2024	92789
tõmmuvaeras (<i>Melanitta fusca</i>)	kevad	2022	43986
mustvaeras (<i>Melanitta nigra</i>)	suvi	2022	8048

Tabel 3.5-2. Olulisemate veelinnuliikide maksimaalsed arvukushinnangud piirivariandi nr 3 korral (piirivariant nr 3 koos 4 km puhvriga vaeraste ja 2 km puhvriga auli puhul). (Oranžil taustal on arvukushinnangud, mis ületavad 1% liigi biogeograafilise asurkonna arvukusest.)

Liik	Sesoon	Aasta	Arvukushinnang
aul (<i>Clangula hyemalis</i>)	talv	2022/2023	45558
aul (<i>Clangula hyemalis</i>)	talv	2023/2024	17778
tõmmuvaeras (<i>Melanitta fusca</i>)	kevad	2022	4139
mustvaeras (<i>Melanitta nigra</i>)	suvi	2022	8048

⁷⁸ Buckland ST, DR Anderson, KP Burnham, JL Laake, DL Borchers and L Thomas. 2001. *Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*.

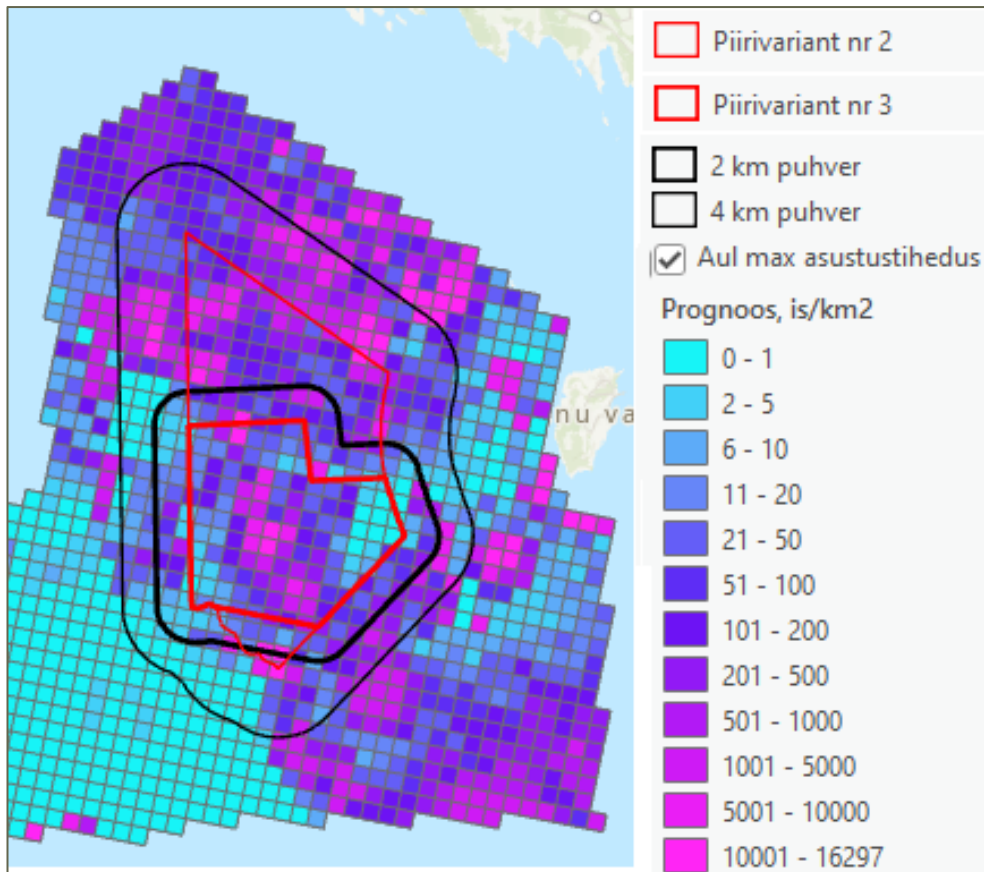
Veelinnud on rändlinnud, erinevad liigid kasutavad kõnealust ala erinevatel sesoonidel. Aastaringselt esinesid alal kajakad. Aul kasutas ala kevadel, sügisel ja talvel ning arktilise liigina suvel aul meie vetes puudub. Vaerad ja kormoran esinesid sagedamini kevadel ja suvel, sügisel ja eriti talvel kohati neid vähem. Eriti selgelt väljendus kevade ja suve eelistamine tiirudel. Talvitavad linnud puuduvad alal juhul, kui karmidel talvedel on Liivi laht jäätunud. Lisaks sesoonidevahelisele erinevusele varieerus peatuvate veelindude arvukus alal märkimisväärselt nii sesoonide piires kui ka aastate vahel.

Peatuvate veelindude levik

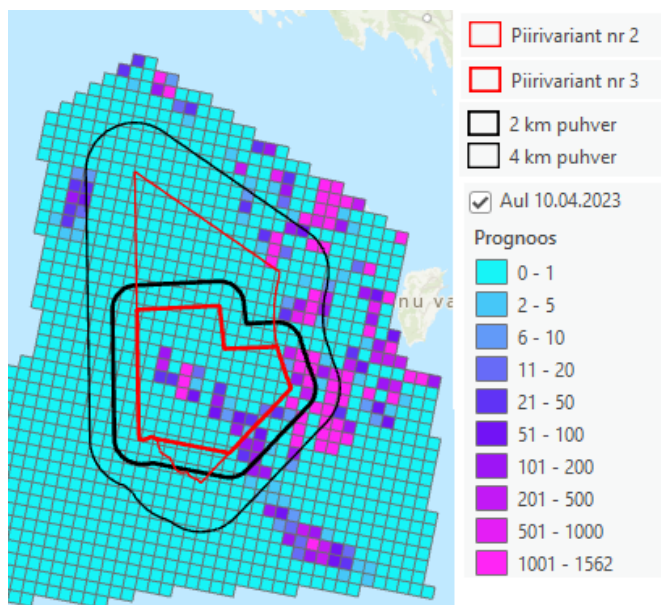
Peatuvate veelindude levikut iseloomustavad tiheduspinnad on toodud joonistel 3.5-3 kuni 3.5-16. Kujutatud on käesoleva töö seisukohast märkimist väärivate (avamerele tüüpiliste) liikide levik nende jaoks olulisematel (suurema arvukusega) loendustel. Väga väikesearvuline peatumine ei ole tuuleparkide kontekstis oluline, teatud piiri ületamisel muutub ka andmetöötluseks välja valitud meetoodika kasutamine võimatuks.

Põhjatoitudulised linnud peatuvad enamasti väga suurte salkadena, seetõttu on neile iseloomulik ebaühtlane levik – suured salgad vahelduvad tühjade merealadega. Erinevate loenduste ajal võib levik märkimisväärselt varieeruda. Eriti ilmekalt väljendub leviku ebaühtlus ja varieeruvus auli puhul (joonised 3.5-4 kuni 3.5-6). Aul kasutas peatumiseks peaaegu kogu arendusala (piirivariant nr 2; joonis 3.5-3), kõige suuremad arvukused ja asustustihedused esinesid esialgse uuringuala piirivariant 2 põhja- ja kaguosas ning ala keskel paiknevatel karidel. Tõmmuvaeras peatus kevadel kogu esialgse uurimisala põhja- ja kaguosas, suvel kirdeosas Kihnu saare läheduses (joonised 3.5-7 kuni 3.5-9). Mustvaera peatumisalad jäid peamiselt Saare-Liivi meretuulepargi idapoolsesse puhvrissi ja Kihnu saare ümbrusse (joonised 3.5-11).

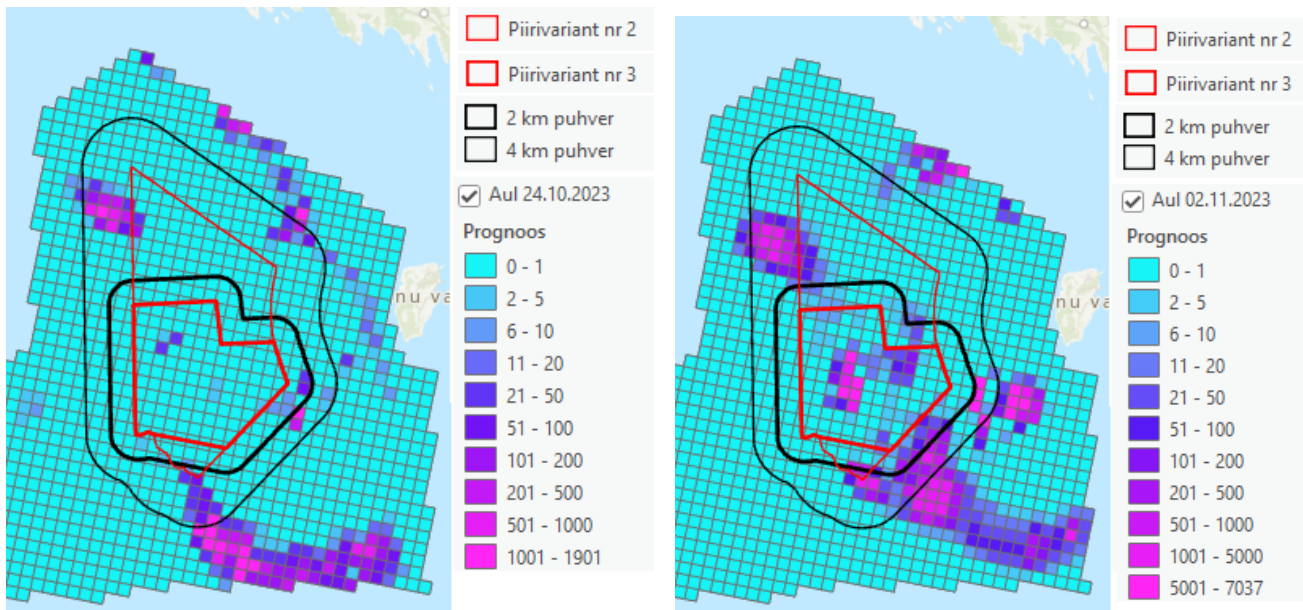
Kormorani levik (joonised 3.5-12) oli seotud kogu uurimisala madalama kirdeosa ja Kihnu väina laidude lähedusega, kus asub ka nende pesituskoloonia. Kauride (joonised 3.5-13) ja kajakate (joonised 3.5-14 kuni 3.5-15) levik oli hajusam, kuid varieerus samuti erinevatel loendustel. Kajakate levik oli kõige vähem mõjutatud leviku modelleerimisel kasutatud keskkonnamuutujate väärtustest, sageli jäid mudelisse ainsa sõltumatu muutujana ristkoordinaadid. Kajakate levikut mõjutavad tugevalt püügil viibivad kalalaevad ja ka hüdroloogiliste struktuuride olemasolu jm ajaliselt ebapüsivad ning raskelt prognoositavad tegurid.



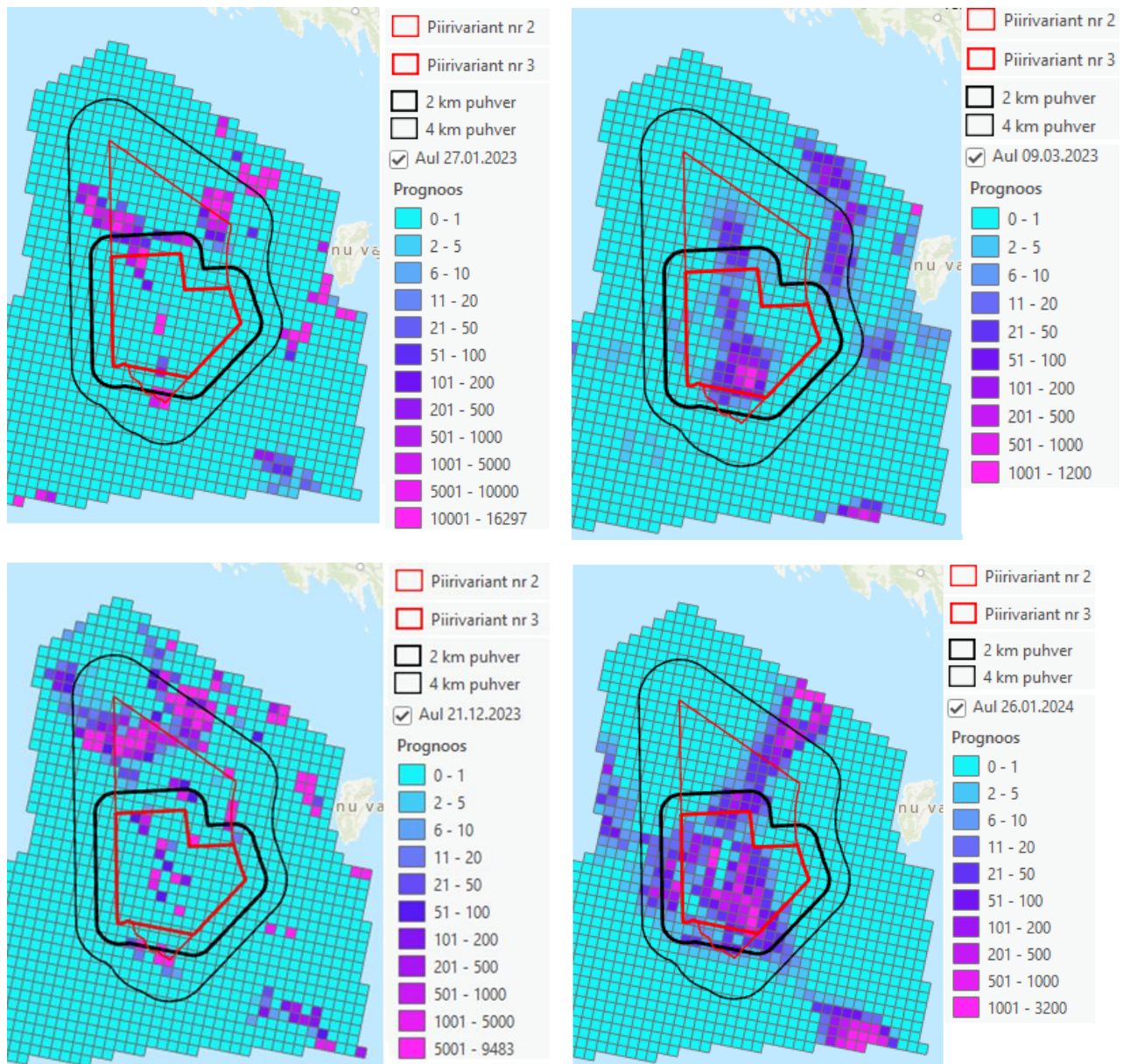
Joonis 3.5-3. Auli (*Clangula hyemalis*) maksimaalsed asustustihedused (üldistatud aditiivse mudeli prognoos, is/km²)



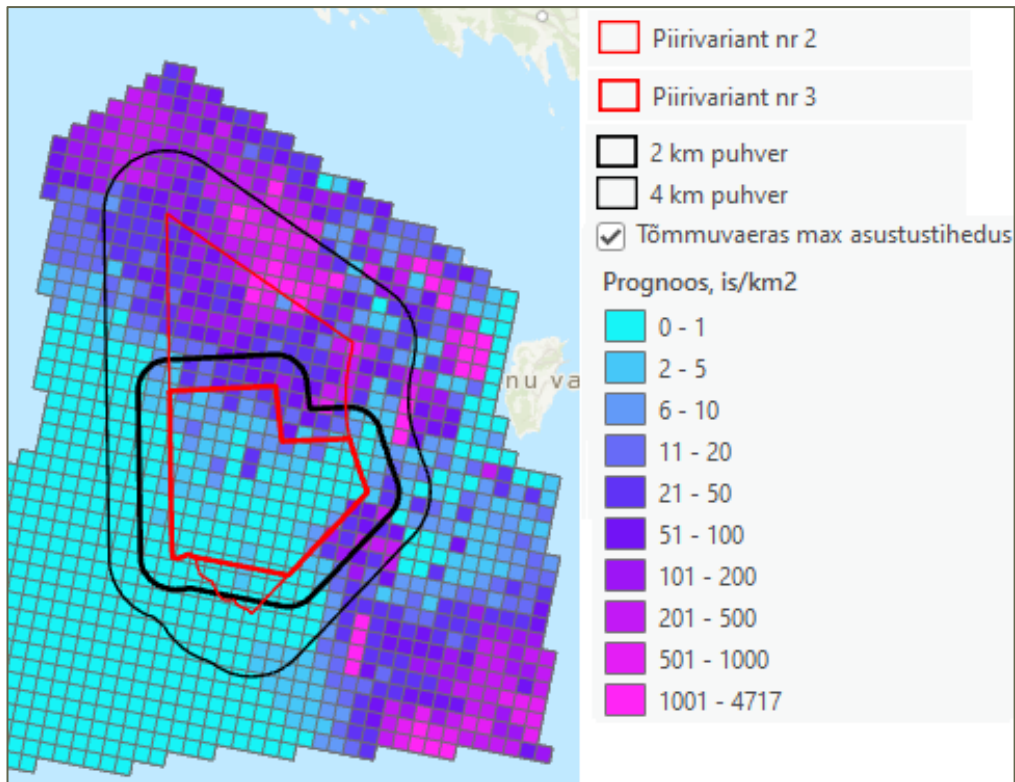
Joonis 3.5-4. Auli (*Clangula hyemalis*) levik kevadel (üldistatud aditiivse mudeli prognoos, is/km²)



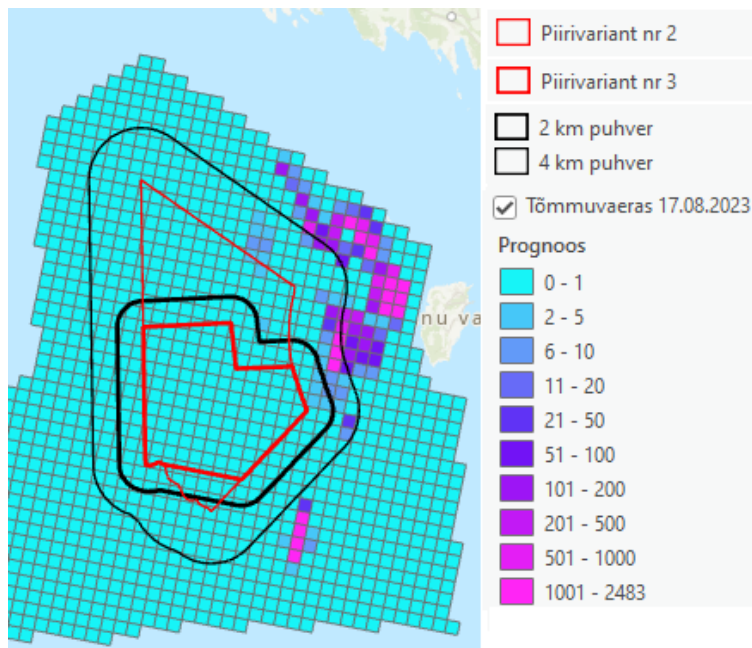
Joonis 3.5-5. Auli (*Clangula hyemalis*) levik sügisel (üldistatud aditiivse mudeli prognoos, is/km²)



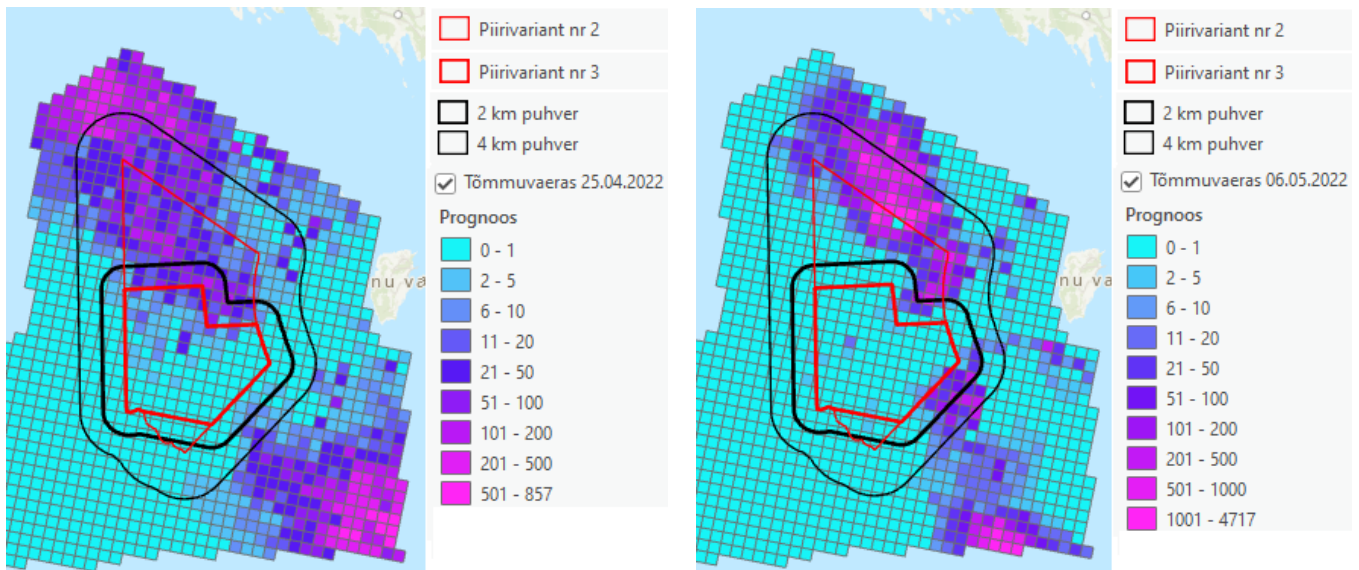
Joonis 3.5-6. Auli (*Clangula hyemalis*) levik talvel (üldistatud aditiivse mudeli prognoos, is/km²)



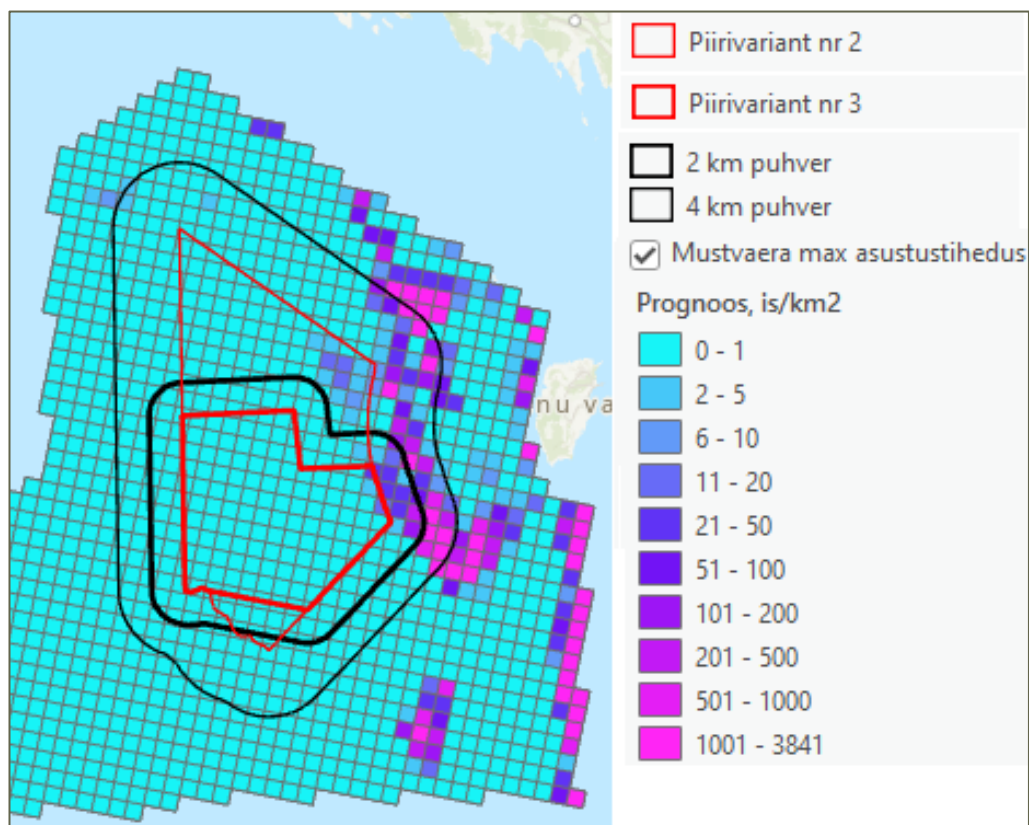
Joonis 3.5-7. Tõmmuvaera (*Melanitta fusca*) maksimaalsed asustustihedused (üldistatud aditiivse mudeli prognoos, is/km²)



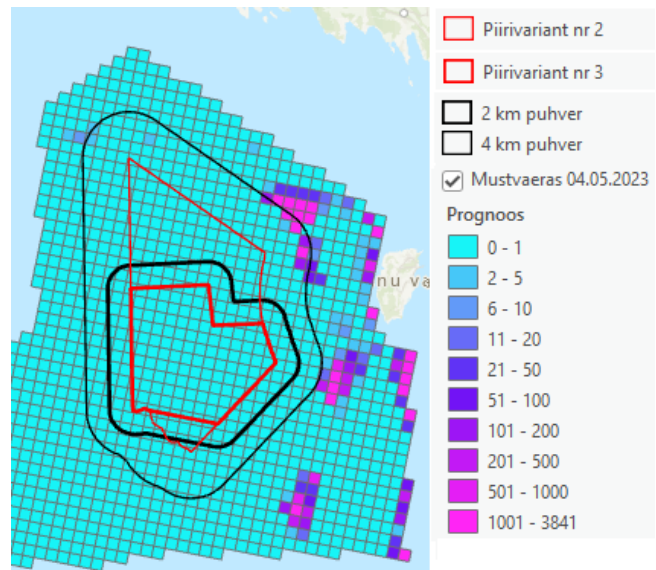
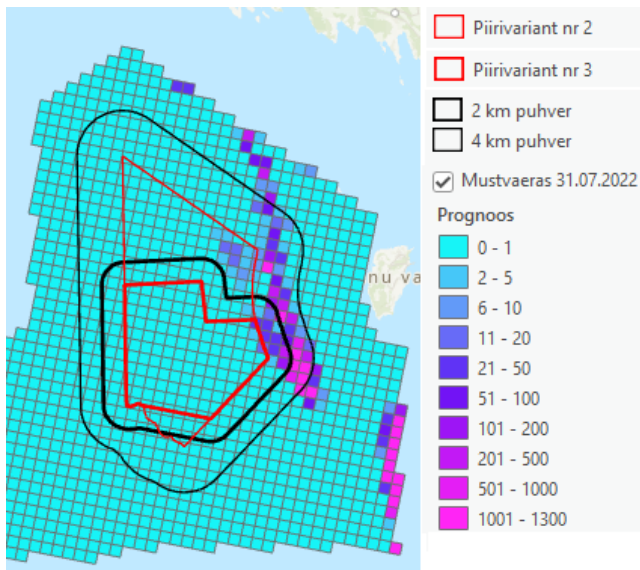
Joonis 3.5-8. Tõmmuvaera (*Melanitta fusca*) levik suvel (üldistatud aditiivse mudeli prognoos, is/km²)



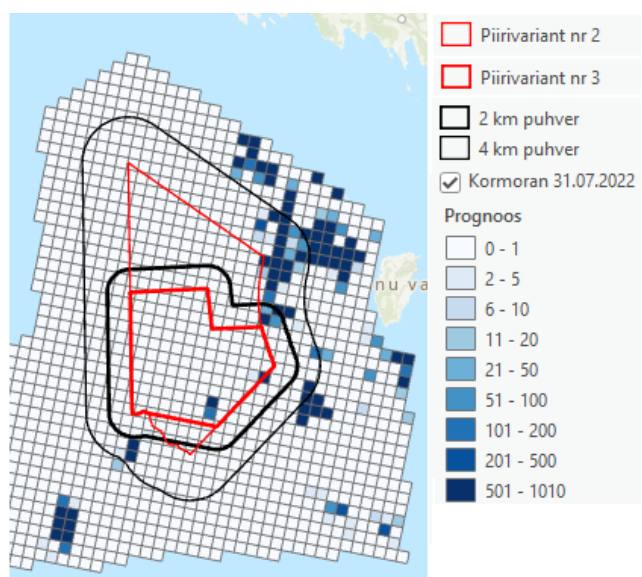
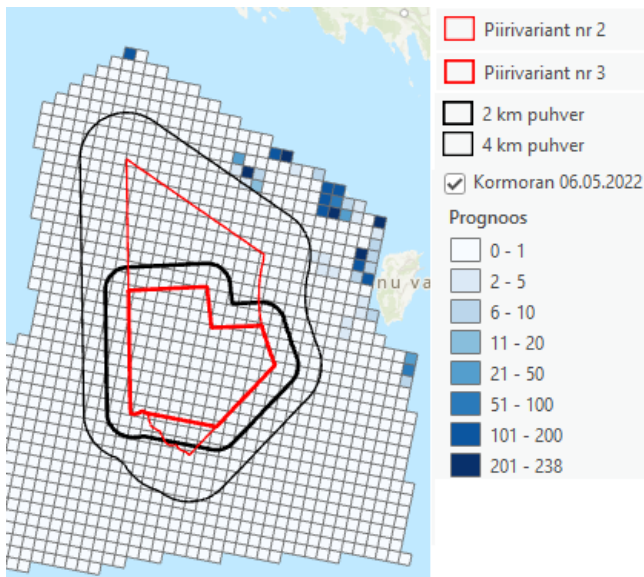
Joonis 3.5-9. Tõmmuvaera (*Melanitta fusca*) levik kevadel (üldistatud aditiivse mudeli prognoos, is/km²)



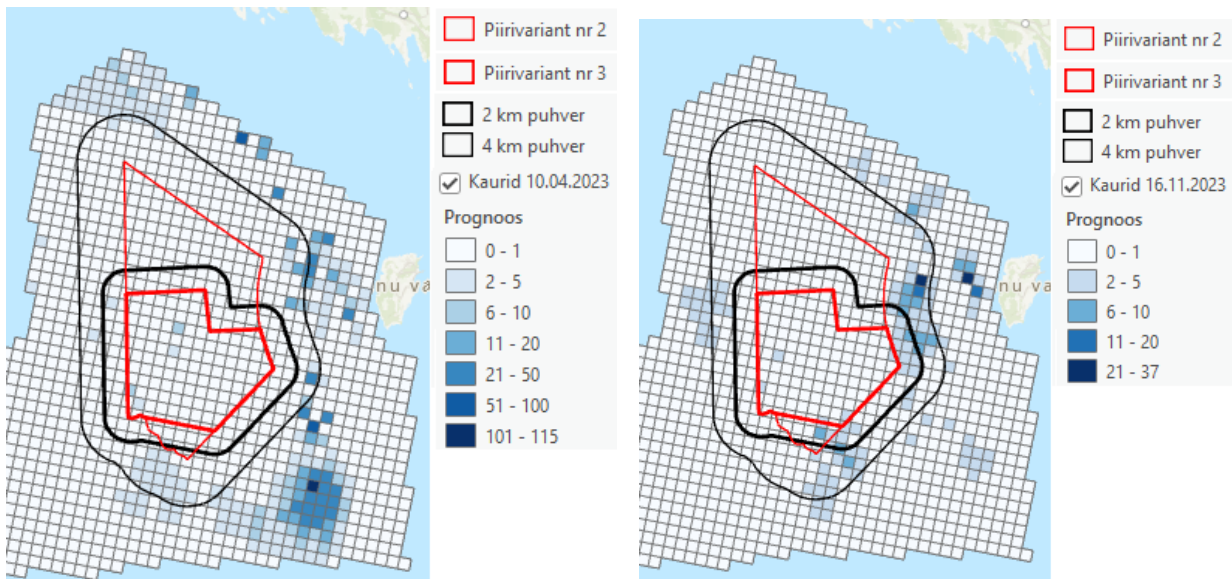
Joonis 3.5-10. Mustvaera (*Melanitta nigra*) maksimaalsed asustustihedused (üldistatud aditiivse mudeli prognoos, is/km²)



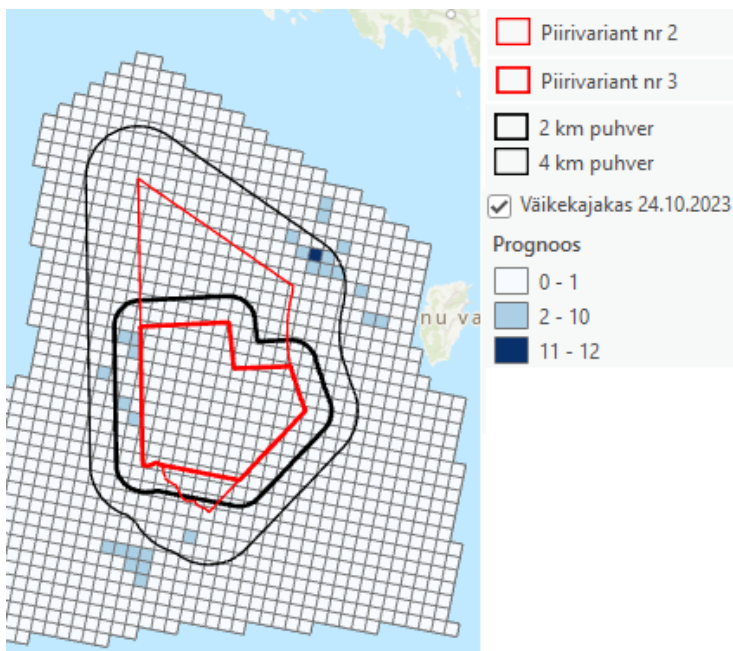
Joonis 3.5-11. Mustvaera (*Melanitta nigra*) levik suvel vasakul joonisel ning kevadel paremal joonisel (üldistatud aditiivse mudeli prognoos, is/km²)



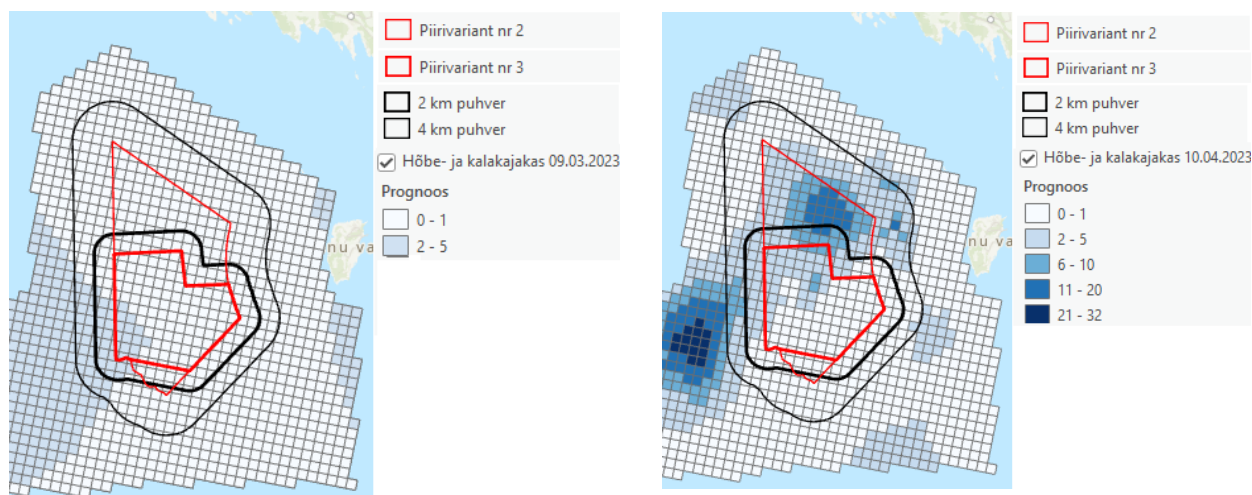
Joonis 3.5-12. Kormorani (*Phalacrocorax carbo*) levik kevadel vasakul joonisel ja suvel paremal joonisel (üldistatud aditiivse mudeli prognoos, is/km²)



Joonis 3.5-13. Kauride (*Gavia stellata et arctica*) levik kevadel vasakul joonisel ja sügisel paremal joonisel (üldistatud aditiivse mudeli prognoos, is/km²)



Joonis 3.5-14. Väikekajaka (*Hydrocoloeus minutus*) levik sügisel (üldistatud aditiivse mudeli prognoos, is/km²)



Joonis 3.5-15. Hõbe- ja kalakajaka (*Larus argentatus et canus*) levik talvel vasakul joonisel ja kevadel paremal joonisel (üldistatud aditiivse mudeli prognoos, is/km²)

Saare-Liivi kavandataval meretuulepargi uuringualal on läbi viidud ka eelnevalt (enne käesoleva KMH raames läbi viidud uuringut) linnustiku uuringuid ja on olemas ka hilisemaid üle-Eestilisi lennuloendusandmeid. Kättesaadavad andmed on Gorwind projekt (2011-2012) ja üle-Eestiliste talviste (2016 ja 2021) ning kevadise (2024) lennuloenduse tulemused (Auninš, Kuresoo & Luigujõe 2012⁷⁹; Luigujõe & Auninš 2016⁸⁰; Luigujõe & Auninš 2021⁸¹, Luigujõe & Kuus 2024⁸²).

GORWIND projekti raames viidi läbi korduvad lennuloendused Liivi lahel ühe aasta jooksul. Nendele andmetele tuginedes peatus aul kõige arvukamalt Saare-Liivi kavandatava meretuulepargi uuringuala piirivariant 2 idapoolses 4 km puhvris, mõõdukalt arvul ka keskosa karidel (lisa 3.8, joonis 32). Vaerad olid levinud põhiliselt uuringuala põhjaosas (lisa 3.8, joonis 33) väljaspool piirivarianti nr 3.

Üle-Eestiliste lennuloenduste, aprillis 2024 (üks loendus, 18.04.2024), andmete alusel peatus tõmmuvaeras põhiliselt tuulepargi ala (piirivariandid 2 ja 3) ida- ja lõunapoolses puhvris (3.5-16); mustvaeras ja aul alal praktiliselt puudusid. Ülelennul, veebruaris 2021, kohati alal mõõdukalt arvul aule (lisa 3.8, joonis 35), märkimisväärsed vaeraste salgad puudusid. Veebruaris-märtsi alguses 2016 alal märkimisväärsed sukelpartide salku ei kohatud, kuna meri oli jääs. Kummalgi kuul toimus alal 1 loendus.

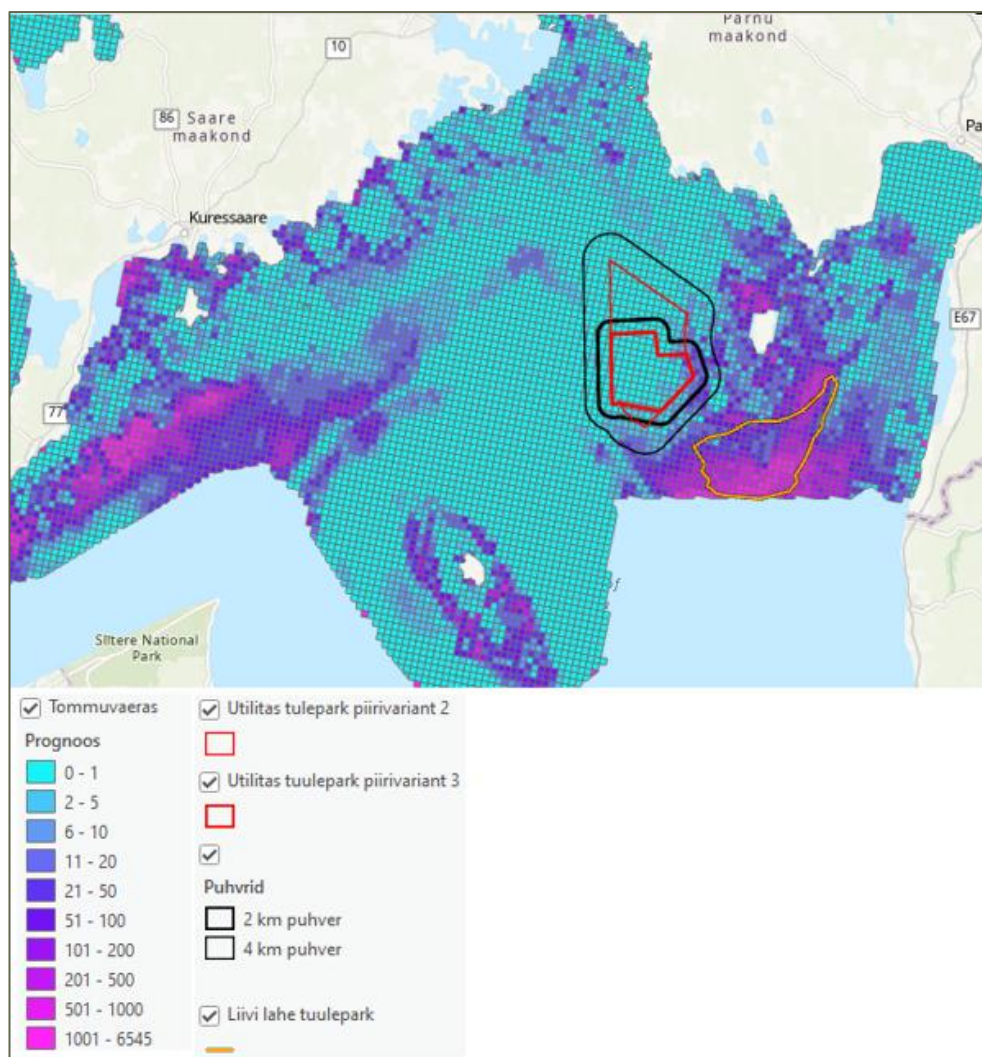
Erinevate loenduste tulemuste võrdlus näitab peatuvate veelindude leviku varieeruvust. Samuti viitavad tulemused sellele, et veelinnud vajavad edukaks toimetulekuks mitut erinevat peatumisala. Pidevad pikad avamereloenduste aegread Eestis puuduvad.

⁷⁹ Auninš, A., Kuresoo, A. & Luigujõe, L. 2012. Gulf of Riga as a resource for wind energy -GORWIND. Project results: Distribution and numbers of birds in the Gulf of Riga 2011-2012.

⁸⁰ Luigujõe, L. & Auninš, A. 2016. Talvituvate veelindude rahvusvaheline lennuloendus.
<https://dspace.emu.ee/server/api/core/bitstreams/c6a2c4fa-9b8b-41e1-ab20-dc36bf06294b/content>

⁸¹ Luigujõe, L. & Auninš, A. 2021. Talvituvate veelindude rahvusvaheline lennuloendus Eesti rannikumerel 2021.
<https://dspace.emu.ee/server/api/core/bitstreams/d0548a4d-b737-4065-b32c-6d020796a6cf/content>

⁸² Luigujõe, L. & Kuus, A. 2024. Arktiliste veelindude lennuloendus Eesti rannikumerel 2024.



Joonis 3.5-16. Tõmmuvaera asustustihedused Liivi lahel 2024. aasta kevadel (is/km²; Luigujõe & Kuus 2024⁸³)

LINDUDE ÜLELEND

Ülelendavate lindude uuringud teostati ankrus seisvalt laevalt. Uuringud viidi läbi laevadelt Arne Tiselius ja Hydrograf. Laeva ankrukohtade koordinaadid olid 58,077 – 58,080° põhjalaiust ja 23,689 – 23,694° idapikkust (joonis 2.5-1). Visuaalsete ja radarvaatluste puhul kasutati BioConsult SH poolt kasutatavat meetodikat (BioConsult SH 2020⁸⁴). Kahe aasta vältel viidi läbi 13 loendust pikkusega keskmiselt 8 ööpäeva (lisa 3.8, tabel 5).

Liigiline koosseis

Liigilisest koosseisust päevasel ajal annavad ülevaate visuaalvaatluste tulemused. Visuaalvaatluste käigus loendati kokku 147624 lindu (vt tabel 3.5-3; lisa 3.8 tabelid 10-11). Liikide koguarv aastate (2022 ja 2023) lõikes ulatus kevadel 82 liigist 104 liigini, sügisel 89 liigist 100 liigini (tabel 3.5-4).

Erinevate liigirühmade osakaal varieerus aastate ja sesoonide kaupa (joonis 3.5-17). Arvukaimaks liigirühmaks olid pardid, kes moodustasid umbes 38% (sügis 2022) kuni 67% (kevad 2023) loendatud lindudest. Arvukamate liigirühmade hulka kuulusid olenevalt aastast ja sesoonist veel sookurg (2022.

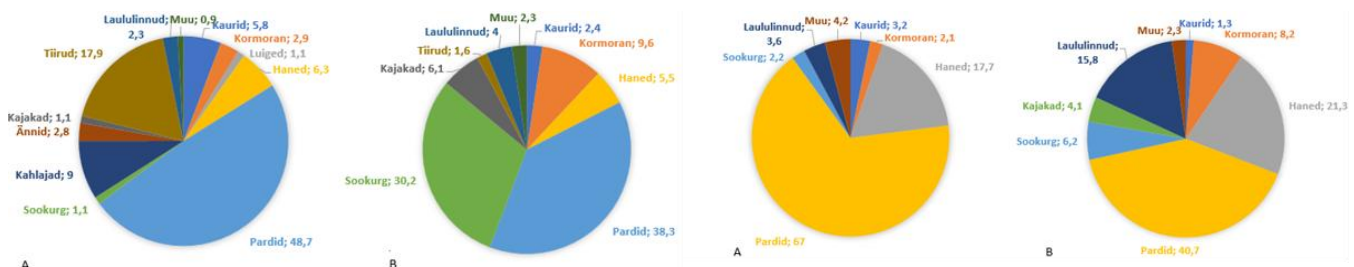
⁸³ Luigujõe, L. & Kuus, A. 2024. Arktiliste veelindude lennuloendus Eesti rannikumerel 2024.

⁸⁴ BioConsult SH 2020. Method Statement Migratory Bird Monitoring. Ship-based Surveys and Platform.

aasta sügisel umbes 30% loendatud lindudest), haned ja lagled (2023. aasta sügisel 21%, 2023. aasta kevadel 18%), tiirud (2022. aasta kevadel 18%) ja värvulised (2023. aasta sügisel 16%).

Tabel 3.5-4. Liikide ja isendite arv visuaalvaatlustel

Aasta	2022	2022	2023	2023
Sesoon	sügis	kevad	sügis	kevad
Loenduspäevade arv	26	20	27	20
Lindude arv, is	37148	27226	29299	53951
Liikide arv	89	82	100	104



Joonis 3.5-17. Liigirühmade osakaal (%) visuaalvaatlustel 2022 (A - kevad, n = 27226; B - sügis, n = 37148) ja 2023 (A - kevad, n = 53951; B - sügis, n = 29299)

Andmeid öise liigilise koosseisu kohta annavad häälte salvestised. Kokku salvestati 1931 kontakti, mis kuulusid vähemalt 49 linnuliigile (lisa 3.8, tabelid 12 ja 13). Arvukaimaks linnurühmaks olid värvulised, eriti sügisel, kui nende arvele langes 91% (2023) kuni 96% (2022) kontaktidest (lisa 3.8, joonised 38-41). Kevadel moodustasid värvuliste kuuluvad kontaktid umbes 55%. Arvukaimateks liikideks olid punarind, laulurästas ja vainurästas.

Lennu intensiivsus

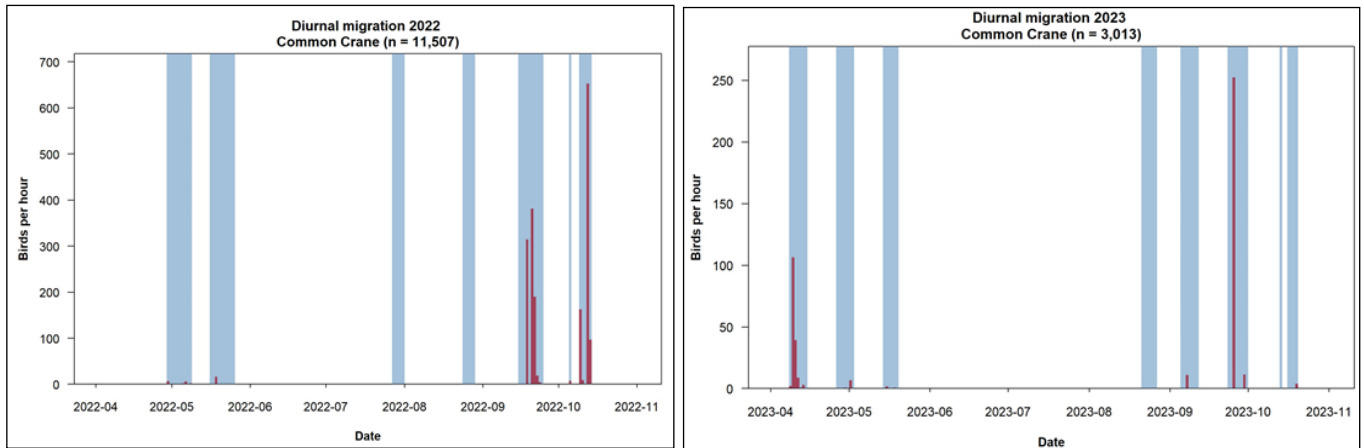
Päeval eelistavad linnud lennata madalamates õhukihtides ja päevase lennu intensiivsuse iseloomustamiseks on käesolevas kokkuvõttes kasutatud visuaalvaatluste tulemusi, mis võimaldavad esitada lennu intensiivsused isendites ning eristada linnuliike. Öise lennu intensiivsuse kohta on kasutada vertikaalradari andmed.

Keskmine päevane lennu intensiivsus oli 16,1 (11.09.2023) kuni 1230,9 isendit tunnis (18.10.2023). Kõige sagedamini esinesid madalad keskmised lennu intensiivsused, 40-80 isendit tunnis (lisa 3.8, joonis 42).

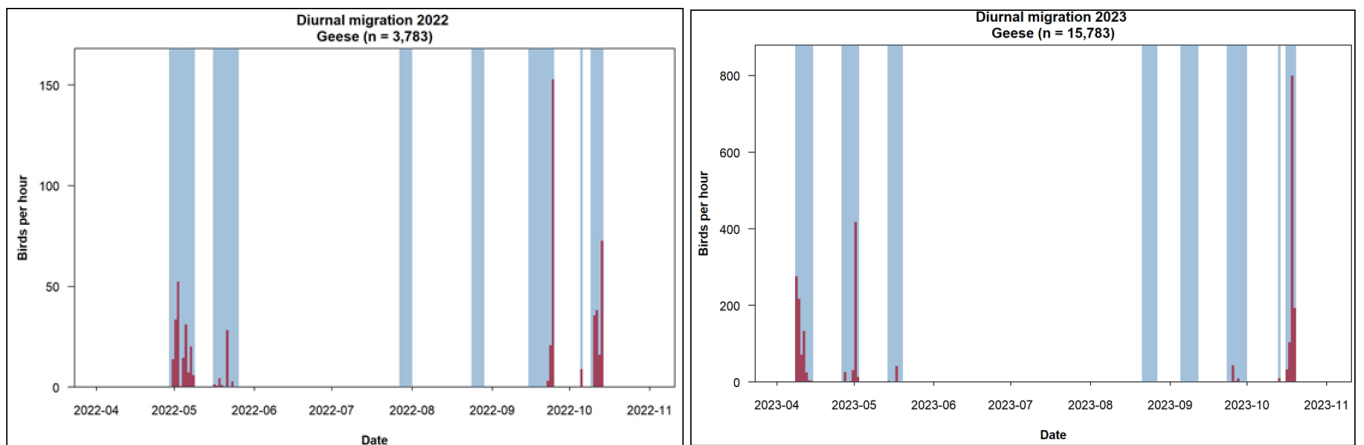
Keskmine öine lennu intensiivsus oli 3,9 (25.09.2023) kuni 1224,1 kontakti tunnis km kohta (30.04.2022). Kõige sagedamini esinesid madalad keskmised lennu intensiivsused, kuni 40 kontakti tunnis km kohta (lisa 3.8, joonis 43).

Keskised lennu intensiivsused varieerusid nii sesoonselt kui ka päevade kaupa sama sesooni piires. Samuti esinesid erinevused aastate vahel. Päeval täheldati kevadel kõige kõrgemaid keskmisi lennu intensiivsusi aprillis, sügisel oktoobris (lisa 3.8, joonis 44). Öösel olid kuude vahelised erinevused väiksemad (joonis 45). Sageli esines üksikuid päevi ja öid, mille jooksul keskmine lennu intensiivsus oli tunduvalt kõrgem loendustsükli üldisest tasemest (lisa 3.8, joonised 46-49).

Päevased lennu intensiivsused erinesid liikide ja liigirühmade kaupa. Kokkupõrkeriski seisukohast on potentsiaalselt olulisemateks liikideks lisaks ööranduritele sookurg ja haned ning lagled. Sookure lennu intensiivsused on toodud joonisel 3.5-18 ja hanede ning lagled lennu intensiivsused joonise 3.5-19. Mõlemal juhul oli massränne koondunud üksikutele päevadele.



Joonis 3.5-18. Sookure (*Grus grus*) päevane lennu intensiivsus 2022. aasta ja 2023. aasta visuaalvaatluste tulemusel (horisontaalteljel kuupäev, vertikaalteljel lennu intensiivsus is/h; sinakashall ala tähistab vaatlusperioode)



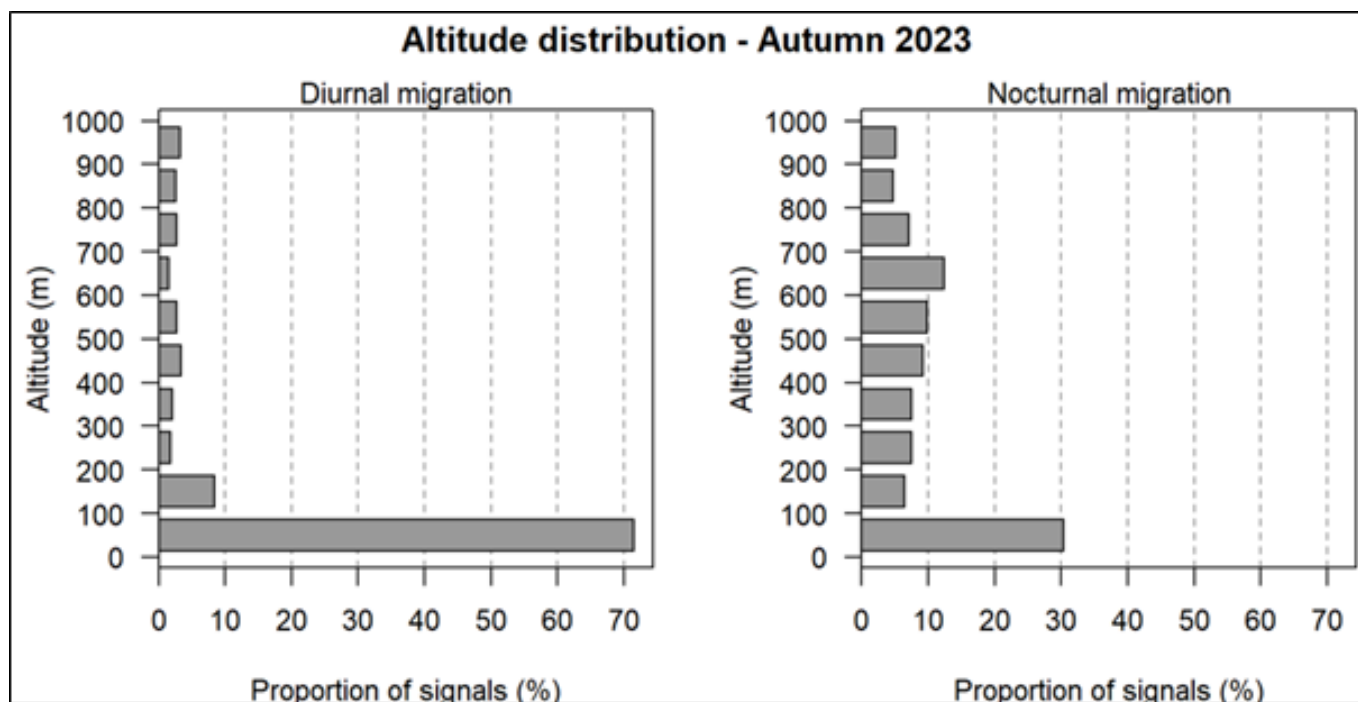
Joonis 3.5-19. Hanede ja laglede päevane lennu intensiivsus 2022. aasta ja 2023. aasta visuaalvaatluste tulemusel (horisontaalteljel kuupäev, vertikaalteljel lennu intensiivsus is/h; sinakashall ala tähistab vaatlusperioode)

Lennukõrgus

Päevase lennukõrguse iseloomustamiseks on kasutatud vertikaalradari (kõrgusvahemik 0-1000 m intervalliga 100 m) ja visuaalvaatluste (alumised õhukihid väiksema intervalliga ning liigipõhised lennukõrgused) andmeid. Kummalgi meetodil on metoodilised erinevused, mille tõttu tulemused ei ole täpselt võrreldavad. Samas võimaldab ainult mõlema meetodi andmete kasutamine saada täielikuma pildi päevaste lendude kõrgusjaotusest. Visuaalvaatlused sobivad eelkõige lennukõrguste iseloomustamiseks alumises 100 m kõrguses õhukihis, vertikaalradar avastab vastupidi halvasti kõige alumises õhukihis lendavaid linde.

Linnud eelistasid päeval lennata madalamates õhukihtides. Konkreetne kõrgusjaotus sõltus nii aastast kui sesoonist (lisa 3.8, joonised 54-59). Vertikaalradari kontaktidest registreeriti alumises 100 m kõrguses õhukihis 49 (kevad 2022) – 72% (sügis 2023), joonis 3.5-20. Viimase piires eelistati visuaalvaatluste andmetel omakorda kõige alumist 0-5 m kõrgust õhukihti. Alumises 5 m kõrguses õhukihis lennanud linnud moodustasid kuni 72% (kevad 2023) kõigist visuaalvaatlustel registreeritud lindudest.

Öise lennukõrguse kohta on kasutatavad ainult radarvaatluste andmed. Öösel registreeriti samuti kõige rohkem kontakte alumises 100 m kõrguses õhukihis (lisa 3.8, joonised 56-59). Võrreldes vertikaalradari andmeid lennukõrguse kohta päeval ja öösel on näha, et öösel oli alumise 100 m kõrguse õhukihi osakaal märgatavalt väiksem.



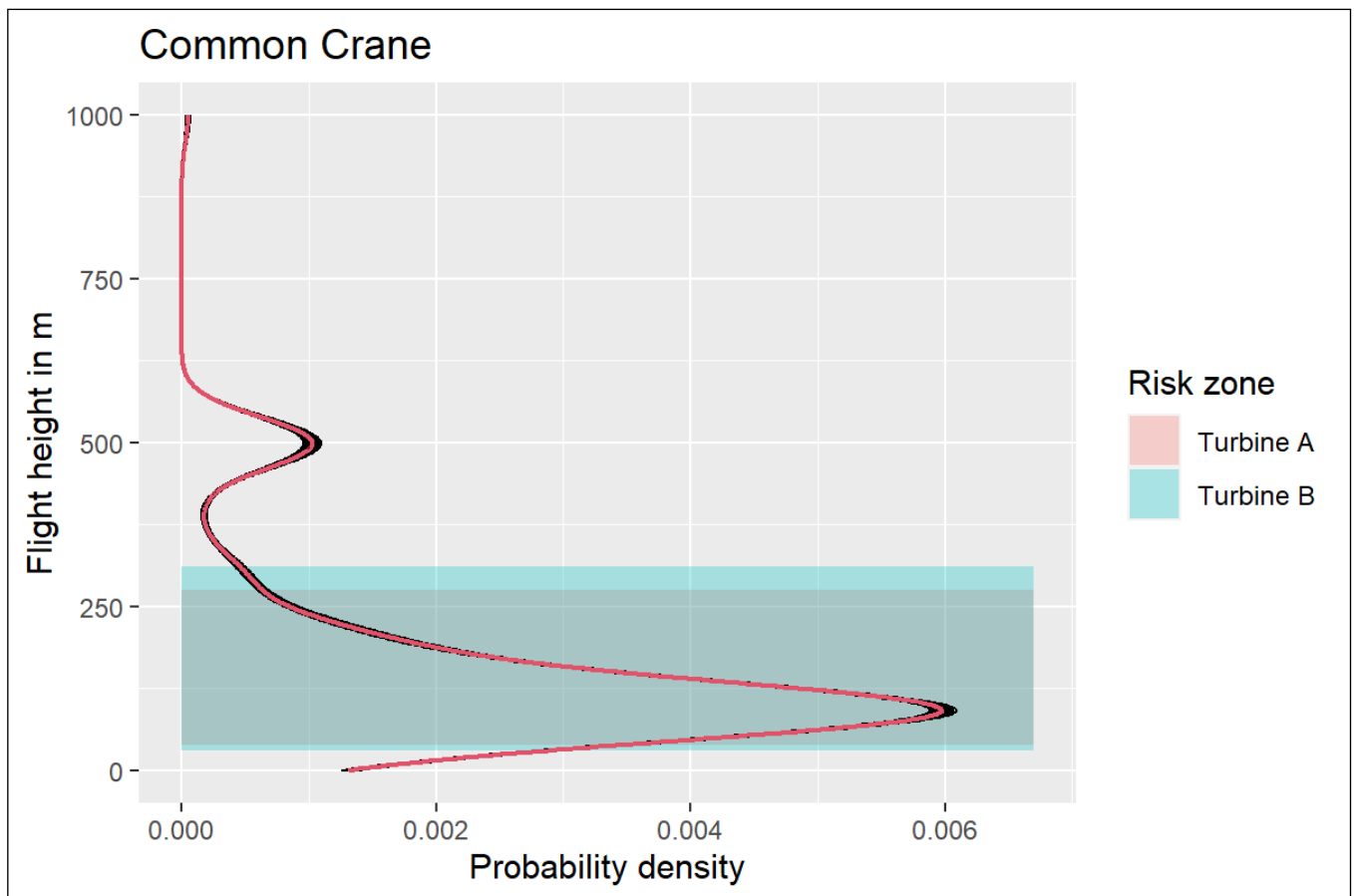
Joonis 3.5-20. Lindude kõrgusjaotus vertikaalradari andmetel 2023. aasta sügisel (horisontaalteljel kontaktide osakaal %, vertikaalteljel kõrgusvahemik m; vasakul päeval, paremal öösel)

Liigirühmade kaupa eristusid suurema päevase lennukõrguse poolest teistest lindudest sookurg, haned ja lagled ning kahlajad. Ülejäänud liigirühmade esindajad eelistasid päeval selgelt kõige madalamaid õhukihte: kõige rohkem linde lendas alumises 10 m kõrguses õhukihis, kõrgemal kui 100 m fikseeriti neid väga vähe (lisa 3.8, joonised 60-73). Eriti tugevalt olid vahetult veepinna kohale koondunud aul ja vaerad, alumises 10 m kõrguses õhukihis fikseeriti nende puhul üle 90% loendatud lindudest.

Tuuleparkide mõjust tulenevalt on oluline potentsiaalsetel rootorite töökõrgustel lendavate lindude osakaal (tabel 3.5-5). Rootorite töökõrguse alumine piir, 40-275 m (variant A) ja 30-310 m (variant B), on valitud võimalikult suur, kuna paljud linnud eelistavad lennata kõige alumistes õhukihtides ja nende vabaksjätmine vähendab kokkupõrkeriski. Valitsevad lihtsad seosed: mida kõrgemal eelistavad linnud lennata ja mida suurem on rootori raadius ning mida madalamalt rootori töötsoon algab, seda suurem on riskikõrgusel lendavate lindude osakaal. Sookurel jääb rootorite töötsooni 76-81% päevastest lendudest (joonis 3.5-21), kahlajatel 73-79% päevastest lendudest, hanedel ja lagledel 65-75% päevastest lendudest ja ööranduritel 50-60% öistest lendudest. Aulil (joonis 3.5-22) riskikõrgusel lendavad linnud praktiliselt puuduvad, väga väike on riskikõrgusel lendavate lindude osakaal ka vaerastel ja tiirudel.

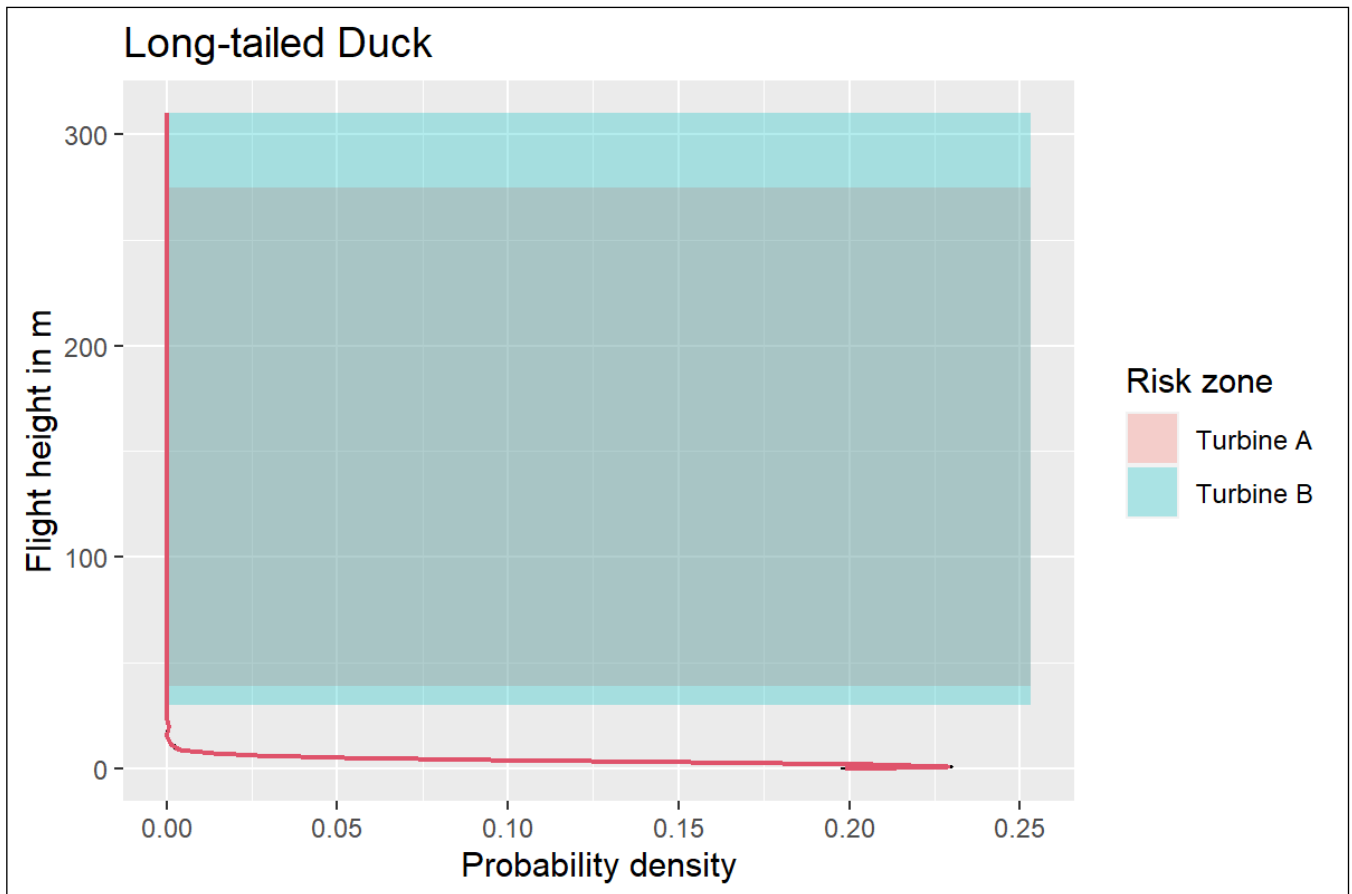
Tabel 3.5-5. Roorite töökõrgusel lendavate lindude osakaal, % (Castillo, Liedtke & Welcker 2024)

Liik	Turbiin A	Turbiin B
Kaurid (<i>Gavia sp.</i>)	11	18
Kormoran (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	8	14
Haned ja lagled (<i>Anser sp.</i> , <i>Branta sp.</i>)	65	75
Viupart (<i>Mareca Penelope</i>)	41	52
Merivart (<i>Aythya marila</i>)	6	14
Mustvaeras (<i>Melanitta nigra</i>)	1	1
Tõmmuvaeras (<i>Melanitta fusca</i>)	3	5
Aul (<i>Clangula hyemalis</i>)	0	0
Sookurg (<i>Grus grus</i>)	76	81
Kahlajad	73	79
Ännid (<i>Stercorarius sp.</i>)	34	44
Kalakajakas (<i>Larus canus</i>)	12	19
Väikekajakas (<i>Hydrocoloeus minutus</i>)	15	23
Tiirud (<i>Sterna sp.</i>)	1	2
Öörändurid	50	60



Joonis 3.5-21. Sookure (*Grus grus*) lennu kõrgusjaotus. Horisontaalteljel esinemise tõenäosus, vertikaalteljel kõrgus m. Punase joonega on kujutatud kõrgusjaotus vastavalt vaatlustulemustele, mustade joontega bootstrap-meetodil leitud vahemik-hinnangud. Värvidega on tähistatud roorite töösoonide kõrgused vastavalt kahele võimalikule tuulikute tüübile (Castillo, Liedtke & Welcker 2024⁸⁵).

⁸⁵ Castillo, R., Liedtke, J. & Welcker J. 2024. Collision risk models for Utilitas offshore wind farm – Primary area.



Joonis 3.5-22. Auli (*Clangula hyemalis*) lennu kõrgusjaotus. Horisontaalteljel esinemise tõenäosus, vertikaalteljel kõrgus m. Punase joonega on kujutatud kõrgusjaotus vastavalt vaatlustulemustele, mustade joontega bootstrap-meetodil leitud vahemik-hinnangud. Värvidega on tähistatud rootorite töötsoonide kõrgused vastavalt kahele võimalikule tuulikute tüübile (Castillo, Liedtke & Welcker 2024⁸⁶).

Lennusuunad

Valdavaks rändesuunaks oli kevadel kirre, sügisel edel. Päeval oli madalates õhukihtides visuaalvaatluste tulemusel kevadel suur ka põhja lennanud lindude osakaal ning sügisel lõunasse lennanud lindude osakaal (lisa 3.8, joonisel 74-79).

Tuuleparki läbivate lindude hulk

Vaatlused ei kata rändeperioode tervikuna, seega tuuleparki läbida võivate lindude hulga hindamiseks prognoositi „bootstrap” meetodil võimalik kontaktide arv kogu rändeperioodide kohta (tabel 3.5-6, joonised 3.5-23). Rändeperioodi jooksul tuuleparki läbivate lindude hulga prognoosi punkthinnang päeval oli rootori variandi A puhul 445193-1486296 kontakti, rootori variandi B puhul 566311-1889757 kontakti; öösel rootori variandi A puhul 285893-2629039 kontakti, rootori variandi B puhul 363034-3192456 kontakti. Esinesid märkimisväärsed aastate vahelised erinevused, nii päeval kui öösel oli prognoositud kontaktide arv 2022. aastal suurem kui 2023. aastal.

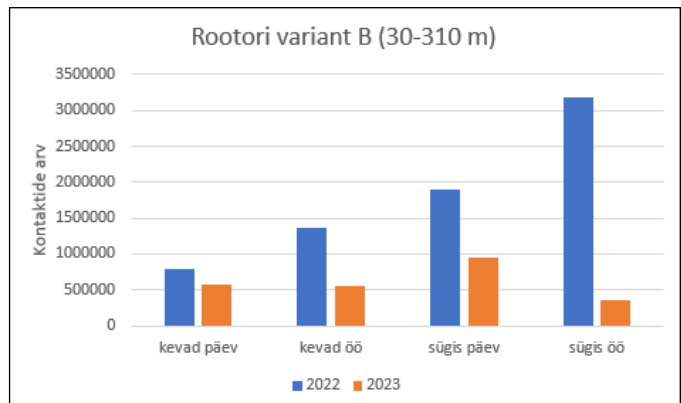
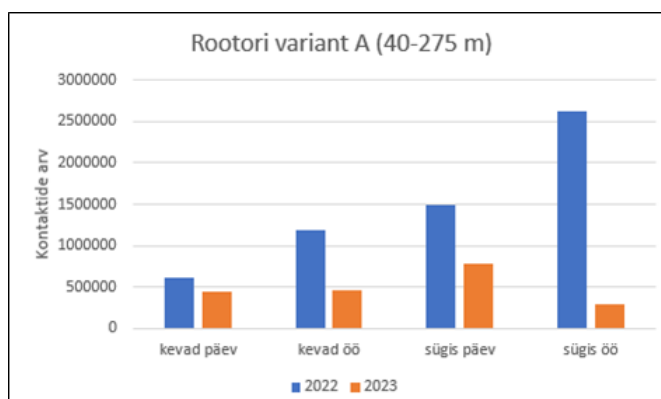
Öine tuuleparki läbivate lindude arv on tõenäoliselt suurem tabelis kujutatust: hinnangud põhinevad radariga fikseeritud kontaktide, mitte isendite arvul. Kontakt võib kujutada ka salka, mitte ainult

⁸⁶ Castillo, R., Liedtke, J. & Welcker J. 2024. Collision risk models for Utilitas offshore wind farm – Primary area.

üksikisendit. Päevase prognoosi puhul on võimalik nii alla- kui ka ülehindamine: radar fikseerib ka kohalike kajakate edasi-tagasi liikumised, mida pole võimalik läbirändajate kontaktidest eristada.

Tabel 3.5-6. Tuuleparki läbivate lindude koguhulga prognoos, kontakti rändeperioodi jooksul

Sesoon	Päev/öö	Kõrgusvahemik 0-1000 m		Kõrgusvahemik 40-275 m	Kõrgusvahemik 30-310 m		
				(rootor A)		(rootor B)	
		Punkt-hinnang	95% usaldusvahemik	Punkt-hinnang	95% usaldusvahemik	Punkt-hinnang	95% usaldusvahemik
2022							
kevad	päev	1856501	1629696-2099379	612888	524811-707302	787303	691938-887007
kevad	öö	3952845	3017317-4936901	1192549	879089-1548009	1362652	1025848-1735698
sügis	päev	3451876	3053572-3858318	1486296	1300377-1681852	1889757	1667652-2120767
sügis	öö	8416642	7296622-9567729	2629039	2255972-3021714	3192456	2740832-3681780
2023							
kevad	päev	1638118	1418779-1865361	445193	386596-505856	566311	495012-638946
kevad	öö	1826469	1386674-2309270	464902	367391-575317	548023	432080-672500
sügis	päev	1803430	1605602-1999868	772299	669654-876732	941377	819257-1066232
sügis	öö	1284531	897250-1737188	285893	222218-360473	363034	282326-458446



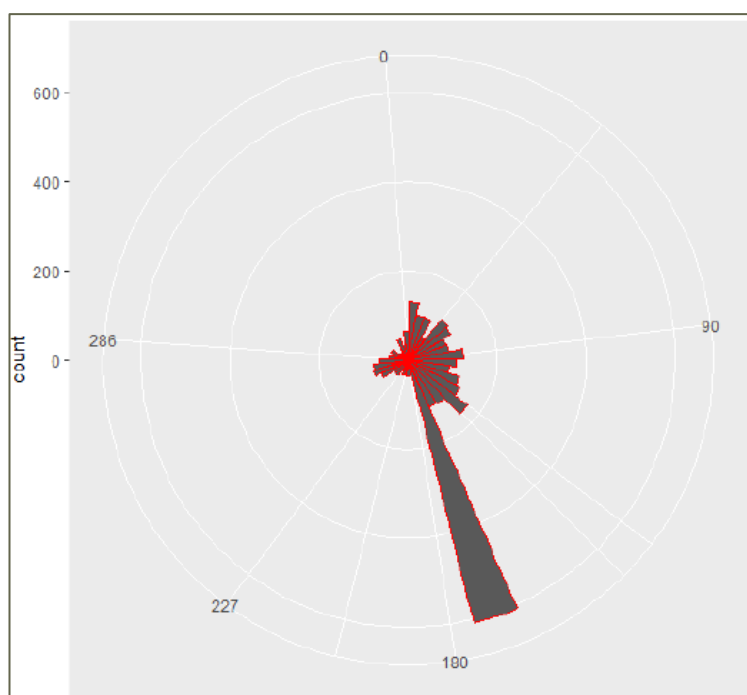
Joonis 3.5-23. Prognoositud ülelendavate lindude kontaktide koguarv rootori kõrgusel, rootori variant A ja B

HAUDELINDUDE TELEMETRIAUURING

Arendusala idapiiri lähedal asub Pärnu lahe rahvusvahelise tähtsusega linnuala, millel asuvad ka lindude pesitsussaad. Laidudel pesitsevate lindude ruumikasutuse uurimiseks valiti välja 4 olulisemat liiki: kalakajakas, rand-, jõgi- ja tutt-tiir (Burger et al. 2024⁸⁷). Saare-Liivi meretuulepargi esialgsele alale lähimate laidude hulka kuuluval Umalaiul varustati saatjatega 15 kalakajakat (*Larus canus*), 13 randtiiru (*Sterna paradisaea*), 12 jõgitiiru (*Sterna hirundo*) ja 12 tutt-tiiru (*Thalasseus sandvicensis*).

Pesitsejate toitumislendude ruumiline paiknemine ja planeeritava tuulepargi alale jääv toitumislendude osakaal on määratud toitumislendude pikkuse ja suunaga. Kalakajaka maksimaalne lennukaugus ulatus 61,1 kilomeetrini. Keskmine maksimaalne lennukaugus (kõigi toitumislendude maksimaalsete kauguste keskmine, arvatud eraldi iga saatjaga varustatud isendi kohta) oli märgatavalt väiksem, 3,02–12,26 km. Randtiirul ulatus maksimaalne lennukaugus 126,47 km-ni; keskmine maksimaalne lennukaugus oli 1,82–10,01 km. Jõgitiirul olid vastavad näitajad 129,21 km ja 2,12–6,81 km; tutt-tiirul 541,42 ja 7,29–44,47 km.

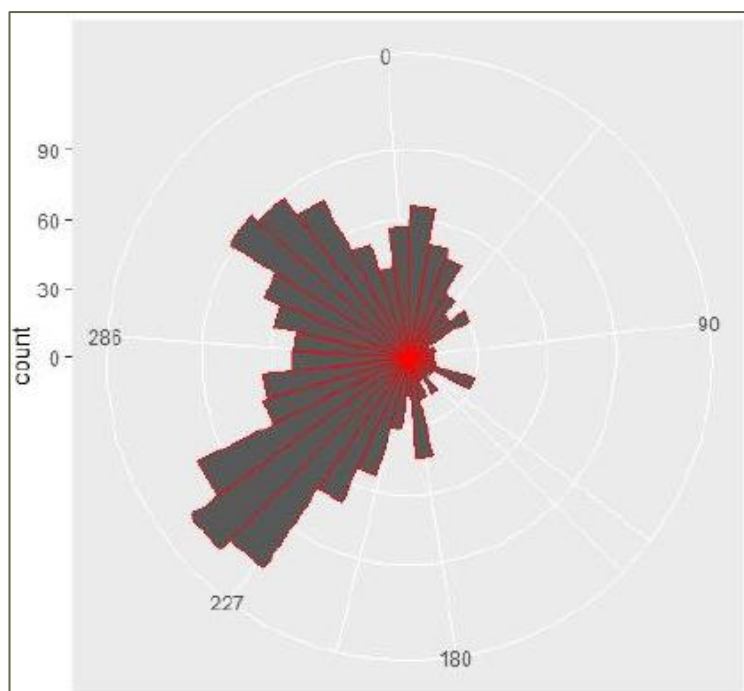
Kalakajakad lendasid valdavalt lõuna suunas (joonis 3.5-24). Randtiirul valitsesid lennud läänekaartes (joonis 3.5-25), jõgitiirul lõunakaartes (joonis 3.5-26) ning tutt-tiirul idakaartes (joonis 3.5-27).



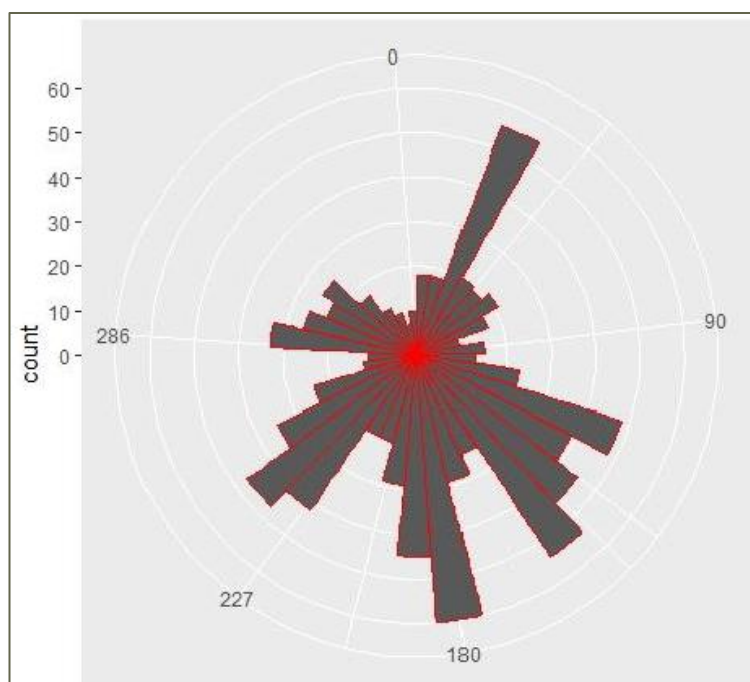
Joonis 3.5-24. Kalakajaka lennusuunad 2023. aasta pesitsusperioodil. Suund planeeritavale tuulepargi alale jääb vahemikku 227-286 kraadi. Ringid tähistavad vastavas suunas toimunud lendude arvu, vastav skaala on toodud joonise vasakul küljel (Burger et al. 2024⁸⁸).

⁸⁷ Burger, C., Osterberg, J., Castillo, R., Welcker, J. 2024 Analysis of spatial use and collision risk of breeding seabirds based on GPS telemetry data Saare-Liivi 1 and Saare-Liivi 2 offshore wind farm planning areas.

⁸⁸ Burger, C., Osterberg, J., Castillo, R., Welcker, J. 2024 Analysis of spatial use and collision risk of breeding seabirds based on GPS telemetry data Saare-Liivi 1 and Saare-Liivi 2 offshore wind farm planning areas.



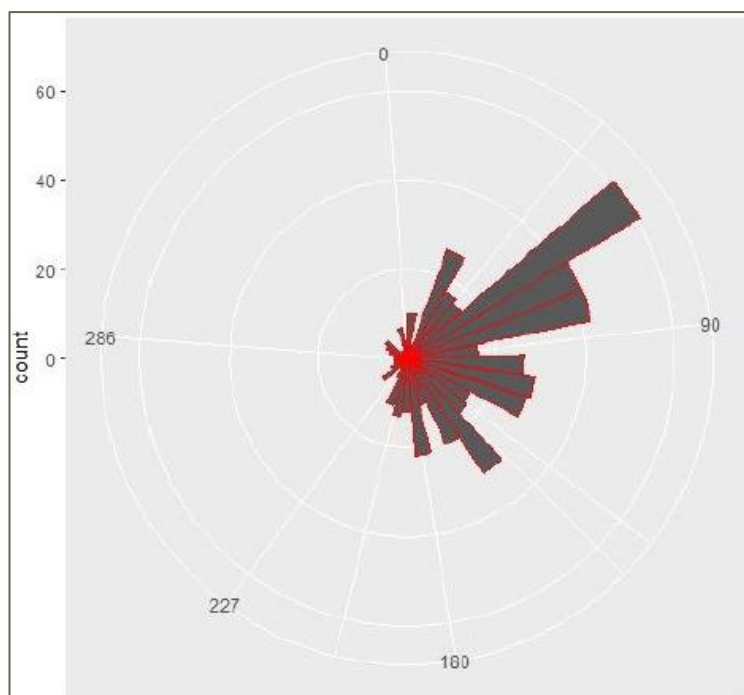
Joonis 3.5-25. Randtiiru lennusuunad 2023. aasta pesitsusperioodil. Suund planeeritavale tuulepargi alale jääb vahemikku 227-286 kraadi. Ringid tähistavad vastavas suunas toimunud lendude arvu, vastav skaala on toodud joonise vasakul küljel (Burger et al. 2024⁸⁹).



Joonis 3.5-26. Jõgitiiru lennusuunad 2023. aasta pesitsusperioodil. Suund planeeritavale tuulepargi alale jääb vahemikku 227-286 kraadi. Ringid tähistavad vastavas suunas toimunud lendude arvu, vastav skaala on toodud joonise vasakul küljel (Burger et al. 2024⁹⁰).

⁸⁹ Burger, C., Osterberg, J., Castillo, R., Welcker, J. 2024 Analysis of spatial use and collision risk of breeding seabirds based on GPS telemetry data Saare-Liivi 1 and Saare-Liivi 2 offshore wind farm planning areas.

⁹⁰ Vt eelmine



Joonis 3.5-27. Tutt-tiiru lennusuunad 2023. aasta pesitsusperioodil. Suund planeeritavale tuulepargi alale jääb vahemikku 227-286 kraadi. Ringid tähistavad vastavas suunas toimunud lendude arvu, vastav skaala on toodud joonise vasakul küljel (Burger et al. 2024⁹¹).

Lennukauguste ja -suundade koosmõju tulemusel oli tuulepargi alale või teisele poole tuulepargi ala ulatuvate lendude osakaal väike (tabel 3.5-7).

Tabel 3.5-7. Tuulepargi alal fikseeritud asukohtade osakaal (Burger et al. 2024)

Liik	Fikseeritud asukohtade osakaal, %
Kalakajakas (<i>Larus canus</i>)	0,49
Randtiir (<i>Sterna paradisaea</i>)	0,81
Jõgitiir (<i>Sterna hirundo</i>)	0,01
Tutt-tiir (<i>Thalasseus sandvicensis</i>)	0,36

3.5.3. Mõjude hindamine

Tuuleparkide mõjud lindudele võib jagada kolme tüüpi: otsesed, kaudsed ja kumulatiivsed mõjud (Gode 2020⁹²). Otsesed mõjud omakorda jagatakse sageli neljaks: elupaikade hävimine, lindude väljatõrjumine peatumisaladelt, kokkupõrkerisk ja barjääriefekt. Mõnikord vaadeldakse eraldi ohutegurina ehituse ja hooldusega seotud häirimist ning tuuleparkide ohutusvalgustuse mõju, osades töödes ei eristata

⁹¹ Burger, C., Osterberg, J., Castillo, R., Welcker, J. 2024 Analysis of spatial use and collision risk of breeding seabirds based on GPS telemetry data Saare-Liivi 1 and Saare-Liivi 2 offshore wind farm planning areas.

⁹² Gode, P. R. 2020. How to design future wind farms to best mitigate their disturbance effects on birds? https://www.researchgate.net/publication/343539962_How_to_design_future_wind_farms_to_best_mitigate_their_disturbance_effects_on_birds

elupaikade hävimist omaette ohutegurina (Moray West 2018⁹³, NNG Ornithology 2012⁹⁴). Kõige olulisemad otsesed mõjud on lindude väljatõrjumine ja kokkupõrkerisk.

Elupaikade otsene hävimine toimub tuulikute vundamentide all, aga tavaliselt on nende poolt hõivatud pindala väike ja hõlmab umbes 2-5% arendusala kogupindalast.

Tuuleparkide olemasolu iseenesest võib avaldada lindudele häirivat mõju ja põhjustada nende väljatõrjumist seni kasutusel olnud sobivatelt peatumisaladelt. Samuti võib lindude väljatõrjumist põhjustada häirimine tuuleparkide rajamise, hooldamise ja demonteerimise ajal müra, inimeste ja masinate esinemisest ja liikumisest tingitud visuaalsete efektide ning heljumi hulga suurenemise tõttu.

Kokkupõrkerisk seisneb otsestes kokkupõrgetes tuulikutega või rootorite poolt tekitatud õhukeeriste mõjus, mis põhjustavad lindude otsest hukkumist või nende vigastusi. Kõige sagedamini esinevad kokkupõrked rootori labadega, millele pööratakse enamasti põhitähelepanu hukkumiskeskide modelleerimisel. Kokkupõrked võivad toimuda siiski ka tuulikute mastidega. Kokkupõrkeriski suurendab lennu- ja laevasõiduohutuse eesmärgidel kasutatav tuulikute valgustus. Kokkupõrkeriski mõjutavad paljud erinevad tegurid: tuulepargi asukoht, tuulikute konstruktsioon, esinevate linnuliikide morfoloogilised ja käitumuslikud omadused, sesoon, ilmastikutingimused jms.

Barjääriefekt seisneb lindude lennuteede muutumises tuulikute kui lennuteedel asuvate takistuste vältimise eesmärgil. See suurendab lennutee pikkust ja sellega kaasnevat energiakulu ning võib põhjustada seniste lennuteede ja tuulikute taga asuvate elupaikade kasutamise lõppemist. Barjääriefekti mõju tugevus sõltub paljudest erinevatest teguritest, nagu tuulepargi asukoht, linnuliik, lennukõrgus, tuulepargi tehnilised parameetrid (eriti pargi suurus ja tuulikute omavaheline kaugus), nähtavus, tuule suund ja tugevus jne.

Tuuleparkide rajamise ja demonteerimise faasis on otseseks mõjuks nende tegevuste häiriv mõju, mis võib põhjustada lindude väljatõrjumist alalt või häirida nende igapäevast elutegevust. Tuuleparkide eksploatatsioonifaasis avaldavad otsest mõju elupaikade hävimine, lindude väljatõrjumine tuulikute olemasolu ja nende hooldustööde häiriva mõju tõttu, kokkupõrkerisk ning barjääriefekt. Kaudsed mõjud, nagu muutused lindude toidurohkuses või ohtlike ainete eraldumises keskkonda, võivad esineda nii tuuleparkide rajamise, eksploateerimise kui ka demonteerimise faasis.

Tuulepargi mõju hindamisel võeti eeskuju Suurbritannias tuuleparkide keskkonnamõju hindamisel kasutatud metoodikast (Moray West 2018⁹⁵, NIRAS consulting Ltd 2018⁹⁶, Sciara Offshore Energy LTD 2006⁹⁷, NNG Ornithology 2012⁹⁸). Metoodika kohandati vastavalt Eesti oludele.

Mõju olulisust hinnati tähtsamate ohutegurite puhul liigipõhiselt, vähemtähtsate puhul kõigile liikidele tervikuna. Mõju olulisuse liigipõhisel hindamisel kasutati ala tähtsust liigile ja liigi ohustatust konkreetse ohuteguri poolt. Ala tähtsus määrati võrreldes liigi arvukust alal rahvusvahelise, riikliku ja lokaalse tähtsuse lävenditega (vt tabel 3.5-16). Veelindude puhul on levinud rahvusvahelise tähtsusega ala

93 Moray West (2018), Moray West Offshore Windfarm Offshore EIA Report. <http://marine.gov.scot/sites/default/files/00538033.pdf>

94 NNG Ornithology 2012. Neart na Gaoithe Wind Farm Environmental Statement Chapter 12 Ornithology. <https://nngoffshorewind.com/files/offshore-environmental-statement/Chapter-12---Ornithology.pdf>

95 Moray West (2018), Moray West Offshore Windfarm Offshore EIA Report. <http://marine.gov.scot/sites/default/files/00538033.pdf>

96 NIRAS consulting Ltd 2018. Hornsea Three Offshore Wind Farm. Environmental Statement. Volume 2, Chapter 5 – Offshore Ornithology. https://infrastructure.planninginspectorate.gov.uk/wp-content/ipc/uploads/projects/EN010080/EN010080-000535-HOW03_6.2.5_Volume%20-%20Ch%205-%20Offshore%20Ornithology.pdf

97 Sciara Offshore Energy LTD 2006. Sheringham Shoal Wind Farm Offshore Environmental Statement. <http://sheringhamshoal.co.uk/downloads/Offshore%20environmental%20statement.pdf>

98 NNG Ornithology 2012. Neart na Gaoithe Wind Farm Environmental Statement Chapter 12 Ornithology. <https://nngoffshorewind.com/files/offshore-environmental-statement/Chapter-12---Ornithology.pdf>

lävendiks 1% biogeograafilise asurkonna arvukusest (Wetlands International [Waterbird Population Estimates](#)⁹⁹). Riikliku ja lokaalse tähtsusega ala lävendid on välja töötatud Maaülikooli ornitoloogide poolt (Luigujõe 2019¹⁰⁰). Pesitsejate puhul kasutati lävenditena Euroopa ja Eesti arvukushinnanguid (vt täpset metoodika kirjeldust, lisas3.8).

MÕJUD EHITUS- JA DEMONTEERIMISFAASIS

Häirimine

Häirimine ja väljatõrjumine mõjutab alal peatuvaid veelinde. Nende mõjude hindamisel tuleb tuulepargi arendusala vaadelda koos puhvriga (ehk võimaliku olulise mõjuala ulatusega).

Mõju hindamisel vaadeldi alal märkimisväärsel arvul (esinemissagedus võimaldas arvukushinnangu koostamist “distance sampling” meetodil) peatunud liike. Aluseks võeti liigi maksimaalne arvukushinnang. Alade tähtsuse hindamisel kasutatud arvulised künnised on toodud tabelis 3.5-1 ja hindamise tulemused realistliku põhialternatiiv 3 osas tabelis 3.5-8.

Piirivariant nr 2 korral on arendusala oluline peatumisala auli, tõmmu- ja mustvaera jaoks, omades rahvusvahelist tähtsust. Kõik olulised peatujad on ka tundlikud häirimise suhtes, ehitusaegse häirimise koondmõju peatuvatele veelindudele on oluline negatiivne. Leevendusmeetmena välja pakutud piirivariandi nr 3 korral säilib ehitusaegse häirimise potentsiaalne negatiivne koondmõju.

Ehitus- ja demonteerimisaegse häirimise mõju on lühiajaline, piirdudes ainult vastavate faaside pikkusega. Pärast ehitusfaasi lõppu ei taastu täielikult algne olukord, kuigi osa liike, nt mustvaeras naasevad osaliselt parki, juhul kui kasutatakse suuremaid tuulikuid, mis paiknevad üksteisest kaugemal.

Tabel 3.5-8. Häirimisriski olulisus arendusalal piirivariandi nr 3 korral (leevendusmeetmeid arvestamata)

Liik	Ala tähtsus	Häirimisrisk (Garthe & Hüppop 2004¹⁰¹, Maclean et al. 2009¹⁰², Furness et al. 2012¹⁰³).	Häirimisriski olulisus
kaurid (<i>Gavia sp.</i>)	madal	väga kõrge	keskmine
kormoran (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	madal	kõrge	madal
aul (<i>Clangula hyemalis</i>)	väga kõrge	keskmine-kõrge	tugev
tõmmuvaeras (<i>Melanitta fusca</i>)	kõrge	väga kõrge	tugev
mustvaeras (<i>Melanitta nigra</i>)	kõrge	väga kõrge	tugev
väikekajakas (<i>Hydrocoloeus minutus</i>)	madal	väga madal	ebaoluline
naerukajakas (<i>Chroicocephalus ridibundus</i>)	madal	madal	ebaoluline

99 wetlands.org

100 Elts, J., Leito, A., Leivits, M., Luigujõe, L., Nellis, R., Ots, M., Tammekänd, I. & Väli, Ü. 2019. Eesti lindude staatus, pe sutsusaegne ja talvine arvukus 2013–2017. *Hirundo* 32 (1): 1-39. https://hirundo.eoy.ee/files/Elts_et_al_2019-1.pdf

101 Garthe, S., Hüppop, O. 2004. Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: developing and applying a vulnerability index. *Journal of Applied Ecology* 41: 724–734. https://www.researchgate.net/publication/229722934_Scaling_possible_adverse_effects_of_marine_wind_farms_on_seabirds_Developing_and_applying_a_vulnerability_index

102 Maclean, I. M. D., Wright, L. J., Showler, D. A. and Rehfish, M. M. 2009. A Review of Assessment Methodologies for Offshore Windfarms. <https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/Maclean-et-al-2009.pdf>

103 Furness, R. W., Wade, H. M., Robbins, A. M. C., and Masden, E. A. 2012. Assessing the sensitivity of seabird populations to adverse effects from tidal stream turbines and wave energy devices. *ICES Journal of Marine Science*, 69(8): 1466–1479.

Liik	Ala tähtsus	Häirimisrisk (Garthe & Hüppop 2004¹⁰¹, Maclean et al. 2009¹⁰², Furness et al. 2012¹⁰³).	Häirimisriski olulisus
hõbe- ja kalakajakas (<i>Larus argentatus et canus</i>)	madal	madal	ebaoluline
jõgi- ja randtiir (<i>Sterna hirundo et paradisaea</i>)	madal	madal	ebaoluline

Häirimine võib ehitus- ja demonteerimisfaasis avaldada peatuvatele veelindudele (aul, vaerad) olulist negatiivset mõju olenemata kasutatavast piirivariandist. Ehitusaegne häirimine ei ole käesoleval juhul lindudele siiski mitte kõige olulisem ohutegur. Ehitusaegse häirimise mõju on lühiajaline ja asendub eksploatatsioonifaasi algamisel peamise ohuteguri - väljatõrjumisriskiga. Ehitusaegset häirimisriski on võimalik leevendada tööde läbiviimise aja valikuga (vt ptk 3.5.4). Tuulikuid hooldava tehnika poolt põhjustatud häirimine võib jääda üheks väljatõrjumist põhjustavaks teguriks, aga samas tuleb arvestada, et reeglina tuulepargi alal laevadega ei sõideta, kalapüük on keelatud jne, mis omakorda tasakaalustab hoolduslaevadest põhjustatud võimalikku häiringut.

Kaudsed mõjud

Kaudsed mõjud võivad ohustada alal peatuvaid veelinde. Saagirohkust võib ehitusfaasi ajal mõjutada merepõhja otsene kahjustamine, heljumi hulga suurenemine, põhjakoosluste mattumine setete alla ja veealune müra (Moray West 2018). Saagirohkuse muutusega seotud riski on sukelpartidel, kauridel, kormoranil ja tiirudel hinnatud keskmiseks, kajakatel nõrgaks (Langston 2010¹⁰⁴).

Reostusohu võivad põhjustada kahjulike ainete eraldumine keskkonda kas ehitustöid teostava tehnikaga toimunud avariide ja lekete tagajärjel või põhjasetetest. Avariide ja lekete realiseerumise tõenäosus tööde hoolikal läbiviimisel on väike, kuid nende tagajärjed võivad realiseerumise korral olla tõsised (vt ptk 3.3.3)

Kokkuvõttes kaudseid mõjusid linnustikule ei saa täielikult välistada, kuid nende mõju ei saa hinnata rohkem kui nõrgaks.

MÕJUD TUULEPARGI EKSPLOATATSIOONIFAASIS

Väljatõrjumine

Tuulepargi alal läbi viidud lennuloenduse tulemused ja nende analüüs näitavad, et Saare-Liivi meretuulepargi esialgne ala omab suurt väärtust veelindude peatumisalana. Piirivariandi nr 2 korral ületavad kolme liigi, aul, tõmmu- ja mustvaeras, maksimaalsed arvukushinnangud rahvusvahelise tähtsusega linnuala kriteeriumite arvulisi lävendeid (vt tabel 3.5-9). Kõik nimetatud liigid on tundlikud väljatõrjumisriskile.

Peatuvate veelindude (aul, tõmmu- ja mustvaeras) arvukus varieerub nii sesoonide piires (erinevate loenduste vahel), sesoonide vaheliselt kui ka erinevate aastate vaheliselt. Veelinnud on rändlinnud. Nad saavad alale, veedavad seal teatud aja ja liiguvad edasi. Loendustel fikseeritakse teatud hetkede seise selle muutuse jooksul. Maksimaalse loendustulemuse kasutamine on praktikas kõige reaalsem võimalus ala tähtsuse hindamiseks sesooni jooksul. Tabelites 3.5-9 ja 3.5-10 on välja toodud oluliste liikide

¹⁰⁴ Langston, R. H. W. 2010. Offshore wind farms and birds: Round 3 zones, extensions to Round 1 & Round 2 sites & Scottish Territorial Waters. RSPB Research Report No. 39. <https://tethys.pnnl.gov/publications/offshore-wind-farms-birds-round-3-zones-extensions-round-1-round-2-sites-scottish>

maksimumarvukus ja väljatõrjutud isendite arv nii piirivariant 2 kui piirivariant 3 osas koos rakendatavate puhveraladega.

Tabel 3.5-9. Hinnang väljatõrjutud lindude arvule piirivariandi nr 2 korral (piirivariant nr 2 koos 4 km laiuse puhvriga. Oranžil taustal on arvukushinnangud, mis ületavad 1% liigi biogeograafilise asurkonna arvukusest)

Liik	Maksimaalne arvukushinnang alal	Väljatõrjutud isendite arv, konservatiivne väljatõrjumismäär (Jacobsen & Tjørnløv 2024¹⁰⁵)	Väljatõrjutud isendite arv, ekspertide soovitatud väljatõrjumismäär (Jacobsen & Tjørnløv 2024¹⁰⁶)
Aul (<i>Clangula hyemalis</i>)	92789	64952 (70 % arvukushinnangust)	27837 (30 % arvukushinnangust)
Tõmmuvaeras (<i>Melanitta fusca</i>)	43986	39587 (90 % arvukushinnangust)	30790 (70 % arvukushinnangust)
Mustvaeras (<i>Melanitta nigra</i>)	8048	7243 (90 % arvukushinnangust)	5634 (70 % arvukushinnangust)

Tabel 3.5-10. Hinnang väljatõrjutud lindude arvule piirivariandi nr 3 korral (piirivariant nr 3 koos 2 km laiuse puhvriga auli ning 4 km laiuse puhvriga vaeraste puhul. Oranžil taustal on arvukushinnangud, mis ületavad 1% liigi biogeograafilise asurkonna arvukusest)

Liik	Maksimaalne arvukushinnang alal	Väljatõrjutud isendite arv, konservatiivne väljatõrjumismäär (Jacobsen & Tjørnløv 2024¹⁰⁷)	Väljatõrjutud isendite arv, ekspertide soovitatud väljatõrjumismäär (Jacobsen & Tjørnløv 2024¹⁰⁸)
Aul (<i>Clangula hyemalis</i>)	45558	31891 (90 % arvukushinnangust)	13667 (30 % arvukushinnangust)
Tõmmuvaeras (<i>Melanitta fusca</i>)	4139	3725 (90 % arvukushinnangust)	2897 (70 % arvukushinnangust)
Mustvaeras (<i>Melanitta nigra</i>)	8048	7243 (70 % arvukushinnangust)	5634 (70 % arvukushinnangust)

Merelindude elupaikade väljatõrjumise uuringud on andnud mitmesuguseid tõendeid erinevate liikide mõjuulatuse (puhvertsooni ja väljatõrjumismäärade) osas. Lisaks võivad väljatõrjumismäära mõjutada mitmed tegurid, nagu projekti ala ja selle ümbruse füüsilised omadused, toidu kättesaadavus, lindude populatsioonide peatumis- ja puhkeaeg ning tuulepargi paigutus ja turbiinide disainiparameetrid. Selle tulemusena varieeruvad keskkonnamõju hindamistes kohaldatavad mõjuvahemikud ja liigispetsiifilised väljatõrjumise tasemed märkimisväärselt (Jacobsen & Tjørnløv 2024¹⁰⁹).

¹⁰⁵ Jacobsen, E. M. & Tjørnløv, R. S. 2024. Habitat displacement of sea ducks in relation to Saare-Liivi OWF, Estonia

¹⁰⁶ Vt eelmine

¹⁰⁷ Vt eelmine

¹⁰⁸ Vt eelmine

¹⁰⁹ Vt eelmine

Sukelpartide kui käesoleval juhul kõige olulisema linnurühma puhul on peetud varasema info alusel vajalikuks 4 km laiuse puhvriga arvestamist (JNCC 2022¹¹⁰). Puhvri laiuse osas on kogunenud täiendavat infot juba rajatud meretuulepargi järeleseire alusel ning kasutusel on erinevate liikide puhul ja erinevatel aladel ka erineva laiusega puhvreid (Jacobsen & Tjørnløv 2024¹¹¹). Viimaste aastate jooksul kogunenud teadmiste ja andmete analüüsimisel jõuti viimati viidatud (Jacobsen & Tjørnløv 2024) töös järeldusele, et konservatiivse lähenemise korral on sukelpartidele mõistlik rakendada 4 kilomeetri laiust puhvrit, ning teatud liikide, nagu aul, puhul rakendada 2 km laiusega puhvrit. Uued uuringud annavad jätkuvalt täiendavaid teadmisi ning seetõttu ajakohastatakse soovitusi ja juhiseid pidevalt, kui teadmistebaas suureneb.

Käitumuslik reaktsioon tuuleparkidele on erinevate veelindude puhul erinev: vaerastel, aulil ja kauridel tõrjutakse peatuvad linnud teatud määral varasematelt peatumisaladelt välja, haha ja tiirude reaktsioon võib olla neutraalne, kormorani ja kajakaid võivad tuulepargid juurde meelitada (Dierschke et al. 2016). Sukelpartide puhul võib arvukus tuulepargi alal väheneda märkimisväärselt, kuid väljatõrjumine ei pruugi hõlmata kõiki alal peatuvaid isendeid (Petersen 2024; Jacobsen & Tjørnløv 2024¹¹²). Väljatõrjumisest kõige tugevamini mõjutatud liikide hulka kuuluvad kaurid, auli puhul peetakse väljatõrjuvat mõju väiksemaks.

Praktilised nõuanded kohaldatavate puhvertsoonide, väljatõrjumismäärade tasemete ja suremuse hindamiseks on esitatud tabelis 3.5-11.

Tabel 3.5-11. Rakendatavad puhvertsoonide, väljatõrjumismäärade tasemed ja suremuse kohta (konservatiivne lähenemisviis ja ekspertide soovitatud lähenemisviis (Jacobsen & Tjørnløv 2024¹¹³). * Eeldades, et Saare-Liivi projektipiirkonnast 10 km kaugusel ei ole punakurk-kaurile määratud linnualasid

Konservatiivne lähenemine	Sukeldujad	Hahk	Must-vaeras	Tõmmu-vaeras	Aul	Alk
Kohaldatav puhvertsoon	4 km*	4 km	4 km	4 km	4 km	2 km
Väljatõrjumisrisk (%)	100 %	70 %	90 %	90 %	70 %	70 %
Suremus (% väljatõrjutud lindudest)	5–10 %	5–10 %	5–10 %	5–10 %	5–10 %	5–10 %
Ekspertide soovitatud lähenemine	Sukeldujad	Hahk	Must-vaeras	Tõmmu-vaeras	Aul	Alk
Kohaldatav puhvertsoon	4 km*	2 km	4 km	4 km	2 km	2 km
Väljatõrjumisrisk (%)	90 %	30 %	70 %	70 %	30 %	30 %
Suremus (% väljatõrjutud lindudest)	1–5 %	1–5 %	1–5 %	1–5 %	1–5 %	1–5 %

Olemasolevate kirjandusallikate ja elluviidud projektide koondanalüüsi tulemusel on jõutud järelduseni, mille puhul tuleks rakendada väljatõrjumisriski osas järgnevaid väljatõrjumismäärade väärtusi: vaerastel 90 ja 70% ning aulil 70 ja 30% (Jacobsen & Tjørnløv 2024¹¹⁴). Nii tuulepargi piires kui selle puhvertsoonis soovitati kasutada samasugust väljatõrjutud isendite osakaalu. Hinnang väljatõrjutud lindude arvule olulisemate liikide puhul on toodud tabelites 3.5-9 ja 3.5-10. **Levendusmeetmena välja pakutud piirivariandi nr 3 kasutuselevõtt vähendaks märkimisväärselt väljatõrjutud isendite arvu ja selle osakaalu rändetee asurkonna arvukusest.** Ekspertide soovitatud väljatõrjumismäärasid arvestades jäävad välja tõrjutud lindude arvud alla 1% biogeograafilisest asurkonnast.

110 JNCC 2022. Joint SNCC Interim Displacement Advice Note. <https://data.jncc.gov.uk/data/9a6cb87c-80c5-4cfb-9102-39f0228d9a/joint-sncc-interim-displacement-advice-note-2022.pdf>

111 Jacobsen, E. M. & Tjørnløv, R. S. 2024. Habitat displacement of sea ducks in relation to Saare-Liivi OWF, Estonia

112 Vt eelmine

113 Vt eelmine

114 Vt eelmine

Enamikus mõjuhindamistes on tavapärane hinnata väljatõrjumise mõju biogeograafilise populatsiooni suuruse suhtes, kasutades negatiivse mõju vastuvõetavuse piirina 1% künnist. Selline lähenemisviis muudab kumulatiivsete mõjude hindamise aga oluliselt keerulisemaks. Põhimõtteliselt tähendab kumulatiivsete mõjude hindamine, et hinnangutesse kaasatakse kõik projektid, mis asuvad biogeograafilise populatsiooni leviala piires, kuid praktikas ei ole see tavaliselt teostatav (Jacobsen & Tjørnløv 2024¹¹⁵).

Mitmed uuringud viitavad sellele, et meretuuleparkide tõttu toimuv merelindude väljatõrjumine ei ole tingimata püsiv ning mõned liigid suudavad tuuleparkidega harjuda ja koos eksisteerida. Meripartidel näib olevat teatud määral võime harjuda tuuleparkide olemasoluga, eeldusel et piirkonnas on piisavalt toiduvarusid. Kui mõjuhindamistes harjumust arvesse ei võeta, on oht üle hinnata meretuulepargi olemasolust põhjustatud pikaajalist suremuse suurenemist (Jacobsen & Tjørnløv 2024¹¹⁶). Piirivariandi nr 3 väljatõotamisel on arvestatud, et tuulikuid ei kavandata arendusalal tuvastatud karide elupaigatüübile, seega otsene mõju sealsetele põhjakooslustele on välistatud ning aulidele sobiv toidulaud jääb puutumata. Tuulikute vundamendid võivad luua ka ise täiendava substraadi põhjaorganismide (ptk 3.4.3) kui lindude toiduobjektide kasvuks.

Võime tuulikutega harjuda on ala- ja liigispetsiifiline. Lisaks liikidevahelistele erinevustele esinevad individuaalsed liigisisese erinevused (Fox & Petersen 2019¹¹⁷). Taanis läbi viidud seiretööd näitasid auli puhul, et kuigi pärast lindude arvukuse järsku langust pärast tuulepargi rajamist hakkas nende arvukus aja jooksul uuesti suurenema, ei saavutanud see tuulepargi eelset taset isegi 15 aasta jooksul. Paremini tulid parki tagasi mustvaerad (Petersen 2024¹¹⁸; Scott-Hayward et al. 2024¹¹⁹). Konkreetseid uuringuid tõmmuvaera harjumise kohta pole veel teada.

Väljatõrjumismäära võivad mõjutada mitmed tegurid, nt tuulikute kõrgus ja nende omavaheline kaugus. Mitmed uuringud väidavad, et tuulikute suuruse ja nende väljatõrjuva mõju vahel puudub oluline seos (Lamb et al. 2024¹²⁰). Taanis tehtud uuringute puhul oli siiski mustvaera ja kauride väljatõrjumise risk suurte üksteisest kaugemal paiknevate tuulikute puhul väiksem kui väikeste tuulikute puhul (Scott-Hayward et al. 2024¹²¹). Nii suuri tuulikuid, nagu planeeritakse meie merealadele, veel olemas ei ole ja andmed nende tegeliku mõju kohta puuduvad. Koos tuulikute mõõtmete kasvuga võib nende väljatõrjuv mõju isegi väheneda, kuna suurte tuulikute vahele jäävad laiemad veealad.

Alade tähtsuse hindamisel kasutatud arvulised künnised on samad ehitusaegse häirimisriskiga (tabel 3.5-1). Väljatõrjumisriski olulisuse hindamisel arvestati lisaks ala tähtsusele peatumisalana ja kirjanduses avaldatud väljatõrjumisriski skaaladele ka liikide levikut ja välja tõrjutavate isendite osakaalu. Ühe astme võrra alandati mustvaera väljatõrjumisriski olulisust mõlema piirivariandi 2 ja 3 puhul, sest liik loendati väga suurel arvul ainult ühel loendusel ning arendusala puhvris. Ühe astme võrra alandati auli

115 Jacobsen, E. M. & Tjørnløv, R. S. 2024. *Habitat displacement of sea ducks in relation to Saare-Liivi OWF, Estonia*

116 Vt eelmine

117 Fox, A. D., Petersen, I. K. 2019. *Offshore wind farms and their effects on birds*. Dansk Orn. Foren. Tidsskr. 113: 86-101. https://www.researchgate.net/publication/335703152_Offshore_wind_farms_and_their_effects_on_birds

118 Petersen, I.K, Fox, A.D. 2005. *An aerial survey technique for sampling and mapping distributions of waterbirds at sea*.

119 Scott-Hayward, L., Petersen, I. K., MacKenzie, M., Pedersen, C. L., Isojunno, S., Nielsen, R. D., Sterup, J., Thomsen, H. M., Neergaard, R. S. 2024. *Changes in the distribution and abundance of common scoter and diver species in the Horns Rev I, II and III offshore windfarm areas, Denmark*.

120 Lamb, J. G., Gulka, J., Adams, E., Cook, A., Williams, K. A. (2024). *A synthetic analysis of post-construction displacement and attraction of marine birds at offshore wind energy installations*. *Environmental Impact Assessment Review* 108.

121 Vt 114

väljatõrjumisriski olulisust piirivariandi nr 3 korral, arvestades auli võimalikku väiksemat väljatõrjutud isendite osakaalu (30-70 %) võrreldes vaerastega (70-90%) (Jacobsen & Tjørnløv 2024¹²²), vt tabel 3.5-9.

Tuulepargi rajamine Saare-Liivi meretuulepargi esialgsele ja piirivariant nr 2 alale omaks peatuvate veelindude jaoks olulist negatiivset mõju ja sellist arendust ei saa pidada soovitavaks, seetõttu on rakendatud ala vähendamist ning keskendutakse väljatõrjumisriski hinnangu andmisel välja töötatud vähendatud alternatiivsele lahendusele ehk piirivariandile nr 3. Hinnang väljatõrjumisriskile on toodud tabelites 3.5-12.

Tabel 3.5-12. Väljatõrjumisriski olulisus arendusalal piirivariandi nr 3 korral (piirivariant nr 3 koos puhvritega), arvestamata väljatõrjumisriskimäära

Liik	Ala tähtsus	Väljatõrjumisrisk (Piggott¹²³, Vulcano & Mitchell 2021, Humphreys et al. 2015¹²⁴)	Väljatõrjumisriski olulisus
kaurid (<i>Gavia sp.</i>)	madal	kõrge	madal
kormoran (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	madal	keskmine	madal
aul (<i>Clangula hyemalis</i>)	väga kõrge	keskmine	keskmine
tõmmuvaeras (<i>Melanitta fusca</i>)	väga kõrge	keskmine	tugev
mustvaeras (<i>Melanitta nigra</i>)	väga kõrge	kõrge	keskmine
väikekajakas (<i>Hydrocoloeus minutus</i>)	madal	väga madal	ebaoluline
naerukajakas (<i>Chroicocephalus ridibundus</i>)	madal	väga madal	ebaoluline
hõbe- ja kalakajakas (<i>Larus argentatus et canus</i>)	madal	väga madal	ebaoluline
jõgi- ja randtiir (<i>Sterna hirundo et paradisaea</i>)	madal	madal	ebaoluline

Väljatõrjumisriski hindamisel on arvestatud ühe komponendina lindudele sobivate peatumisalade esinemist lähikonnas (Sciara Offshore Energy LTD 2006¹²⁵, Ramboll Polska 2024¹²⁶). Ideaalis, kui ümberasunud linnud satuksid naaberaladel samasugustesse tingimustesse (samadused toiduresursid, konkurents, röövlus ja häirimine), ei tohiks väljatõrjumine algselt alalt asurkonnale mõju avaldada. Tavaliselt avaldab lindude ümberasumine siiski mõju nende kehaseisundile, mis põhjustab omakorda suremuse kasvu või taastootmisvõime vähenemist (Petersen 2024¹²⁷). Käesoleval juhul võiksid alternatiivseid peatumisvõimalusi pakkuda arendusalast kirdes Kihnu ümbruses asuvad madalamad merealad, piirivariandi nr 3 korral ka algselt arendusalast välja jäetud peatumisalad põhja- ja lõuna osas. Sobivate alade "mahutavusvõime" on täpselt teadmata, linde võib hakata mõjutama liigne konkurents.

122 Jacobsen, E. M. & Tjørnløv, R. S. 2024. Habitat displacement of sea ducks in relation to Saare-Liivi OWF, Estonia

123 Piggott, A., Vulcano, A., Mitchell, D. 2021. Impact of offshore wind development on seabirds in the North Sea and Baltic Sea: Identification of data sources and at-risk species.
https://www.researchgate.net/publication/358850317_Impact_of_offshore_wind_development_on_seabirds_in_the_North_Sea_and_Baltic_Sea_Identification_of_data_sources_and_at-risk_species

124 Humphreys, E. M., Cook, A. S. C. P., & Burton, N. H. K. 2015. Collision, Displacement and Barrier Effect Concept Note. 669.

125 Sciara Offshore Energy LTD 2006. Sheringham Shoal Wind Farm Offshore Environmental Statement.
<http://sheringhamshoal.co.uk/downloads/Offshore%20environmental%20statement.pdf>

126 Ramboll Polska 2024. Saare-Liivi Offshore Windfarm – Estonia. Impact Assessment Velvet Scoter and Long-tailed Duck – Displacement.

127 Petersen, I. K. 2024. UTILITAS Saare-Liivi offshore wind farm site and diving ducks. Seaduck sensitivity to offshore wind farms.

Lisaks viitavad loenduste vahelised erinevused lindude levikus sellele, et linnud võivad edukaks eksisteerimiseks vajada mitut erinevat peatumisala.

Kokkuvõttes omab arendusala piirivariant nr 2 kõrget väärtust auli, tõmmu- ja mustvaera peatumisalana. Tuulepargi rajamine avaldaks neile olulist negatiivset väljatõrjuvat mõju ning seetõttu piirivarianti 2 kirjeldatud ruumilises mahus ei saa pidada sobivaks. Leevendusmeetmena välja töötatud vähendatud piirivariandi nr 3 kasutuselevõtt vähendab märkimisväärselt võimalikku väljatõrjuvat mõju (vt tabel 3.5-10) ja leevendavate meetmete rakendamisel oluline negatiivne mõju puudub.

ELUPAIKADE HÄVIMINE

Elupaikade otsene hävimine võib mõjutada peatuvaid veelinde. Elupaikade otsene hävimine tuulikute vundamentide all moodustab ainult väikese osa tuulepargi pindalast. Lisaks võib teatud hulk elupaiku hävida kitsa kaablitrassi all. Käesoleval juhul on arendusalal peamiseks ohuteguriks oluline negatiivne väljatõrjuv mõju ning elupaikade hävimine omab sellega võrreldes vähest tähtsust.

BARJÄÄRIEFEKT

Traditsiooniliselt vaadeldakse keskkonnamõjude hindamisel barjääriefekti mõju läheduses pesitsevatele lindudele. Barjääriefekt võib osutada märkimisväärselt juhul, kui tuulepark jääb läheduses asuvate pesitsuskolooniate ja neis pesitsevate lindude toitumisalade vahele (Speakman *et al.*, 2009¹²⁸). Käesoleval juhul algab planeeritava meretuulepargi idapiiri lähedal Pärnu lahe rahvusvahelise tähtsusega linnuala (olenemata sellest, millist tuulepargi piirivarianti me vaatleme). Pärnu lahe linnualal asuvad olulised lindude pesitsusaared. Pesitsevate liikide hulgast valiti välja 4 olulisemat tunnusliiki, kelle lennutrajektoorid ulatuvad tuulepargi aladele: kalakajakas, rand-, jõgi- ja tutt-tiir. Kõigi nimetatud liikide arvukused piirkonnas ületavad 1% Eesti arvukusest (tabel 3.5-13) ja alade tähtsus nende jaoks on vastavalt kasutatud metoodikale kõrge.

Hinnang barjääriefekti potentsiaalsele olulisusele läheduses pesitsevatele lindudele on toodud tabelis 3.5-13.

Tabel 3.5-13. Pesitsejate arvukus piirkonnas

Liik	Pesitsejate keskmine arvukus tuulepargi mõjupiirkonnas, paari (Burger <i>et al.</i> 2024¹²⁹)	Eesti keskmine arvukus, paari (Elts <i>et al.</i> 2019¹³⁰)	Mõjupiirkonnas pesitsejate osakaal Eesti arvukusest, %
kalakajakas (<i>Larus canus</i>)	244,6	8500	2,88
jõgitiir (<i>Sterna hirundo</i>)	954,12	6000	15,9
randtiir (<i>Sterna paradisaea</i>)	320,65	10000	3,21

¹²⁸ Speakman, J., Gray, H., Furness, L. 2009. University of Aberdeen report on effects of offshore wind farms on the energy demands on seabirds.

¹²⁹ Burger, C., Osterberg, J., Castillo, R., Welcker, J. 2024 Analysis of spatial use and collision risk of breeding seabirds based on GPS telemetry data Saare-Liivi 1 and Saare-Liivi 2 offshore wind farm planning areas.

¹³⁰ Elts, J., Leito, A., Leivits, M., Luigujõe, L., Nellis, R., Ots, M., Tammekänd, I. & Väli, Ü. 2019. Eesti lindude staatus, pesitsusaegne ja talvine arvukus 2013–2017. *Hirundo* 32 (1): 1-39. https://hirundo.eoy.ee/files/Elts_et_al_2019-1.pdf

Liik	Pesitsejate keskmine arvukus tuulepargi mõjupiirkonnas, paari (Burger et al. 2024¹²⁹)	Eesti keskmine arvukus, paari (Elts et al. 2019¹³⁰)	Mõjupiirkonnas pesitsejate osakaal Eesti arvukusest, %
tutt-tiir (<i>Thalasseus sandvicensis</i>)	217,94	950	22,94

Erinevate liikide käitumuslikud reaktsioonid tuulepargile kui takistusele (kas sellest möödumine või selle läbimine) on erinevad. Barjääriefekti poolt põhjustatud riski on hinnatud luikedel, hanedel, ännidel, kajakatel ja tiirudel madalaks; sukelpartidel, kauridel, kormoranil ja alklastel keskmiseks (Langston 2010¹³¹).

Barjääriefekti puhul on oluliseks teguriks see, kui suure osa moodustab tuulepargi ala nende poolt toitumiseks kasutatavast alast. Olulisemate liikide ruumikasutuse uurimiseks varustati olulisemate liikide esindajad saatjatega (Burger et al. 2024¹³²). Telemeetriauringu tulemused (tabel 3.5-7) on võetud aluseks barjääriefekti olulisuse hindamisel (tabel 3.5-14).

Tabel 3.5-14. Barjääriefekti olulisus piirivariant variant nr 3 (kui ka piirivariant 2) korral

Liik	Ala tähtsus	Ohustatus tuulepargi poolt	Barjääriefekti olulisus
Kalakajakas (<i>Larus canus</i>)	kõrge	madal	madal
Randtiir (<i>Sterna paradisaea</i>)	kõrge	madal	madal
Jõgitiir (<i>Sterna hirundo</i>)	kõrge	väga madal	ebaoluline
Tutt-tiir (<i>Thalasseus sandvicensis</i>)	kõrge	madal	madal

Põhilised kasutatavad alad, kus linnud veetsid rohkem kui poole ajast, jäid kõigil juhtudel väljapoole Saare-Liivi tuulepargi piirivarianti nr 2. Osade kalakajaka, rand- ja tutt-tiiru isendite puhul ulatus 95% piirkond arendusalale. Arendusala kasutusintensiivsus oli siiski madal, arendusalale jäi ainult 0,36 (tutt-tiir) kuni 0,81% lindude fikseeritud asukohtadest. Kokkuvõttes võib barjääriefekti mõju lugeda väheseks negatiivseks.

KOKKUPÕRKERISK

Kokkupõrkeriski hinnati nii läbirändajate (Castillo, Liedtke & Welcker 2024¹³³) kui pesitsejate puhul (Burger et al. 2024¹³⁴). Mõlemal juhul kasutati täiendatud Band mudelit ja selle rakendamiseks loodud tarkvara (R

¹³¹ Langston, R. H. W. 2010. Offshore wind farms and birds: Round 3 zones, extensions to Round 1 & Round 2 sites & Scottish Territorial Waters. RSPB Research Report No. 39. <https://tethys.pnnl.gov/publications/offshore-wind-farms-birds-round-3-zones-extensions-round-1-round-2-sites-scottish>

¹³² Burger, C., Osterberg, J., Castillo, R., Welcker, J. 2024. Analysis of spatial use and collision risk of breeding seabirds based on GPS telemetry data Saare-Liivi 1 and Saare-Liivi 2 offshore wind farm planning areas.

¹³³ Castillo, R., Liedtke, J. & Welcker J. 2024. Collision risk models for Utilitas offshore wind farm – Primary area.

¹³⁴ Burger, C., Osterberg, J., Castillo, R., Welcker, J. 2024. Analysis of spatial use and collision risk of breeding seabirds based on GPS telemetry data Saare-Liivi 1 and Saare-Liivi 2 offshore wind farm planning areas.

pakett "stochLAB", Caneco *et al.* 2022¹³⁵). Modelleerimine on teostatud Saksamaa ettevõtte BioConsult SH GmbH ja Co. KG poolt (Castillo, R., Liedtke & Welcker 2023¹³⁶).

Alalt läbi rändavate lindude arvukushinnang leiti keskmiste lennu intensiivsuste põhjal. Keskmine lennu intensiivsus (isendit tunnis kilomeetri kohta) korrutati päevaste (või ööränduritel öiste) tundide arvu ja tuulepargi maksimaalse laiusega kagu-loode suunas (risti peamise rändesuunaga). Kuude kaupa leitud arvukushinnangud liideti sesooni kaupa (kevad, sügis). Öörändurite puhul on saadud arvukushinnangud võrreldavad eespool toodud *bootstrap* meetodil leitud arvukushinnangutega, jäädes viimaste usaldusvahemikku. Ala tähtsuse hindamisel läbirändajatele võeti aluseks kevade või sügise arvukushinnang olenevalt sellest, kumb oli suurem.

Modelleerimisel arvestati muuhulgas järgmisega:

- lindude mõõtmised (sh kehapikkus, tiibade siruulatus), lendamise kiirus, vältimiskäitumine ja vältimismäärad;
- öörändurite puhul kasutati madalat vältimismäära (98%);
- öörände sagedus baseerub radarivaatlustel;
- kohaspetsiifilised sagedused põhinevad kevadise ja sügise rände ajal läbiviidud laevauuringute keskmistel;
- kogu rändeperioodi arvukuse saamiseks ekstrapoleeriti uuringute andmed, arvestades võimalikku ülehindamist, kuna uuringud viidi läbi rändeks soodsate ilmastikutingimustega;
- hukkimise protsendid on proportsionaalsed mudelites kasutatud sagedusega sõltumata lindude koguarvust;
- tuulikute mõõtmised vastavalt tabelile 2.4-1, keskmine tuule kiirus ja tuuliku töötamise aeg kuude lõikes.

Tuulikute paigutus kokkupõrkeriski arvutustele mõju ei avalda, kuna Bandi mudelis arvutatakse kokkupõrked iga tuuliku kohta ja terve tuulepargi mõju on kõikide tuulikute mõju summa sõltumata nende paigutusest.

Kõigi vaadeldud veelindude puhul ületas tuulepargi alalt läbi rändavate lindude arvukushinnang 1% biogeograafilise asurkonna koguarvukusest (tabel 3.5-16). Kõige olulisem oli arendusala sookurele: ala läbis kasutatud metoodika andmetel 59% biogeograafilise asurkonna isenditest. Tõmmuvaeral läbis arendusala 38% biogeograafilise asurkonna isenditest.

Läbirändajate kokkupõrkerisk modelleeriti 15 olulisema liigi või liigirühma jaoks. Rühmadena vaadeldi liike, kelle puhul liigini määramata isendite arv visuaalvaatlustel oli suur. Peamisteks liikideks rühmade puhul on järgmised: kauridel järve ja punakurk-kaur; hanedel ja lagledel rabahani, suur-laukhani ja valgepõsk-lagle; kahlajatel rüüt, plüü, võotsaba-vigle, soorüdi ja suurkoovitaja; tiirudel jõgi- ja randtiir. Ännide puhul oli konkurentsituks valdavaks liigiks söödikänn. Tuulikute töökõrgustena kasutati kahte võimalikku varianti.

Aastase kokkupõrgete arvu vahemikhinnang päeval rändavate liikide jaoks ulatus kuni 296-ni (haned ja lagled tuuliku variandi B puhul; tabel 3.5-15). Öörändurite (tõenäoliselt peamiselt värvulised) aastaseks keskmiseks kokkupõrgete arvuks hinnati 3536 (tuulikute variant A) ja 4841 (tuulikute variant B), vahemikhinnang ulatus 6080 kokkupõrkeni aastas. Öörändurite puhul peaks arvestama, et algandmed on kontaktides, mitte isendites (üks kontakt võib tähistada ka salka), ja tegelik hukkimisrisk isendites võib olla suurem mudeli poolt pakutud tulemustest.

¹³⁵ Caneco, B., Humphries, G., Cook, A. S. C. P. & Masden, E. 2022. Estimating bird collisions at offshore windfarms with stochLAB.

¹³⁶ Castillo, R., Liedtke, J. & Welcker J. 2024. Collision risk models for Utilitas offshore wind farm – Primary area.

Enamuse vaadeldud liikide puhul oli hinnatud kokkupõrgete arv väga väike, tähelepanu väärivad lisaks ööränduritele veel sookurg ja haned-lagled. Üheks oluliseks teguriks sookure ja hanede-lagled suurema kokkupõrkeriski puhul on suurem lennukõrgus, mis kattub märkimisväärselt rootorite töökõrgusega.

Kõigil juhtudel näitasid modelleerimise tulemused suuremat hukkumisrisi tuulikute variandi B puhul, kus käsitleti suuremaid tuulikuid. Suurematel tuulikutel on rootorite töösoonid suuremad ja katavad suurema pindala. Samuti algab suuremate tuulikute puhul rootorite töösoon madalamal, suurendades madalal lendavate lindude ohustatust. Viimatinimetatu võib olla ka põhjuseks, miks modelleerimise tulemused lähevad vastuollu kirjanduses avaldatud arvamustega, et suuremad tuulikud on lindudele ohutumad (Johnston *et al.*, 2014¹³⁷; Thaxter *et al.* 2017¹³⁸). Tuulikute tüübi erinevused ei oma väga suurt praktilist tähtsust – tuulepargi rajamisel kasutatavate tuulikute tüüp on määratud eelkõige sellega, milliseid tuulikuid sellel hetkel toodetakse.

Tabel 3.5-15. Läbirändajate kokkupõrgete arvu hinnang aastas piirivariandi nr 2 korral (Castillo, Liedtke & Welcker 2024¹³⁹)

Liik / grupp	Tuulik A 275 m		Tuulik B 310 m	
	Keskmine ± SD	95% usaldusvahemik	Keskmine ± SD	95% usaldusvahemik
Kaurid (<i>Gavia stellata</i> , <i>G. arctica</i>)	0,88 ± 0,1	0,68 - 1,08	1,35 ± 0,14	1,07 - 1,63
Kormoran (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	2,32 ± 0,27	1,8 - 2,87	3,56 ± 0,4	2,78 - 4,34
Haned ja lagled	193,02 ± 17,93	158,19 - 228,28	249,81 ± 23,25	204,65 - 295,64
Viupart (<i>Mareca penelope</i>)	23,28 ± 1,94	19,49 - 27,1	28,23 ± 2,28	23,75 - 32,67
Merivart (<i>Aythya marila</i>)	0,9 ± 0,12	0,69 - 1,13	1,44 ± 0,15	1,16 - 1,74
Mustvaeras (<i>Melanitta nigra</i>)	0,25 ± 0,05	0,17 - 0,35	0,32 ± 0,06	0,22 - 0,45
Tõmmuvaeras (<i>Melanitta fusca</i>)	0,98 ± 0,16	0,69 - 1,32	1,57 ± 0,23	1,15 - 2,04
Aul (<i>Clangula hyemalis</i>)	0,09 ± 0,02	0,05 - 0,13	0,17 ± 0,03	0,11 - 0,24
Sookurg (<i>Grus grus</i>)	76,23 ± 8,74	59,35 - 93,18	88,58 ± 10,14	68,94 - 108,24
Kahlajad	11,14 ± 1,53	8,21 - 14,19	12,34 ± 1,67	9,14 - 15,69
Ännid (<i>Stercorarius parasiticus</i>)	0,57 ± 0,06	0,45 - 0,7	0,75 ± 0,08	0,59 - 0,9
Kalakajakas (<i>Larus canus</i>)	0,99 ± 0,14	0,72 - 1,27	1,55 ± 0,2	1,17 - 1,95
Väikekajakas (<i>Hydrocoloeus minutus</i>)	0,34 ± 0,04	0,27 - 0,42	0,5 ± 0,05	0,4 - 0,59
Tiirud (<i>Sterna hirundo</i> , <i>S. paradisaea</i>)	0,11 ± 0,02	0,07 - 0,16	0,18 ± 0,03	0,13 - 0,24
Öörändurid	3535,69 ± 456,24	2646,22 - 4432,27	4840,89 ± 629,52	3610,25 - 6079,88

Öörändurite puhul on täpne liigiline ja arvuline koosseis teadmata. Öiste audiosalvestiste andmetel oli arvukaimaks linnurühmaks värvulised, eriti sügisel, kui nende arvele langes üle 90% kontaktidest.

137 Johnston, A., Cook, A. S. C. P., Wright, L. J., Humphreys, E. M., & Burton, N. H. K. 2014. Modelling flight heights of marine birds to more accurately assess collision risk with offshore wind turbines. *Journal of Applied Ecology*, 51(1), 31–41. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12191>

138 Thaxter, C. B., Buchanan, G. M., Carr, J., Butchart, S. H. M., Newbold, T., Green, R. E., ... Pearce-Higgins, J. W. 2017. Bird and bat species' global vulnerability to collision mortality at wind farms revealed through a trait-based assessment. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1862). <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.0829>

139 Castillo, R., Liedtke, J. & Welcker J. 2024. Collision risk models for Utilitas offshore wind farm – Primary area.

Arvukaimateks liikideks olid audiosalvestiste andmetel punarind, laulu- ja vainurästa. Laulurästa kontaktid moodustasid sügisel (suurema öörändurite kontaktide arvuga sesoon) 30%, vainurästa kontaktid 10% ja punarinna kontaktid 27% kõigist registreeritud kontaktidest. Kui oletada, et audiosalvestiste põhjal leitud protsendid kehtivad kõigi öörändurite puhul, läbiks arendusala sügisel 2,2% Euroopa laulurästastest, 2,1% vainurästastest ning 0,9% punarindadest. Sellise arvutuse tulemused on väga ligikaudsed, kuid arvestades ka öörändurite arvukushinnangute suurt absoluutväärtust on arendusala väärtus hinnatud väga kõrgeks.

Tabel 3.5-16. Läbirändajate sempoonsed arvukushinnangud ning nende osakaal biogeograafilise asurkonna suuruselt

Liik / rühm	Sesooni arvukus-hinnang	Sesoon	1% biogeograafilise asurkonna suuruselt (Wetlands International)	Läbirändajate osakaal biogeograafilise asurkonna suuruselt, %
Kaurid (<i>Gavia stellata</i> , <i>G. arctica</i>)	32928	kevad	4453*	7
Kormoran (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	67566	sügis	6200	11
Haned ja lagled	130469	kevad	12316*	11
Viupart (<i>Mareca penelope</i>)	87993	sügis	14000	6
Merivart (<i>Aythya marila</i>)	42733	sügis	2600	16
Mustvaeras (<i>Melanitta nigra</i>)	102152	kevad	7500	14
Tõmmuvaeras (<i>Melanitta fusca</i>)	112613	kevad	3000	38
Aul (<i>Clangula hyemalis</i>)	466922	kevad	16000	29
Sookurg (<i>Grus grus</i>)	88022	sügis	1500	59
Kahlajad	18514	kevad	11179*	1,6
Ännid (<i>Stercorarius parasiticus</i>)	12868	kevad	1000**	12,8
Kalakajakas (<i>Larus canus</i>)	70790	sügis	16400	4
Väikekajakas (<i>Hydrocoloeus minutus</i>)	12296	sügis	1300	9
Tiirud (<i>Sterna hirundo</i> , <i>S. paradisaea</i>)	61038	kevad	16606*	4
Öörändurid	4399785	sügis	?	?

* 1% leiti rühma kuuluvate peamiste liikide ühtede protsentide kaalutud keskmisena. Kaaludena kasutati vastavate liikide osakaalu visuaalsetel vaatlustel.

** Wetlands International ei anna selle liigi arvukushinnanguid. 1% söödikänni asurkonna arvukusest arvutati Euroopa populatsiooni arvukuse põhjal (*Stercorarius parasiticus* (Arctic Jaeger) (iucnredlist.org))

Kokkupõrkeriski ohustatuse hindamiseks kasutatud skaala on toodud tabelis 3.5-17. Väga madala mõju piiriks loeti kokkupõrgete prognoosi alla 1 isendi aastas. Madala ja keskmise mõju vahelist piiri on raske täpselt määrata. Keskmiseks loeti kokkupõrkeriski ohustatust sookure ja öörändurite puhul. Sookure puhul lähtuti kokkupõrgete arvu suhteliselt suurest absoluutväärtusest ja alade väga suurest tähtsusest sookure läbirändevalana. Mõningaid kaalutlusi seoses sookurele avalduva kumulatiivse mõjuga on toodud vastavas peatükis. Öörändurite puhul arvestati lisaks kokkupõrgete prognoosi suurele absoluutväärtusele ka nendega seotud suurt teadmatust nii arvukuse kui liigilise koosseisu osas, tuuleparkide ohutusvalgustuse võimalikku ligimeelitavat mõju ja tavalike liikide arvukuses valitsevaid langustrende. Hanede puhul piirduti madala olulisusega. Kokkupõrkeriski hinnang kehtib liigirühma kohta, jaotudes kolme peamise liigi vahel (rabahani, suur-laukhani ja valgepõsk-lagle), kes on tänapäeval heas seisundis.

Tabel 3.5-17. Ohustatus kokkupõrkeriski poolt

Ohustatus	
kõrge	Kokkupõrgete arv on väga suur, tuulepark üksi avaldaks asurkonnale olulist negatiivset mõju.
keskmine	Kokkupõrgete arv on märkimisväärne, arvestades tuuleparkide suurt arvu ja sellega seotud raskelt prognoositavat kumulatiivset mõju, võib avaldada negatiivset mõju asurkonnale tervikuna.
madal	Aastas toimuvad üksikud kokkupõrked. Mõju liigi asurkonnale tervikuna esineb, kuid on eeldatavasti nõrk.
väga madal	Kokkupõrgete arv on tühine, igal aastal ei pruugi toimuda ühtki kokkupõrget.

Kokkupõrgete arvu prognoosid moodustavad väikese osa biogeograafiliste asurkondade suurusest (lisa 3.8, tabel 36). Ohustatus kokkupõrkeriski poolt jääb erinevatel liikidel ja liigirühmadel vahemikku väga madal - keskmine. Arendusala tähtsus läbirändealana on väga kõrge ja kokkupõrkeriski olulisus ulatub madalast kuni tugevani (sookurg, öörandurid; tabel 3.5-18). On võimalik, et tuulepark avaldab koos teiste tuuleparkidega raskelt prognoositava kumulatiivse mõjuga negatiivset mõju lindude asurkondadele. Negatiivse mõju vähendamiseks on vajalik leevendusmeetmete kasutamine.

Tabel 3.5-18. Kokkupõrkeriski olulisus läbirändajatele piirivariandi nr 2 korral

Liik / rühm	Ala tähtsus	Ohustatus tuulepargi poolt	Kokkupõrkeriski olulisus
Kaurid (<i>Gavia stellata</i> , <i>G. arctica</i>)	väga kõrge	madal	keskmine
Kormoran (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	väga kõrge	madal	keskmine
Haned ja lagled	väga kõrge	madal	keskmine
Viupart (<i>Mareca penelope</i>)	väga kõrge	madal	keskmine
Merivart (<i>Aythya marila</i>)	väga kõrge	madal	keskmine
Mustvaeras (<i>Melanitta nigra</i>)	väga kõrge	väga madal	madal
Tõmmuvaeras (<i>Melanitta fusca</i>)	väga kõrge	madal	keskmine
Aul (<i>Clangula hyemalis</i>)	väga kõrge	väga madal	madal
Sookurg (<i>Grus grus</i>)	väga kõrge	keskmine	tugev
Kahlajad	väga kõrge	madal	keskmine
Ännid (<i>Stercorarius parasiticus</i>)	väga kõrge	väga madal	madal
Kalakajakas (<i>Larus canus</i>)	väga kõrge	madal	keskmine
Väikekajakas (<i>Hydrocoloeus minutus</i>)	väga kõrge	väga madal	madal
Tiirud (<i>Sterna hirundo</i> , <i>S. paradisaea</i>)	väga kõrge	väga madal	madal
Öörandurid	väga kõrge	keskmine	tugev

Vähendatud piirivariandi nr 3 korral väheneb nii tuulepargi laius kui ka tuulikute arv, millega kaasneb ka hukkumisriski vähenemine. Hukkumisriskid vähendatud piirivariandi nr 3 jaoks leiti sama tarkvara kasutades (R pakett "stochLAB", Caneco et al. 2022¹⁴⁰). Samaks jäi ka enamuse modelleerimisel kasutatud parameetreid (Castillo, Liedtke & Welcker 2024¹⁴¹), muudeti ainult tuulepargi laiust (13,67 km) ja tuulikute arvu (80). Olulisemate linnurühmade hukkumisriskid piirivariandi nr 3 korral on toodud tabelis 3.5-19 ning

¹⁴⁰ Caneco, B., Humphries, G., Cook, A. S. C. P. & Masden, E. 2022. Estimating bird collisions at offshore windfarms with stochLAB.

¹⁴¹ Castillo, R., Liedtke, J. & Welcker J. 2024. Collision risk models for Utilitas offshore wind farm – Primary area.

selle võimalik mõju tabelites 3.5-20 ja 3.5-21. Ülejäänud liikide ja liigirühmade kokkupõrkeriski ohustatus oli väga madalad juba piirivariandi nr 2 korral.

Tabel 3.5-19. Olulisemate linnurühmade kokkupõrgete arvu hinnang aastas piirivariandi nr 3 korral

Liik / grupp	Tuulik A 275 m		Tuulik B 310 m	
	Keskmine ± SD	95% usaldusvahemik	Keskmine ± SD	95% usaldusvahemik
Haned ja lagled	144,18 ± 13,80	117,50 - 171,55	187,17 ± 17,99	152,45 - 222,71
Sookurg (<i>Grus grus</i>)	49,33 ± 5,70	38,25 - 60,75	58,32 ± 6,80	45,19 - 71,81
Öörändurid	2617,4 ± 340,1	1950,5 - 3288,0	3635,0 ± 476,3	2705,4 - 4577,0

Tabel 3.5-20. Läbirändajate kokkupõrgete arvu osakaal biogeograafilise asurkonna suurusel piirivariandi nr 3 korral

Liik / rühm	Aastane kokkupõrgete arvu punkthinnang	Aastase kokkupõrgete arvu 95% usaldusvahemik	1% bio-geograafilise asurkonna suurusel	Kokkupõrgete osakaal biogeograafilise asurkonna suurusel, %
Tuulik A				
Haned ja lagled	144,18	117,50 - 171,55	12316	0,011707
Sookurg (<i>Grus grus</i>)	49,33	38,25 - 60,75	1500	0,032887
Öörändurid	2617,4	1950,5 - 3288,0	?	?
Tuulik B				
Haned ja lagled	187,17	152,45 - 222,71	12316	0,015197
Sookurg (<i>Grus grus</i>)	58,32	45,19 - 71,81	1500	0,038880
Öörändurid	3635,0	2705,4 - 4577,0	?	?

Tabel 3.5-21. Kokkupõrkeriski olulisus läbirändajatele piirivariandi nr 3 korral

Liik / rühm	Ala tähtsus	Ohustatus tuulepargi poolt	Kokkupõrkeriski olulisus
Haned ja lagled	väga kõrge	madal	keskmine
Sookurg (<i>Grus grus</i>)	väga kõrge	keskmine	tugev
Öörändurid	väga kõrge	keskmine	tugev

Negatiivse mõju vähendamiseks on piirivariandi nr 3 puhul vajalik leevendusmeetmete rakendamine.

Pesitsejate puhul vaadeldi kokkupõrkeriski nelja projektiala mõjutsooni kõige olulisema liigi (kalakajakas, rand-, jõgi- ja tutt-tiir) puhul. Projektiala tähtsus kõigi nimetatud liikide puhul on kõrge, arvukused pesitsejana ületavad 1% Eesti arvukushinnangust (tabel 3.5-16). Kokkupõrkeriskide prognoosid olid kõigi vaadeldud liikide puhul madalad (tabel 3.5-22) ja kokkupõrkeriski olulisus pesitsejate jaoks on kokkuvõttes madal (tabel 3.5-23).

Tabel 3.5-22. Pesitsejate kokkupõrgete arvu hinnang aastas (Burger et al. 2024¹⁴²)

Liik	Tuulik A 275 m		Tuulik B 310 m	
	Keskmine $\pm$ SD	95% usaldusvahemik	Keskmine $\pm$ SD	95% usaldusvahemik
kalakajakas (<i>Larus canus</i>)	0,07 $\pm$ 0,03	0,01-0,14	0,09 $\pm$ 0,05	0,02-0,2
jõgitiir (<i>Sterna hirundo</i>)	0	0	0	0
randtiir (<i>Sterna paradisaea</i>)	1,19 $\pm$ 0,52	0,3-2,27	1,51 $\pm$ 0,66	0,39-2,89
tutt-tiir (<i>Thalasseus sandvicensis</i>)	3,63 $\pm$ 1,81	0,94-7,85	4,5 $\pm$ 2,24	1,17-9,72

Tabel 3.5-23. Kokkupõrkeriski olulisus pesitsejatele

Liik / rühm	Ala tähtsus	Ohustatus poolt tuulepargi	Kokkupõrkeriski olulisus
kalakajakas (<i>Larus canus</i>)	kõrge	väga madal	ebaoluline
jõgitiir (<i>Sterna hirundo</i>)	kõrge	väga madal	ebaoluline
randtiir (<i>Sterna paradisaea</i>)	kõrge	madal	madal
tutt-tiir (<i>Thalasseus sandvicensis</i>)	kõrge	madal	madal

Eesti rannikul asub hulgaliselt I kaitsekategooria liigi merikotka (*Haliaeetus albicilla*) pesi. Ohutuse tagamiseks peetakse vajalikuks maksimaalselt 6 km laiust tsooni pesa ümber (Eesti Ornitoloogiaühing ja Kotkaklubi 2022¹⁴³). Käsitlev tuulepargi ala asub lähimast merikotka pesast rohkem kui 10 km kaugusel ja kokkupõrkeriski arvutamiseks ei ole merikotka puhul sisulist vajadust.

KAUDED MÕJUD

Sarnaselt ehitusfaasile võivad ka eksploatatsioonifaasis peatuvaid veelinde mõjutada nii saagirohkuse muutused kui ka reostusohu. Saagirohkust võib mõjutada merepõhja kadu tuulikute vundamentide all, veealune tuulikute ja hoolduslaevade poolt põhjustatud müra, uue kõva substraadi kui põhjaorganismide kinnituskoha lisandumine, elektromagnetilised väljad, setete soojenemine kaablite kohal ja kalapüügile seatavad piirangud (Moray West 2018¹⁴⁴). Erinevalt enamusest tuulikutega seotud teguritest võivad uue kõva substraadi lisandumine ja kalapüügile seatavad piirangud avaldada linnustikule positiivset mõju.

Reostusohu võivad põhjustada kahjulike ainete eraldumine keskkonda tuulikute ja nende hooldamiseks kasutatava tehnikaga toimunud avariide ning lekete tagajärjel. Avariide ja lekete realiseerumise tõenäosus tööde hoolikal läbiviimisel on väike. Tuulikute hooldusel kasutatavad laevad on tõenäoliselt väiksemad kui ehitusfaasis kasutatavad, järelikult on väiksem ka nende pardal olev ja avarii korral keskkonda eralduda võiva kütuse hulk.

¹⁴² Burger, C., Osterberg, J., Castillo, R., Welcker, J. 2024. Analysis of spatial use and collision risk of breeding seabirds based on GPS telemetry data Saare-Liivi 1 and Saare-Liivi 2 offshore wind farm planning areas.

¹⁴³ Eesti Ornitoloogiaühing ja Kotkaklubi 2022. Üle-eestiline maismaalinnustiku analüüs. Üle-eestiline maismaalinnustiku analüüs | Keskkonnaportaal

¹⁴⁴ Moray West 2018, Moray West Offshore Windfarm Offshore EIA Report. <http://marine.gov.scot/sites/default/files/00538033.pdf>

3.5.4. Keskonnameetmed

LEEVENDEUSMEETMED

Käesoleval juhul vajavad leevendamist meretuuleparkide rajamisega kaasnevad mõjud nagu väljatõrjumis-, kokkupõrke- ja ehitusaegne häirimisrisk. Lindudega seotud ohtude leevendamiseks on välja pakutud rida leevendusmeetmeid (Croll et al. 2022¹⁴⁵, Drewitt and Langston 2006¹⁴⁶, Gode 2020¹⁴⁷, Gove et al. 2013¹⁴⁸, May 2015¹⁴⁹, Mägi ja Saag 2024¹⁵⁰). Väljatõrjumisriski puhul on reaalsete meetmete arv piiratud, rohkem võimalusi on kokkupõrkeriski leevendamiseks.

Väljatõrjumisriski leevendusmeetmed

Väljatõrjuva mõju puhul on kõige efektiivsemaks ja reaalseks leevendusmeetmeks vältida lindude jaoks olulisemate peatumisalade hõivamist. Saare-Liivi meretuulepargi uuringute tulemustena selgus, et uuringuala on erinevates osades oluline sukelpartide peatumisala. Töö käigus töötati välja koheselt olulisi peatumisalasisid välistavad meetmed ning tekkis mitu uut ruumilist alternatiivi, millest käesoleva aruande hindamisse jõudsid vähendatud arendusalternatiivid, nõ piirivariandid nr 2 ja 3.

Mõlema leevendusmeetmena välja töötatud piirivariandi puhul loobuti algse ala (piirivariant nr 1) lõunaosast, kus esinesid auli kõrged asustustihedused. Samuti jäeti välja hiljem piirivariandi nr 1 ja 2 põhjaosa, kus esinesid samuti auli ja tõmmuvaera kõrged asustustihedused. Vahepealsete võimalike variantidena hinnati vähendatud arendusala esiteks variandina, mille puhul tuulepark jagati kaheks osaks, jättes nende vahele laiema koridori (lisa 3.8, joonis 88; lisa 3.8-2). Jagatud vähendatud variant oleks eelistatud auli puhul, kui oletada, et linnud jätkavad ala keskel asuvate karide kasutamist ja koridor kergendab ligipääsu karidele. Teise vaatluse all oleva vahepealse variandi puhul vähendati veelgi tuulepargi ala kirdenurka, mis on tõmmuvaera olulise peatumisala osa (lisa 3.8, joonis 89). Teise variandi puhul ei kavandata tuulikuid karide elupaikadele, kuid selle variandi puhul ei teki võimalikku koridori ja ligipääsu karideni.

Kahest vähendatud piirivariandist osutus valituks vähendatud kirdenurgaga variant, mis saigipiirivariandiks nr 3. Peamiseks põhjuseks oli see, et jagatud ja jäetava koridori variandi puhul jääksid karid siiski kavandatava tuulepargi võimalikku mõjualasse ehk mõlema tuulepargi poole puhvrid, arvestatuna 2 km laiuse puhvriga, kataksid siiski karide osa ning ala kasutamine aulide poolt oleks siiski ebaselge. Teiseks arvatakse olemasolevate kirjandusandmete põhjal, et tõmmuvaera puhul on tegelikult tuulepargi alalt välja tõrjutud lindude osakaal suurem (70-90 %) kui auli puhul (30-70%; Jacobsen &

¹⁴⁵ Croll, D. A. et al. 2022. Framework for assessing and mitigating the impacts of offshore wind energy development on marine birds. *Biological Conservation* 276: 109795, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109795>.

¹⁴⁶ Drewitt, A.L., Langston, R.H.W. 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis*, 148 (s1): 29-42. https://www.researchgate.net/publication/228343840_Assessing_the_Impacts_of_Wind_Farms_on_Birds

¹⁴⁷ Gode, P. R. 2020. How to design future wind farms to best mitigate their disturbance effects on birds? https://www.researchgate.net/publication/343539962_How_to_design_future_wind_farms_to_best_mitigate_their_disturbance_effects_on_birds

¹⁴⁸ Gove, B., Langston, R., McCluskie, A., Pullan, J., Scrase, I. 2013. Wind Farms and Birds: An Updated Analysis of the Effects of Wind Farms on Birds, and Best Practice Guidance on Integrated Planning and Impact Assessment. [https://rm.coe.int/1680746245%20Wind%20Farms%20and%20Birds:%20An%20Updated%20Analysis%20of%20the%20Effects%20of%20Wind%20Farms%20on%20Birds,%20and%20Best%20Practice%20Guidance%20on%20Integrated%20Planning%20and%20Impact%20Assessm%20ent%20J%20Tethys%20\(pnnl.gov\)](https://rm.coe.int/1680746245%20Wind%20Farms%20and%20Birds:%20An%20Updated%20Analysis%20of%20the%20Effects%20of%20Wind%20Farms%20on%20Birds,%20and%20Best%20Practice%20Guidance%20on%20Integrated%20Planning%20and%20Impact%20Assessm%20ent%20J%20Tethys%20(pnnl.gov))

¹⁴⁹ May, R., Reitan, O., Bevanger, K., Lorentsen, S. H., & Nygård, T. 2015. Mitigating wind-turbine induced avian mortality: Sensory, aerodynamic and cognitive constraints and options. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 170–181. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.10.002>

¹⁵⁰ Mägi, M., Saag, P. 2024. Tuugenite mõju loomastikule: leevendus- ja korvamismeetmed.

Tjørnløv 2024¹⁵¹). Auli talvine levik vähendatud piirivariandi nr 3 puhul oli seotud peamiselt ala keskel paiknevate karidega. Otseselt karidele tuulikute paigaldamist ei kavandata. Karid jäävad siiski naabruses paiknevate tuulikute mõjutsooni ja nende kasutamine lindude poolt on ebaselge (lisa 3.8, joonis 90). Mitmed uuringud samas näitavad, et merelindude väljatõrjumine avamere tuuleparkide tõttu ei pruugi olla püsiv ning et mõned liigid on võimelised harjuma ja koos elama avamere tuuleparkidega (Jacobsen & Tjørnløv 2024¹⁵²; Scott-Hayward et al. 2024¹⁵³).

Peatuvate veelindude arvukust ja võimalikku tuulepargi väljatõrjuvat mõju piirivariandi nr 3 korral on käsitletud eelnevalt vastavates peatükkides. Piirivariandi nr 3 puhul on alal peatuvate veelindude arvukus tunduvalt väiksem. Mõju hindamistes aluseks võetud väljatõrjumismäärasid arvestades (Jacobsen & Tjørnløv 2024¹⁵⁴) jäävad välja tõrjutud lindude arvud ekspertide soovitatud väljatõrjumismäära variandi korral alla 1% biogeograafilisest asurkonnast (tabel 3.5-10).

Kokkuvõttes, kuna kavandatava Saare-Liivi meretuulepargi esialgse ala nii põhja- kui ka lõunaosa on oluline peatumisala eelkõige aulide ja tõmmuvaerastele, on olulise ebasoodsa mõju vältimiseks ja vähendamiseks vajalik rakendada järgnevaid meetmeid:

- 1) Saare-Liivi arendusala vähendamine, et tagada olulisemad peatumisalad sukelpartidele uuringuala erinevates osades. Arendustegevusena on võimalik üksnes vähendatud arendusala piirivariandi nr 3 ulatuses, et vähendada ja vältida olulise keskkonnamõju teket.
- 2) Lisaks esialgse arendusala vähendamisele oleks oluline tagada piirivariandist nr 3 väljapoole jäävate peatumisalade puutumatus edasistest arendustegevustest. Käesoleva aruande järelalusena neile peatumisaladele praeguses menetluses tuuliku ei kavandata. Meetme efektiivsuse tagamiseks (teistes võimalikes menetlustes) on vajalik olulised peatumisalad tulevikus eraldi menetluses liita olemasoleva kaitsealade võrgustikuga¹⁵⁵.
- 3) Piirivariandi nr 3 rakendamisel tuleb jätta tuulikute vabaks karide elupaigatüübid kui võimalikud olulised sukelpartide peatumisalad. Edaspidi on oluline järelseire, et selgitada välja, kui suures ulatuses hakkavad sukelpardid tuulikute vahel paiknevat väikese pindalaga ala kasutama. Sellise seire tulemused on olulised järgmiste tuuleparkide arendajate jaoks.

Kokkupõrkeriski leevendusmeetmed

Saare-Liivi kavandatava meretuulepargi poolt põhjustatud kokkupõrkeriskid on enamasti madalad. Kuid arvestades keeruliselt prognoositavate kumulatiivsete mõjudega, on vajalik ka leevendusmeetmete rakendamine kokkupõrkeriski vähendamiseks:

- 1) Tuulikute paigutus. Tuulikud oleks soovitatav paigutada ridadesse, mille suund ühtib valdava rändesihiga. Valdavaks rändesihiks on käesoleval juhul kirre-edel. Arendaja on vastavat soovitusi tuulepargi kavandamisel arvestanud (joonis 3.5-28). Lisaks on välistatud tuulikute rajamine karide elupaigale ja olulistele meripartide peatumisaladele.

151 Jacobsen, E. M. & Tjørnløv, R. S. 2024. Habitat displacement of sea ducks in relation to Saare-Liivi OWF, Estonia.

152 Vt eemine

153 Scott-Hayward, L., Petersen, I. K., MacKenzie, M., Pedersen, C. L., Isojunno, S., Nielsen, R. D., Sterup, J., Thomsen, H. M., Neergaard, R. S. 2024. Changes in the distribution and abundance of common scoter and diver species in the Horns Rev I, II and III offshore windfarm areas, Denmark.

154 Jacobsen, E. M. & Tjørnløv, R. S. 2024. Habitat displacement of sea ducks in relation to Saare-Liivi OWF, Estonia.

155 Tegemist ei ole siiski Saare-Liivi meretuulepargi loamenetlustega edasiliikumise ega rajamise/opereerimise eeltingimusega ehk tegemist ei ole otseselt leevendusmeetmega käesoleva KMH aruande kontekstis.

- 2) Tuulikute peatamine lindude intensiivse rände ajal. Kokkupõrkeriski on võimalik vähendada rootorite peatamisega kõige intensiivsema rände ajal (May *et al.* 2015¹⁵⁶). Kõige intensiivsem ränne on sageli koondunud vähestele päevadele, seetõttu ei kaasneks meetme rakendamisega väga suurt majanduslikku kahju. Täpsuse ja efektiivsuse huvides tuleks meetme rakendamist vajavate (kõige intensiivsema rände) aegade tuvastamiseks kasutada kõrgtehnoloogilisi vahendeid.
- 3) Kui tehniliselt ja seadusandlikult võimalik, vähendaks lindude kokkupõrkeriski lennuohutuse huvides kasutatava valgustuse väljalülitamine ajaks, kui piirkonnas ei ole madalal lendavaid lennukeid. Õisest valgustusest tulenevat potentsiaalset häiringut on võimalik juba olemasolevate tehniliste vahenditega vältida ja vähendada. Saare-Liivi meretuulepargi arendajalt saadud info kohaselt on juba välja töötamisel lennuohutust tagavad lahendused, mis samas väldivad öise visuaalse häiringu.

Kui tootjatel on võimekus tehniliselt ja ohutult tagada tuulikute märgatavamaks muutmine, tuleks kaaluda selle kasutusele võtmist. Mitmesuguste meetoditega on võimalik muuta tuulikuid lindudele märgatavamaks (May *et al.* 2015¹⁵⁷, Drewitt and Langston 2006¹⁵⁸, Gove *et al.* 2013¹⁵⁹). Erinevate meetodite efektiivsuse osas märgitakse enamasti täiendavate uuringute vajadust. Üheks viimastest soovistest on värvida rootori labad ja tuuliku mast kontrastselt musta-valge vöödiliseks (Martin and Banks 2023¹⁶⁰). Juhul, kui värvida vöödiliseks osa paigaldatavatest tuulikuid, oleks võimalik eksploatatsiooniaegse seire käigus kontrollida sellise meetodi efektiivsust. Sellistest andmetest võiksid olla huvitatud ka tuulikute tootjafirmad.

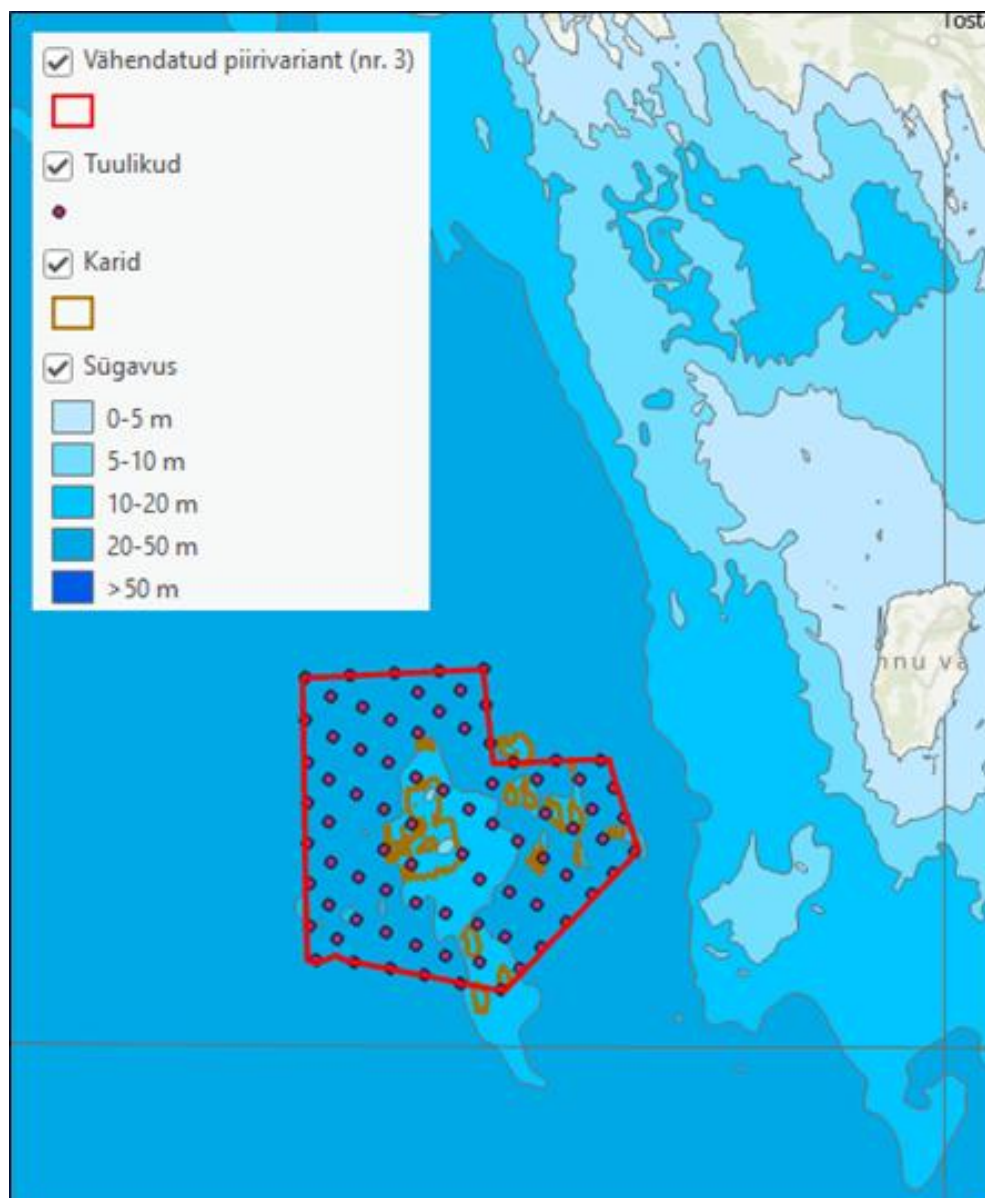
156 May, R., Reitan, O., Bevanger, K., Lorentsen, S. H., & Nygård, T. 2015. Mitigating wind-turbine induced avian mortality: Sensory, aerodynamic and cognitive constraints and options. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 170–181. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.10.002>

157 Vt eelmine

158 Drewitt, A.L., Langston, R.H.W. 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis*, 148 (s1): 29–42. https://www.researchgate.net/publication/228343840_Assessing_the_Impacts_of_Wind_Farms_on_Birds

159 Gove, B., Langston, R., McCluskie, A., Pullan, J., Scrase, I. 2013. *Wind Farms and Birds: An Updated Analysis of the Effects of Wind Farms on Birds, and Best Practice Guidance on Integrated Planning and Impact Assessment*. [https://rm.coe.int/1680746245%20Wind%20Farms%20and%20Birds:%20An%20Updated%20Analysis%20of%20the%20Effects%20of%20Wind%20Farms%20on%20Birds,%20and%20Best%20Practice%20Guidance%20on%20Integrated%20Planning%20and%20Impact%20Assessment%20%20Tethys%20\(pnnl.gov\)](https://rm.coe.int/1680746245%20Wind%20Farms%20and%20Birds:%20An%20Updated%20Analysis%20of%20the%20Effects%20of%20Wind%20Farms%20on%20Birds,%20and%20Best%20Practice%20Guidance%20on%20Integrated%20Planning%20and%20Impact%20Assessment%20%20Tethys%20(pnnl.gov))

160 Martin, G. R., Banks, A. N. 2023. Marine birds: Vision-based wind turbine collision mitigation. *Global Ecology and Conservation* 42: 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02386>



Joonis 3.5-28. Põhialternatiiv nr 3 koos leevendusmeetmetega. Tuulepargi põhimõtteline paigutus.

Ehitusaegse häirimisriski leevendusmeede

Ehitusaegset häirimisriski on võimalik leevendada tööde läbiviimise aja valikuga. Erinevad liigid eelistavad alal peatuda erinevatel sesoonidel, kuid piirivariandi nr 3 korral on kõige tundlikumaks liigiks aul talvel ja tõmmuvaeras kevadel. Seega tuleks vältida tuulepargi rajamist talvel ja kevadel. Seega tuleks vältida tuulepargi rajamist talvel (detsember-märts) kogu piirivariant nr 3 alal ja kevadel (aprill-mai) piirivariandi nr 3 põhja- ja kaguosas.

KESKKONNASEIRE

Meretuulepargi linnustiku seire on vajalik nii ehitusaegselt, kuid eelkõige opereerimisaegselt. Järelseire eesmärkideks on:

1. Leevendusmeetmete korrigeerimine juhul, kui seire tulemused näitavad olulisi negatiivseid mõjusid linnustikule. Juba töötava tuulepargi korral on täiendavate leevendusmeetmete kasutuselevõtt võimalik kokkupõrkeriski vähendamiseks.

2. Andmete kogumine, mida saab kasutada uute tuuleparkide planeerimisel tulevikus. Käesoleval juhul oleks sellised andmed eriti olulised, kuna senised andmed nii suurte tuuleparkide tegeliku mõju kohta puuduvad.
3. Teadmised sukelpartide peatumisalade keskkonnatingimuste osas.

Täpne seirekava tuleks välja töötada (hiljemalt enne ehitusloa väljastamise etappi) koostöös ornitoloogide ja Keskkonnaametiga, et tagada ühtsetel meetodilistel alustel linnustiku andmete kogumine, arvestades mitmete tuuleparkide kavandamist Liivi lahte.

Käesoleva KMH raames on välja töötatud esialgne seirekava soovituslik nägemus (lisa 3.8.2). Saare-Liivi kavandatava meretuulepargi alal on kõige olulisemad veelinnuliigid aul ja tõmmuvaeras. Seirekava on koostatud eesmärgiga täita üldiseid ja kohaspetsiifilisi teadmistelünki ning testida kriitilisi eeldusi, mis on seotud eelkõige sukelpartide elupaikade väljatõrjumise ja kokkupõrkeriskiga, sealhulgas hindamaks mõjuala ulatust, lindude harjumise taset, vältimiskäitumist ja lindude tegevusrežiime (peatumine/toitumine/liikumine) ning seda turbiinide erinevate töörežiimide (aktiivne/mitteaktiivne) korral. Seirekava on koostatud nii, et see hõlmaks meretuulepargi kolme peamist olelusringi etappi: 1) ehituseelne etapp, 2) ehitusetapp ja 3) ehitusjärgne/ekspluatatsioonijärgne etapp. Seirekavasse on mh välja toodud, mis on iga etapi jaoks otsitavad teadmised ja andmed ning mis on soovitatud rakendatavad meetodid. Lisaks on seirekavas välja pakutud tegevuste algatusi, mille eesmärk on parandada positiivset mõju mõjutatud veelindude populatsioonidele (vt ptk 3.5.5).

3.5.5. Meetmed positiivse netomõju saavutamiseks

Kuigi kõige olulisem ja tõhusam on kasutada vältimis- ja minimeerimismeetodeid meretuuleparkide kaasneva mõju vähendamiseks, on iga lähenemisviisi puhul piiratud teostatavate leevendusmeetmete rakendamine, mis muudaksid kavandatavast tegevusest tuleneva mõju olematuks. Kuna meretuuleparkide arenduste kohta ei ole kogunenud veel piisavalt keskkonnavalast järeelseire infot ning kavandatavate tuuleparkide tehnoloogilised lahendused (sh tuulikute suurus ja parameetrid) on jätkuvas kasvus, kaasneb mõjude prognoosimisel palju määramatust ja ebaselgust. Täiendavaid meetmeid tuleks kasutada, et minimeerida meretuuleparkidega kaasnevat võimalikku negatiivset jääkmõju (EOÜ, 2024, lisa 3.8).

Järjest enam on ettevõtted seadmas eesmärgiks rakendada nõ "netopositiivse bioloogilise mitmekesisuse" põhimõtteid. See mõtteviis esindab proaktiivset lähenemist, mis ei keskendu ainult bioloogilise mitmekesisuse kahjulike mõjude leevendamisele, vaid toob ka käegakatsutavat positiivset panust looduskeskkonda. See eeldab, et organisatsioonid panustavad oma tegevusega ja parandavad bioloogilist mitmekesisust viisil, kus ökoloogilised kasud kaaluvad üles nende tegevuste negatiivsed mõjud.

Alal läbi viidud uuringute ja edaspidiste seire tulemuste põhjal, mis dokumenteerivad ja kvantifitseerivad meretuulepargi potentsiaalseid negatiivseid mõjusid erinevatele linnuliikidele ehituse ja tööfaasi ajal, peavad netopositiivsed algatused põhinema meetmetel, mis kompenseerivad nende mõju. Kuna Saare-Liivi kavandatava meretuulepargi esialgsel alal on peamise negatiivse mõjuna tuvastatud lindude väljatõrjumine, peaksid netopositiivsed tegevusalgatused keskenduma lindude elupaikade ning oluliste toitumis- ja peatumisalade kättesaadavuse suurendamisele praegusest tasemest kõrgemale. Selliseid alasid võiks luua juurde näiteks kunstlike rannakarbiväljade ja rifistruktuuride rajamisega. Lisaks seirekava soovituslikule nägemusele on eraldi välja töötatud positiivse mõjuga algatuste loetelu, mida arendaja saab Saare-Liivi meretuulepargi arendusel ja opereerimisel jälgida (vt lisa 3.8.2, ptk 4). Täpne tegevuskava on soovitatav kokku leppida ala järeelseiravate ornitoloogide ja Keskkonnaametiga.

Samuti on EOÜ välja pakkunud, et arendaja poolne täiendav panus võiks olla merelindude kaitsefondi loomine, kuhu arendaja maksab teatud summa aastas tuulepargi ehituse, opereerimise ja demonteerimise

vältel. Fondi vahendeid kasutatakse merelinnustiku kaitsetegevuste elluviimiseks¹⁶¹. Utilitas Wind OÜ on kinnitanud, et on valmis linnustiku kaitsetegevusse panustama (EOÜ 2024, lisa 3.8).

3.5.6. Kokkuvõte

Läbi viidud linnustiku uuringu ja uuringu aruande analüüsi põhjal omab Saare-Liivi esialgne arendusala piirivariant nr 1 ja 2 ruumilises osas ja tegevusmahu suurt tähtsust veelindude peatumisalana. Kõige olulisemad liigid on aul (*Clangula hyemalis*) ja tõmmuvaeras (*Melanitta fusca*).

Linnukaitselistest tingimustest tulenevalt töötati välja vähendatud piirivariant/põhialternatiiv nr 3 (koos vähendatud kirdenurgaga, vt joonis 3.5-28), mis on maksimaalne lubatav ja realistlik ruumiline ulatus tuulepargi arenduseks. Väljatõrjumismäärasid arvestades jäävad põhialternatiivi nr 3 puhul välja tõrjutud lindude arvud ekspertide soovitatud väljatõrjumismäära korral alla 1% biogeograafilisest asurkonnast. Põhialternatiivi nr 3 puhul ei kaasne olulist ebasoodsat mõju linnustikule, juhul kui rakendatakse peamisi väljatõrjumisriski leevendavaid meetmeid ja toimub ekspluatatsiooniga seotud kokkupõrkeriski vähendavate meetmete kasutuselevõtt.

Tabel 3.5-24. Tuulepargi kavandamisega kaasnev mõju ja selle olulisus

Kaasnev tagajärg/mõju	Mõju olulisus		Leevendusmeetmete rakendamise vajadus, lõplik mõju olulisus
	15 MW (A)	20 MW (B)	
Tuulepargi ehitus ja demonteerimine			
ehitustegevuse ja laevade häiriv mõju	-	-	Tööde teostamise ajalised piirangud. Koondmõju: 0
kaudsed mõjud (mõju toidurohkusele ja reostusoht)	0	0	
Ühenduskaabli rajamine			
ehitustegevuse ja laevade häiriv mõju	0/-	0/-	
Tuulepargi opereerimine			
väljatõrjumine	--	--	Ala vähendamine (toimunud). Koondmõju: -
elupaikade otsene hävimine	-	-	
kokkupõrkerisk	--	--	Vajalikud leevendusmeetmed. Koondmõju: 0/-
barjääriefekt	0	0	
kaudsed mõjud (mõju toidurohkusele ja reostusoht)	0	0	

*KMH aruandes kasutatav olulise keskkonnamõju skaala: - vähene negatiivne mõju, -- oluline negatiivne mõju, 0 - mõju puudub, neutraalne, + vähene positiivne mõju, ++ oluline positiivne mõju

Lisaks on oluline tagada piirivariandist nr 3 väljapoole jäävate sukelpartide jaoks oluliste peatumisalade (lisa 3.8, joonis 89) puutumatus edasistest arendustegevustest. Käesoleva aruande järelalusena neile peatumisaladele praeguses menetluses tuulikuid ei kavandata. Meetme efektiivsuse tagamiseks on vajalik

¹⁶¹ Tegemist ei ole Saare-Liivi meretuulepargi loamenetlustega edasilükumise ega rajamise/opereerimise eeltingimusega.

tulevikus olulised peatumisalad liita olemasoleva kaitsealade võrgustikuga. Selleks vajalik alade kaitse alla võtmise ettepanek tuleks koostada iseseisva dokumendina ning eraldiseisvas menetluses.¹⁶²

3.5.7. Kumulatiivne mõju

Mitmete meretuuleparkide rajamisega kaasnev kumulatiivne mõju võib olla suurem kui üksikute meretuuleparkidega hinnatud kaasnev mõju. Meretuuleparkide mõju võib aga avalduda kumulatiivsete mõjude kontekstis, mis on seotud mitme muu arenguga liikide levikualadel, samuti muude looduslike ja inimtekkeliste stressiteguritega ning seega on väga raskesti hinnatav ja prognoositav.

Üldiselt viiakse kehtiva praktika alusel kumulatiivse mõju hindamisi läbi juba hindamise läbinud või loa saavutanud üksikute projektide tasandil, kuna need on informatiivsemad ja nende kohta on teada arendusmaht, kohapõhised uuringu andmed ja mõju hinnangud kaasnevate mõjude osas. Samas muudab kumulatiivsete mõjude hindamise keeruliseks, kui konkreetsel uuringualal on kasutatud erinevaid vältitööde meetodid ja/või ka hindamismetoodikaid.

Eesti vetest on seni käesoleva aruande koostamise ajahetkeks olemas ühe loamenetluses oleva kavandatava tuulepargi (Saare Wind Energy) andmed (Eesti Ornitoloogiaühing 2023¹⁶³). Saare Wind Energy ala ja Saare-Liivi meretuulepargi esialgne ala asetsevad risti peamise rändesuuna suhtes ja nende vaheline minimaalne kaugus on 87 km. Seega ei ole tõenäoline, et samad linnud kohtuksid läbirändel või pesitsuse ajal mõlema tuulepargiga ja barjääriefektid summeeruksid. Kumulatiivne mõju võib avalduda kokkupõrkeriskidena teatud liikide puhul, nt öörandurid ja sookurg (vt lisaks hindamise aluseks võetud kokkupõrkeriski ohustatuse kriteeriumid tabelis 3.5-17), seega on ettevaatuspõhimõttest tulenevalt oluline rakendada selleks vajalikke leevendavaid meetmeid. Saare Wind Energy tuulepark ei ole aga oluline lindude peatumisala.

Lisaks Saare-Liivi esialgsele alale kavandatavale meretuulepargi mõjude hindamisele on samas arendusfaasis lähedale kavandatav teine meretuulepargi arendus – Liivi lahe meretuulepark. Liivi lahe meretuuleparki käsitletakse käesolevas aruandes, lähtudes 19.12.2024 enne avalikustamist kooskõlastamisele ja arvamuse avaldamiseks saadetud Liivi lahe meretuulepargi KMH aruandest ja selle lisades esitletud linnustiku uuringutest¹⁶⁴. Praeguse seisuga esitatud info alusel on Liivi lahe meretuulepargi puhul peetud tähelepanuväärivateks mõjudeks merelindude ümberpaiknemist ehitusjärgselt ja lindude kokkupõrkeriski tuulikutega. Mõju on hinnatud projekti realiseerimisel kogu ruumilise ala ulatuses ebaoluliseks, rakendades selleks vajalikke leevendusmeetmeid (ala vähendamine kirdeosas; täiendavad meetmed nimetamata). Liivi lahe meretuulepargi avaldatud andmetest ei selgunud liikide maksimaalsed arvukushinnangud alal Liivi lahe KMH raames läbi viidud uuringute tulemusel, ebaselged ja välja toomata on uuringutes rakendatud meetodid. Seega pole käesoleval hetkel võimalik anda täpseid hinnanguid väljatõrjumisriski ega kokkupõrgete osakaaluga kaasnevate mõjude osas kahe pargi mõjude kumuleerumisel.

Liivi lahe meretuulepargi KMH aruandes läbi viidud Natura asjakohases hindamises (SKPK, 2024¹⁶⁵) Pärnu linnuala osas on välja toodud, et sookurele avaldab suurimat mõju sealse hindamise käigus hinnatud tuulikute alternatiiv 1, mille puhul on modelleeritud aastane hukkumine 241 lindu ning hinnati kokkupõrkeriski mõju suuruseks „mõõdukas“. Lõpliku hinnanguna on välja toodud, et arvestades

¹⁶² Tegemist ei ole siiski Saare-Liivi meretuulepargi loamenetlustega edasiliikumise ega rajamise/opereerimise eeltingimusega ehk tegemist ei ole otseselt leevendusmeetmega käesoleva KMH aruande kontekstis.

¹⁶³ Eesti Ornitoloogiaühing 2023. Saare Wind Energy tuulepargi linnustiku uuringud. Lisa-3.8-SWE-aruanne-v2.pdf

¹⁶⁴ <https://jvis.ttja.ee/modules/dokumendiregister/view/1008841>

¹⁶⁵ <https://jvis.ttja.ee/modules/dokumendiregister/view/1008841>

leevendusmeetmena kavandatud tuulepargiala vähendamist selle kirdeosas ning sookure asurkonna head seisundit, ei kaasnevat liigile olulist negatiivset mõju. Öörandureid Liivi lahe meretuulepargi KMH aruanne ei käsitle. Saare-Liivi meretuulepargi linnustiku uuring jõudis seevastu järeldusele, et Saare-Liivi arendusala omab tähtsust läbirändealana sookurele ja ööranduritele ning nende kokkupõrkeriski olulisus on tugev. Aastast kokkupõrgete arvu hinnati sookure puhul Saare-Liivi meretuulepargis $\approx$ 88 linnuni. Järeldati, et on võimalik, et Saare-Liivi tuulepark avaldab koos teiste tuuleparkide kumulatiivse mõjuga negatiivset mõju nimetatud linnuliikide asurkondadele. Negatiivse mõju vähendamiseks leiti olevat vajalik leevendusmeetmete kasutamine.

Lisaks, väljaspool Liivi lahe tuulepargi KMH-d läbi viidud uuringute tulemuste põhjal on teada, et Liivi lahe meretuulepargi ala näol on tegemist olulise veelindude peatumisalaga. Näiteks loendati Liivi lahe tuulepargi alal 25.04.2022 15482 tõmmuvaerast ja 18.04.2024 5127 tõmmuvaerast. Mõlemal juhul ületab juba üks loendustulemus 1% tõmmuvaera biogeograafilise asurkonna suurusest (3000 isendit). Loendused ei katnud Liivi lahe meretuulepargi ala täielikult ja tegelik peatuvate lindude arvukus oli mõlemal juhul veelgi suurem.

Ettevaatusprintsipiist lähtudes peab võimaliku negatiivse mõju vähendamiseks vältima avamere tuuleparkide rajamist Liivi lahes lindude jaoks eriti olulistesse kohtadesse (olulised peatumisalad, rände pudelikaelad) ning rakendama rajatavates tuuleparkides leevendusmeetmeid kokkupõrkeriski vähendamiseks (vt ptk 3.5.4). Leevendusmeetmete rakendamise vajadus peaks olema lähestikku paiknevate ja kavandatavate meretuuleparkide puhul samadel alustel.

Liivi lahe tuuleparkide arendamise puhul on lindude väljatõrjumine üks keskseid küsimusi. Käesoleva KMH ühes alusuuringus on Ramboll Polska 2024 (lisa 3.8.3) viinud läbi kumulatiivsete mõjude analüüsi modelleerimise meetodil ja püstitatud eelduste alusel. Kumulatiivse mõju hindamiseks valiti hindamisala, mis hõlmab Liivi lahte ning Läänemere saartevahelisi väinu ja veekogusid põhja- ja lääneosas (lisa 3.8.3, joonis 4). Tulevasi võimalikke meretuuleparke analüüsiti koos Saare-Liivi meretuulepargi arenduspiirkonnaga, et arvutada kumulatiivne mõju kahele enim mõjutatud liigile - aulile ja tõmmuvaerale. Hindamisse kaasati Saare Wind Energy tuulepargi ala, Saare-Liivi esialgse ala arendusala (põhialternatiivi nr 2 ulatuses) koos võimaliku Saare-Liivi täiendava alaga ning Liivi lahe meretuulepargi ala. Kuna puudub teave selle kohta, kui suured meretuulepargid lõplikult ehitusprotsessi jõuavad ja tegelikult rajatakse, eeldati konservatiivselt, et kõikide projektide hoonestusalad kaetakse tuulikutega. Väljatõrjumise arvutamiseks lisati nendele aladele 4 km puhvertsoon. Kuna puuduvad hindamisala katvad vaatlusandmed, kasutati modelleeritud tihedusi, mis põhinevad jaotuse mudelil (vt täpsemalt 3.8.3, ptk 4.5). Analüüsi tulemused näitavad, et projektidega seotud populatsiooni langus on 21 aasta jooksul 0,74–1,81% tõmmuvaeraste puhul ja 0,51–1,44% auli puhul, mis on välja valitud hindamiskriteeriumide alusel oluliselt alla piirmäära. Samas viitavad töö läbi viinud eksperdid vajadusele leppida selgelt määratletud hindamise meetodid ja välja valitud hindamiskriteeriumid kokku vastavate otsustusinstantsidega.

3.5.8. Teadmiste lüngad

Leevendusmeetmete efektiivsuse osas on tänasel päeval veel palju teadmatust (Croll et al. 2022¹⁶⁶). Tehnika areng on väga kiire ja pidevalt pakutakse välja uusi lahendusi. Avamere tuulepargi kavandamise protsess on pikk ja selle aja jooksul võib lisanduda uusi teadmisi ja tehnilisi võimalusi. Soovitav on hukkumiskriisi vähendamiseks kasutatavate leevendusmeetmete osa uuesti üle vaadata vahetult enne tuulepargi rajamise algust.

¹⁶⁶ Croll, D. A. et al. 2022. Framework for assessing and mitigating the impacts of offshore wind energy development on marine birds. *Biological Conservation* 276: 109795, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109795>.

Kuigi kõik tuuleparkide rajamise plaanid tõenäoliselt ei realiseeru, on nende kumulatiivse negatiivse mõju oht plaanide rohkust arvestades reaalne. Kuna puudub selge ülevaade nii kõigist rajada kavatsetavatest tuuleparkidest kui ka nende tuuleparkide tehnilistest parameetritest ja võimalikust mõjust, ei ole võimalik kumulatiivse mõju suurust täpselt ette ennustada.

Puuduvad kokkulepitud metoodilised alused ja hindamiskriteeriumid kumulatiivsete mõjude analüüsiks.

3.6. Nahkhiired

Käesolev peatükk tugineb nahkhiirte osas teostatud KMH alusuuringule „Saare-Liivi meretuulepargi esialgse ala ehituseelne käsitiivaliste uuring“; koostanud Elustik OÜ, 2024 (Elustik OÜ, 2024). Uuringu aruanne terves mahus on leitav KMH aruande lisades, Lisas 3.9.

3.6.1. Alternatiivide käsitus

Ruumiliselt oli vaatluse all Saare-Liivi meretuulepargi põhialternatiivi 2 ulatus kui edaspidi käsitletav – uuringuala.

3.6.2. Keskkonnaseisundi kirjeldus

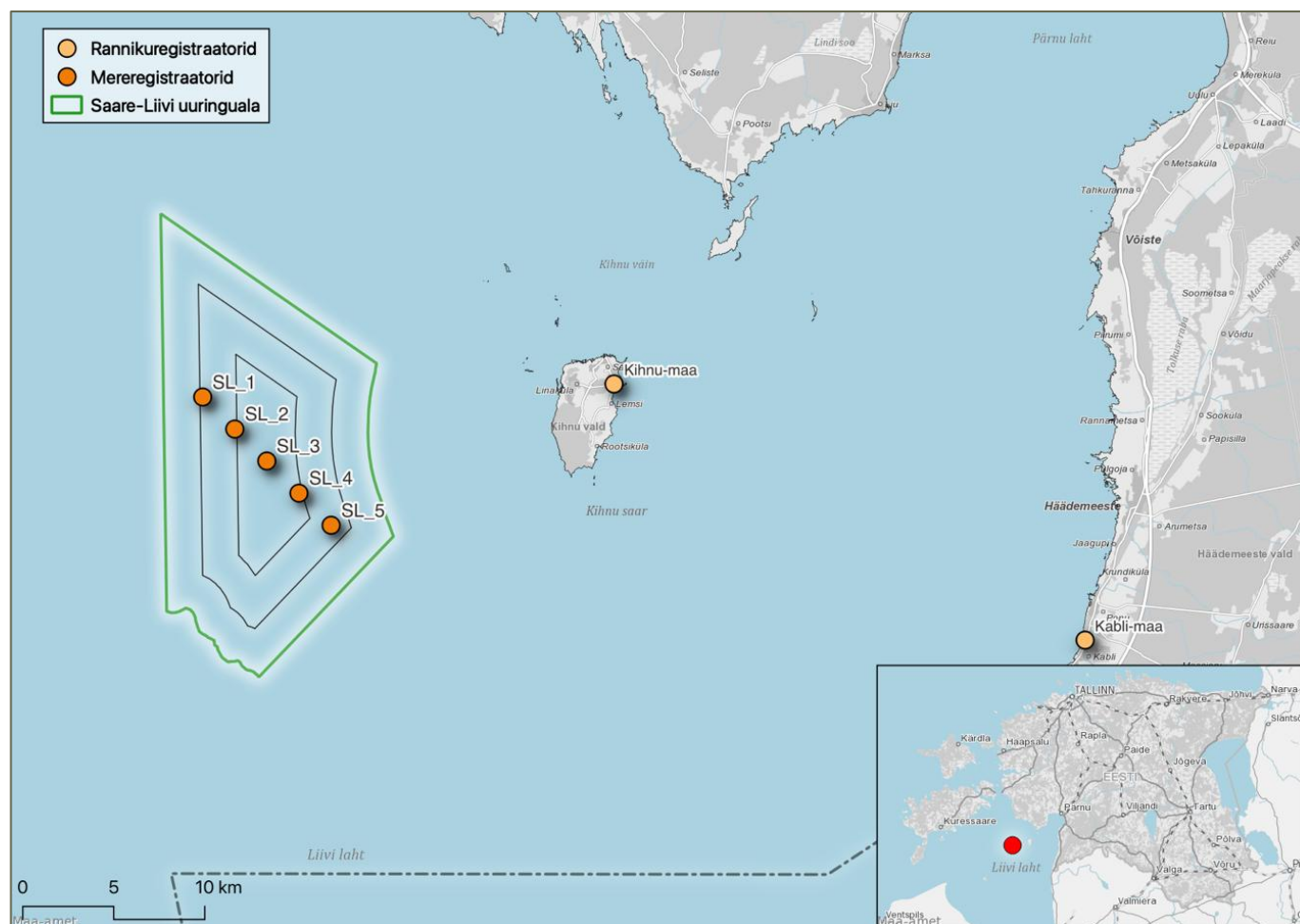
Kõik nahkhiireliigid on Eestis kaitstud nii siseriiklike kui mitmete rahvusvaheliste konventsioonide ja õigusaktidega. Eestis kindlasti leiduvad 12 nahkhiireliiki kuuluvad Vabariigi Valituse 20.05.2004 määruse nr 195 „I ja II kaitsekategooriana kaitse alla võetavate liikide loetelu“ alusel II kaitsekategooriasse.

Uurimaks nahkhiirte leidumist Saare-Liivi kavandataval esialgsel alal ehk põhialternatiiv 2 ulatuses, koguti andmeid kolmel viisil:

- laevaloendused nahkhiirte kevad- ja sügisrände perioodil;
- nahkhiirte loendused merepoidel kevad- ja sügisrände perioodil ning suvel;
- nahkhiirte loendused rannikul Kablis ja Kihnus.

Nahkhiirte registreerimiseks avamerel paigaldati uuringualale viis kollast eriotstarbelist poid 2500 m vahekaugustega (vt joonis 3.6-1). Laevaloendused toimusid 2022. ja 2023. aastal. Kevadrände perioodil toimusid loendused 7 öö vältel ning kõik loendused viidi läbi 2023. aastal. Sügisrände perioodil toimusid loendused 14 öö vältel, neist 8 viidi läbi 2022. aastal.

Jälgimaks nahkhiirte rände dünaamikat Mandri-Eesti rannikul ja Kihnu saarel, mis on potentsiaalne nahkhiirte merele suundumise koht, paigutati üks automaatregistraator (SM4Bat-FS, *Wildlife Acoustics*) Kihnu saarele ning teine Kabli linnujaama juurde. Kihnu registraatori asukohaks valiti Kihnu Suaru sadamast 250 m kaugusel paiknev hoone, mis paikneb rannikult saare keskosasse suunduva metsavööndi ääres (joonis 3.6-1).



Joonis 3.6-1. Saare-Liivi meretuulepargi esialgne ala ja nahkhiirte registraatorite paiknemine (Elustik OÜ, 2024)

Uuringuperiood jagunes nahkhiirte fenoloogiast tulenevalt kolmeks:

- 1. mai kuni 1. juuni – kevadperiood ja nahkhiirte kevadränne;
- 1. juuni kuni 30. juuli – suveperiood;
- 1. august kuni vaatluste lõpp - sügisperiood ja nahkhiirte sügisränne.

Uuringuala läbib tõenäoliselt nahkhiirte ränne Tõstamaa ja Kura poolsaare vahel. Kevadperioodil toimub paiksete nahkhiireliikide kevadine toitumine ning suvistesse elupaikadesse liikumine ja nahkhiirte kevadränne. Selle perioodi lõpuks kogunevad kokku nahkhiirte poegimiskolooniad. Suveperioodil toimub nahkhiirte poegimine, järglaste kasvatamine ja lennuvõimestumine. Emased loomad on sel ajal võrdlemisi väheliikuvad ning püsivad kolooniakohtade ümbruses. Sügisperioodil toimub rändsete liikide ränne ning paiksed liigid valmistuvad talveuneks ning liiguvad maastikus suveperioodist laiemalt ringi.

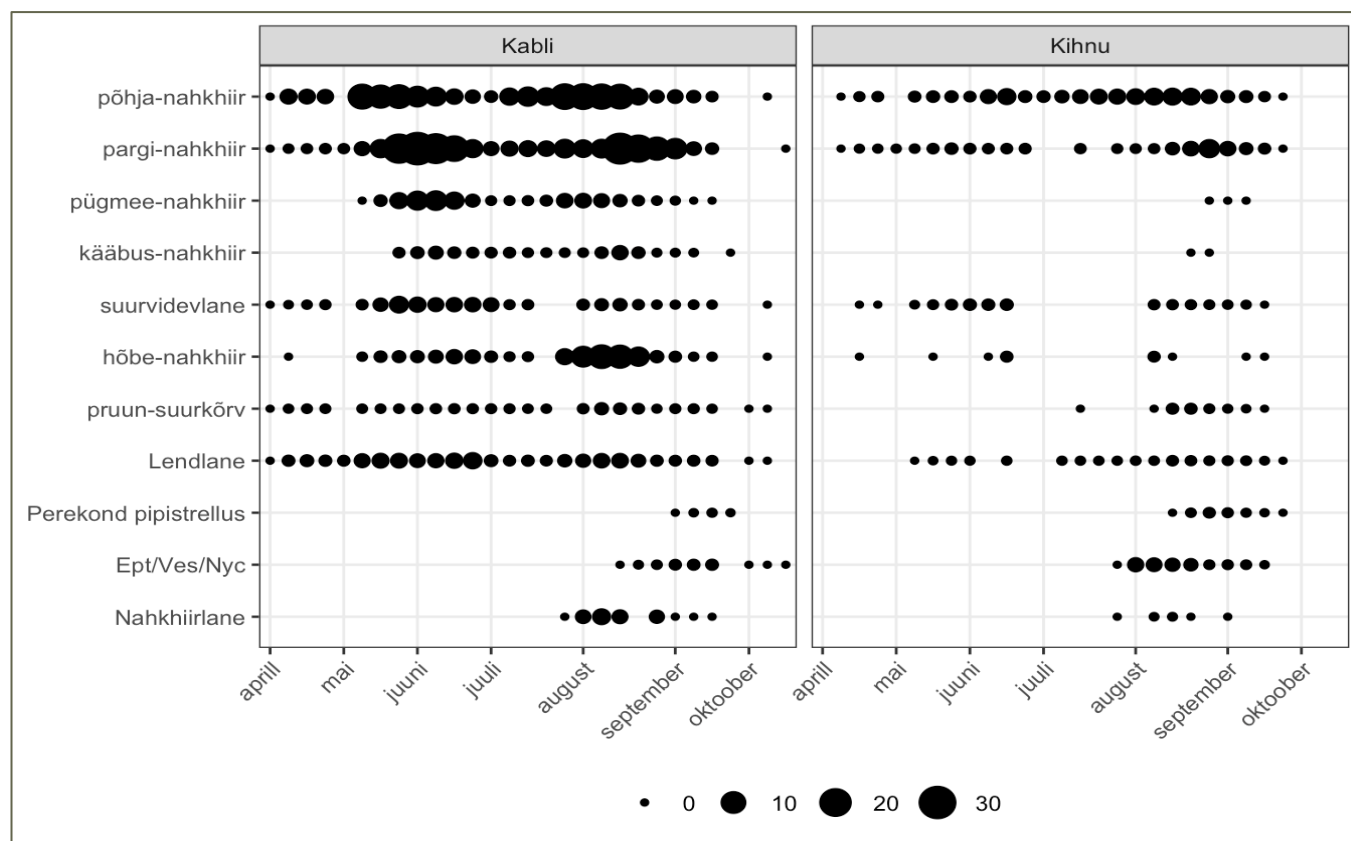
NAHKHIIRTE RÄNNE KABLI JA KIHNU

Rändemonitooringu käigus registreeriti mõlema registraatori peale kokku 30 818 nahkhiirte möödalendu 11 taksonist (tabel 3.6-1). Osadel juhtudel jäid salvestatud hääliitsused liigini eristamata ning need määrati taksonoomiliselt võimalikult täpse tasemeni.

Tabel 3.6-1. Registraatorite juures kohatud nahkhiireliigid ja registreeringute arv. *Lendlaste puhul määrati liik vaid osal salvestistest. (Elustik OÜ, 2024)

Liiginimetused		Kabli	Kihnu
pargi-nahkhiir	<i>Pipistrellus nathusii</i>	10797	1092
põhja-nahkhiir	<i>Eptesicus nilssonii</i>	8041	2043
hõbe-nahkhiir	<i>Vespertilio murinus</i>	2672	47
perekond lendlane	<i>Myotis sp.</i>	1644	145
pügmee-nahkhiir	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	1572	8
suurvidevlane	<i>Nyctalus noctula</i>	794	112
nahkhiirlane	<i>Vespertilionidae sp.</i>	462	13
kääbus-nahkhiir	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	398	2
pruun-suurkõrv	<i>Plecotus auritus</i>	256	56
Ept/Vesp/Nyc	<i>Ept/Vesp/Nyc</i>	153	304
veelendlane	<i>Myotis daubentonii</i>	88	-
perekond pipistrellus	<i>Pipistrellus sp.</i>	22	79
tõmmu/habelendlane	<i>Myotis brandtii/mystacinus</i>	11	-
nattereri lendlane	<i>Myotis nattereri</i>	4	-
tiigilendlane	<i>Myotis dasycneme</i>	3	-
Kokku		26917	3901

Tuvastatud liikide esinemine Kabli ja Kihnu rannikuregistraatorite juures oli hooajati erinev (joonis 3.6-2). Kabli registraatori juures olid kõik tuvastatud liigid (11) kohal pea terve vaatlusperioodi vältel, samas kui Kihnu saarel puudusid kevadel ja suvel kääbus-, pügmee-, ja hõbe-nahkhiir. Samuti ei registreeritud suve keskel saarel suurvidevlane. Kihnu vaatluspunktis tehti kindlaks 7 nahkhiireliiki ja perekond lendlane.



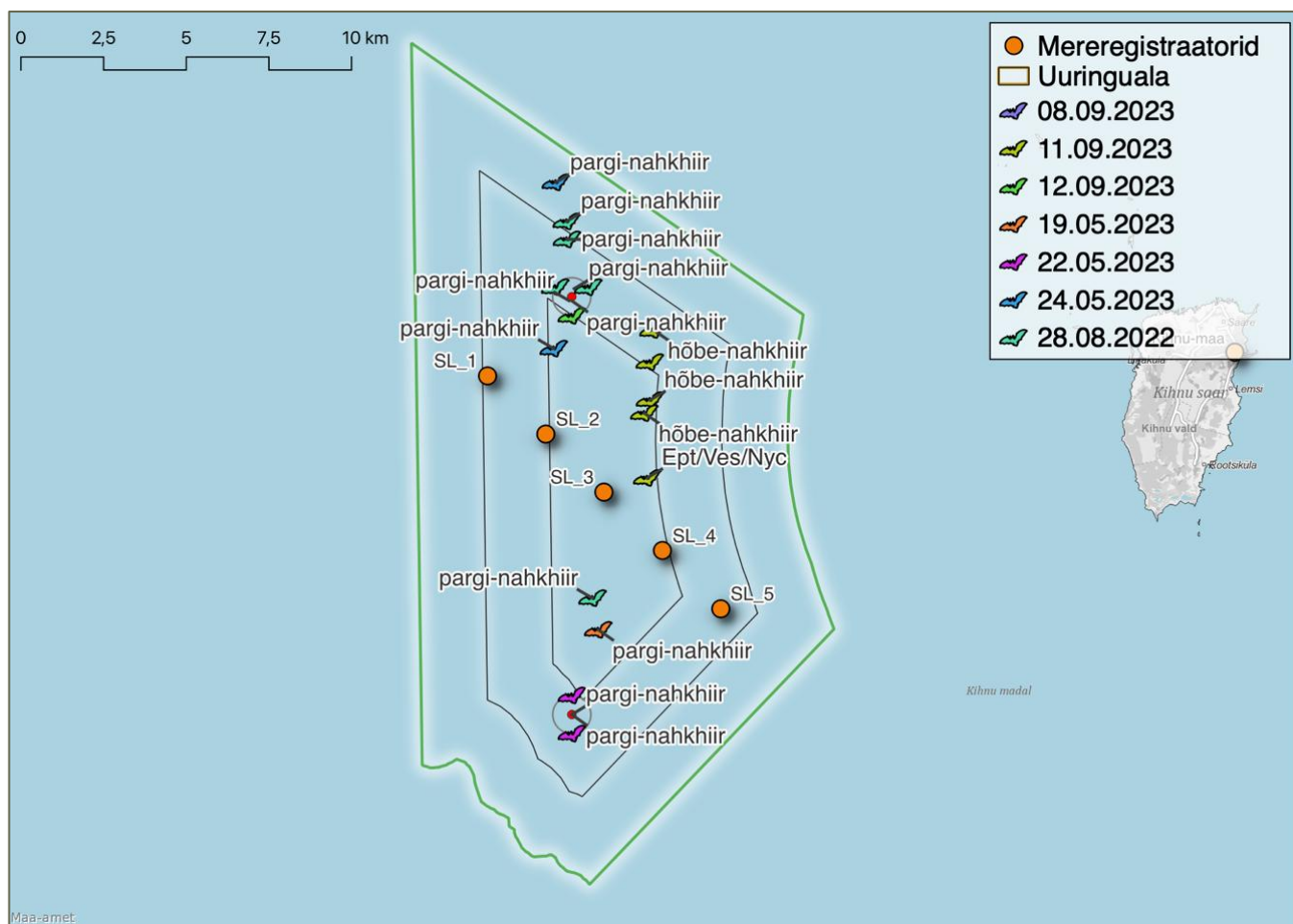
Joonis 3.6-2 Uuringu käigus kindlaks tehtud nahkhiireliigid registraatorite ja nädalate kaupa. Täpi suurus näitab registreeringute nihkuvat keskmist 7 päeva jooksul. (Elustik OÜ, 2024)

Uuringutulemusena selgus:

- Mõlemat vaatluspunkti läbisid nii kevadel kui sügisel rändliigid. Mõlemat ala (Kihnu ja Kabli) läbib nii nahkhiirte kevad- kui sügiseränne.
- Kevadrändel Kihnut läbivate nahkhiirte arvukus on oluliselt madalam kui Kablit läbivate liikide arvukus. Tõenäoliselt on kevadel eelistatav rändetee mööda maismaad.
- Sügiserändel on nahkhiirte arvukus Kablis oluliselt kõrgem, samas on võrreldes kevadega rändliike ka Kihnus mitu korda rohkem. Sügiseränne kulgeb nii mööda maismaad kui ka üle Liivi lahe.
- Kevadrände tipp on nii Kihnus kui ka Kabli rannikul umbkaudu samal perioodil, maikuu keskel ja teises pooles. Esimesed rändurid saavad piirkonda juba aprillis.
- Sügiserände tipp on nii Kihnus kui ka Kabli rannikul umbkaudu samal perioodil, augusti teises pooles. Rändliike leidub piirkonnas kogu rändeperioodi vältel.

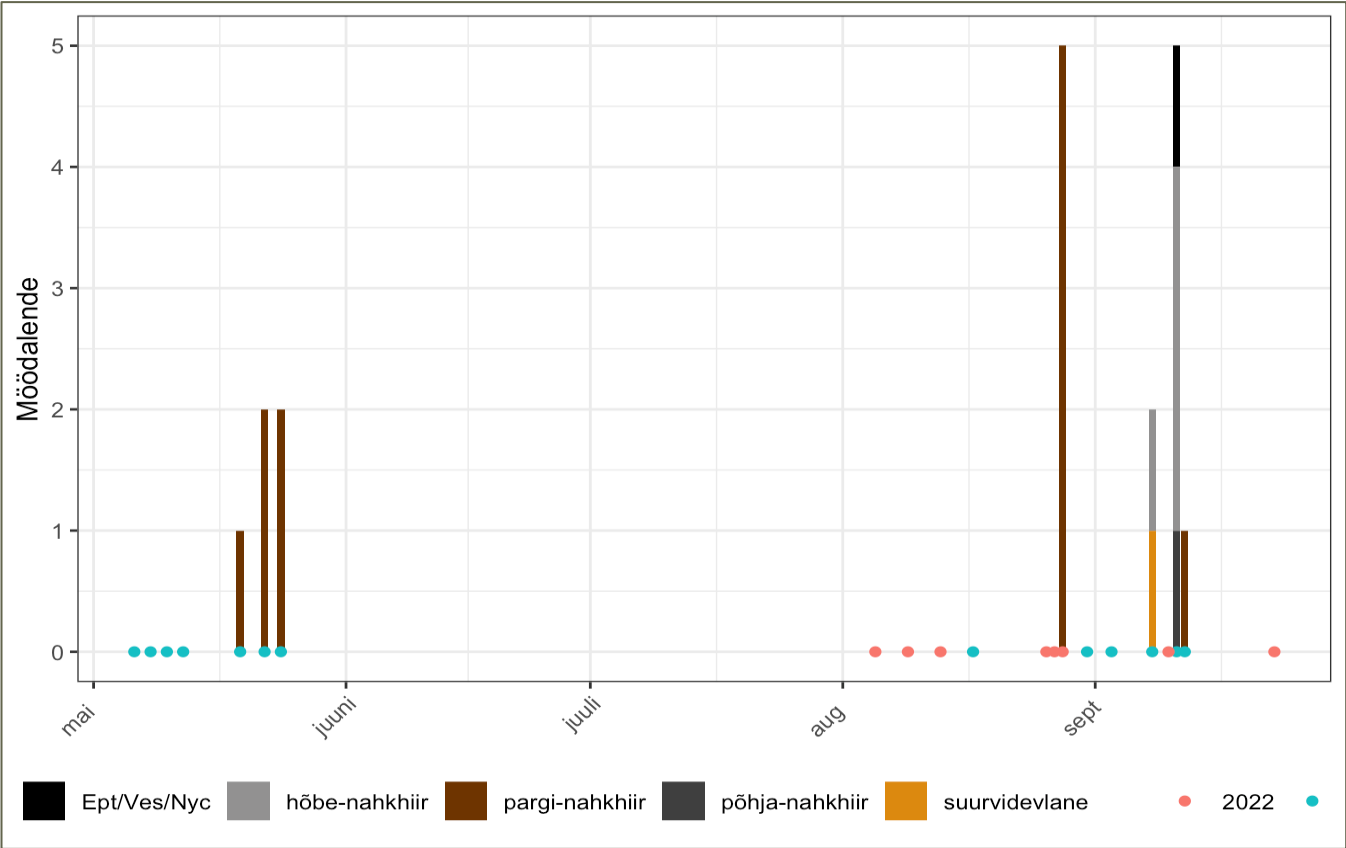
LAEVALOENDUSED

Laevaloenduste käigus (kokku 136 tunni vältel) tehti kindlaks neli nahkhiireliiki – põhja-nahkhiir (*Eptesicus nilssonii*), pargi-nahkhiir (*Pipistrellus nathusii*), suurvidevlane (*Nyctalus noctula*) ja hõbe-nahkhiir (*Vespertilio murinus*). Lisaks jäid osadel juhtudel helisalvestised liigini määramata ning määrati rühmani – põhja-, hõbe-nahkhiir või suurvidevlane (*Ept/Ves/Nyc*), vt joonis 3.6-3. Grupi *Ept/Ves/Nyc* registreeringute puhul on tõenäoliselt tegemist hõbe-nahkhiirte või suurvidevlastega.



Joonis 3.6-3 Laevaloenduste käigus registreeritud nahkhiirte möödalennud (Elustik OÜ, 2024)

Laevaloenduste käigus eristati 18 nahkhiirte möödalendu, neist kuus kevadrände perioodil ja 12 sügisrände perioodil (joonis 3.6-4). Nahkhiirte möödalendude suhteline arvukus (ehkmöödalende ühe laevaloenduse tunni kohta) jäi öödel kui nahkhiiri registreeriti vahemikku 0,12 – 1 möödalendu tunnis. Keskmine möödalendude hulk tunnis, öödel kui nahkhiiri avamerel kohati, oli 0,4 möödalendu tunnis.



Joonis 3.6-4. Nahkhiirte möödalendude jagunemine liikide ja kuupäevade kaupa (Elustik OÜ, 2024)

Kõige arvukamaks liigiks laevaloendustel oli pargi-nahkhiir, keda salvestati viiel ööl seitsmest, mil nahkhiiri registreeriti. Kokku registreeritud 18 möödalennust 11 olid pargi-nahkhiired (Joonis 3.6-4).

Uuringu tulemuste alusel selgus, et Saare-Liivi meretuulepargi ala läbib nahkhiirte sügisränne. Sügisränne tipp on augusti viimasel kolmandikul ja septembri esimesel poolel. Ala läbib ka kevadränne, kuid nahkhiirte arvukus uuringualal on kevadel madalam.

PÜSIREGISTRAATORID

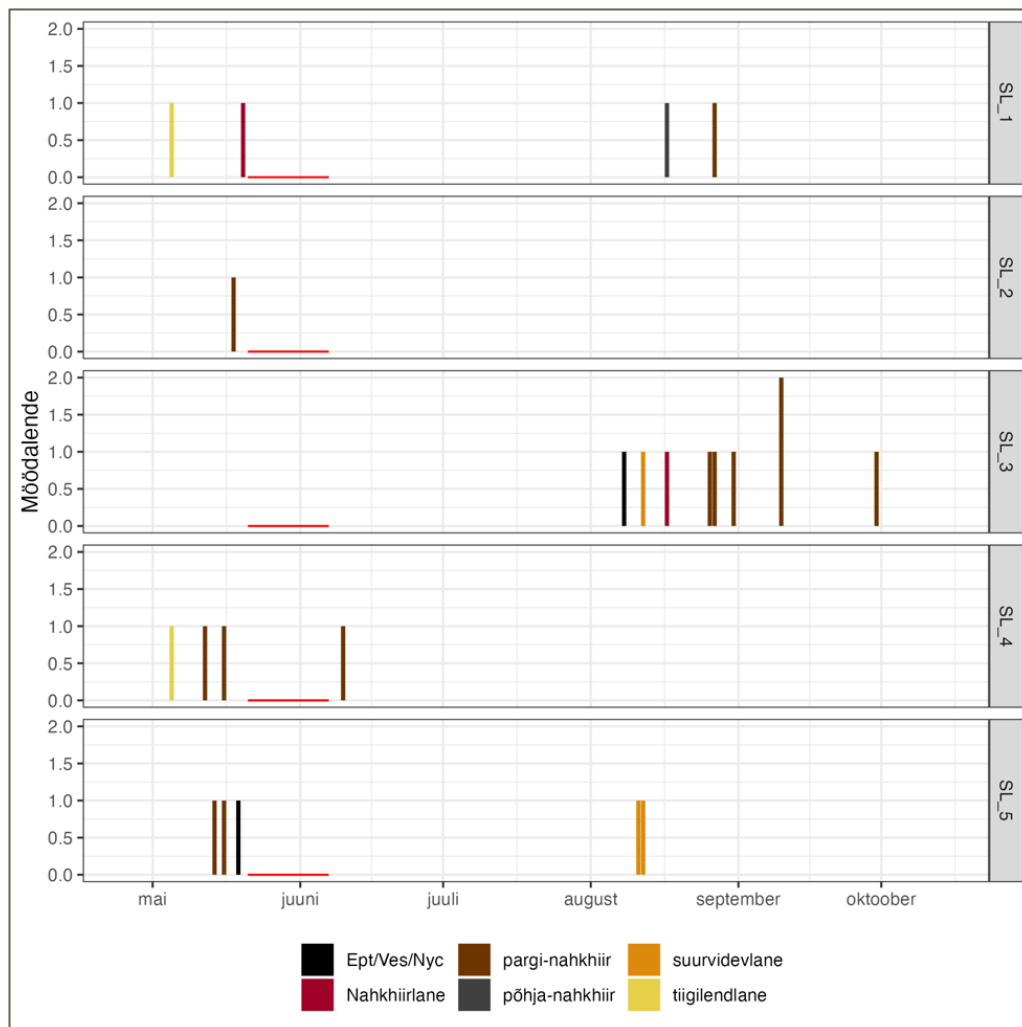
Püsiregistraatorid tegid kindlaks 4 nahkhiireliiki – põhja-nahkhiir, pargi-nahkhiir, suurvidevlane ja tiigilendlane (Tabel 3.6-2). Osadel juhtudel jäid salvestused liigini määramata, kuna nahkhiired ei teinud merel liigile tüüpilist kajalokatsiooni heli. Neil juhtudel oli tegemist põhja-nahkhiire, hõbe-nahkhiire või suurvidevlasega (Ept/Ves/Nyc). Kõige vähem nahkhiiri registreeriti poi SL_2 juures, kus registreeriti 1 möödalend. Ülejäänud poide juures varieerus registreeringute arv 4 ja 9 vahel.

Tabel 3.6-2. Püsiregistraatorite poolt registreeritud liigid merepoide kaupa (Elustik OÜ, 2024)

Takson	SL_1	SL_2	SL_3	SL_4	SL_5	Kokku
põhja-nahkhiir	1					1
tiigilendlane	1			1		2
suurvidevlane			1		2	3

Takson	SL_1	SL_2	SL_3	SL_4	SL_5	Kokku
pargi-nahkhiir	1	1	6	3	2	13
Ept/Ves/Nyc			1		1	2
nahkhiirlane	1		1			2
Kokku	4	1	9	4	5	23

Nahkhiiri registreeriti neljal kuul - mais, juunis, augustis ja septembris (joonis 3.6-5). Andmed näitavad, et suvisel perioodil kasutavad nahkhiired avamerel paiknevat uuringuala vähe, ala läbivad tõenäoliselt üksikud isendid. Ala ei kasutata ilmselt toitumisalana ning antud perioodil on tuulepargi toimimine nahkhiirtele ohutu. Nahkhiirte kevadised ja sügised möödalennud on seotud rändeperioodiga. Kevadel on nahkhiirte arvukus antud piirkonnas madalam kui sügisel, kuid ala läbib nahkhiirte kevadränne kui ka sügistränne. Andmete põhjal ei saa välja tuua alasid, kus oleks esinenud arvukuses olulisi erisusi.



Joonis 3.6-5. Püsiregistraatorite poolt registreeritud nahkhiirevaatluste ajaline jaotumine. Punane joon tähistab perioodi, mil registraatorid ei töötanud (Elustik OÜ, 2024).

Läbi viidud püsiregistraatori uuring kinnitas järgnevat:

- Saare-Liivi meretuulepargi uuringuala läbib nahkhiirte kevad- ja sügisränne. Sügisrändel on nahkhiirte arvukus kõrgem.
- Nahkhiired ei kasuta uuringuala suveperioodil toitumisalana. Suvel läbivad ala üksikud isendid.
- Sügisrände tipp on augusti lõpus ja septembri esimesel poolel.
- Nahkhiirte arvukus ei erinenud uuringuala eri piirkondade vahel.
- Nahkhiired liiguvad alal pea terve öö vältel, öötunde, mil nahkhiired alal ei liiguks, kindlaks ei tehtud.

3.6.3. Mõju hindamine

Suurimaks tuuleparkidega kaasnevaks probleemiks on nahkhiirte hukkumine. Hukkumise peamiseks põhjuseks on otsene kontakt liikuvate tuulikulabadega (Rydell et al. 2010¹⁶⁷; Rodrigues et al. 2015¹⁶⁸). Hukkumiskahju on üldjuhul suurem asukohtades, kus tuulikud on paigutatud nahkhiirtele sobivasse biotoopi või selle vahetusse lähedusse. Selleks võivad olla mõne nahkhiirekoloonia kodupiirkond, rannikujoone, siseveekogude, puistuservade jt lineaarsete keskkonnaelementide lähedus, mida nahkhiired kasutavad orienteerumiseks (Ijäs et al. 2017¹⁶⁹; Ahlén, Baagøe, ja Bach 2009¹⁷⁰), ja kohad, kus nahkhiired rände ajal koonduvad (Rydell et al. 2010¹⁷¹; Arnett et al. 2016¹⁷²).

Tuulepargi mõju nahkhiirtele võib lisaks tuulikute asukohale määrata ka aastaaeg. Peamiselt eristatakse mõjude kontekstis kolme perioodi – suvi ning nahkhiirte rändeperioodid sügisel ja kevadel. Eesti läbiviidud uuringute andmetel on avamerel registreeritud neli nahkhiireliiki, osadel juhtudel on määrang jäänud perekond lendlane tasemele. Tuvastatud liikideks on olnud põhja-nahkhiir (*Eptesicus nilssonii*), pargi-nahkhiir (*Pipistrellus nathusii*), suurvidevlane (*Nyctalus noctula*) ja hõbe-nahkhiir (*Vespertilio murinus*), kolme viimast peetakse pikamaaränduriteks (Hutterer et al. 2005¹⁷³). Perekonda lendlane kuuluvate liikide puhul oli tegemist tõenäoliselt veelendlase (*Myotis daubentonii*) või tiigilendlasega (*Myotis dasycneme*).

Rändliigid saavad kevadel Eestisse peamiselt maikuu jooksul, aprillis võib kohata vaid üksikuid isendeid (Leivits 2013¹⁷⁴). Mai lõpuks on nahkhiired kogunenud poegimiskolooniatesse ning rände võib lugeda lõppenuks. Sügisrände alguseks loetakse Euroopas juuli lõppu (pargi-nahkhiire puhul) või augusti algust

167 Rydell, Jens, Lothar Bach, Marie-Jo Dubourg-Savage, Martin Green, Luisa Rodrigues, ja Anders Hedenström. 2010. „Bat Mortality at Wind Turbines in Northwestern Europe“, detsember, 261–74.

168 Rodrigues, Luisa, Lothar Bach, Marie-Jo Dubourg-Savage, Branko Karapandža, Dina Kovač, Thierry Kervyn, Jasja Dekker, Andrzej Kepel, Petra Bach, ja Jan Collins. 2015. Guidelines for consideration of bats in wind farm projects: Revision 2014. UNEP/EUROBATS.

169 Ijäs, Asko, Aapo Kahilainen, Ville V. Vasko, ja Thomas M. Lilley. 2017. „Evidence of the migratory bat, *Pipistrellus nathusii*, aggregating to the coastlines in the Northern Baltic Sea“. *Acta Chiropterologica* 19 (1): 127–39. <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2017.19.1.010>.

170 Ahlén, Ingemar, Hans J. Baagøe, ja Lothar Bach. 2009. „Behavior of Scandinavian Bats during Migration and Foraging at Sea“. *Journal of Mammalogy* 90 (6): 1318–23. <https://doi.org/10.1644/09-MAMM-S-223R.1>.

171 Rydell, Jens, Lothar Bach, Marie-Jo Dubourg-Savage, Martin Green, Luisa Rodrigues, ja Anders Hedenström. 2010. „Bat Mortality at Wind Turbines in Northwestern Europe“, detsember, 261–74.

172 Arnett, Edward B., Erin F. Baerwald, Fiona Mathews, Luisa Rodrigues, Armando Rodríguez-Durán, Jens Rydell, Rafael Villegas-Patraca, ja Christian C. Voigt. 2016. „Impacts of Wind Energy Development on Bats: A Global Perspective“. *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*, toimetanud Christian C. Voigt ja Tigga Kingston, 295–323. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-25220-9_11.

173 Hutterer, Rainer, Teodora Ivanova, Christine Meyer-Cords, ja Luisa Rodrigues. 2005. *Bat Migrations in Europe: A Review of Banding Data and Literature*. Bonn: Federal Agency for Nature Conservation.

174 Leivits, Meelis. 2013. „Eesti Riikliku Keskkonnaseire Eluslooduse mitmekesisuse ja maastike seire allprogrammi seiretöö Nahkhiired 2013 aasta koondaruanne“. Keskkonnaamet.

(Dietz ja Kiefer 2016¹⁷⁵). Viimaseid rändliikide esindajaid võib meil kohata oktoobri alguses, kuid üldiselt esineb neid septembri teisest poolest alates harva (Leivits 2013¹⁷⁶). Samas võivad pikad soojad sügised, nagu viimastel aastatel esinenud on, rändsete nahkhiireliikide meil kohtamise perioodi pikendada.

Nahkhiired rändavad vaid öösiti ning ei moodusta rännates parvesid. Küll aga võivad nad koonduda teatud kohtades ranniku lähedal, kus ootavad mere ületamiseks sobiva ilma saabumist. Läänemere äärest on rändliikide kogunemisest andmeid nii Soome rannikult (Rydell et al. 2014¹⁷⁷; Ijäs et al. 2017¹⁷⁸), Eestist (O. Kalda ja Kalda 2022¹⁷⁹; Lutsar 2012¹⁸⁰; Leivits 2013¹⁸¹), Lätist (Hutterer et al. 2005¹⁸²; Šuba, Petersons, ja Rydell 2012¹⁸³) kui ka Rootsist (Ahlén et al. 2007¹⁸⁴; Ahlén, Baagøe, ja Bach 2009¹⁸⁵). See tähendab, et erilist tähelepanu tuleb tuulepargi arendamisel pöörata kohtadele, kus inimtegevus katkestab nahkhiirte lennukoridore ja rändeteid – kitsaid ribasid maastikus, kuhu nahkhiired koonduvad liikumisel ühest piirkonnast teise. Sellised koondumiskohad on võimalikud ka merel (Rodrigues et al. 2015¹⁸⁶) näiteks kohtades, kus on mere ületamine võimalik kõige lühemat teed mööda.

Saare-Liivi uuringualal läbi viidud andmestike põhjal saab teha üldistavaid järeldusi Liivi lahe ja selle ranniku olulisuse kohta nahkhiirtele. Andmed näitavad, et nahkhiirte kevadränne läbib nii Liivi lahe rannikut kui avamerd. Saare-Liivi tuulepargi uuringualal registreeriti kevadel nii püsiregistraatorite kui ka laevaloenduste abil rändavaid isendeid. Nahkhiirte arvukus kevadel oli võrreldes sügisrändega madalam. Nahkhiirte arvukus Kabli püsivaatluspunktis oli aga kevadperioodil sügisega võrreldav, seega on võimalik, et kevadel kulgeb nahkhiirte eelistatud rändetee mööda rannikut.

Suveperioodil tehti avamerel vaatluseid vaid püsiregistraatorite abil. Juunikuus registreeriti avamerel kaks nahkhiirte möödalendu. Juuni viimasest kolmandikust kuni augusti alguseni ei registreeritud uuringualal ühtegi nahkhiirte möödalendu. See näitab, et nahkhiired kasutavad antud perioodil uuringuala väga vähe. Rannikust kaugel paiknevad avamerealad on liiga kaugel selleks, et suvel sinna toituma lennata ning paremad toitumisalad paiknevad maismaal ja ranniku lähedal.

175 Dietz, Christian, ja Andreas Kiefer. 2016. *Bats of Britain and Europe*. Bloomsbury USA.

176 Leivits, Meelis. 2013. „Eesti Riikliku Keskkonnaseire Eluslooduse mitmekesisuse ja maastike seire allprogrammi seiretöö Nahkhiired 2013 aasta koondaruanne“. Keskkonnaamet.

177 Rydell, Jens, Lothar Bach, Petra Bach, Laura Guia Diaz, Joanna Furmankiewicz, Nina Hagner-Wahlsten, Eeva-Maria Kyheröinen, et al. 2014. „Phenology of Migratory Bat Activity Across the Baltic Sea and the South-Eastern North Sea“. *Acta Chiropterologica* 16 (1): 139–47. <https://doi.org/10.3161/150811014X683354>.

178 Ijäs, Asko, Aapo Kahilainen, Ville V. Vasko, ja Thomas M. Lilley. 2017. „Evidence of the migratory bat, *Pipistrellus nathusii*, aggregating to the coastlines in the Northern Baltic Sea“. *Acta Chiropterologica* 19 (1): 127–39. <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2017.19.1.010>.

179 . Kalda, Oliver, ja Rauno Kalda. 2022. „Nasva nahkhiirte uuring“. Tallinn, Tartu.

180 Lutsar, Lauri. 2013. „Nahkhiirte uuring Uusmatala, Kuradimuna madala ja Tallinna madala piirkonnas 2012. aasta augustis ja septembris“. Tallinn.

181 Leivits, Meelis. 2013. „Eesti Riikliku Keskkonnaseire Eluslooduse mitmekesisuse ja maastike seire allprogrammi seiretöö Nahkhiired 2013 aasta koondaruanne“. Keskkonnaamet.

182 Hutterer, Rainer, Teodora Ivanova, Christine Meyer-Cords, ja Luisa Rodrigues. 2005. *Bat Migrations in Europe: A Review of Banding Data and Literature*. Bonn: Federal Agency for Nature Conservation.

183 Šuba, Jurgis, Gunars Petersons, ja Jens Rydell. 2012. „Fly-and-forage strategy in the bat *Pipistrellus nathusii* during autumn migration“. *Acta Chiropterologica* 14 (2): 379–85.

184 Ahlén, Ingemar, Lothar Bach, Hans J. Baagøe, ja Jan Pettersson. 2007. *Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia*. Stockholm: Swedish Environmental Protection Agency.

185 Ahlén, Ingemar, Hans J. Baagøe, ja Lothar Bach. 2009. „Behavior of Scandinavian Bats during Migration and Foraging at Sea“. *Journal of Mammalogy* 90 (6): 1318–23. <https://doi.org/10.1644/09-MAMM-S-223R.1>.

186 Rodrigues, Luísa, Lothar Bach, Marie-Jo Dubourg-Savage, Branko Karapandža, Dina Kovač, Thierry Kervyn, Jasja Dekker, Andrzej Kepel, Petra Bach, ja Jan Collins. 2015. *Guidelines for consideration of bats in wind farm projects: Revision 2014*. UNEP/EUROBATS.

Sügisrändel läbivad nahkhiired nii rannikut kui uuringuala. Rände tipp jääb mõlemal juhul umbes samasse perioodi – septembri algusesse ja keskpaika. Avamerel tehtud registreeringud näitasid, et nahkhiiri lendab mere kohal terve augustikuu vältel, kuid enim kuu lõpus. Samuti leidub nahkhiiri merel septembri alguses. Mõlema meetodi puhul jäi nahkhiirte möödalendude hulk tunni kohta samasse suurusjärku. Püsivaatluspunktid näitasid, et nahkhiirte arvukus ei erine uuringuala osade vahel.

Nahkhiirte ränne ja üldine aktiivsus (suhteline arvukus konkreetsetes asukohas) on suuresti mõjutatud ilmastikutingimustest, täpsemalt kolmest parameetrist: tuulekiirusest, temperatuurist ja sademetest (Sander Lagerveld, Poerink, ja Geelhoed 2021¹⁸⁷). Nahkhiired kasutavad rändamiseks ja ka toitumiseks tuulevaikseid või madala tuulekiirusega öid ning tuulekiiruse suurenedes nende lennuaktiivsus langeb. Mitmed uuringud on leidnud, et enamik nahkhiirte möödalende jääb tuulekiirustele 0 kuni 6 m/s (Sander Lagerveld et al. 2015¹⁸⁸; Behr et al. 2017¹⁸⁹). Sarnaseid tulemusi on saadud Eestis nii maismaalt (Suigusaar 2022¹⁹⁰; O. Kalda ja Kalda 2022¹⁹¹; 2018; R. Kalda ja Kalda 2018¹⁹²) kui merelt (Lutsar 2019¹⁹³). Suurematel tuulekiirustel registreeritakse vaid üksikuid möödalende.

Peale tuulekiiruse on nahkhiirte rändeintensiivsus ja suhteline arvukus korrelatsioonis ka temperatuuriga - mida madalam temperatuur, seda vähem lendab ka nahkhiiri.

Eestis avamerel läbi viidud uuringud on näidanud, et nahkhiirte suhteline arvukus, väljendatuna möödalendude arvuna tunnis, varieerub suurel määral. Enamikul öödest nahkhiiri ei registreerita ning öödel kui loomi registreeritakse, jääb nahkhiirte suhteline arvukus vahemikku 0,3-2 möödalendu tunnis (Lutsar 2017; 2019^{194,195}).

Läbiviidud Saare-Liivi meretuulepargi uuringu tulemused näitasid, et nahkhiired ei lenda merel iga ilmaga. Eelistati sademeteta ja vaikse tuulega ilmasid, pooled registreeringutest tehti aegadel mil eelneva tunni keskmine tuulekiirus oli alla 1,9 m/s, 75% möödalendudest registreeriti tuulekiirustel kuni 2,5 m/s ning 90% möödalendudest registreeriti tuulekiirustel kuni 4,6 m/s.

Sarnastele tulemustele on jõutud ka Põhjamerel paiknevas tuulepargis (Sander Lagerveld, Poerink, ja Geelhoed 2021¹⁹⁶), kus 67% pargi-nahkhiire registreeringutest leidis aset tuulekiirustel alla 5 m/s ning vaid 2% kiirustel üle 8 m/s. Samas tuleb märkida, et antud uuringus kasutati öö keskmiseid ilmastikunäitajaid.

187 Lagerveld, Sander, Bob Poerink, ja Steve Geelhoed. 2021. „Offshore Occurrence of a Migratory Bat, *Pipistrellus nathusii*, Depends on Seasonality and Weather Conditions”. *Animals* 11 (detsember): 3442. <https://doi.org/10.3390/ani11123442>.

188 Lagerveld, Sander, Bob Jonge Poerink, Pepijn de Vries, ja Michaela Scholl. 2015. „Bat Activity at Offshore Wind Farms LUD and PAWP in 2015”, 32.

189 Behr, Oliver, Robert Brinkmann, Klaus Hochradel, Jürgen Mages, Fränzi Korner-Nievergelt, Ivo Niermann, Michael Reich, Ralph Simon, Natalie Weber, ja Martina Nagy. 2017. „Mitigating bat mortality with turbine-specific curtailment algorithms: A model based approach”. *Wind Energy and Wildlife Interactions*, 135–60. Springer.

190 Suigusaar, Anette. 2022. „Nahkhiirlaste rändedünaamika ja seda mõjutavad tegurid Kablis”, mai. <https://dspace.tktk.ee/handle/20.500.12863/4334>.

191 Kalda, Oliver, ja Rauno Kalda. 2022. „Nasva nahkhiirte uuring”. Tallinn, Tartu.

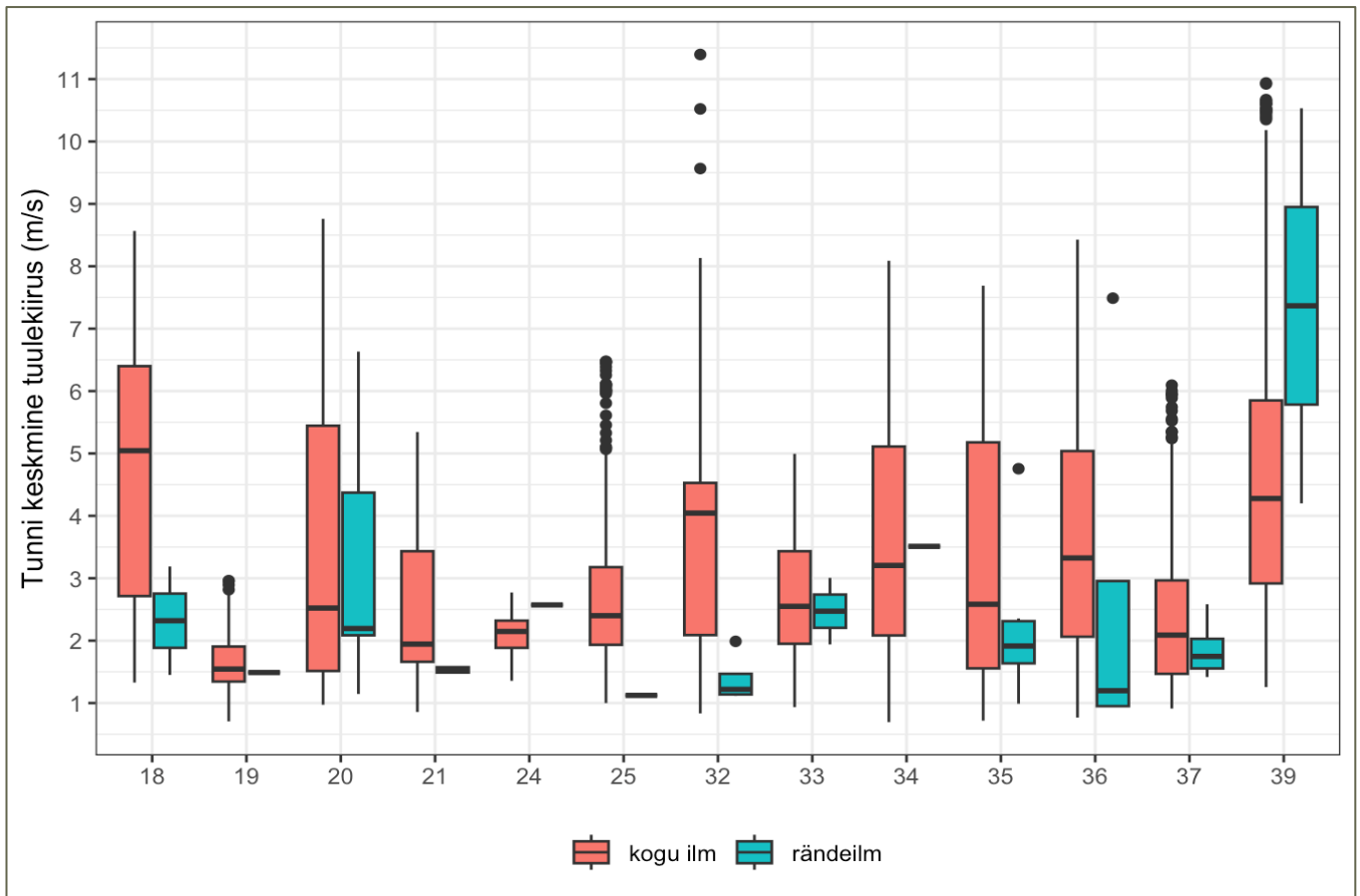
192 Kalda, Rauno, ja Oliver Kalda. 2018. „Nahkhiirte uuring Saarde valda kavandatavate P14, P15 ja P16 tuuleparkide mõju kohta nahkhiirtele”.

193 Lutsar, Lauri 2019. „Nahkhiirte uuring merel Saaremaa ümbruses 2018. aasta juulist oktoobrini”, 20.

194 Lutsar, Lauri 2017. „Nahkhiirte uuring Veiserahul ja Kerjurahul 2016. aasta augustis, septembris ja oktoobris”, 21.

195 Vt viide 187

196 Lagerveld, Sander, Bob Poerink, ja Steve Geelhoed. 2021. „Offshore Occurrence of a Migratory Bat, *Pipistrellus nathusii*, Depends on Seasonality and Weather Conditions”. *Animals* 11 (detsember): 3442. <https://doi.org/10.3390/ani11123442>.



Joonis 3.6-6 Nahkhiirte möödalendude sõltuvus tuulekiirusest. X-teljel on toodud nädala number. Joonisel on kuvatud Saare-Liivi esialgsel ja Saare-Liivi täiendaval alal kogutud andmed (Elustik OÜ, 2024).

Üksikuid vaatluseid tehti ka kõrgematel tuulekiirustel, kõige suurem tuulekiirus, mille puhul nahkhiir registreeriti, oli 10,3 m/s.

Nahkhiired rändavad peamiselt ida- ja lõunakaartest puhuvate tuulte puhul. Läänepoolsetest puhuvate tuulte puhul nahkhiired avamerele ei rännanud. Öine temperatuur rännet ei mõjuta.

Kokkuvõttes näitas uuring, et nahkhiired asustavad uuringu ala vaid hooajaliselt ning teatud ilmastikutingimustel. See annab võimaluse lähtuda uuringu tulemustest ning vältida olulist negatiivset mõju nahkhiirte populatsioonidele. Saare-Liivi tuulepargi mõju avaldub potentsiaalselt tuulepargi opereerimise kestel. Tuulepargi (sh sellega seotud kaablite paigaldamise) mõju ehitamise ja demonteerimise perioodil võib pidada mitte oluliseks.

Nahkhiirte hukkumisriski saab oluliselt vähendada, peatades tuulikute töötamise sügisrände perioodil (1. august – 15. september) päikseloojangust päikesetõusuni sademeteta ilmaga, madalamatel tuulekiirustel kui 5 m/s.

3.6.4. Keskkonnameetmed

LEEVENDUSMEETMED

Nahkhiirte hukkumisriski saab oluliselt vähendada, peatades tuulikute töötamise sügisrände perioodil (1. august – 15. september) päikeseloojangust päikesetõusuni madalamatel tuulekiirustel kui 5 m/s. Piiranguid tuleb rakendada päikeseloojangust päikesetõusuni sademeteta ilmaga.

Järgnevalt kirjeldatud järeelseire käigus on võimalik hinnata uuesti tuulikute töö piiramise vajadust ning täpsustada piirangute ajalist kestvust. Järelmonitooringu alusel saab hinnata ka piirangute ruumilist ulatust. Piisavalt tiheda seirevõrgu alusel on võimalik välja selgitada, kas tuulepargis on piirkondi, kus rändavate nahkhiirte arvukus on oluliselt madalam ning kas leevendusmeetmeid peab rakendama kõikide tuulikute puhul või on see vajalik vaid osade tuulikute puhul.

Juhul kui tulevikus tekivad usaldusväärsed tehnilised lahendused muud tüüpi leevendusmeetmete kasutamiseks, nt radaritel, infrapunakaameratel või muul sensoorikal põhinevad tuulikute peatamise mehhanismid, võib ekspertidega kooskõlastades rakendada eeltoodu asemel ka neid.

KESKKONNASEIRE

Järelmonitooring tuleb meretuulepargis läbi viia kahel tuulepargi käivitumisele järgneval aastal. Järelmonitooringu käigus tuleb hinnata nahkhiirte suhtelist arvukust ning võrrelda seda alusuuringu käigus kogutud andmetega. Vältimaks registraatorite asukohast tulenevaid kaasmõjusid, tuleks seadmed paigaldada tuulepargi samadesse piirkondadesse. Ajutiste poide asemel on järelmonitooringuks otstarbekas paigaldada registraatorid tuulikute hooldusplatvormidele. Järelmonitooring tuleb läbi viia peale tuulepargi valmimist ja käivitumist.

Senised uuringud viitavad, et nahkhiired rändavad mere kohal peamiselt kuni 10 (20) m kõrgusel, kuid on teateid ka kõrgemal lennanud nahkhiirtest (S. Lagerveld et al. 2020¹⁹⁷). Hindamiseks nahkhiirte hukkumisriski, tuleks lisaks merepinna lähedal olevatele registraatoritele kasutada ka seadmeid, mis paigaldatakse tuuliku labade tööalasse, et hinnata nahkhiirte lennuaktiivsust ohutsoonis. Varasemad uuringud Põhjamerel on näidanud, et nahkhiirte lennuaktiivsus tuulikute labade kõrgusel on tuuliku jalamil paiknevast oluliselt madalam (nt Brabant et al. 2020¹⁹⁸), kuid vastavaid uuringuid mere kohal on vähe ja Eesti lähipiirkonnas need puuduvad.

Hukkuvate nahkhiirte arvukuse hindamiseks maismaa tuuleparkides kasutatakse mitmeid arvutuskäike (Bernardino et al. 2013¹⁹⁹), kuid metoodiliselt on protsess sarnane, hõlmates hukkunud loomade otsimist, nende otsimise efektiivsuse hindamist ning hukkunud loomade otsingualal püsivuse hindamist. Avamere tuuleparkides hukkunud loomad ei säili, seega ei ole hukkunud loomade otsimisel põhinevat metoodikat võimalik kasutada. S. Lagerveld et al. 2020²⁰⁰ toovad välja põhimõttelised võimalused hukkuvate loomade arvu hindamiseks avamere tuuleparkides, kuid hästi rakendatavad lahendused hetkel puuduvad. Täpset

197 Lagerveld, S., C.A. Noort, L. Meesters, L. Bach, P. Bach, ja Steve Geelhoed. 2020. „Assessing Fatality Risk of Bats at Offshore Wind Turbines“. Den Helder: Wageningen Marine Research. <https://doi.org/10.18174/518591>.

198 Brabant, Robin, Yves Laurent, Bob Poerink, ja Steven Degraer. 2020. „Activity and Behaviour of *Nathusius' Pipistrelle* *Pipistrellus nathusii* at Low and High Altitude in a North Sea Offshore Wind Farm“. *Acta Chiropterologica* 21 (jaanuar): 341–48. <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2019.21.2.009>.

199 Bernardino, J, R Bispo, H Costa, ja M Mascarenhas. 2013. „Estimating Bird and Bat Fatality at Wind Farms: A Practical Overview of Estimators, Their Assumptions and Limitations“. *New Zealand Journal of Zoology* 40 (1): 63–74. <https://doi.org/10.1080/03014223.2012.758155>.

200 Vt viide 191

metoodikat ei ole hetkel võimalik välja tuua, kuid on võimalik, et sobivad lahendused tekivad lähitulevikus. Saare-Liivi meretuulepargi valmimisel tuleks üle vaadata selleks ajaks olemas olevad metoodikad hukkuvate nahkhiirte arvukuse hindamiseks ning lähtuda selleks ajaks välja kujunenud parimatest praktikatest.

3.6.5. Kokkuvõte

Saare-Liivi meretuulepargi mõju avaldub potentsiaalselt tuulepargi opereerimise kestel, siis kui tuulikute labad liiguvad pimedal ajal. Seisvate labadega tuulik nahkhiirtele mõju ei avalda. Seega võib tuulepargi mõju ka ehitamise ja demonteerimise perioodil pidada mitteoluliseks.

Nahkhiirte arvukus kevadrände perioodil on uuringualal väike, kevadrände aegne oht nahkhiirte populatsioonidele on madal.

Nahkhiired läbivad uuringuala suveperioodil väga harva. Oht nahkhiirte populatsioonidele on sel perioodil madal.

Uuringuala läbib nahkhiirte sügisränne. Tuulepargi potentsiaalset mõju nahkhiirtele saab leevendada. Tuulikute võimalikku mõju nahkhiirtele leevendab asjaolu, et planeeritavad tuulikud töötavad suurematel tuulekiirustel (keskmine tuulekiirus tuulepargi alal üle 9 m/s), mil nahkhiirte lennuaktiivsus on madal või puudub üldse. Tuulikud alustavad tööd tuulekiirusega umbes 5 m/s ning arvesse võttes nahkhiirte rändekiirust ca 5–6 m/s), toimub ränne enamasti suhteliselt vaikse ilmaga, mil tuulikud ei tööta või töötavad aeglastel pööretel, mille puhul oht nahkhiirtele on väike.

Tabel 3.6-3. Tuulepargi kavandamisega kaasnev mõju ja selle olulisus

Kaasnev tagajärg/mõju	Mõju olulisus	Leevendusmeetmete rakendamise vajadus, lõplik mõju olulisus
Ehituse ja demonteerimise etapp		
elupaikade kadu	0	
häiring	0	
kokkupõrkerisk	0	
Opereerimise etapp		
kokkupõrkerisk	-/--	Tuulepargi potentsiaalset mõju nahkhiirtele saab leevendada; Koondmõju: 0

KMH aruandes kasutatav olulise keskkonnamõju skaala: - vähene negatiivne mõju, -- oluline negatiivne mõju, 0 - mõju puudub, neutraalne, + vähene positiivne mõju, ++ oluline positiivne mõju

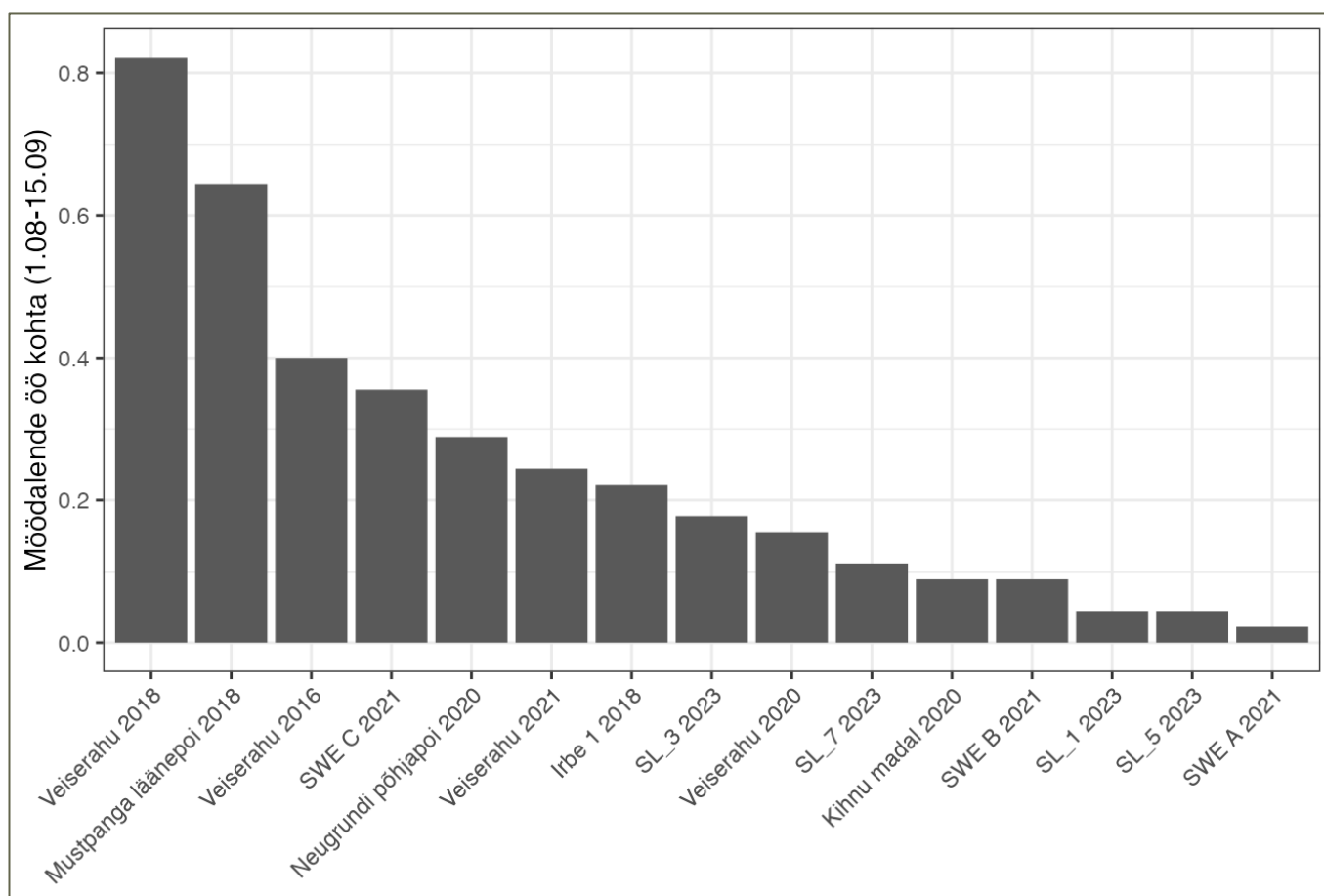
3.6.6. Kumulatiivne mõju

Eesti läänerannikut ja Liivi lahte võib pidada üheks peamiseks rändeteeks, mida läbivad pargi-nahkhiire, suurvidevlase ja teiste, meil ja lähialadel leiduvate, rändsete nahkhiireliikide populatsioonid (Gaultier et al. 2020). Nahkhiirte hukkumiskasvab tuulikute arvu ning tuuleparkide pindala kasvades. Seega on tõenäoline, et Liivi lahte rajatavate tuuleparkide puhul on nende mõju kumulatiivne ja oleneb sellest, kas Liivi lahte ja lähialadele rajatakse tuuleparke 1, 2 või rohkem. Kavandatavast Saare-Liivi meretuulepargist kagusuunas on arendamisel ja sarnases loamenetluse etapis Liivi lahe meretuulepark (vt joonis 2.2-4)²⁰¹.

²⁰¹ <https://liivimeretuulepark.ee/projekti-info>

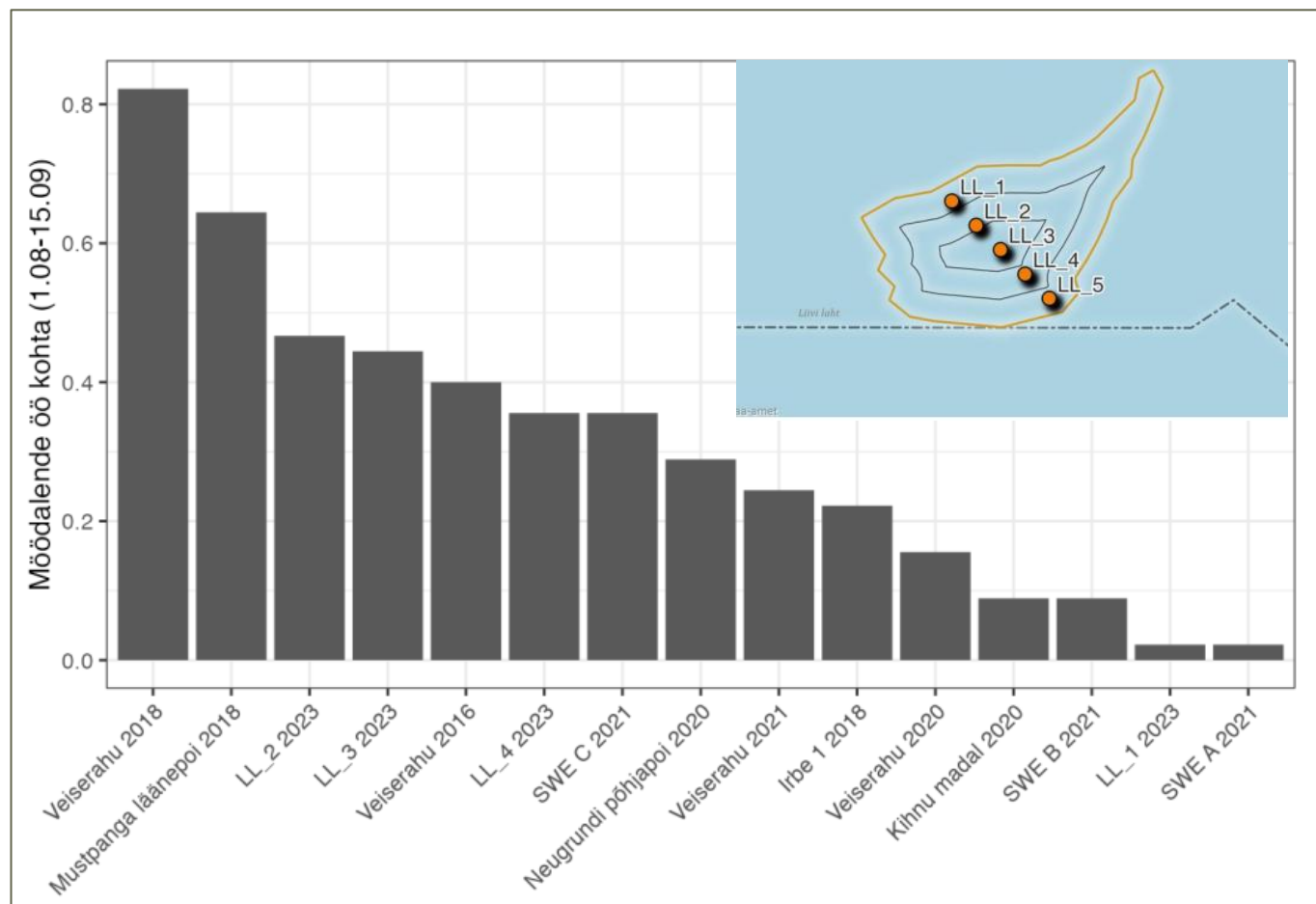
Mida rohkem on tuulikuid, seda suurem võib olla mõju populatsioonile. Käsiitivaliste puhul peetakse tuuleparkide põhjustatud hukkamise kumulatiivset mõju eriti oluliseks, kuna nahkhiired on madala sigimispotentsiaaliga rühm. Meie piirkonda asustavatel liikidel on aastas üldjuhul 1-2 järglast ning emasloomad ei sigi igal aastal, samuti on noorloomade suremus esimesel eluaastal suur ka looduslikult (Russo 2024). (Mere)tuulepargid lisavad meie piirkonda uue inimtekkelise surveteguri, mille ruumiline ulatus on ajas kasvav (lisanduvate parkide arv ei ole teada). Uus survetegur võib tekitada olukorra, kus populatsioonide aastane juurdekasvu vähenemine omab nende pikaajasele säilivusele olulist mõju. Täpset mõju suurust ja lävendväärtust, millest alates mõju on talumatu, ei ole teada. Seetõttu tuleb tuuleparkide rajamisel lähtuda ettevaatuspõhimõttest ja rakendada vastavaid leevendusmeetmeid, vt ptk 3.6.4.

Eestis on avamerel kogutud nahkhiirte andmeid erinevate uuringute käigus alates 2016. aastast. Joonis 3.6-7 näitab, et nahkhiirte möödalenude arv seni tehtud uuringute käigus jääb sügisrände perioodil vahemikku 0,82 kuni 0,02 möödalenud öö kohta. Järgnevatel joonistel on kokku kogutud kogu teada olev ja kättesaadav andmestik. Kuna uuringute perioodid on olnud erinevad, siis on kasutatud vaid sügisrände perioodi andmeid. Enim nahkhiiri on kindlaks tehtud 2018. aastal Veiserahul. Veiserahu asub Sõrve poolsaare rannikul ning seda teed võib pidada lühimaks nahkhiirte rändeteeks. Sügisrändeperioodil tuvastati nahkhiiri kolme püsiregistraatori juures. Poi SL_3 juures oli nahkhiirte arvukus varasemate mereuuringutega võrreldes keskmine. Poide SL_4, SL_1 ja SL_5 juures oli arvukus madal.



Joonis 3.6-7. Registreeritud nahkhiirte möödalenude hulk sügisrändeperioodil Eesti avamerel läbi viidud uuringute käigus. Kõigi uuringute käigus on kasutatud ecoObs Batcorder registraatoreid. *Andmed on standardiseeritud selliselt, et need väljendaksid möödalenude arvu öö kohta, kogu sügisrändeperioodi osas. Arvesse on võetud ultraheliregistraatorite tegelikke tööperioode, see tähendab, et ööd mille vältel seadmed mõne tõrke tõttu ei töötanud on arvutusest välja jäetud (Elustik OÜ, 2024).

Liivi lahe meretuulepargi ala osas läbi viidud uuringuaruandes „Liivi lahe meretuulepargi ehituseelse käsitiivaliste uuring; koostanud Elustik OÜ, 2023 (Elustik OÜ, 2023)”²⁰² on toodud, et Liivi lahel paiknenud poisid LL_2, LL_3 ja LL_4 võib pidada keskmisest kõrgema rändearvukusega asukohtadeks (joonis 3.6-8). Külgmiste poide LL_1 ja LL_5 puhul oli rändeaktiivsus madal. Poide LL_2, LL_3 ja LL_4 juures registreeriti vastavalt 22, 20 ja 16 möödalendu, mis on ca poole võrra rohkem võrrelduna Saare-Liivi uuringualal registreeritud möödalenududega.



Joonis 3.6-8. Registreeritud nahkhiirte möödalenude hulk sügisrändeperioodil Eesti avamerel läbi viidud uuringute käigus. Kõigi uuringute käigus on kasutatud ecoObs Batcorder registraatoreid. *Andmed on standardiseeritud selliselt, et need väljendaksid möödalenude arvu öö kohta, kogu sügisrändeperioodi osas. Arvesse on võetud ultraheliregistraatorite tegelikke tööperioode, see tähendab, et ööd mille vältel seadmed mõne tõrke tõttu ei töötanud on arvutusest välja jäetud (Elustik OÜ, 2023).

Nahkhiirte rände seisukohalt saab pidada Saare-Liivi kavandatava tuulepargi ala sobivaks tuulepargi arendamise seisukohast, kuna tuvastatud nahkhiirte arvukus projektialal oli teiste varasemate avamerel teostatud uuringutega võrreldes pigem vähene ning rändesagedus oli samuti pigem madal.

Liivi lahes tervikuna on oluline tuulikuparkidest vabaks jätta nahkhiirte peamised rändesuunad (kokkupõrkeohu leevendamiseks) või vajadusel ette näha vastavad leevendavad meetmed (vt ptk 3.6.4). Liivi lahe meretuulepargi nahkhiirte uuring on mh ettenäinud sarnase meetme rakendamise vajaduse.

²⁰² Avaldatud <https://jvis.ttja.ee/modules/dokumendiregister/view/1008841> (vaadatud seisuga, 8.01.2025)

3.6.7. Teadmiste lüngad

Nahkhiirte puhul on teadmiste lünki nende kohta käivates põhiteadmistes Eesti populatsiooni suuruses ja liigispetsiifilises levikus, nt nende lennukõrguses Eesti merealal.

Läbi viidud Saare-Liivi uuringus paiknesid poidele kinnitatud registraatorid merepinnast ca 2 m kõrgusel ning laevaloendusel kasutatud mikrofonid 2-3 m kõrgusel. Kuna ultraheliregistraatorid suudavad nahkhiiri tuvastada mõnekümne kuni saja meetri kauguselt, tuleb tulemusi tõlgendades arvestada, et me ei tea, kas nahkhiiri lendas mikrofonide kuuldeulatusest ka kõrgemal. Kirjanduses leidub siiski viiteid asjaolule, et tõenäoliselt lendab suurem osa nahkhiirtest merel pigem madalal. Näiteks Belgia rannikul läbiviidud uuringus hinnati nahkhiirte arvukust tuuleturbiini jalamil (16 m merepinnast) ja turbiini gondli kõrgusel (92 m). Uuringu käigus tehti kindlaks vaid pargi-nahkhiire esinemine mere kohal ning möödalendude arv 92 m kõrgusel oli ligikaudu 10% turbiini jalamil registreeritust (Brabant et al. 2020²⁰³). Sarnaseid tulemusi on saadud ka maismaatuuleparkidest. Ahlén et al. 2007 kirjeldavad, kuidas radarit ja käsidetektorit kasutades määrati nahkhiirte lennukõrguseid avamere tuuleturbiinide ümbruses Lõuna-Rootsi rannikul. Tulemused näitasid, et enamus nahkhiirte lennuajast möödus merepinnast kuni 40 m kõrgusel, kuid väheseid nahkhiiri registreeriti ka kõrgemal.

3.7. Hülged

Käesolev peatükk tugineb alusuuringule „Saare Liivi tuulepargi hüljeste uuringu aruanne; MTÜ Pro Mare 2024“. Uuring leitav lisas 3.10. Lisaks on KMH alusuuringuna läbi viidud eksperimentaaluuring „Hallhülge kohalolu tuvastus allveehelide salvestustest, koostanud Mirko Mustoneni (TTÜ), 2024. Viimase uuringu eesmärk oli selgitada kas on võimalik tuvastada hüljeste kohaolu akustiliste meetmete abil. Uuring tulemused leitavad lisas 3.11.

Eesti kontekstis on hülged kõige helitundlikumad liigid, seega allveemüra hindamisel hüljestele tuginetakse uuringule „Saare-Liivi tuulepargi veealuse müra mõju hindamine“; koostanud Taltech, Konstruktsiooni- ja vedelikumehaanika UR, 2024 (edaspidi käesolevas töös: Veealuse müra uuring – Taltech, 2024), vt Lisa 3.1. Käesolevas peatükis antakse ülevaade allveemüra mõjust hüljestele nii kavandatava tuulepargi ehituse kui kasutuse etapis.

3.7.1. Alternatiivide käsitus

Hüljeste uuringu koostamise sisendina on aluseks võetud selleks ajaks välja kujunenud Saare-Liivi meretuulepargi põhialternatiiv 2.

Käesolevas peatükis on tehnilistest alternatiividest vaatluses vundamenditüübid gravitatsiooniline vundament ja vaivundament. Allveemüra uuring käsitleb nende paigaldamistehnoloogiatena nii puurimist kui rammimist ja sellega kaasnevaid mõjusid (vt ptk 2.7). Allveemüra hinnangu andmise hetkel oli juba välja kujunenud põhialternatiiv 3 ruumiline ulatus, millega kavandatakse alale 80 tuulikut.

²⁰³ Brabant, Robin, Yves Laurent, Bob Poerink, ja Steven Degraer. 2020. „Activity and Behaviour of *Nathusius' Pipistrelle Pipistrellus nathusii* at Low and High Altitude in a North Sea Offshore Wind Farm“. *Acta Chiropterologica* 21 (jaanuar): 341–48.
<https://doi.org/10.3161/15081109ACC2019.21.2.009>.

3.7.2. Keskkonnaseisundi kirjeldus

Liivi laht on poolsuletud mereala, mida asustavad kaks hülgealiiki - hallhüljes (*Halichoerus grypus*) ja viigerhüljes (*Pusa hispida*). Laht on nii hall- kui viigerhülge poolt pidevalt asustatud ja erinevateks bioloogilisteks funktsioonideks on kasutuses võtmeelupaigad.

Hüljeste uuringu läbiviimise eesmärk oli hinnata Saare-Liivi kavandatava tuulepargi mereala olulisust hüljeste elupaigana ning välja tuua võimalikke häiringuid, mis võivad hülgeid sellel alal või ka sellega seotud merealadel mõjutada. Seega keskenduti eelkõige vahetult Saare-Liivi tuulepargile, kuid arvestades, et see moodustab meres laialt liikuvate loomade geograafilisest levilast vaid osa, on võetud mõjude olemuse määratlemisel arvesse ka suurema ulatusega protsessid ning hall- ja viigerhülge seisundeid ning kaitsekorralduslikku staatust nii Liivi lahe, Eesti rannikumere kui ka kogu Läänemere tasandil.

Uuringus vaadeldakse alamasurkonnana Liivi lahte elupaigana kasutavaid hülgeid sõltumata sellest, kas nad tegelikult liiguvad laiemalt Läänemeres ringi. Liivi lahe puhul tuleb käsitleda lahte kui poolsuletud mereala, mille piires toimuv on mereimetajate liikumise ulatust arvesse võttes üks ökoloogiline meresüsteem. Ehk siis eeldame konservatiivselt, et kui isend on sisenenud Liivi lahte, on ta osa sellest meresüsteemist ja mõjutatav seal valitsevatest tingimustest.

Eesti läänerrannikul on aastatel 2007-2023 telemeetriliste seadmetega (ARGOS ja GPS/GSM platvorme) märgistatud kokku 22 viigerhüljest, kellest 21 on seotud Liivi lahaga ning 21 hallhüljest (18 Eestis ja 3 Leedus), kellest Liivi lahaga on seotud 12. Hüljeste kaardistamise meetodikat on täpsemalt kirjeldatud lisa 3.10 ning uuringus kasutatud loomade ja märgiste andmed on toodud lisa 3.10, Lisa I.

HÜLJESTE ARVUKUS LÄÄNEMERES JA LIIVI LAHES

Hallhüljes

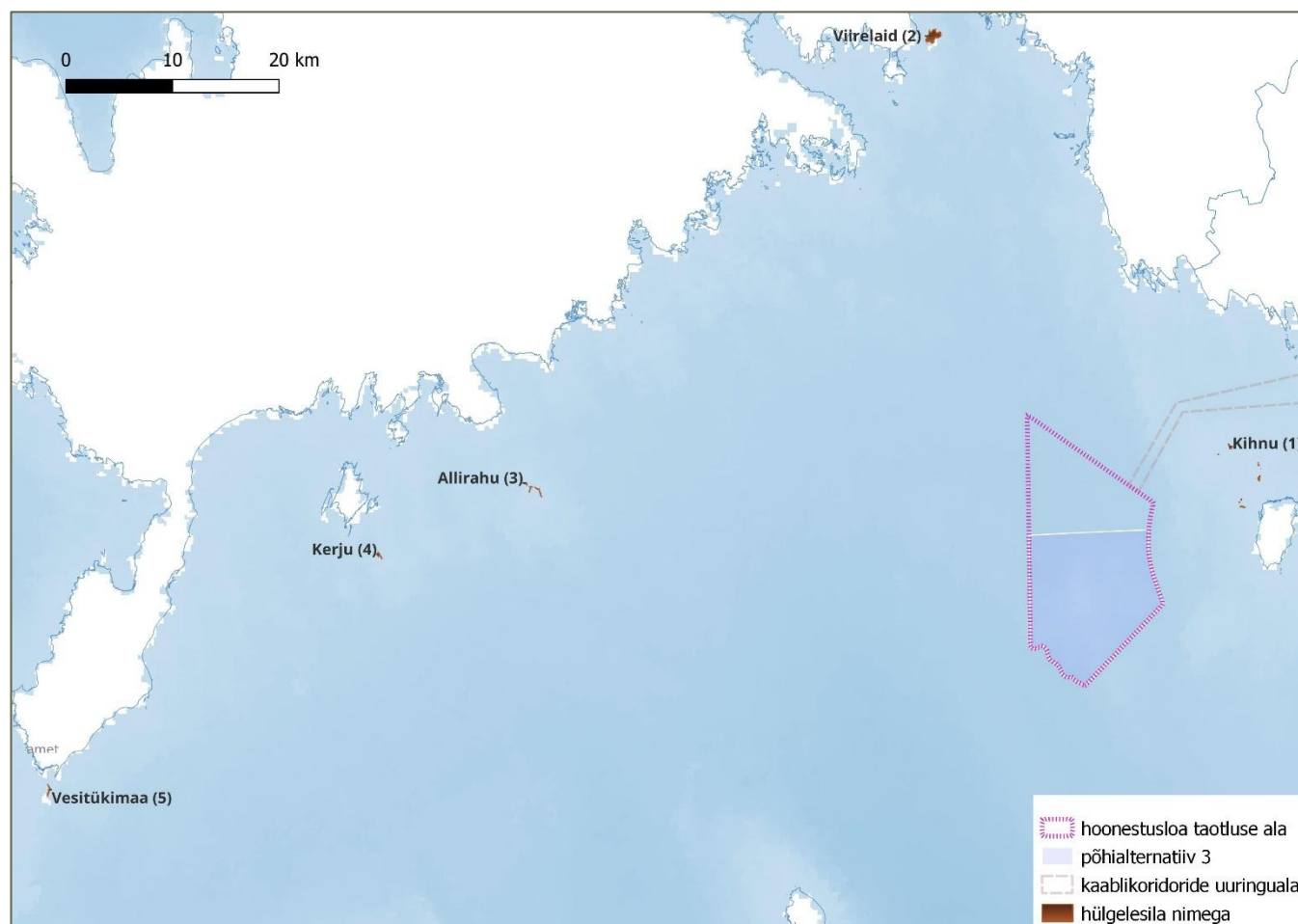
Hallhülge arvukus on alates ajaloolisest madalseisust 1970ndatel aastatel, kui kogu arvukuseks hinnati umbes 3000 isendit (Hårding jt. 2007), tõusnud vähima arvukuseni ca 45800 (HELCOM 2023²⁰⁴). Asurkonna tõus on viimase viie aasta lõikes näitamas vähenemise märke, kuid trend on positiivne, hülgeid on arvukalt ning liiki ei peeta nende näitajate põhjal ohustatuks. Eestis on hallhüljeste arvukus rahvusvahelise, ühtlustatud meetodikaga loenduse perioodil kasvanud vähemalt 1148 isendilt (2000) 6324 isendini 2023. aastal (Pro Mare 2023). Viimase 5 aasta perioodi keskmisi võrreldes näeme, et Eestit asustab kevadise karvavahetuse perioodil ca 13% Läänemere hallhüljestest ehk vähemus.

Eesti hallhüljeste leviku võib suures plaanis jagada neljaks alampiirkonnaks: Soome laht, Põhja-Hiiumaa, suursaarte läänerrannik ja Liivi laht (joonis 3.7-1). Nende alampiirkondade tingliku jaotuse aluseks on hülgelesilate paiknemine ning rannikumere geograafia - need alad on üksteisest ruumiliselt eraldatud määral, mis lubab eeldada loomade vähemat liikumist nende alade vahel ja neil aladel paiksete loomade liikumist peamiselt selle ala piires, kuigi see ei ole alati nii.

Liivi lahe hallhüljeste arvukus mereala suuruse kohta (ohtrus) on Eesti ranniku kõrgeim (tabel 3.7-1). Liivi lahes on hallhüljestel viis jäävabal ajal püsivalt asustatud lesilat (joonis 3.7-1), millest kavandatava tuulepargi alale ja kaablikoridorile lähim (vastavalt ca 7 ja 4 km) on Kihnu madalatel. Arvukuse maksimum (119) on sealt loendatud 2020, aasta seire käigus. Teistel aegadel on loomi seal pidevalt võimalik näha, kuid nende hulk kividel ei ületa kolmekümmet isendit, ehk siis on Liivi lahe kontekstis tegemist kõige väiksema lesilaga. Selle ala olulisus Läänemere ruumis seisneb peamiselt selles, et see on viimane

²⁰⁴ HELCOM 2023. 2nd Informal Consultation Session of the Expert Group on Marine Mammals IC EG MAMA 2-2023 Stralsund, 12.09.2023-14.09.2023.

hallhülgele liigile sobiv puhkekoht Eesti rannikul ja võib olla selle tõttu vajalik peatuspaik nn pika reisi hüljestele, kes liiguvad piki Liivi lahe idakallast.



Joonis 3.7-1. Hüljeste lesilad Liivi lahes ja kavandatava Saare-Liivi tuulepargi läheduses

Tabel 3.7-1. Hallhüljeste arvukusest arvatud ohtrusindeks Liivi lahes

Mereala	Loendus (2017 - 2021 keskmine ja SD%)*	% loendusest	Arvatatud pindala km ²	Hülgeid/pindala (ohtrusindeks)
Liivi laht (Sõrvest idas)	2997±24%	53,6	8040	0,37
Väinamere põhjaosa ja Hiiumaa põhjaosa (Osmussaar - Vormsi N - Ristna)	1229±23%	22,0	3690	0,33
Saarte läänerannik (Ristna- Sõrve)	1221±22%	21,9	6300	0,1
Soome laht (Osmussaarest idas)	375 ± 45%	6,7	8550	0,04

Suuruselt teine, Suure väina lõunaosas 30 km kaugusel paiknev Viirelaidu hallhülgelesila on samuti jäävabal perioodil pidevalt asustatud kuni 140 hülge poolt, 30-100 isendilised karjad on seal tavalised, kuid

madaliku suurus seab arvukusele ülempiiri. Need loomad on tõenäoliselt seotud enam mandri läänerranniku ja Väinameriga, kuid kauguselt sobib neile toitumiseks ka Pärnu laht.

Eesti ja Liivi lahe suurim hallhüljeste lesila on Allirahu looduskaitsealal Saaremaa lõunarannikul tuulepargi alast 45 kilomeetri kaugusel. Seal on 2022. ja 2023. aasta seire käigus loendatud üle 3000 hallhülge ning seal 2023. aastal loendatud 2713 poega eeldab suurt sissetõu, sest nii paljude poegade sünd eeldab vähemalt 5000 täiskasvanud isendi osalust.

Oluliseks poegimisalaks võib olla, olenevalt jääoludest, ka Kerju lesila, mis üldiselt teistel aastaaegadel on asustatud suhteliselt juhuslikult. Samas näitab suur erinevus seiratud maksimumis (168, 2022) ja loendatud poegade arvus (ca 1100, 2020) väga olulist sissetõu Liivi lahte.

Kaugeim (100 km) ja ilmselt väga nõrgalt Saare-Liivi tuulepargi alaga seotud on Vesitükimaa Sõrve poolsaare tipus, kuid see on siiski Liivi lahe meresüsteemi osa ning seal toimuvat peab arvestama, sest ka seal poegivad hülged võivad tulla Liivi lahe jääle, kui selleks on soodsad olud. Seirega on seal tuvastatud kasvav arvukus kevadeti, mis 2023. aastal jõudis juba 692 isendini (2023) ning sealt loetud 959 poega (2023) võivad olla osaliselt teistel aastatel Kerjul poeginud emad, kuid üldiselt on ka Vesitükimaal välja kujunenud oma poegiv hallhüljeste rühm ning see arvukus on kasvamas.

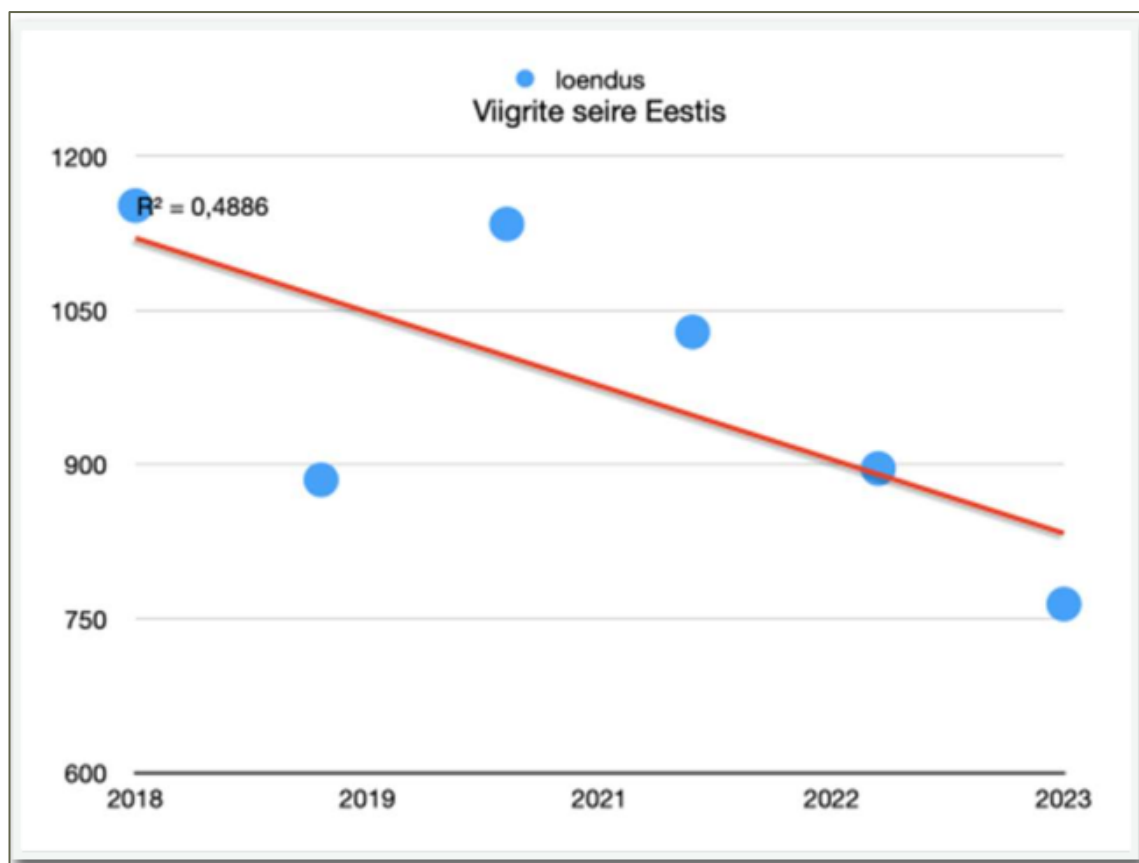
Loendustulemustest lähtuvalt (lisa 3.10. Lisa II) võib järeldada, et Liivi lahe hallhülged moodustavad kogu Läänemere asurkonnast ca 10%, samas kui Eestis loendatavatest hallhüljestest moodustavad nad ligikaudu poole, ehk olulise osa. Saare-Liivi tuulepargi alale lähimatel lesilatel on loendatav maksimaalselt ca 300 isendit, mis on omakorda kümnendik Liivi lahe karjast ja ca 5% kogu Eesti hallhüljestest. Arvestades ruumilist paiknemist ja olemasolevaid telemeetriaandmeid, kus 12-st Liivi lahega seotud märgistatud hallhülgest kasutas pargi ala põgusalt vaid kolm isendit (25%) kokku seitsmel korral, võib järeldada, et Saare-Liivi tuulepargi ala on veerandile Liivi lahe hallhüljestest merelise elupaiga osaks. Kui kasutada proportsiooni märgistatud loomadest, kes seal piirkonnas liikusid, hinnatud Liivi lahe alamasurkonna suurusesse, on see ca 700 looma. Kogu Eesti karjast moodustab see osa ca 14% ja Läänemeres ca 1,5%.

Hallhüljes on Saare-Liivi tuulepargi alal tavapärane hülgeliik, kes võib merel olla kohati ja ajuti sage, kuid seal kandis ei ole suuri lesilaid, kuhu loomad koguneksid. Tuulepargi ehitamise ja käitamisega seotud inimtekkelised muutused ei oma olulist puutumust valdava enamusega (75%) Liivi lahe hallhüljestest, Eesti või Läänemere ulatuses on mõjud veelgi väiksemad. Madal arvukus Kihnu laidudel kinnitab, et tegemist on väheolulise lesilaga.

Loendatud hülgepoegade arv Liivi lahel näitab sissetõu teistelt merealadelt ning kuna liik eelistab poegimiseks jää, on jääga seotud protsessid Saare-Liivi merepargi aladel potentsiaalselt mõjutamas arvuliselt suuremat proportsiooni Eesti ja Läänemere asurkondadest.

Viigerhüljes

Viigerhüljeste tänapäevane arvukus on ohtlikult madal kolmes neljast alamasurkonnast. Põhjalahe kari ületab ilmselt 10 000 isendi kriitilise piiri, samas kui Soome lahest on võimalik leida ca 200, Ahvenamerest ca 150 ja Eesti läänerrannikult alla 1000 viigerhülge. Seire tulemused Eesti läänerranniku vetest viitavad jätkuvalle asurkonna suuruse langusele (joonis 3.7-2), see teeb viigri ja tema elupaikade seisundi kõrget tähelepanu väärivateks. Liivi lahes toimuv puudutab vahetult Lääne-Eesti asurkonda ning selle seisund on otseselt Eesti ja Läti vastutusalas.



Joonis 3.7-2 Viigerhüljeste (miinimum)arvukus Eestis 2018-2023

Viigerhüljestel on Liivi lahes ainult kaks püsivalt asustatud lesilat: Kihnu madalatel 7 km kaugusel lähimast Saare-Liivi meretuulepargi nurgast ning 4 km kaugusel planeeritavast kaablikoridorist (joonis 3.7-1, ala 1). Kihnu madalad on viigrite poolt kaasajal suhteliselt väheses kasutuses, seal ei ületa loendatud või vaadeldud viigrite arv tavaliselt paarikümnet isendit, kõrgeimaks arvukuseks on seires mõõdetud 34 looma 2023. aastal. Tähelepanuväärne on, et 21-st GPS märgisega isendist kasutas puhkuseks sealseid kive vaid üks isend. Pühadekare piirkond (joonis 3.7-1; 2) on viimane lesila enne Liivi lahte ning seal on nii arvukus kui ilmselt ka isendite rotatsioon kogu jäävabal perioodil suhteliselt kõrge. Maksimumloendus 134 isendit on aastast 2020.

Väinameres märgistatud 32 viigerhüljest on kasutanud Liivi lahe veeala 31 isendit (97%) kellest omakorda 28 (9 ARGOS ja 19 GPS/GSM, 90%) isendit oli puutumuses pargi ja/või kaablikoridori alaga.

Valdav osas viigerhüljestest rändab oma peamistelt puhkealadelt Väinameres Liivi lahte, kus nad, ilmselt sobivate lesilate vähesuse tõttu elavad valdavalt avamerelist elu, sest neid on jäävabal perioodil vähesel arvul näha vaid kahes lesilas. Arvukus Saare-Liivi tuulepargile lähimas, Kihnu lesilas on kaasajal aastaringsest loenduste põhjal suhteliselt madal. Seal ei käinud veest väljas ka enamus märgistatud isendeid. Maksimumloendus ja vähene kasutus viitavad, et Kihnu lesila osatähtsus Eesti viigrite asurkonna puhkealana on väike ja hõlmab vähemust asurkonnast.

Samas võib telemeetriast järeldada, et viigerhüljes on (samuti) Saare-Liivi tuulepargi alal tavapärane hülgeliik, sest väga suur enamus Väinameres märgistatud isenditest on seda mereala külastanud. Viigerhüljes on teadaolevalt võimeline poega edukalt üles kasvatama ainult merejäl, seega on sarnaselt hallhüljele võimalik sesoonne arvukuse kasv koondumise tõttu Saare-Liivi tuulepargi piirkonnas või Pärnu lahel siis, kui seal moodustub jää.

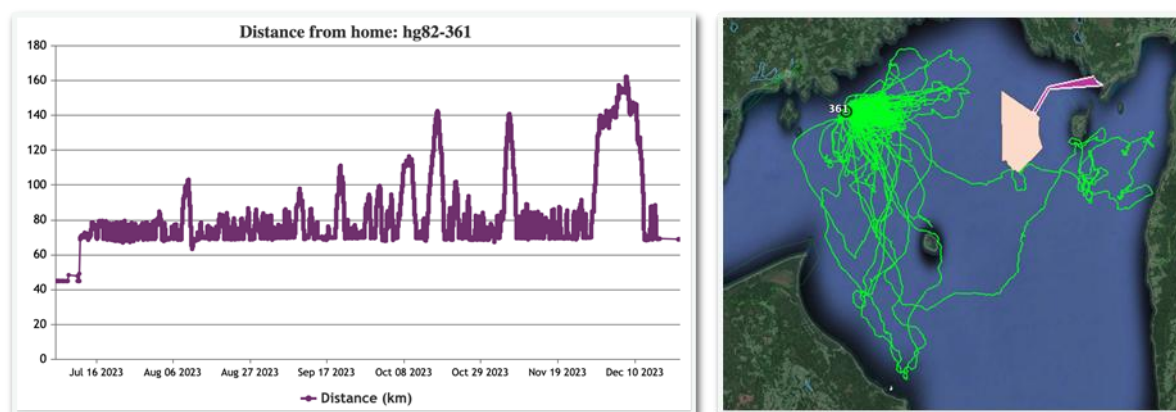
HÜLJESTE LIIKUMINE MEREL JA MEREKASUTUS

Hallhüljes

Olgugi, et hallhülged on võimelised vabalt liikuma kogu Läänemere ulatuses, on nad seotud teatud kindlate lesilatega. See tähendab, et loomad ei liigu meres juhuslikult, vaid kasutavad korduvalt sama ala toitumisretkede vaheliseks puhkuseks. Lesilaid võib samal loomal olla mitu. Liivi lahel kasutasid märgistatud loomad kõiki Saaremaa rannikuga seotud lesilaid, Kihnu laidudel märgistatud loomad veest väljas ei käinud.

Täiskasvanud emasloomade puhul on täheldatud teatud paigatruudust. Emaste hallhüljeste fotoidentifitseerimise ühe tulemusena leiti, et tõenäosus, et emane hallhüljes liigub kogu Läänemerel suve jooksul oma "kodulesilast" kaugemale kui 80 kilomeetrit, on alla 10%. Samuti tuvastati loomade tagasipöördumine samale merealale järgmisel suvel peale sigimistsükli (Karlsson jt. 2005²⁰⁵).

Kõigil loomadel esineb sama toitumisala korduv külastus (nn *central place foraging*), mis seob lesila(d) toitumisalaga. Loomad võivad kasutada samast lesilast korduvalt ühte või mitut toitumiskohta (joonis 3.7-3). Siin toodud näites on valdavalt toitumisalad lesilast vaid ca 25 kilomeetri kaugusel, kus loom veedab kogu perioodi juuli algusest oktoobri alguseni.



Joonis 3.7-3. Hallhülge hg82-361 merekasutus. Vasakul kaugus märgistamiskohast (70 km), näha on pikemate otsingute ilmumine käitumisse sügisel ja talvel, paremal liikumistrajektor.

Peale intensiivse toitumisperioodi lõppu esinevad laiemad liikumised, mida võib seostada sigimisaja lähenemise ja sobivate poegimispaikade (jää) või kaaslaste otsinguga. Need liikumised võivad ulatuda Läänemere või Liivi lahe osadesse, kus suvel ei ole see isend kordagi käinud. Markantseimaks näiteks on täiskasvanud hallhüljeste ujumine Saaremaalt Soome lahe idaossa või taanlaste poolt märgistatud emaslooma liikumine Rødsandist Saaremaale poegima, ja tagasi (Dietz jt. 2003²⁰⁶).

205 Karlsson, O., Hiby, L., Lundberg, T., Jüssi, M., Jüssi, I. and Helander, B., 2005. Photo-identification, site fidelity, and movement of female gray seals (*Halichoerus grypus*) between haul-outs in the Baltic Sea. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 34(8), pp.628-634.

206 Dietz, R., Teilmann, J., Henriksen, O.D. and Laidre, K., 2003. Movements of seals from Rødsand seal sanctuary monitored by satellite telemetry. Relative importance of the Nysted Offshore Wind Farm area to the seals.

Tabel 3.7-2. Hallhüljeste külastused tuulepargi ja kaabikoridori alale

Hallhülged				Jälgitud		Alal	Külastuse koht ja tüüp						Aladel kokku			Park		Kaabel		Laiendus	
ID	Sugu	Vanus	Algus	Lõpp	Päevi	Tunde (h)	Kordi	Park	Tüüp	Kaabel	Tüüp	Laiend	Tüüp	h	%%	h	%%	h	%%	h	%%
hg17-A	F	ad	28.07.2007	22.04.2008	269	6456	1	1	R				R	7,5	0,1	7,5	0,1				
hg17-B	F	ad	15.07.2007	31.03.2008	260	6240	4	2	2xR	2	2xR		R	4,5	0,1	3,5	0,1	1,0	0,02		
hg82-361	M	juv	12.07.2023	16.12.2023	157	3768	3	2	O;T			1	O	3,5	0,1	2,5	0,1	0,5	0,01	0,5	0,01
Summa					686	16464	8	5		2		1		15,5	0,09	13,5	0,08	0,5	0,00	0,5	0,00
Keskmine					229	5488															

Hallhülged (n=12), kelle liikumisi Liivi lahes telemeetriliselt jälgiti, olid püütud peamiselt Allirahult (n=9). Üks isend oli märgistatud vastavalt Vesitükimaal, üks Vilsandi rahvuspargis Lääne-Saaremaal ning üks Klaipeda meremuuseumis (Leedu). Valdav osa märgistatud hüljestest kasutas toitumiseks Liivi lahe lääneosa ja teisi Läänemere piirkondi, kavandatava Saare-Liivi tuulepargi erinevate osade külastusi registreeriti kokku 3 isendil kaheksal korral (lisa 3.10, Tabel 3.)

Registreeritud külastused langesid hilissügisese ja talvise perioodi (november - märts), kui loomad on toitumas energiavarude hoidmiseks või liikvel peamiselt seoses sigimisperioodi lähedusega tehes nn "pika reisi" otsinguid.

Külastuse iseloom viitab alal veedetud aja osakaalule. Keskmiselt kestis pargist läbi rännanud loomade (hg17-A, hg17-B) külastus 3 tundi ja 32 minutit, mis moodustab 0,1% kogu ajast, mis nende loomade jälgimisel on fikseeritud. Isend hg82-361 külastas parki vaid riivamisi, viibides piiride sees kahe korra peale kokku vaid 2 tundi ja 23 minutit. Kaablikoridori ja võimaliku tuulepargi laienduse osas ei ole statistika kokkuvõtmine otstarbekas, kuna seal veedetud aja osa tervikust on alla 0,1%.

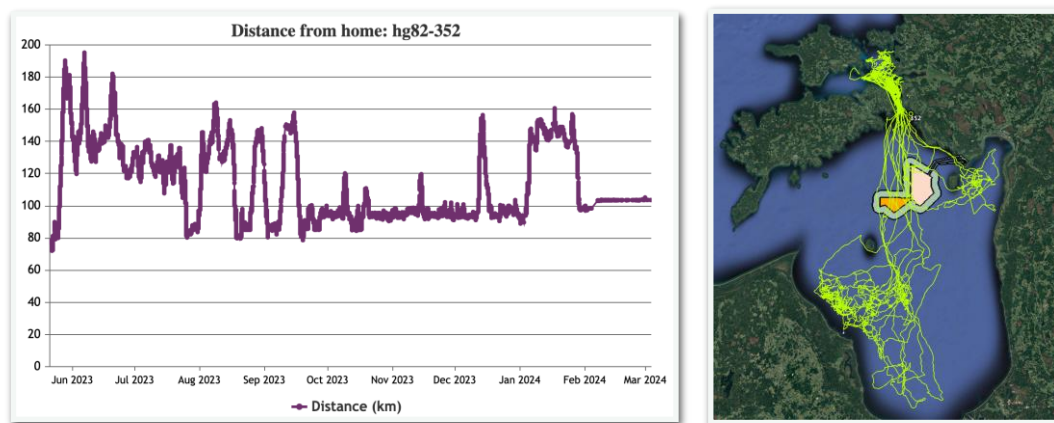
Kuna hallhülged liiguvad väga suurel merealal ning neid on Liivi lahel ohtrasti, on tõenäoline, et nad on Saare-Liivi tuulepargi arendusaladel jäävabal perioodil tavalised, **kuid elupaigana ei ole see piirkond neile kuigi atraktiivne.**

Arvestades tuvastatud toitumisega seotud liikumismustreid, paiknevad ilmselt parimad toitumisalad Liivi lahe suurtele lesilatele lähemal või mosaiiksematel põhjadel. Kaugus Kihnu laidudel paiknevast hallhüljeste lesilast lubab eeldada, et sealsed hülged võivad tuulepargi ala teistest sagedamini külastada, kuid nad on arvuliselt Liivi lahe hüljestest alla 5%-ne vähemus. Hooajaliselt võib eeldada suuremat hallhüljeste arvu alal räime kudumise ajal märtsis-aprillis, kuid siis ei ole võimalik nende liikumist jälgida. Samas võib eeldada, et ka hülged eelistavad räime püüda seal, kus kala massiliselt koeb või rändab.

Põhialternatiiv 2 ala puhul oli näha, et pargi ruumiline paiknemine jätab põhjasuunalt ja idast ligipääsu Kihnu madalale, kus üks isend (hg17-B) korduvalt toitus. Põhialternatiiv 3 on põhja-ida suunal oluliselt vähendatud, mis tagab veelgi parema ligipääsu Kihnu madalale.

Viigerhüljes

Eesti Lääneranniku viigerhüljeste peamised puhkealad paiknevad Väinameres, kuid väga suur enamus loomadest kasutab Liivi lahte toitumiseks ja poegimiseks. Geograafiast tulenevalt ei ole aga Liivi lahes nendele loomadele palju sobivaid puhkealasid - neid võib pidevalt kohata vaid Kihnu laidude madalikel ja Suure väina suudmes Viirelaiu ja Pühadekare piirkonnas (joonis 3.7-1, alad 1, 2).



Joonis 3.7-4. Viigri hg82-352 merekasutus. Vasakul kaugus märgistamiskohast (0=70 km), paremal liikumistrajektor. Näha on liikumine Pärnu lahte sügisel ja talvel

Kihnu kant on ajalooliselt olnud viigrite poolest rikas, kuid viimase aja loendused näitavad seal viigreid pigem vähearvukalt - 20-40 isendit. Põhjus vähenemiseks ei ole teada, aga tõenäoline võib olla muutus kalastikus, mis on vähendanud piirkonna atraktiivsust viigritele. Viirelaiul ja Pühadekarel on loomade arvukus piiratud saadaval olevate kivide arvuga jäädes tavaliselt ca 40 ja 100 vahele. Seal on ilmselt suur rotatsioon Liivi lahte ja Väinamerre rändavate loomade vahel. Viigrite toitumisstrateegia sõltub ilmselt peamisest saakliigist ja toitumisala võib hooajaliselt vahetuda vastavalt sellele, kus kala paikneb, samuti võib vahelduda menüü vastavalt sellele, mis on mingis merepiirkonnas saadaval. Trajektoorianalüüsid näitavad individuaalselt küllaltki kõrget spetsialiseerumise astet mingile strateegiale ja/või nende vaheldumisele aastaegade lõikes.

Viigrite retked Väinamerest Liivi lahte jagunevad üldiselt nelja tüüpi. Üle poole lahes toitunud loomadest (15 is, 68%) kasutas selleks Läti ranniku lähedast sügavamalt laheosa, toitudes ilmselt seal paiknevast räimest. Kui hüljes hakkab liikuma Väinamerest ja läbib Suure Väina peatusteta, on teekond 200 kilomeetri pikkune. Olenevalt isendist võis selliseid retki olla mõõtmisperioodi jooksul isegi kuni kümme. Kuna tegemist on regulaarselt korduvate muustrategiatega, on tegemist (toitumis) rännetega (joonis 3.7-4).

Teiseks eristuvaks toitumistüübiks oli laiem liikumine kaldapiirkonnas või laiem otsing teatud sügavusvahemikus, peamiselt Suure Väina suudme lähikonnas, ca 60 kilomeetri raadiuses Viirelaiust. Mere sügavus ja põhjade reljeef ning iseloom on sellel alal sarnane tuulepargi alale. Selline strateegia, nimetagem seda juhuslikuks toitumiseks, oli segatud nn "pika rändega" 12 isendil (54%). Ainult sellist strateegiat tuvastati jälgimise aja jooksul neljal isendil ehk 18% loomadest, kokku siis oli erinevaid strateegiaid ühendavat toitumist 72% viigritel. On tuvastatav, et segatud strateegiaid kasutanud loomad lülitasid juhuslikule toitumisele suve lõpus ja sügisel, kui ilmselt vee jahtudes oli kala kergemini leitav ka Suurele Väinale lähemates vetes.

Toitumine on seotud mõne konkreetse merealaga või põhjareljeefiga. Sellist tüüpi võib nimetada kohatruduseks. Selliseks eksperdikseks on ilmselt viiger hg31-4, kes toitus madalal Kihnust põhjapool ja

Gretagrundil Ruhnust lõunas, kuid seda elementi on võimalik tuvastada ka loomadel hg31-2, hg31-9 ja hg31-10 ümber pargialal paikneva madala ja kaablitrassi nõlval.

Pikad, muutuva suunaga liikumised, mida iseloomustab vahelduva suunaga trajektoor ning keskmine või madal kiirus. See tüüp ilmnes paljudel loomadel peamiselt sügistalvisel perioodil, mil peamiseks bioloogiliseks funktsiooniks on energiavarude hoidmine enne sigimisperioodi ja selle ajal. Üldistades nimetagem seda otsinguks. Otsingu eesmärgiks võib olla leida kala, kaaslasi, poegimispaika või midagi muud.

Kõik need eelpooltoodud merekasutuse mustrid tõid enamal või vähemal määral 90% märgistatud loomadest Saare-Liivi tuulepargi ja sellega seotud kaablikoridori aladele. Kontaktide arv on väga kõrge ja sellepärast on vajalik kvantitatiivselt hinnata nende kontaktide iseloomu ja vältust. Vahet tehakse madala ja kõrge lahutusvõimega andmetel, sest nende analüüsi metoodika on lahutusvõimest tulenevalt erinev ja nende kokkupanek ei ole otstarbekas. Üldiselt näitavad need sama jaotust ja viivad sarnastele järeldustele.

Madala lahutusvõimega andmetest ilmneb 13 looma (lisa 3.10, tabel 3), kes on seotud pargi ja/või kaablikoridori alaga 87 unikaalsel külastusel. Keskmiseks tuvastatud külastuste osakaaluks oli 4% kogu jälgitud ajast (arvutatuna täispäevades). Neli isendit külastasid ala enam kui arvutatud keskmine ning üks (F2) oluliselt enam. Kuna nende tegevuse iseloomu ei ole võimalik tuvastada, siis analoogia põhjal saab teha järelduse, et see 30% loomadest võib olla uuritava alaga seotud enam toitumise või otsingute kaudu kui vähem külastanud loomad.

Kõrge lahutusvõimega märgiste andmestik võimaldab detailsemat sissevaadet toimumusse. Kuna see andmestik võimaldab vaadelda tegevusi fikseeritud aegade alusel, on analüüsi aluseks valitud mitte korrad (ajaline ühik: ööpäev), mis on erinevates arendatavates osades veedetud, vaid aeg tundides. Kordade loendus on toodud üldiseks võrdluseks ja madalama lahutusvõimega andmete verifitseerimiseks.

Sellest andmestikust selgub, et GSM/GPS märgistega 22 isendist 19-nel (90%) on Saare-Liivi meretuulepargi või kaablikoridori aladega puutumus (tabel 3.7-3). Unikaalseid külastusi registreeriti 105 korral. Kui võrrelda erinevaid loomi kogu tuvastatud episoodide keskmise kestusega (44,6 tundi), siis näeme, et 4 isendit (21%) viibisid kokkuvõttes aladel keskmisest kauem. Ajaliselt eristusid hg31-9 ja hg31-10, nendega võrdse arvu kordi registreeris ka hg31-4, kuid kuna tegemist oli peamiselt liikumisega ala servade läheduses või kaablikoridoris, jäi ajakomponendis selle isendi panus keskmisele alla.

Tabel 3.7-3 . Kõrge lahtusvõimega märgistega viigerhüljeste tuulepargi, laiendusala ja kaablitrassi külastuste kokkuvõte. Tarkvararikkega GPS märgistelt osalised andmed.

Jälgitud loomad ja andmete ulatus							Külastuse arv, koht ja kestus (% ind. jälgitud ajast)												
ID	Sugu	Vanus	Algus	Lõpp	Päevi	Tunde (h)	Park			Kaabel			Laiendus			Aladel			
							Kordi	h	%	Kordi	h	%	Kordi	h	%	Kordi	h	%	
1	hg31-10	F	ad	27.08.2011	12.03.2012	198	4752	11	217,5	4,6	4	3,0	0,06	12	21,5	0,45	27	242,0	5,09
2	hg31-09	F	subad	17.05.2011	26.02.2012	285	6840	13	133,0	1,9	2	5,5	0,08	11	95,0	1,39	26	233,5	3,41
3	hg31-01	F	ad	17.05.2011	13.02.2012	272	6528	5	51,0	0,8	3	5,0	0,08	13	24,0	0,37	21	80,0	1,23
4	hg31-04	M	ad	16.05.2011	14.11.2011	182	4368	1	3,5	0,1	14	21,5	0,49	1	1,0	0,02	16	26,0	0,60
5	hg31-06	M	juv	24.08.2011	16.01.2012	145	3480	5	18,5	0,5				5	33,5	0,96	10	52,0	1,49
6	hg31-07	M	ad	26.08.2011	11.12.2011	107	2568	3	35,0	1,4	1	0,5	0,02	6	23,5	0,92	10	59,0	2,30
7	hg22-P		ad	22.05.2009	01.10.2009	132	3168	3	3,0	0,1				6	5,5	0,17	9	8,5	0,27
8	hg31-02	M	ad	25.08.2011	04.03.2012	192	4608	3	82,5	1,8	1	0,5	0,01	4	7,5	0,16	8	90,5	1,96
9	hg31-08b	M	juv	11.09.2011	04.02.2012	146	3504	3	19,0	0,5	3	0,5	0,01	2	5,5	0,16	8	25,0	0,71
10	hg22-K		ad	01.06.2009	19.10.2009	140	3360	2	14,0	0,4				5	9,5	0,28	7	23,5	0,70
11	hg31-03	M	ad	18.05.2011	28.02.2012	286	6864	3	18,0	0,3	2	2,0	0,03	2	1,0	0,01	7	21,0	0,31
12	hg31-13	M	ad	11.09.2011	16.10.2011	35	840	3	5,0	0,6	1	0,5	0,06	3	2,5	0,30	7	8,0	0,95
13	hg82-352	F	ad	23.05.2023	01.03.2024	283	6792	3	13,0	0,2	4	2,5	0,04		0,00		7	15,5	0,23
14	hg22-N		ad	01.06.2009	13.01.2010	226	5424	1			1	0,5	0,01	5	5,0	0,09	6	5,5	0,10
15	hg31-14	F	ad	26.08.2011	02.10.2011	37	888	2	1,0	0,1				3	9,0	1,01	5	10,0	1,13
16	hg82-039	F	Ad	08.09.2023	01.02.2024	146	3504	1	22,5	0,6	4	4,0	0,11		0,00		5	26,5	0,76
17	hg17-C			31.08.2008	31.03.2009	212	5088	2	12,0	0,2				2	2,0	0,04	4	14,0	0,28
18	hg31-08a	M	juv	19.05.2011	11.09.2011	114	2736			0,0			0,00	3	5,5	0,20	3	5,5	0,20
19	hg31-11	F	ad	09.09.2011	21.10.2011	42	1008	1	0,5	0,0				2	3,0	0,30	3	3,5	0,35
20	hg31-12	F	ad	27.08.2011	10.10.2011	44	1056	1	4,0	0,4				1	2,0	0,19	2	6,0	0,57
21	hg31-15	M	ad	01.09.2011	24.02.2012	175	4200			0,0			0,00	1	1,0	0,02	1	1,0	0,02
Keskmine Summa						162	3885	4	36		3	4		5	14		9	40,1	
						2880	76824	65	653	0,8	40	46	0,1	87	257,5	0,3	192	956,5	1,2

Keskmisest enam on aladega seotud viiendik (21%) loomi, mis toetab madalama lahtusega materjalist leitud (30%). Samas, kogu mõõdetud ajast moodustab kõikide külastuste ajaline maht vaid 1,2%, mis on väga väike osa kogu jälgimisperioodi summaarsest kestusest. Kolmel enim alal viibinud loomadel on tuvastatud ka toitumine tuulepargi alal. Samas on keskmised külastuste arvud loomade kohta väikesed, lõppsummades domineerib kolme isendi käitumine. Külastuste kestusest lähtuvalt on Saare-Liivi tuulepargi esialgse ala ja kaablikoridori alade mõju Eesti lääneranniku viigerhüljestele pigem väikese osakaaluga tuvastatud tegevustes ning sellest tulenevalt ka kogu asurkonna jaoks, olgugi, et enamus märgistatud loomadest seda merepiirkonda kasutas.

Peamised Väinameres elutsevate viigrite toitumisalad jäävad Liivi lahe sügavasse ossa Läti rannikuvetes, kuhu loomad intensiivse toitumise ajal pikki rändeid teevad. Pärnu laht ja teised rannikule lähedasemad merealad on kasutuses enamuse hüljeste poolt peamiselt siis, kui vesi jahtub ja sinna tuleb ilmselt rohkem kala, kuid on ka rannikulähedasele toitumisele keskendunud spetsialiste. Saare-Liivi tuulepargi kaablikoridori külastused kestsid oktoobrist märtsini, ka pargi alal kasutati enam hilissügisel ja talvel, täiendav ala on ilmselt aastaringses kasutuses.

Ajaliselt ja ruumiliselt on Saare-Liivi meretuulepargi ja kaablitrassi alal väike osakaal Liivi lahe viigerhüljeste meresüsteemis, sest ka kõige enam seda mereala kasutanud hülge puhul ei ületa summaarselt mõõdetud aeg või asukohapunktide ruumiline jaotus Liivi lahes 5% kogu mõõdetud käitumise ajast ehk on vähese tähtsusega.

Funktsioonidest olid esindatud nii Saare-Liivi tuulepargis kui kaablitrassil kõik kolm peamist merelist käitumist - ränne, otsing ja toitumine. Ajaliselt on valdav toitumine, sest toitumise käigus liigub loom aeglaselt ja sagedasti suunda muutes, selle peale lihtsalt kulub aega enam. Sarnaselt hallhülgele ei ole teada kui palju viigrid jälitavad räime kudemise ajal, kuid ilmselt kalastavad ka viigrid seal, kus räim on paikne kas kudevate või suviste kogumitena, sest need alad meres on aastate lõikes valdavalt samades merepiirkondades.

HÜLJESTE POEGIMINE LIIVI LAHES

Mõlemad Liivi lahes elavad hülgealiigid on arktilisest päritolust tulenevalt jäälembesed liigid, ja seda just seoses poegimisega. Üldiselt on evolutsiooni käigus paljud hülged asunud elama jäätuvatesse meredesse ning kohastunud poegima külmades oludes. Pikema ajaloo vältel on Eesti alad paiknenud jäätuva Läänemere lõunaservas ning see võib olla ka põhjuseks miks mõlemad liigid meie meres esindatud on.

Hallhüljes eelistab poegimisel liikuvat jääd, kus on looduslikke lõhesid, mis pakuvad ligipääsu nii õhule kui veele. Sellised jääd paiknevad tavapäraselt rannikust kaugemal kinnisjää taga, ehk nad on eemal maismaakiskjatest. Lumikate ei ole hallhülgele vältimatult oluline, sest pojad on suured, kasvavad kiiresti ja see teeb nad külmakindlamaks kui viigrite järglased. Emad imetavad hallhülge poegi vaid kaks kuni kolm nädalat, tavaliselt on selliseks perioodiks ka piisavalt vajalikku triivjää. Pehmemate talveoludega kohastunud hallhüljestel on jää puududes edukalt poegida ka maismaal, probleemiks on vaid sobivate avamereliste saarte vähesus ning nende ülerahvastatus toob kaasa languse poegade edukas üleskasvamises, kui on valida, eelistavad ka hallhülged kindlasti jääd (Jüssi jt. 2008, Joonis 7.²⁰⁷).

Hallhüljeste suurimad kogumid on tavaliselt Liivi lahe avaosas või Saaremaa lõunaranniku jääl. Seal kandis on ka suured hallhüljeste poegimislesilad saartel, Pärnu piirkonnast on rannale sündinud poegi leitud vähe. Küll on teada, et merejää moodustavad hallhülged paarisaja isendilisi rühmi, (Mark Soosaare isiklik kommentaar) mille paiknemine sõltub jäätüübist. Seetõttu ei ole välistatud, et mõni neist rühmadest võib end sisse seada ka Saare-Liivi tuulepargi aladele, kui seda tingib jää paiknemine või defitsiit mujal.

Meie loendused näitavad, et Liivi lahes sünnib tänapäeval üle 3000 hallhülgepoja. Kui lahes on jääd, on Saaremaa ranniku hallhülgesaared peaaegu tühjad ja kogu kari on laiali jääväljadel. Ei ole teada täpselt kus. Hallhüljeste poegimiskarjad on jääl hästi näha ja nad eriti ei hooli tulitajatest poegimise ajal, sest neil käib jõud kõigist kohalikest võimalikest ohustajatest üle. Kui neile läheneb kiskja või inimene, kaitsevad nad oma järglast agressiivselt, teatud vanusest saab ka hülgepoeg enda eest seismisega väga edukalt hakkama. Kui hallhülge lesilale satub inimene või läheneb nt laev, ei lähe pojad kuhugi, täiskasvanud loomad võivad minna vette, kuid püsivad poja vahetus läheduses. Kui oht neile ei ole otsene, tulevad nad jääle ja kaitsevad või imetavad oma poega. Hallhüljeste seltsing jääl on küllaltki tihe, sellest jäälohkujaga otse läbi sõites satuvad ohtu nii pojad kui ka jääs valvavad täiskasvanud loomad, kelle laeva poolt liikuma pandav jää võib lõmastada. Sellist olukorda tuleb sageli ette Kaspia merel, kus sarnase strateegiaga poegivad Kaspia hülged (Wilson jt. 2017²⁰⁸).

Viiger on Põhja-Jäämere liik, kes vajab edukaks sigimiseks tugevat ja stabiilset jääkatet, millel on ka ohtralt lund. Tal on kindlad kohastumised, mis teevad ta sellises jääs eriti edukaks: ta suudab jääst läbi puurida avasid ning kaevata poegimiseks lumme koopaid. Seega pesitsevad nad varjatult ja nende tuvastamine jäält on raskendatud.

Viigritele sobiv jää on ajalooliselt moodustunud Väinameres ja Liivi lahes. Kliima soojenemise tingimustes on see olukord kiiresti muutumas. Viigrid ei ole teadaolevalt jää puududes oma poegi suutnud edukalt maa peal üles kasvatada, ka jääl on lumikatte puudumine ja jääkatte varajane lagunemine poegadele ohuks, sest ilma koopata on nad ilmastiku ning kiskjate meelevaldas. Jää varajane lagunemine ei võimalda emadel poegi parimal võimalikul viisil imetada, sest selleks kulub tavapäraselt kuni kuus nädalat. Viigerhülged on poegimise ajal häirimisele üpris tundlikud, kuna nende evolutsiooniline käitumisreaktsioon ohule on poja peitmine.

207 Jüssi, M., Härkönen, T., Helle, E. and Jüssi, I., 2008. Decreasing ice coverage will reduce the breeding success of Baltic grey seal (*Halichoerus grypus*) females. *Ambio*, pp.80-85.

208 Wilson, S.C., Trukhanova, I., Dmitrieva, L., Dolgova, E., Crawford, I., Baimukanov, M., Baimukanov, T., Ismagambetov, B., Pazyzbekov, M., Jüssi, M. and Goodman, S.J., 2017. Assessment of impacts and potential mitigation for icebreaking vessels transiting pupping areas of an ice-breeding seal. *Biological Conservation*, 214, pp.213-222.

Üldjuhul hall- ja viigerhülged merejääal lähestikku ei paikne, sest nõudmised on üpris erinevad ning tavalistes talveoludes on vajalikud jäätüübid üksteisest ruumiliselt lahutatud. Merejää pindala on keskmise Läänemere jäätalve oludes hülge vajadusi arvestades piiramatult ressurs. Moodsate talvede heitlikes oludes on sagenenud soojad talved, kus jääkate on piiratud nii ulatuselt kui ka kestuselt ning sellega kaasnevad hüljestele mitmesugused probleemid.

Saare-Liivi tuulepargi ala asub piirkonnas, mis ajalooliselt on olnud pigem kinnis- ja rüüsi (viigrite eelistatud elupaik), tänapäeval aga on seal pigem triivivat, lahtist jääd (hallhülge elupaik) või on meri sootuks jäävaba. Käesoleva uuringu perioodil hüljestele sobivat jääd seal ei moodustunud, kuid projekti GORWIND jääuuringu (Raag ja Uiboupin 2012²⁰⁹) alusel on selles piirkonnas võimalikud kõik jäästsenaariumid alates avaveest kuni kinnisjääni. Tõenäosus jää moodustumiseks on üle 50% ning olenevalt ranniku kinnisjää laiusest võib seal esineda samal ajal nii hallhülgele kui viigerhülgele sobivat jäätüpi.

Kuna Pärnu laht on geograafia tõttu ka pehmetel talvedel pigem osaliselt jäätuv (Raag ja Uiboupin 2012²¹⁰), on see ala hüljestele poegimispaigana väga atraktiivne. Seda kinnitavad ka siin toodud telemeetriatulemused: mere jahtudes hakkavad mõlema liigi täiskasvanud seda ala, ilmselt jää ootuses ja otsingul, külastama. Lõpliku poegimispaiga valik oleneb sobivate jääväljade paiknemisest ja ulatusest. Pärnu lahe suudemest on hulgaliselt juhuvaatlusi (jäälohkude meeskonnad, kalamehed, talvematkajad) poegivatest hall- ja viigerhüljestest.

Soodsate jääolude puhul on hüljestele sobivat platvormi väga suurel merealal kogu Liivi lahe põhjaosas ja võib eeldada, et nad hajuva vastavalt liigilistele eelistustele selle jäävälja ulatuses. Telemeetriamärgisega viigrid on poeginud nii Liivi lahe põhjaosas kui ka Väinameres (Pro Mare 2019²¹¹), kuid vaatlused näitavad, et soojadel talvedel on Pärnu lahe piirkonnas viigripoegi ohtrasti. Teoreetiliselt on 1000-pealisel hea tervisega hülgekarjal, kelle sugude ja vanusestruktuur ei ole oluliselt normaalsest erinev, igal aastal ca 250 järglast. 2008. aasta märtsis oli võimalik Uulust vaadatuna Pärnu lahe piiratud jääkattel kokku lugeda 52 ema-poja paari, mis on 20% kogu selleaegsest võimalikust aastasest viigrite järelkasvust.

3.7.3. Mõju hindamine

Hüljestele kaasneva inimtegevuse mõju võib vaadata otseselt kui kaudse häiringuna ning seda nii tuulepargi rajamise ehk ehitustegevustega seondult kui ka tuulepargi rajamise järgselt ehk kasutusaegselt. Lisaks tuleb hinnata, kuidas kavandatav tuulepargi ala asetseb ja mõjutab hallhülge jaoks oluliste võtmeelupaikade - lesilate, toitumisalade ning nende vaheliste rändeteede kasutamist.

KAUDNE HÄIRING JA ELUPAIKADE KILLUSTUMINE

Riikliku ja rahvusvahelise seire ning täiendavate loenduste alusel saab järeldada, et Saare-Liivi tuulepargiga on potentsiaalselt seotud, lähtuvalt HELCOMi tasandil määratletud liigipõhistest kaitsekorralduslikest üksustest, 1,5% kogu Läänemere hallhüljestest ja 90% Eesti Lääneranniku viigerhüljestest. Liivi lahe kui Eesti mereala poolsuletud osa tehtud kitsendav hinnang näitab, et Eesti hallhüljestest on Liivi lahega seotud 53% hallhüljestest ja 95% viigerhüljestest, Saare-Liivi tuulepargi alaga

²⁰⁹ Raag, L. Uiboupin, R. 2012 Ice conditions in the Gulf of Riga. GORWIN project report, Marine Systems Institute at Tallinn University of Technology, 6 pp.

²¹⁰ Vt eelmine

²¹¹ Pro Mare 2019. Eesti mereala planeering: Hüljeste leviku ja merekasutuse hinnang. Rakendusliku uuringu lepingu NR 1.9-1/404-1 aruanne. Rahandusministeerium.

Pro Mare 2023. Hallhüljeste riiklik seire, rakendusliku uuringu aruanne, Keskkonnaagentuur.

vahetus puutumuses on arvukuse ja telemeetria põhjal Liivi lahe hallhüljestest umbes veerand ja viigerhüljestest peaaegu kõik, kes Liivi lahe mereala kasutavad.

Mõlemale liigile on Liivi laht oluline mereala, eriti Eesti rannikuvete kontekstis, sest Liivi lahes on tuvastatud mõlema hülgele puhke-, toitumis- ja poegimisalad. Kihnu meri ja Pärnu laht on aastaringelt mõlemast liigist hüljeste poolt asustatud. Enim on neid tõenäoliselt kevadisel rähmel jt massiliselt kudealadele rändavate kalaliikide kude- ja rändeajal ning hilissügisel ja talvel, kui moodustub jää.

Kihnu laidude looduskaitsealal on lähim mõlemale liigile sobiv puhkepaik (lesila), millel on ruumilist ja ajaloolist potentsiaali hoida olulisemalt suuremaid hülgekarju, kui neid sealt täna loendada saab (alla 10% Liivi lahelt ja Väinamerest loendatavatest hüljestest). Sellel lesilal on tõendatavalt puhkamas käinud vaid üks GPS märgisega viiger 22-st ning üks hallhüljes 13-st (märgis lisatud 2024). Selline "alakasutus" viitab Kihnu laidude piirkonna ja ilmselt ka seda ümbritseva mere vähestele atraktiivsusele hüljeste elupaigana, mida võib ka tõlgendada kui elupaiga praegust madalat kvaliteeti suhtelises võrdluses teiste aladega, sest esmasel vaatlusel peaks olema see ala nii puhkekohtade kui toidubaasi osas palju suurema mahtuvusega. Saare-Liivi tuulepargi alal või selle vahetus läheduses paikneb mõlemale liigile sobivaid toitumispaidu, kuna paljud hülged eelistavad saakliikide suurema ohtruse tõttu veealuseid nõlvaid ja madalikke ühtlastele pehmetele põhjadele. Mõlemal liigil on tuvastatavad pikad sügistalvised toitumisiränded Kihnu lähikonda - hallhüljestel peamiselt Saaremaa lõunarannast ja viigerhüljel Väinamerest, kuid nende suvise intensiivse toitumise alad asuvad teistes mereosades - viigerhüljel Liivi lahe edela- ja lõunaosas Läti rannikul ning hallhüljel põhiliste lesilate läheduses Saaremaa lõuna- ja läänerannikul või mujal Läänemeres.

Teistest olulistest võtmefunktsioonidest tuvastati pargi ja kaabliga seotud mereosades mõlemal liigil rändeid ja toitumist ning nende ühisosa - otsingut. Hallhüljeste materjal oli käitumiste analüüsiks liiga piiratud, tegemist oli pigem juhukülastustega. Viigerhüljestel moodustas toitumine pargi aladel ca 70% ning ülejäänud aeg jagunes pooleks rände ja otsingute vahel. Samas panustasid toitumisse keskmisest enam neli 19-st pargi alasid külastanud isendist, kes viibisid kogu Liivi lahel toitumisele kulutatud ajast seal alla 5%. Ülejäänutel ei ületanud aladel veedetud aeg tervikust 1%. Seega on meretuulepargi ala toitumise või läbirände kontekstis kogu Liivi lahest pigem väikene osa.

Ajaliselt olid hülged Saare-Liivi meretuulepargi ja kaablikoridori alal valdavalt oktoobrist märtsini, kui nende aastases tsüklis domineerib juhuslikuma moega toitumine või poegimispaiga ja kaaslaste otsing. Kogu tegevusalast olid märgistatud loomad Saare-Liivi meretuulepargiga seotud väga lühikest aega alla - 5% mõõdetud ajast (hallhülged isegi alla 1%).

Järelikult on vaatamata suurele Saare-Liivi meretuulepargi ja kaablikoridori ala potentsiaalsele külastavate loomade arvule Liivi lahe meresüsteemis tegemist hüljeste bioloogilisi võtmefunktsioone: puhkamist, toitumist, sigimist ja rännet silmas pidades pigem perifeerse piirkonnaga. Tegevuste analüüs näitab, et mõlema liigi peamised tegevusalad paiknevad siiski lahe teistes osades või viigrite puhul ka Väinameres.

OTSENE HÄIRIMINE

Veepealne häiring

Otsene häirimine on valdavalt seotud ohu või ebamugavuse tajumisega loomade poolt, mis toob kaasa käitumismuutuse: põgenemise või vältimise. Sellised sündmused on seotud aistingutega - järskude helide, lõhnade või nähtustega. Peamiselt on sellised tegevused seotud tuuleparkide ehitustegevusega, kus tegemist on tugevamate mõjudega, kuid mis on lühiajalised.

Otsene häirimine on suurima mõjuga lesilatele, kui loomad puhkavad või toidavad poegi, sest iga põgenemine kulutab energiat ning poegimisperioodil võib põhjustada sideme katkemise poja ja ema vahel. Üldjuhul ei ole otsene häirimine väga pikaajalise mõjuga, sest loomad veenduvad, kas kogetu on neile otseselt ohtlik ning korduvatele ärritajatele pööratakse järgmistel kordadel vähem tähelepanu, toimub kohanemine.

Otsese häirimise tõsiste tagajärgedega vormiks on ka jäälõhkujate liiklemine hüljeste poolt poegimiseks kasutatavatel jääväljadel. Siin on tegemist isegi mitte häirimise, vaid otsese ohuga, et hülgepojad laeva või murtava jää poolt muljuda saavad (Wilson jt. 2017²¹²). Nimetatud mõjud võivad kaasneda pigem tuulepargi kasutusperioodil, juhul kui karmimatel talvedel peaks esinema tuulepargi alal või hoolduslaevade teedele jäävaid jääväljasid ja hülged kasutavad neid poegimiseks. Mõlemad hülgeliigid on poegimisel jäälembesed, viiger isegi obligatoorne jää poegija. Kuna Saare-Liivi tuulepargi piirkonnas moodustub (kaasaja) keskmistel ja sellest karmimatel talvedel jää, ei ole välistatud mõlema liigi poegade sündimine selles merepiirkonnas. Viigrid poegivad jääl väga hajusalt ja varjuliselt, hallhülged rühmiti ja nähtavalt. Jää kui poegimisplatvormi tekkimine ja hulgaline kasutus hüljeste poolt Saare-Liivi tuulepargi alal on tõenäoline kitsas jäästsenaariumide vahemikus.

Teistel juhtudel on võimalik, et jääd on liiga palju ehk jäävali üldiselt on nii suur, et juhuse läbi võib Saare-Liivi tuulepargi alal pesitseda mõni viiger või jääd on nii vähe, et see ei ulatu Saare-Liivi tuulepargi alale ja sinna võib lähikonnast triivida jääd, millel poegib mõni viiger või grupp hallhülgeid.

Jää ulatus ja püsivus on soojenevas kliimas ennustamatud, kuid jää tekkides on oluline ehituse ja hooldustööde käigus arvesse võtta, et seal võib olla poegivaid loomi, kelle häirimist või vigastamist saab vältida. Juhul, kui sellistel karmimatel jääperioodidel on hooldustööd vältimatud, tuleb laevade liikumise planeerimiseks teha jää kohal vaatluslend ning juhtida laeva poegivatest hüljestest mööda.

Inimese kohalolek merealal ja sellest tulenev keskkonnahäiring väljendub eelkõige aistingute mõjutamisena nähtavate ja kuuldavate häiringute, lõhnade ning veealuste helide ja võngete poolt. Hüljeste veepealsed aistingud on eelkõige seotud tuulikute ja kaablite paigaldamisega ehituse etapis. Laevade või installatsiooniplatvormide ilmumine ja viibimine seni inimasustuseta merealal võib loomi lühiajaliselt juurde meelitada, sest nad on toimuva suhtes uudishimulikud. Üldiselt on hülged suurte laevade nägemise osas pigem ükskõiksed, sest laevadest endist ei lähtu neile selget ohtu. Laev või ka püstitatud tuulik paikse objektina võib muutuda oma kohaloluga nn fooniliseks objektiks, kui sellelt ei tule impulsiivseid helisid või valgust, mis võivad loomade tähelepanu pälvida.

Ehitusega seotud alustel töötavad tõenäoliselt pidevalt jõuseadmed, diisलगeneraatorid ja kompressorid, mis lisaks veepealsele ja veealusele mürale eritavad välja heitgaase või teisi tugevaid tehnogeenseid lõhnasid. Need võivad teha loomad tähelepanelikuks ning põhjustada käitumise muutusi. Mõjuala piirneb tavajuhtudel mõnesaja meetriga allatuult, kust loomad lahkuvad. Tugeva veepealse müra või lõhnade puhul võib see vahemaa olla suurem. Kui selline häiring kandub lesilale, siis loomad pigem lahkuvad. Üldjuhul ei jõua laevateedel liikuvatelt laevadelt häiringud lesilateni, sest laevateed paiknevad kaugel avamerel. Lõhnade lesilasse leviku võimalus rannikulähedastele aladele on seotud tugevate meretuultega.

Erakordsete häiringute, nagu õliriski, tekkel tuleb hüljestega arvestada. Näiteks ka õlireostuse puhul avamerel kaasneb kaugele (allatuult) leviv lõhn ja häiring hästi lõhna tundvatele loomadele ei piirne ainult naftalaiguga. See võib tähendada ajalisi või ruumilisi piiranguid toitumisalade kasutusel või ka pikema teekonna läbimist (energeetilis lisakulu) puhke ja toitumisalade vahel. Teostatud õliriski modelleerimine

212 Wilson, S.C., Trukhanova, I., Dmitrieva, L., Dolgova, E., Crawford, I., Baimukanov, M., Baimukanov, T., Ismagambetov, B., Pazyzbekov, M., Jüssi, M. and Goodman, S.J., 2017. Assessment of impacts and potential mitigation for icebreaking vessels transiting pupping areas of an ice-breeding seal. *Biological Conservation*, 214, pp.213-222.

näitas, et arvestades valdavaid tuule suundi, võib õlilaik jõuda tuulepargist idas asuvale rannikule (ptk, 3.3 ja joonis 3.3-7), kuid selle juhtumise tõenäosus on pigem madal (vt tabel 3.3-13).

Ühenduskaabli rajamisega kaasnevate mõjude osas võib eeldada hüljestele ebaolulisi, ruumis ja ajas piiratud keskkonnamõjusid, kuna laevaliikluse osas on tegemist pigem tavapärase merekeskkonnas juba aset leidva tegevusega.

Kasutusaegsed võimalikud otsesed mõjud tulenevad eelkõige tuulikute paiknemisest meres ning nende töötamise ja hooldamisega seotud ning hüljeste poolt tajutavate protsessidega. Sarnaselt laevadele harjuvad hülged tuulikute (sh kaablite) füüsilise olemasoluga, kui neist ei lähtu otsest ohtu.

Veealune häiring

Ehitusaegne merepõhja häirimine leiab aset nii vundamentide rajamisel kui ka kaablite paigaldamisel, mis võib kaasa tuua ajutise heljumi leviku ja vee läbipaistvuse vähenemise, mis aga ilmselt otseselt hülgeid ei mõjuta, kuna Läänemeres on veealune nähtavus üldiselt piiratud ning vee all on nägemismeel hüljestel väheoluline. Samuti on ehitustegevusega kaasneva heljumi levik lühiajaline (vt lisaks ptk 3.3).

Veealustest aistingutest teadaolevalt olulisim on müra. Tugevad helid, millel on oluline mõju, on valdavalt seotud vaivundamentide rajamisega. Ehitusjärgus tekitab tuulepargi rajamisel veealust impulssmüra vaiade puurimine ja rammimine ning kasutusperioodil kiirgub tuulikutelt vette madalsageduslikku pidevmüra. Töötava pargi vibratsiooni kui hüljeste aistinguliste künnisteneni mitteulatuvat mõju ei ole käsitletud häiringuna ja valdavalt seda ei hinnata.

VEEALUNE MÜRA

Läänemeres elavad hülged on helitundlikud loomad, kes kasutavad häälelist suhtlust nii õhus kui vees. Tänapäeval liigitakse mereloomi kuulmisrühmadeks (Southall 2019 ²¹³), nii et hülged kuuluvad kuulmisrühma PCW (*phocid carnivores in water*). Lähtudes ettevaatuspõhimõttest loetakse reageerimistasemeks 110 dB tertsribas 500 Hz.

Inimtekkelise mõju hindamisel tuleb arvestada ka hüljeste oluliste ajaperioodidega, kus toimub paaritumine ja poegimine (vt lisa 3.1, tabel 2.1). Paaritumise perioodil hülged palju häälitsevad ning intensiivne inimtekkeline müra võib häirida loomade suhtlust maskeerides olulisi signaale. Oluline eluperiood hüljestel on veebruarist aprillini. Loetakse, et kõrge maskeerimise risk esineb siis, kui tertsriba 500 Hz juures inimtekkeline heli ületab loodusliku fooni 20 dB võrra ning mõõdukas risk 16 dB korral.

Tabel 3.7-4 Inimtekkelise heli piirväärtused helitundlikule elustikule – pidev madalsageduslik müra

tabel 3.17 – 4 minit kestev heli pingväärtused ning tavalikud erastikud, mis ei ole määrisageduslik müratase					Viited
Mereliik	Tertsriba	Reageerimistase	Mõõdukas maskeerimise risk	Kõrge maskeerimise risk	
	Hz	dB re 1µPa			
		helitase	ületamise tase		
Hülged	500	110	12	20	(Kastelein et al. 2006)

²¹³ Southall, B.L., Finneran, J.J., Reichmuth, C., Nachtigall, P.E., Ketten, D.R., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Nowacek, D.P. and Tyack, P.L., 2019. Marine mammal noise exposure criteria: Updated scientific recommendations for residual hearing effects. *Aquatic Mammals*, 45(2), pp.125-232.

Tabel 3.7-5 Inimtekkelise heli piirväärtused helitundlikule elustikule – impulssmüra

Mereliik	Reageerimistase, SEL, dB re 1µPa ² s (M)	Reageerimistase tippväärtus, SPL, dB re 1µPa	Ajutine kuuldeläve tõus (TTS) SELcum, dB re 1µPa ² s	Alaline kuuldeläve tõus (PTS)
Hülged	171 (Southall 2008 ²¹⁴)	212 (Southall 2008 ²¹⁵)	170 dB SEL PCW kaalutud (Southall 2019 ²¹⁶) või 165 dB SEL 500 Hz tertsribas	185 dB SEL PCW kaalutud (Southall 2019 ²¹⁷) või 180 dB SEL 500 Hz tertsribas

Olulise keskkonnamõju vältimisel tuleb järgida kriteeriumeid, et inimtekkelise pidevmüra mediaanhelitas ei tohi ületada tabelis 3.7-4. toodud piirväärtusi (reageerimistasemeid) enam kui 20% loomade elupaigast loomadele olulistel eluperioodidel, vastavalt TG Noise soovitusel (TG Noise 2022²¹⁸) ning teiseks, et inimtekkeline impulssmüra on tasemel, mis ei tekita hüljestel alalist kuulmisläve tõusu (tabel 3.7-5).

Saare-Liivi kavandatava tuulepargi nii ehitustegevuse kui kasutusaegset võimalikku müra on modelleeritud ning selle tulemusi esitatud peatükis 2.7. Modelleerimisel käsitleti nelja tuuliku paigaldamise tehnilist stsenaariumi ehitusperioodil: gravitatsioonvundamendi paigaldamine, vaivundamendi puurimine, vaivundamendi rammimine ja vaiade vibrorammimine.

Modelleerimistulemused näitasid, et ehitusperioodil on kõige väiksema keskkonnamõjuga vundamendi ehituse stsenaarium kiiratava heli poolest gravitatsioonvundamendi kasutamine, millele järgneb vaivundamendi puurimine. Vaivundamendi vibrorammimisel ja löökrammimisel on tõenäoline, et ohutsoonis olevad hülged võivad ehitustööde ajal saada ajutise või püsiva kuuldeläve tõusu. Leevendusmeetmed lubavad püsiva kuuldeläve tõusu riski oluliselt vähendada ning siis mõju hüljestele võib pidada väheoluliselt negatiivseks (vt tabel 3.7-6).

Kasutusperioodi modelleerimistulemused näitasid, et püstitatud kriteeriumide järgi ei ole hüljeste asurkonnad ohustatud, kuna hindamisala keskmine helitaseme mediaanväärtus 500 Hz juures on alla 110 dB. Mõju hüljestele on märgatav vaid ehitusperioodil, nagu on näidanud ka mõned teised varasemad uuringud (Russel 2016). Kokkuvõtteks võib hinnata tuuleparkide kasutusperioodi tekitatud ümbrusmüra taseme tõusu mõju hüljestele mitteoluliseks.

²¹⁴ Southall, B.L., Finneran, J.J., Reichmuth, C., Nachtigall, P.E., Ketten, D.R., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Nowacek, D.P. and Tyack, P.L., 2019. Marine mammal noise exposure criteria: Updated scientific recommendations for residual hearing effects. *Aquatic Mammals*, 45(2), pp.125-232.

²¹⁵ Vt eelmine

²¹⁶ Vt eelmine

²¹⁷ Vt eelmine

²¹⁸ Setting of EU Threshold Values for continuous underwater sound. Recommendations from the Technical Group on Underwater Noise (TG Noise). Deliverable 4 of the work programme of TG Noise 2022.

Tabel 3.7-6 Koondtabel ehitusperioodi kiiritava impulssmüra modelleerimistulemustega ning nende modelleerimistulemuste põhjal keskkonnamõju hindamine

Parameeter/näitaja	Alternatiiv 0	Ehitusperiood, 12 m/18 m läbimõõduga vaiad		
		Vibro-rammimine	Puurimine	Rammimine
Ajutine kuuldeläve tõus hüljestel, ohutsooni raadius, m	0	1900/3400	40/50	700/200
Püsiv kuuldeläve tõus hüljestel, ohutsooni raadius, m	0	150/320	0	50/200
Koondhinnang hüljestele	0	Väheoluline negatiivne mõju*	Väheoluline negatiivne mõju	Väheoluline negatiivne mõju*

* leevendusmeetmete rakendamisel on mõju väheoluline

3.7.4. Keskkonnameetmed

LEEVENDEUSMEETMED

Veealuse müra leevendusmeetmed on eelkõige suunatud löök- ja vibrorammimise rakendamisel ning suunatud mereimetajate püsiva kuuldekahjustuse vältimiseks, kuna ajutist kuuldekahjustust ei ole praktiliselt võimalik vältida. Leevendusmeetmed võivad hõlmata: mereimetajate seire, erinevate akustiliste heidutusvahendite kasutamist loomade eemale peletamiseks ning rammimise aeglane algus, kus rammimise löögienergia on näiteks 20% maksimaalsest energiast esimese 30-45 minuti jooksul. Aeglase alguse aja jooksul saab loomastik pääseda ohutusse kaugusesse.

Teine võimalus kahjuliku iseloomuga müra avamerel viibivatele hüljestele vältida, on valida seda müra tekitavate tegevuste jaoks ajad, mil enamus hülgeid on veest väljas seoses iga-aastase poegimise või karvavahetusega. Karvavahetusega on seotud kõik vanemad kui üheaastased loomad. Nendel aegadel - veebruaris- märtsis ning mais-juunis on valdav enamus hüljestest seotud maa või jääga ja tõenäosus, et neid on tööde piirkonnas ohtrasti, on väga oluliselt väiksem kui nt aktiivse toitumise perioodil suvel. Selline tööde ajastamine on lisameede, mis ei asenda vajadust impulssmüra vältida.

Poegivate hüljeste häirimise vältimiseks, kui jää tekkimine tuulepargi aladele on tõenäoline ning mingid tegevused, nt hooldustööd on vältimatud, saab laevade liikumise planeerimiseks teha jää kohal vaatluslennu. Poegivad hallhülged on lennukist või droonilt üpris hästi nähtavad, sest nad on jääl rühmiti. Viigreid on mõneti raskem tuvastada, sest nad poegivad lumekoobastes, kuid pesade piirkond on leitav vanaloomade, hingamisaukude või tegevusjälgede põhjal. Samuti aitab vaatleja kasutamine laeva poegivatest hüljestest mööda juhtida. Moodustunud poegimisrühm püsib samas kohas jää, umbes kuu-poolteist. Jää triiviga saab arvestada, sest suure tõenäosusega on see jälgitav tegur ka tehniliste riskide maandamiseks.

KESKKONNASEIRE

Veealuse ümbrusmüra mõõtmisi modelleerimistulemuste kontrollimiseks tuleks läbi viia tuulepargi rajamise igas etapis, sh kasutusperioodil.

- Ümbrusmüra taset peab mõõtma ajal, kui ehitustöid ei toimu. Mõõtmiseks sobib asukoht, mis esindab võimalikult hästi tööde piirkonnas esinevat ümbrusmüra.
- Helilevi mudeli õigsuse kontrolliks peab tööde piirkonnas läbi viima lühiajalise helirõhutasemete mõõtmise. Heliallikaks sobib paremini kontrollitava intensiivsusega impulssmüra allikas. Lisaks peab mõõtma vaiade vibrorammimisel ja puurimisel tekkivat helitaset. Mõlemale mõõtmisele kehtivad järgnevad nõuded (Klauson 2023²¹⁹):
 - mõõtmised peab sooritama mõõtepunktides, mis asuvad kontrollitava allikatasemega heliallikast kaugustel 750 m, 1000 m, 1500 m ja 2000 m. Soovituslik on lisaks paigutada mõõteseadmed 3 - 5 km ja 5 - 10 km kaugusele heliallikast;
 - mõõtmispunktid peavad paiknema piki sirget, mis algab heliallika asukohas eemaldudes radiaalselt. Mõõtmispunktide horisontaalse kauguse hälve antud sirgest ei tohi ületada 5%;
 - tegelike mõõtmispunktide asukohtade kaugused peab määrama 5% mõõtetäpsusega;
 - igas mõõtepunktis võtavad helisid vastu kaks hüdrofoni, mis paiknevad 50% ja 75% vee sügavusest (kaugus merepinnast merepõhja). Hüdrofonide asukohad valitakse kõige madalamas vees paikneva mõõtmispunkti järgi. Näiteks, kui madalaimas punktis on vee sügavus 40 m, siis peavad hüdrofonid paiknema 20 ja 30 m sügavusel. Hüdrofonide kaugus merepinnast peab olema määratud vähemalt täpsusega 5%;
 - mõõtmiste ajal peab määrama piirkonnas ka helikiiruste profiili vähemalt üks kord nelja tunni jooksul.

Ehitusaegne seire

- Kuna siiani on tegemist olemasoleval olukorral põhineva uuringuga ning puuduvad pädevad analoogid Läänemere aladelt koos kavandatavate tuulepargi aladega, kus elavad koos viiger- ja hallhüljes, on vajadus ehitamise ajal vaatlejate rakendamiseks. Tööd tuleb teha mõlema liigiga tegelike hüljeste reaktsioonide mõõtmiseks ja arvestamiseks pikaajaliste mõjude kontekstis.

Opereerimisaegne seire

- Kuna puuduvad pädevad analoogid Läänemere aladelt koos kavandatavate tuulepargi aladega, kus elavad koos viige-r ja hallhüljes, on vajadus pargi käivitamisel telemeetria kordamiseks.
- Jää tekkimisel meretuulepargi alale ja vajaduse korral liikuda hoolduslaevadega alale, tuleb töötava Saare-Liivi tuulepargi alal või selle vahetus läheduses läbi viia poegivate hüljeste vaatlus lennuvahendilt (droon, lennuk) võimalike mõjude tuvastamiseks ja poegivate hüljeste ohustava häirimise vältimiseks.

Keskkonnaseire metoodikad ja mahud määratakse eelnevalt ehituse ja pargi käivitamise etappidele.

3.7.5. Alternatiivide hindamine ja kokkuvõte

Vaatamata suurele Saare-Liivi meretuulepargi ja kaablikoridori ala potentsiaalsele külastavate loomade arvule Liivi lahe meresüsteemis, ei ole tegemist hüljeste bioloogilisi võtmefunktsioone, puhkamist, toitumist, sigimist ja rännet silmas pidades olulise piirkonnaga. Hüljeste uuringus läbi viidud analüüs näitab, et mõlema liigi, hallhülge ja viigerhülge, peamised tegevusalad paiknevad siiski lahe teistes osades või viigrite puhul ka Väinameres.

²¹⁹ Klauson, A. Mustonen, M. Veealuse inimtekkilise impulssmüra normide ja piirangute uuring. Aruanne. Keskkonnaministeerium, 2023.

Hüljeste ja allveemüra uuringu tulemusena ei tuvastatud olulist potentsiaalset suure mõjuga keskkonnamõju hüljestele, mida tuulepargi arendusala selles merepiirkonnas võiks põhjustada, eeldusel, et vaiade paigaldamisel kasutatakse puurimise metoodikat või kasutatakse gravitatsioonilist vundamenti. Ehitusaegselt kasutataval vaiade vibrorammimisel ja löökrammimisel on tõenäoline, et ohutsoonis olevad hülged võivad ehitustööde ajal saada ajutise või püsiva kuuldeläve tõusu. Leevendusmeetmed lubavad püsiva kuuldeläve tõusu riski oluliselt vähendada ning siis mõju hüljestele võib pidada väheoluliselt negatiivseks.

Tabel 3.7-7. Tuulepargi kavandamisega kaasnevad mõjud ja nende olulisus

Kaasnev tagajärg/mõju	Mõju olulisus	Leevendusmeetmete rakendamise vajadus, lõplik mõju olulisus
Tuulepargi ehitus ja demonteerimine		
Gravitatsiooniline vundament		
Müra	0	
Vaivundament - vibrorammimine		
Müra	--	Leevendatav Koondmõju: 0/-
Vaivundament – puurimine		
Müra	0/-	
Vaivundament - rammimine		
Müra	--	Leevendatav Koondmõju: 0/-
Tuulepargi opereerimine		
Rände takistus	0	
Tehnoloogiline variant 1- tuulik 15 MW		
Müra	0	
Tehnoloogiline variant 1- tuulik 20 MW		
Müra	0	

KMH aruandes kasutatav olulise keskkonnamõju skaala: - vähene negatiivne mõju, -- oluline negatiivne mõju, 0 - mõju puudub, neutraalne, + vähene positiivne mõju, ++ oluline positiivne mõju

3.7.6. Kumulatiivne mõju

Mitme meres paikneva tuulepargi kumuleeruvat mõju on raske ennustada, kui ei ole mõõdetud ning teada hüljeste reaktsiooni ühele juba töötavale tuulepargile. Kumulatiivse mõju hindamisel võib lähtuda siiski konservatiivselt teoreetilisest olukorrast, et mõlemad hülgeiliigid väldivad töötavaid tuuleparke. Seda kinnitab ka läbiidud allveemüra modelleerimine ja selle tulemused. Pessimistliku prognoosi puhul võivad loomad tuulepargi ala vältida või sealt läbi liikudes teekonda pikendada. Sellisel juhul tuleb arvestada taristu pindalalist ulatust, paiknemist ja orientatsiooni peamiste lesilate või võtmealupaikade ning neid ühendavate rändekoridoride suhtes. Siiani kogutud andmed Liivi lahes ei kinnita, et kumbki hülgeiliik rändaks regulaarselt Pärnu lahte. Selles suunas liigub üksnes viigerhüljes, kes suundub Pärnu lahte poegima, kui seal esineb jää. Kui vaadata tuulepargi lokaalseid mõjusid mõnele poolsuletud merealale, nagu näiteks seda on Liivi laht, on vajalik jälgida ka, kui suur osa kogu merealast on erinevate parkide poolt hõivatud. Väinamerest Liivi lahe lõunaossa rändavatele hüljestele kumbki kavandatav park, nii Saare-Liivi meretuulepark kui ka Liivi lahe meretuulepark, ette ei jää ning kahe pargi vahel on piisav koridor hüljestele liikumiseks. Samuti on tagatud rändekoridor Väinamerest Kihnu laidude lesilateni, seda enam, et Saare-Liivi kavandatav meretuulepargi ala on ruumiliselt võrreldes esialgse alaga võrrelduna vähenenud.

Liivi lahte kavandatava Saare-Liivi ja Liivi lahe meretuuleparkide kumulatiivset mõju allveemüra kontekstis on hinnatud täpsemalt peatükis 2.7. Kokkuvõttena on järeldatud, et gravitatsioonvundamendi rajamisel nii üksiku kui ka mitme vundamendi samaaegsel paigaldamisel kiirata helitase on suhteliselt madal (võrreldav keskmise suurusega laeva müraga) ja kaasnevad ehitusaegsed mõjud ei kumuleeru. Vaiade löök- ja vibrorammimist kasutav arendaja peab tagama, et rakendatakse kõiki vajalikke leevendusmeetmeid, et vältida lubamatult kõrge mürataseme tekkimist ning selle levikut teiste tuuleparkide aladele. Leevendusmeetmete rakendamisega on võimalik tagada, et ehitustegevusega kaasnevat kumulatiivset mõju ei esine. Tuuleparkide tööperioodi jooksul tekitab iga tuulepark müra oma ala piirides ja naabertuulepargid praktiliselt ei suurenda ümbritsevat mürataset.

3.7.7. Teadmiste lüngad

Allveemüra uuringu puhul tuleb märkida, et heli levikadude kirjeldamisel on tehtud lihtsustavaid eeldusi. Kui tegelik levikadu peaks osutuma väiksemaks, võib praegune prognoos tegelikke riske alahinnata. Käesoleva uuringu kontrollimiseks on soovitatav teha edaspidi ehitamisel ja opereerimisel täiendavaid levikadude mõõtmisi. Iga modelleerimine vajab mõõtmisi kalibreerimiseks ja kontrollimiseks. Selline kontrollimine aitab vähendada keskkonna akustiliste omaduste ja akustiliste allikate ennustamise määramatust. Mõõtmisi tuleb teha enne ehituse algust, ehitusperioodi ajal ja kasutusperioodi ajal.

3.8. Kalastik

Käesolev peatükk põhineb valdavalt KMH alusuuringule „Saare-Liivi meretuulepargi ja kaablitrassi mõju kalastikule, ARUANNE. Koostanud Tartu Ülikool, Eesti mereinstituut; 2024” (edaspidi: Kalade uuring - TÜ EMI, 2024), mis on leitav lisa 3.12. Kalastikule avalduva veealuse müra hindamisel tuginetakse uuringu aruandele „Saare-Liivi tuulepargi veealuse müra mõju hindamine”; koostanud Taltech, Konstruktsiooni- ja vedelikumehaanika UR, 2024 (edaspidi käesolevas töös: Veealuse müra uuring – Taltech, 2024), lisa 3.1.

3.8.1. Alternatiivide käsitlus

Keskkonnaseisundi kaardistamise algushetkel lähtuti esialgsest hoonestusloa taotluse alast ja seega oli uuringuala ruumiliseks ulatuseks Saare-Liivi põhialternatiiv 1 ruumiline ulatus. Mõjuhinnaangute koostamise ajahetkeks oli välja kujunenud põhialternatiiv 2, mille osas esitatakse kalastiku hinnangud.

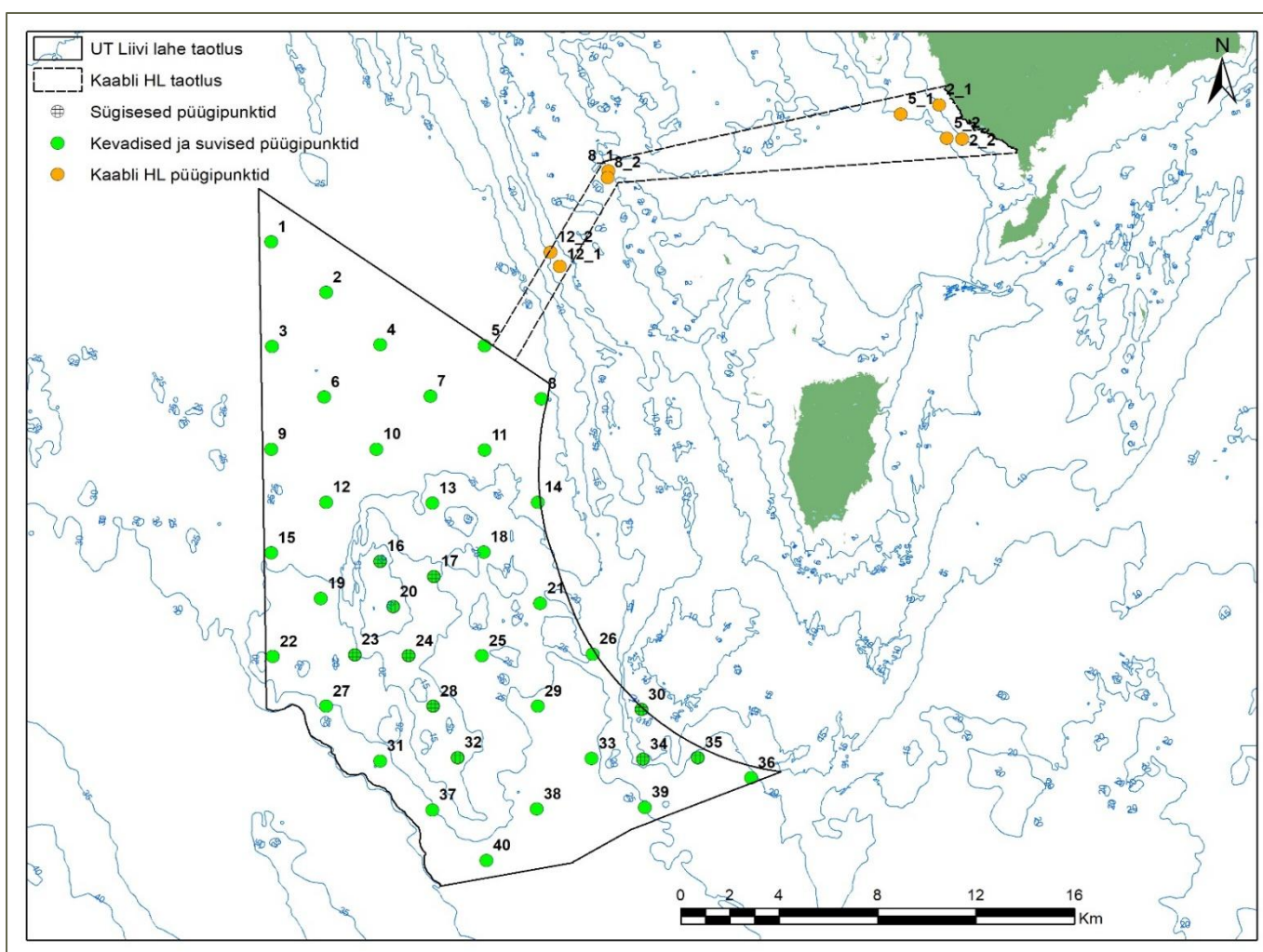
Käesolevas peatükis on allveemüra hindamisel tehnilistest alternatiividest vaatluse all nii gravitatsiooniline vundament kui vaivundament (vt ptk 2.7). Allveemüra uuringus vaadeldi vaivundamendi paigaldamise meetoditena nii puurimist, vibro- kui löökrammimist (vt lisa 3.1). Allveemüra hinnangu andmise alusel oli juba välja kujunenud põhialternatiiv 3 ruumiline ulatus, millega kavandatakse alale 80 tuulikut.

KALAKOOSLUSED UURINGU ALAL

Kalakoosluse uuring Liivi lahte kavandatava Saare-Liivi meretuulepargi piiridesse jääval merealal viidi läbi spetsiaalselt Läänemere piirkonna kalastiku uuringuteks ette nähtud standardsete 1,8 m kõrguse ja erineva silmasuurusega nakkevõrkudest koostatud seirejadadega (Thoresson, 1996²²⁰; HELCOM, 2015²²¹).

2022. aastal viidi kavandatava tuulepargi piirkonnas uuringud läbi kokku 40 erinevas seirepunktis sügavustel 10-35 m. 2023. aastal toimunud uuringu eel uuringuala korrigeeriti – planeeritavast Saare-Liivi esialgselt hoonestusalalt eemaldati seoses uuringuala pindala vähenemisega kokku 7 seirepunkti (punktid number 26, 29, 33, 37 – 40) (joonis 3.8-1). Seega toimusid uuringud 2023. aastal kokku 33 erinevas seirepunktis. Kalakoosluses aasta jooksul toimuvate sesoonsete muutuste hindamiseks viidi mõlemal aastal uuring läbi kõigis nimetatud seirepunktides kahel korral.

Esimene uuringuperiood oli kevadel aprillist juunini, kui merevesi soojeneb ja toimub enamuse kalaliikide kudumine ja kuderänne. Teine uuringuperiood hõlmas suve juulis ja augustis, kui kalade kuderänne on lõppenud ja esineb nn paikne kalastik.



Joonis 3.8-1. Seirepunktide paiknemine Liivi lahte kavandatava Saare-Liivi meretuulepargi uuringupiirkonnas 2022. aastal ja kaablikoridori trassi uuringupiirkonnas 2022-2023 aastal. Aastal 2023 jäid uuringust välja seirepunktid 26, 29, 33, 37-40. (TÜ EMI, 2024- Kalade uuring)

²²⁰ Thoresson, G. (1996) Guidelines for coastal fish monitoring. Öregrund: Kustlaboratoriet, Fiskeriverket: 1- 35

²²¹ HELCOM (2015). Guidelines for coastal fish monitoring sampling methods of HELCOM

<http://helcom.fi/Documents/Action%20areas/Monitoring%20and%20assessment/Manuals%20and%20Guidelines/Manual%20for%20Marine%20Monitoring%20in%20the%20COMBINE%20Programme%20of%20HELCOM.pdf>

Liivi lahte kavandatava Saare-Liivi meretuulepargi ja kaablitrassi uuringualadelt püüti aastatel 2022-2023 toimunud uuringute käigus kokku 52501 kala kogumassiga 2078,5 kg. Kavandatava Saare-Liivi meretuulepargi alalt püüti kokku 39389 kala (1598,9 kg) ja kavandatava kaablikoridori alalt 13112 kala (479,6 kg). Väiksemamahulistel hilissügisestel uuringutel, merisiia võimalike koelmualade leidmiseks tuulepargi piirkonnast, püüti kokku 673 kala (45,7 kg).

Kalastik oli piirkonnas mitmekesine ja esindatud olid nii mereliigid, riimveelise eluviisiga estuaariliigid, siirdekalad ja mageveeliigid. Kokku registreeriti uuringu käigus 29 kalaliigi esinemine. Nii kavandatava Saare-Liivi meretuulepargi kui kavandatava kaablikoridori alal registreeriti võrdselt 24 kalaliigi esinemine. Kalastiku liigilises koosseisus ilmnesid siiski erinevused – valdavalt sügavama veega piirkonnas kavandatava tuulepargi aladel puudusid mitmed madalamas vees tavalised mageveeliigid. Kavandatava kaablikoridori uuringualal ei leitud uuringu käigus mitmeid sügavamal esinenud mere-, estuaari- ja siirdekalade liike.

Kalakooslused tuulepargi alal

Kavandatava tuulepargi piirkonna kalastikus domineeris arvukuselt räim, moodustades 57,1 % kõigi püütud kalade koguarvust. Väga oluline osa oli ka meritindil (18,2 %). Ülejäänud liikidest esines seirepüükides arvukamalt ümarmudilat (7,0 %), lesta (4,5 %), merihärga (4,4 %), emakala (2,9 %), kilu (1,5 %), nolgust (1,3 %) ja kiiska (1,2 %). Tavalised, aga seiresaagis pigem vähearvukad (0,1-1 % püütud kalade koguarvust) olid koha (0,49 %), vimb (0,40 %), ahven (0,39 %), merisiig (0,19 %) ja tursk (0,14 %). Väheste või üksikute isenditena esinesid uuringu kalasaagis kammeljas, vinträim, väike tobias, jõesilm, suurtobias, tuulehaug ja lõhe (Tabel 8).

Räim oli tuulepargi piirkonnas ka biomassi poolest olulisim kalaliik, moodustades 32,2 % kõigi tabatud kalade kogumassist. Tähtsusest järgmised liigid seiresaagis olid osakaalult merihärg (18,4 %) ja meritint (12,7 %). Arvestatava osa biomassist moodustasid ka lest (9,3 %), ümarmudil (7,9 %), nolgus (6,9 %), merisiig (2,8 %), vimb (2,8 %), emakala (1,8 %), kiisk (1,7 %) ja tursk (1,2 %).

Kahe aasta võrdluses oli kavandatava Saare-Liivi meretuulepargi piirkonna seirepunktide keskmine saagikus kõrgem esimesel aastal (CPUE väärtused aastatel 2022 ja 2023 vastavalt 307,3 ja 224,4). Mõlemal aastal domineerisid registreeritud kalakoosluses arvukuse poolest räim ja meritint.

Kalakooslused ühenduskaabli uuringualal

Kavandatava tuulepargi kaablikoridori piirkonnas Kihnu saarest loode ja põhja pool oli uuritud kalakoosluse arvukaim liik ümarmudil, moodustades 34,3 % tabatud kalade koguarvust. Teised olulisemad liigid olid räim (24,6 %) ja meritint (17,7 %), arvukuselt järgnesid viidikas (8,4 %), ahven (4,2 %), emakala (3,0 %), kilu (2,4 %), lest (1,4 %) ja särg (1,2 %). Alla 1 % osatähtsusega olid kiisk (0,82 %), vimb (0,76 %), merihärg (0,37 %), koha (0,31 %) ja säinas (0,21 %). Väheste või üksikisenditena esinesid seirepüügis veel haug, hõbekoger, kammeljas, meriforell, merisiig, nolgus, tursk, tuulehaug ja vinträim (iga liigi osatähtsus alla 0,1 % püütud kalade koguarvust) (lisa 3.12, tabel 8).

Biomassilt domineeris kavandatava kaablikoridori ala kalakoosluses ümarmudil, kelle osakaal moodustas 29,6 % tabatud kalade kogumassist. Teised biomassilt olulisemad liigid olid räim (18,1 %) ja meritint (16,5 %).

Kavandatava kaablikoridori piirkonnas Kihnu saarest loode ja põhja suunas toimusid seirepüügid neljas eri sügavusvööndis. Madalamate rannalähedaste 2 ja 5 m sügavusel asunud seirepunktide saaki iseloomustasid erinevad karplaste sugukonda kuuluvad kalaliigid nagu särg ja viidikas, ka ahven eelistas pigem madalamat vett. Kaugemal 8 ja 12 m sügavuses vees paiknenud seirepunktide saagis olid arvukamad estuaari- ja mereliigid nagu emakala, merihärg ja räim.

MERISIIA VÕIMALIKUD KOELMUALAD

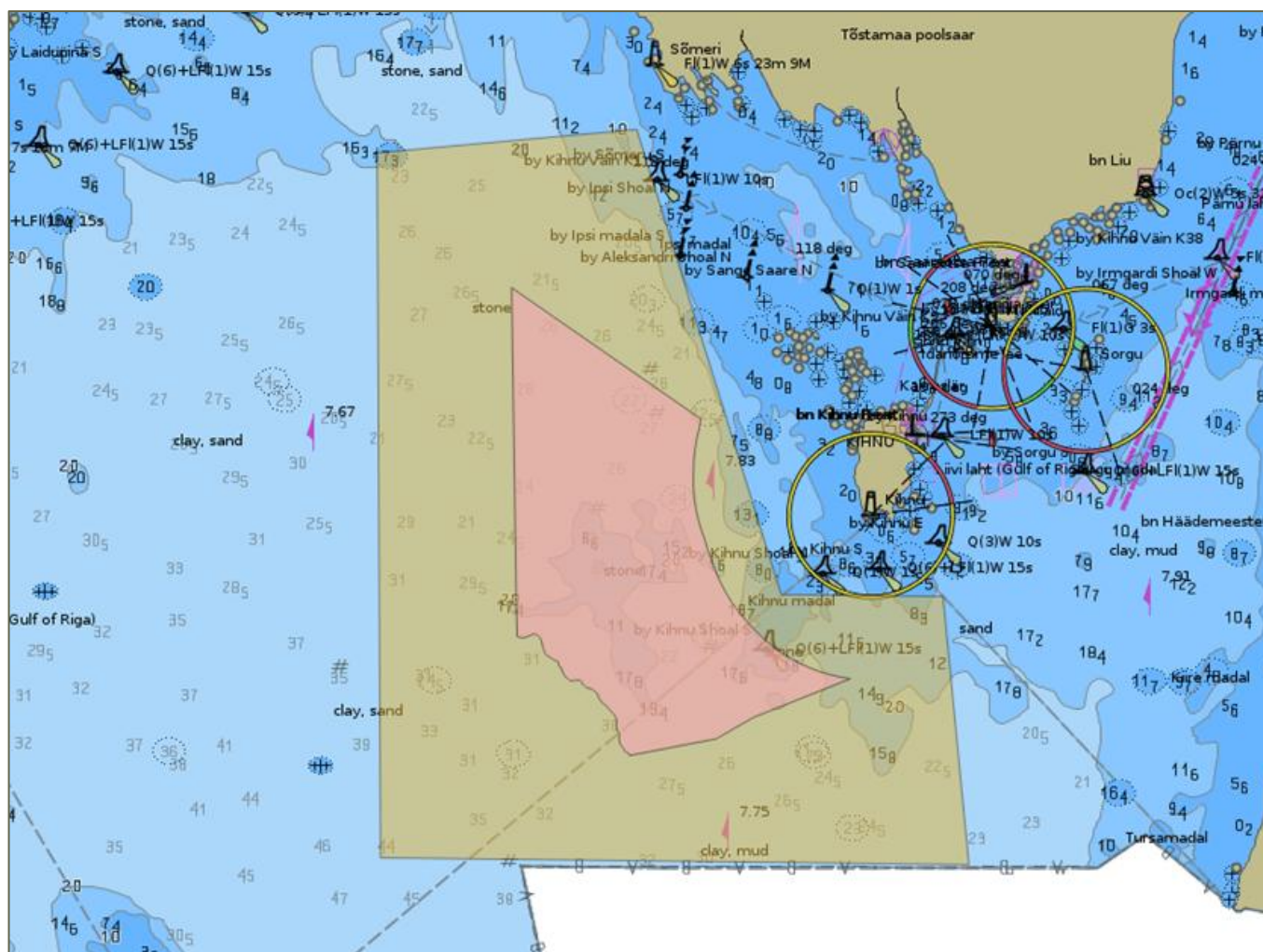
Merisiia võimalike koelmualade leidmiseks viidi läbi uuringud Saare-Liivi meretuulepargi uuringuala kümnes madalamaveelisemas seirepunktis (joonis 3.8-1). Aastal 2022 domineeris nende uuringute saagis räim (69,0 % püütud kalade koguarvust), arvukas oli ka merihärg (22,7 %). Tavalised liigid olid sealsete seirepunktide saagis nolgus (4,0 %) ja lest (1,4 %). Üksikute isenditena esines koha, merisiiga, meritinti ja turska (iga liigi osakaal jäi alla 1 % püütud kalade koguarvust). Kokku tabati 2022. aasta novembrikuiste uuringute käigus võrkudega kolm merisiiga, neist kaks isendit seirepunktist nr 20 ja üks isend punktist nr 28 (joonis 3.8-1).

Aastal 2023 domineeris novembrikuiste uuringute saagis veelgi suuremal määral räim (83,8 % kalade koguarvust), tavalised liigid olid merihärg (8,7 %), lest (4,4 %) ja nolgus (2,2 %). Üksikute isenditena esines koha ja turska (kummagi liigi osakaal jäi alla 1 % püütud kalade koguarvust). Ühtegi merisiiga 2023. aasta hilissügiseste uuringute käigus uuringualal ei tabatud.

Hilissügiseste uuringute käigus ühtegi jooksvate suguproduktidega merisiiga kavandatava Saare-Liivi meretuulepargi hoonestusalalt ei tabatud ja seega merisiia koelmute esinemine piirkonnas ei leidnud kinnitust.

KEVADRÄIME AKUSTILISE UURINGU TULEMUSED

Avamere räime kevadise kuderände kaardistamiseks Saare-Liivi meretuulepargi uurimisalal (joonis 3.8-2) kasutati teadusliku hüdroakustika aparatuuriga varustatud uurimislaeva, millega kaeti kevadisel perioodil korduvate reiside käigus kogu uurimisala. Uurimisreisid viidi läbi 2022. ja 2023. aastal märtsist juulini kokku 20 korral. Laevad olid varustatud Simrad EK80 split-beam sonariga, mis on maailmas enim kasutatav pelaagilise kalavaru uurimise aparatuur.



Joonis 3.8-2. Kevadräime rände uuringuala (beež ala) ning planeeritava Saare-Liivi meretuulepargi esialgne hoonestusala (roosa ala). TÜ EMI, 2024- Kalade uuring.

Kevadräime rände hüdroakustilised uuringud viidi läbi kahel aastal (2022-2023): mõlemal aastal kestsid uurimisreisid märtsist juulini. Eesti Mereinstituudi töonduskalade noorjärkude uuringu põhjal võib eeldada, et 2022. aastal jäi räume kudemise perioodi tipp mai teise poole ja 2023. aastal pigem mai algusesse. Räume kudemine toimub pikema ajaperioodi vältel, kestes antud aastatel ligikaudu 1-2 kuud ning perioodi pikkus sõltub vee temperatuurist. Räume kudemine Pärnu lahes toimub enamasti kui veetemperatuur on ligikaudu 9-16 kraadi (Ojaveer, 2014²²²), seega saab väita, et meie tulemustes juuni- ja juulikuus nähtud suuremad räumekoondised olid, kas juba kudealalt lahkuvad või antud piirkonnas toituvad parved (vt lisa 3.12, Tabel 23).

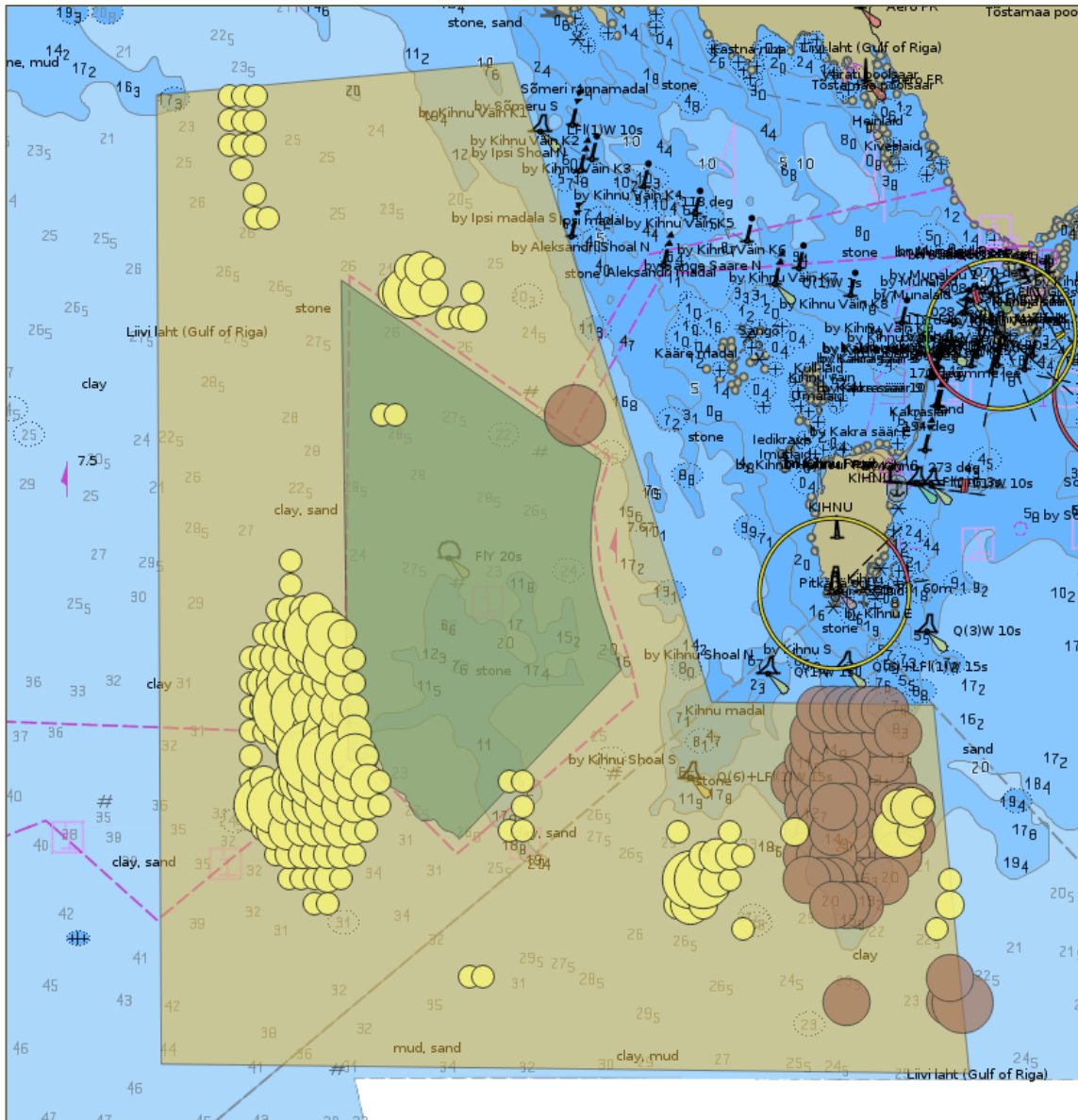
2022. aastal õnnestus tabada kudema siirduvaid kalaparvi rohkem märtsis, mil kõige tihedamad räumeparved paiknesid Saare-Liivi meretuulepargi hoonestusala lõunapiiri lähedal (Lisa 3.12, Joonis 6). Kõige tugevamaid kalaparvede signaale tuvastati üllatuslikult aga hoopis juulis, kui kudemine oli lõppenud ning eeldatavasti oli tegemist kudemise lõpetanud ning toitumisladele naasvate kalaparvedega. Kui märtsis jahedama veega kudema siirduvad kalaparved liikusid tihedate parvedena, siis juulis olid parved juba laiemal alal laiali ning neid esines ka Saare-Liivi meretuulepargi hoonestusala.

2023. aastal õnnestus keeruliste jääolude tõttu uurimisreisidega alustada alles märtsi teises pooles ning esimese reisi tulemustest oli näha, et esimesed räumeparved olid juba Kihnu ranniku lähedal rändel (Lisa 3.12, Joonis 7). Aprillis olid siiski mõned tihedamad parved ka sügavamates piirkondades väljaspool Saare-

²²² Ojaveer, E. (2014). Läänemeri. TA Kirjastus, Tallinn.

Liivi meretuulepargi hoonestusala. Aprilli lõpuks olid eeldatavasti suurem osa kudema siirduvatest parvedest jõudnud Pärnu lahte. Hiljem olid uurimisalal suuremad kalaparved juuni ja juuli lõpus, mil ilmselt oli kudemine lõppenud, räimed olid hajusalt ning tegelesid toitumisega lahe avaosas.

Peamiste rändeteede kaardistamiseks ja suuremate räimeparvede paiknemise hindamiseks kahe uurimisaasta tulemused kombineeriti. Saadud tulemused näitavad, et kokkuvõttes oli aastal 2022 rohkem suuri räimeparvi Kihnu lõunaranniku lähedal madalatel aladel ja 2023. aastal olid suuremad räimekoondised hoonestusala edelanurga lähedal. Viimane ilmselt ei ole seotud räime rändega, vaid tegemist on toitumisalaga, kuna antud väärtused pärinevad juuni- ja juulikuust, mil kudemine oli valdavalt lõppenud.



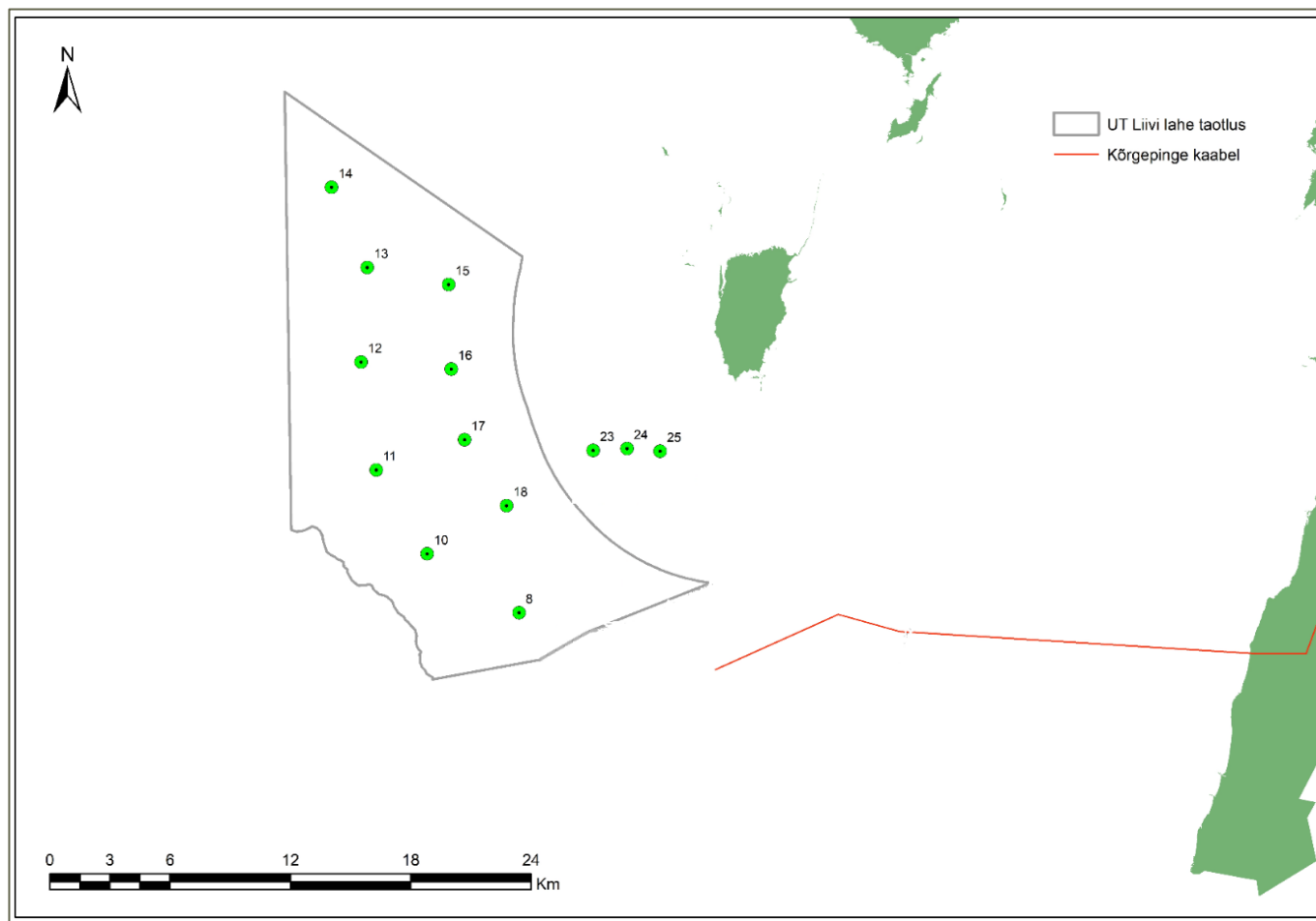
Joonis 3.8-3. Suuremate räimeparvede paiknemine uuringualal 2022. (pruunid ringid) ja 2023. (kollased ringid) aastal (TÜ EMI, 2024- Kalade uuring).

SÜGISRÄIME KOMPLEKSUURINGU TULEMUSED

Varasemate uuringute tulemustest on teada, et planeeritava Saare-Liivi meretuulepargi läheduses (sellest idas) paiknevad sügisräimele olulised Liivi lahe koelmualad, millest võib eeldada, et tuulepargi vahetus

läheduses ja selle territooriumil võivad asuda kalavastsete turgutusalad (TÜ Eesti mereinstituut 2013²²³). Hindamaks tuulepargi mõju sügisräimele, on oluline selgitada, kas ja millise intensiivsusega koeb sügisräim kavandatava meretuulepargi asukohaks märgitud aladel ja millisel määral kattub tuulepargi territoorium räimevastsete levikualaga. Räimevastsete kasv ja toitumine (samuti võimalik stress) määravad ära kujuneva sügisräime põlvkonna suuruse ja kudekarja biomassi, seega ka tulevased räimesaagid.

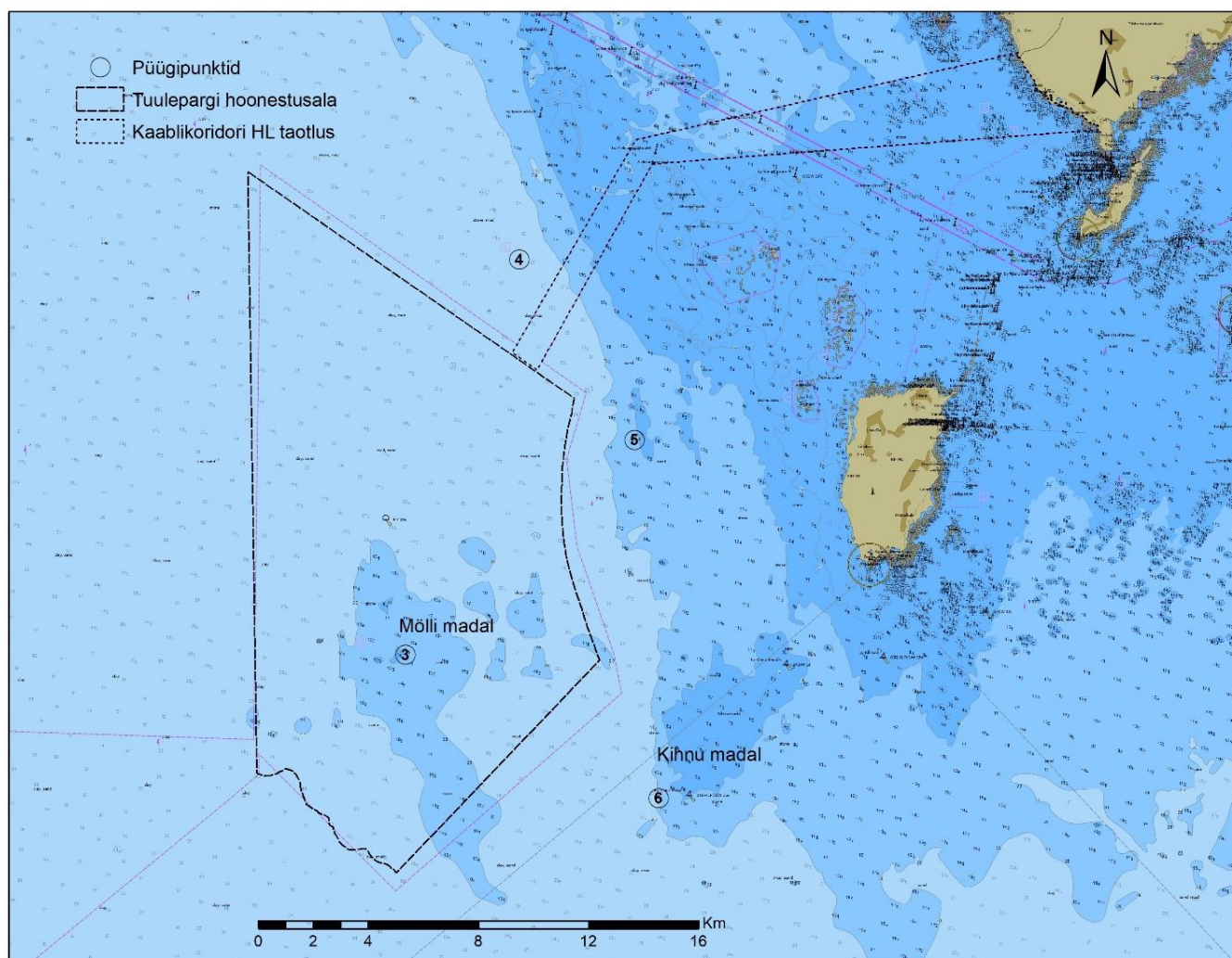
Räimevastseid püüti "Bongo" tüüpi kalavastsete traaliga kümnel korral (intervalliga 2-3 korral kuus sõltuvalt ilmaoludest) ajavahemikus 17. august – 17. november. Püüke viidi läbi uuringuala (joonis 3.8-4, Lisa 3.12, tabelid 24-25) piires ja uuringuala väliselt (nõ referentsalal Kihnu saarest edelas asuva räimekoelmul Kihnu saare ja uuringuala vahel) kokku kolmeteistkümnes punktis.



Joonis 3.8-4. Sügisräime vastsete uuringu punktid arendusalal (8, 10 – 18) ja referentsalal Kihnu madalikul (23 – 25) Liivi lahes 2022. a. (TÜ EMI, 2024- Kalade uuring).

Kudeva kala püügid viidi läbi teadaolevatel koelmutel (Kihnu madal, punkt 6) ja tuulepargi arendusalal punktis 3-5 (joonis 3.8-5).

²²³ TÜ Eesti mereinstituut (2013). Tähelepanuta jäänud töönduskala Eesti rannikumeres: sügiskuduräim Liivi lahes ja Läänemere avaosas. Lõpparuanne. Pärnu. 48lk



Joonis 3.8-5. Sügisräime võrgupüükide punktid 3 – 6 Liivi lahes 2022. a (aluskaart: Maa-amet). TÜ EMI, 2024-Kalade uuring.

Räimevastsete esinemise muster oli sarnane Saare-Liivi meretuulepargi hoonestusosal ja referentsalal Kihnu madalikul (joonis 3.8-5). Alade võrdluses võib öelda, et mõlemad alad on võrdselt olulised sügisräime eelvastsete ja vastsete turgutusalad.

Sügisräime esines arvukamalt koelmute ümbruses 3nda ja 6nda reisi vahel septembri teisest nädalast kuni oktoobri alguseni. Ülekaalukalt kõige rohkem esines sügisräime referentsalal (punkt nr 6). Samuti võib välja tuua kõrged WPUE väärtused punktis 5, mis asub tuulepargi arendusala kõige põhjapoolsemas otsas.

3.8.2. Mõju hindamine

Tuuleparkide rajamisega kaasnevad mõjud jagunevad ehitus-, kasutus- ja demonteerimisaegseteks. Kasutusaegsed ja füüsilised mõjud on seotud tuulepargi ja merekaabli paiknemise alaga ning tuulikute opereerimisfaasis avaldavad kalastikule mõju tuulikute töömüra ja merekaablite elektromagnetväljad. Oluline on tagada, et tuuleparke ei kavandata olulistele koelmualadele ega olulistele rändekoridoridele võimalike rändetakistusena. Eesti rannikumerre planeeritavate avamere tuuleparkide suurimateks potentsiaalselt negatiivseteks mõjudeks kalastikule on praeguste teadmiste järgi tõenäoliselt ehitus- ja demonteerimistööde aegne tegevus (käesolevas KMH aruandes loetakse ehitusaegsed mõjud võrdseks demonteerimisaegsete mõjudega). Ehitustöödega võib kaasneda kaladele ehitusmüra ja pinnasetööde

teostamisega tekkiva heljumi ebasoodne mõju. Ehitustegevuse käigus tekkivate häiringute ulatus sõltub ehitatavate struktuuride iseloomust – näiteks gravitatsioonivundamentide puhul paisatakse veesambasse enam heljunit kui vaivundamentide ehitusel (vt ptk 3.3), ent vaivundamentide paigaldamisel on seevastu mürähäiring tugevam. Kalade reageering häiringutele on erinev nii liikide kui ka indiviidide tasemel, sõltudes näiteks isendi konditsioonist – kudemisvalmis kalad võivad olla keskkonnahäiringutele tundlikumad (Popper jt. 2014²²⁴).

Teatud olukordades võib ilmned tuuleparkide rajamisega ka hoopiski positiivne mõju kalade arvukusele, sest tuulikute vundamentide ja tornide (sh alajaamad) näol lisatakse merepõhja kõva substraati, millel on tihti kalu koondav ja/või produktsiooni suurendav lokaalne mõju²²⁵. Samas ei ole veel täpselt teada, milliseid kaudseid mõjusid see kalastikule kui tervikule ja sellest tulenevalt kogu mereökosüsteemile kaasa toob.

MÕJU KEVADRÄIMELE

Tuginedes kahel järjestikusel aastal läbiviidud kevadisele räime rändeuuringule võib väita, et räime kevadine ränne kudealadele ei läbi suuremas mahus Saare-Liivi kavandatava tuulepargi hoonestusala piirkonda, vaid piirkonna näol võib tegemist olla pigem räime kudemisjärgse toitumisalaga.

Kuna töötavate tuulikute müra mõju räimedele pole teada (TÜ EMI vastav uuring on hetkel alles pooleli ja valmib 2025. aasta III kvartalis), on keeruline hinnata, mil määral võib kogu Saare-Liivi meretuulepargi hoonestusala kasutuselevõtt räime kuderännet mõjutada.

Hüdroakustilise uuringu käigus kogutud andmetel ei läbinud kevadise koelmute suunas toimuva räime rände peamised koridorid Saare-Liivi meretuulepargi hoonestusala. Räime ränne võib sõltuvalt ilmastikust ajaliselt varieeruda, seega tuleb ettevaatuspõhimõttest tulenevalt vältida tuulikuvundamentide ehitust ning kaablite paigaldamist hoonestusala lääneservas joonisel 3.8-6 ära toodud piirkonnas kevadel märtsis ja aprillis, kui ehitismüra ja heljum võib räime kudemisrännet häirida.

Kavandatava kaablikoridori trass läbib kogu piki Liivi lahe madalamat rannikumerd kulgevat ulatuslikku kevadräime koelmuala. Kaablitrassil sattus kudevaid kalu seirevõrkudesse arvukamalt maikuu algul. Räime kudemine toimus uuringuandmetel mai algul valdavalt 5-12 m sügavusel. Juuni algul leidis jooksva niisa ja marjaga räimi veel madalas 2 m sügavuses vees, kuid varasemaga võrreldes oli räime arvukus oluliselt kahanenud ja arvestatav osa kaladest juba kudenud.

MÕJU SÜGISRÄIMELE

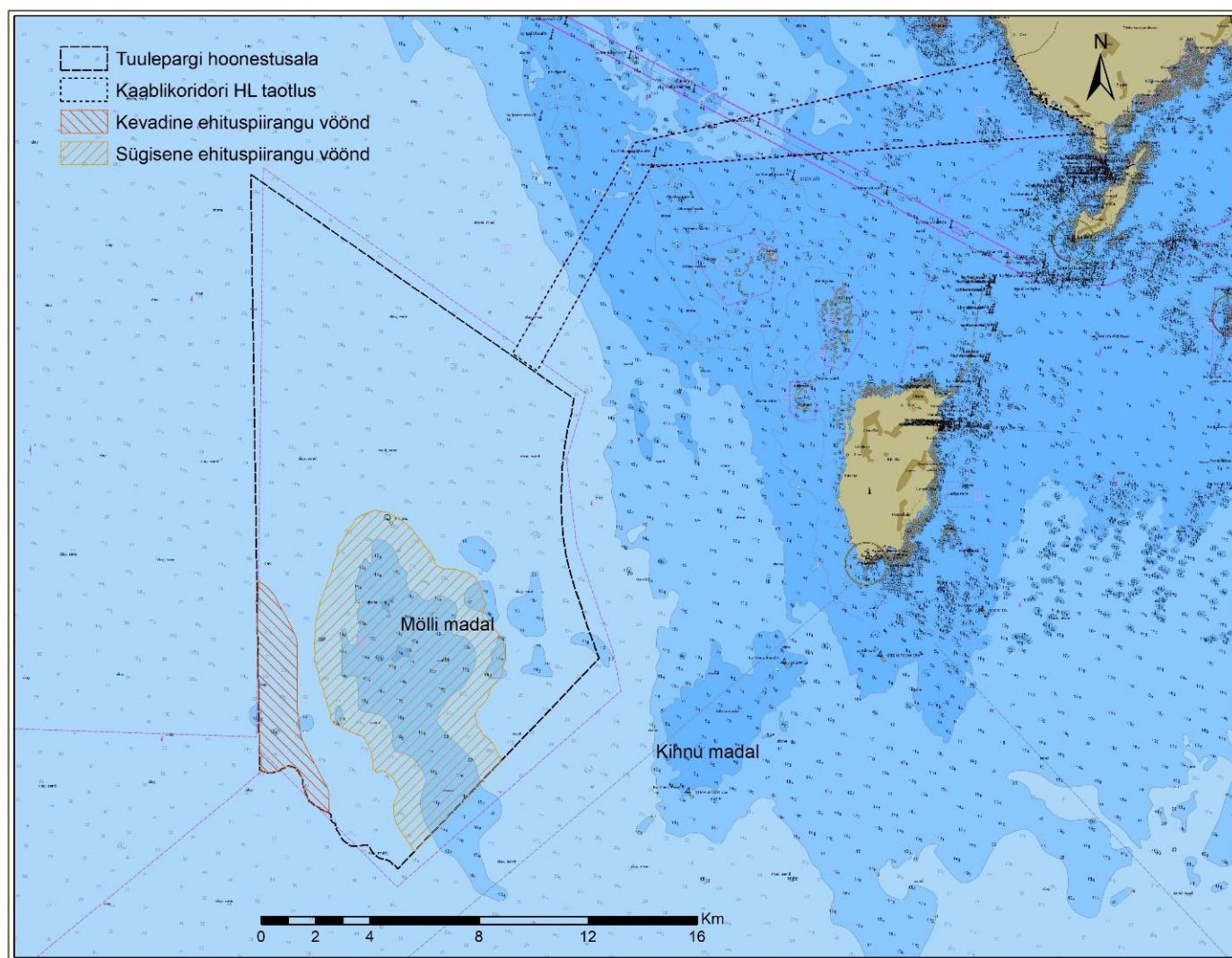
Sügiskuderäime koelmud ei kattu ruumiliselt kevadkuduräime omadega, vaid paiknevad järskudel kaldanõlvadel avavee läheduses või avameres paiknevatel madalikel nagu Kihnu või Mölli madala servad, kus sügisräime kudemist on täheldatud enamasti 10 – 25 m sügavusel, kudemisperioodi lõpu poole ka madalike harjadel alla 10 m sügavustel. Saare-Liivi meretuulepargi hoonestuslale jääb sellistest aladest vaid Mölli madal (lisa 3.12, joonis 11). Nendes kohtades toimub veekihtide intensiivne segunemine, mis tagab embrüote arenguks head hapnikutingimused, ainevahetusproduktide eemaldumise ning on aluseks rikkalikule algproduktsioonile, mis lubab vastsete välisele toidule ülemineku puhuks piisavat

224 Popper, A. N., Hawkins, A. D., Fay, R. R., Mann, D., Bartol, S., Carlson, T., Coombs, S., Ellison, W. T., Gentry, R., Halvorsen, M. B., Løkkeborg, S., Rogers, P., Southall, B. L., Zeddies, D. & Tavalga, W. N. (2014). *Sound Exposure Guidelines for Fishes and Sea Turtles: A Technical Report prepared by ANSI-Accredited Standards Committee S3/SC1 and registered with ANSI. ASA S3/SC1.4 TR-2014, SpringerBriefs in Oceanography, Springer International Publishing, and ASA Press, Cham, Switzerland, pp. 1-76.*

225 Eestisse planeeritavate avamere tuuleparkide võimalikud mõjud Läänemere kaladele (Tartu Ülikool, 2020) https://www.kalateave.ee/images/pdf/Uuringud/Eestisse_planeeritavate_avamere_tuuleparkide_v%C3%B5imalikud_m%C3%B5jud_L%C3%A4%C3%A4nemere_kaladele.pdf

toiduobjektide – aerjalgsete ja nende vastsete suurt tihedust hilissuvised ja varasügisese mesozooplanktoni produktsiooni tipu ajal. Erinevalt kevadräime koelmute, toimub sügiskuduräime masskudemine kohtades, kus taimkate on hõredam või puudub ning on valdavalt liivased või kivised põhjad. Vee soolsus on kõrgem kui kevadkuduräime koelmute ja varieerub 5.5 – 7 ‰ juures. Kudemiseelsed koondised moodustuvad koelmute läheduses sügavamas vees tavapäraselt augustis.

Sügiskuduräime vastsete ja kudekala leviku ulatuse ja arvukuse uuringud koos keskkonnatingimuste kaardistamisega kinnitasid, et nii Saare-Liivi meretuulepargi arendusala kui ka Kihnu madalal asuv referentsala on sügiskuduräime poolt kasutatav rändeteena koelmutele, mis asuvad 20 m samasügavusjoonest madalamate sügavustega aladel. Teadaolevalt eelistab sügiskuduräim kudemiseks kohti, kus lühikese vahemaaga sügavused muutuvad, nn nõlvaalad. Samuti triivivad vastsed passiivselt veemassidega kaasa ja nende levik on ühtlaselt arvukas üle kogu arendusala territooriumi. Arvestades sügiskuduräime kehvast seisundist Läänemere ökosüsteemis tervikuna, tuleks hajutada ning minimeerida viia riskid, mis võiksid veelgi kahjustada liigi seisundit säilinud teadaolevatel koelmualadel. Seetõttu tuleks tuulikuvundamentide ehitust ning kaablite paigaldamist vältida hoonestusalal sügiskuduräime kudemise ja räimevastsete suurima leviku ajal septembris ja oktoobris Mölli madala piirkonnas lähemal kui üks kilomeeter 20 m samasügavusjoonest (Joonis 3.8-6).



Joonis 3.8-6. Ehituspiirangu vöönd kevadräime rändeperioodiks märtsis ja aprillis ning sügiskuduräime kudemisperioodiks septembris ja oktoobris meretuulepargi hoonestusalal Mölli madala vööndis.

MÕJU TEISTELE KOELMUALADELE

Meritindi jooksvate suguproduktidega isendeid esines kevadperioodil vähesel määral kavandatava tuulepargi Kihnu saarele lähemal paikneval Saare-Liivi meretuulepargi hoonestusalal: kokku 9 seirepunktis 15-28 m sügavusel. Kokku oli selliste isendite osatähtsus siiski väga vähene, vaid 0,54 % kevadperioodil püütud meritintide üldarvust.

Uuringu käigus tabati jooksva niisa ja marjaga meritinte ka kavandatava kaablikoridori piirkonnas. Jooksvate suguproduktidega kalu sattus mai alguses võrkudesse kõigis sügavusvööndites, massiliselt leidus selliseid meritinte 5 m sügavusel (CPUE väärtus 899, 5) (2, 8 ja 12 m sügavusel varieerusid meritindi CPUE väärtused 67,5 – 73 piirides). Meritindi koelmud paiknevad reeglina jõgedes või tugevalt magestunud merelahtede madalas rannavees. Seetõttu tuleb neid meritinte pidada kuderändel olevateks kaladeks, kes sattusid seirevõrkudesse enne koelmutele jõudmist ning nende suguproduktid voolasid välja võrgusilmade tekitatud mehaanilise surve tagajärjel.

Lesta arvukus seirepüükides kavandatava Saare-Liivi meretuulepargi hoonestuspiirkonnas oli pigem madal (osatähtsus 4,5 % püütud kalade üldarvust). Seda ka kavandatava kaablikoridori piirkonnas (osatähtsus 1,4 % püütud kalade üldarvust).

Hilissügisel läbi viidud uuringu käigus Saare-Liivi meretuulepargi uuringualalt kudevaid merisiigu tabada ei õnnestunud ja koelmute esinemine piirkonnas kinnitust ei leidnud.

Kavandatava tuulepargi alternatiivsete ehitusvariantide puhul mõjud kohalikule kalastikule oluliselt ei erine. Vette ehitatud struktuurid ja neile kinnituv põhjaloomastik võib põhjustada mõningate kalaliikide (näiteks tursa, nolguse ja mudillaste) koondumist tuulikute vahetusse lähedusse, kus toitumis- ja varjumisvõimalused on paremad, kui ümberkaudsel ühtlasel merepõhjal (Bergström jt. 2013).

MÜRA MÕJU

Kaladel on helide tajumiseks kaks sensorsüsteemi. Lisaks kõrvale on kaladel ka külgsõõr organ, mille abil nad suudavad tajuda veeosakeste liikumist. Nii saavad kalad külgsõõre kaudu teavet teiste kalade liikumise ja asukoha kohta vees.

- Kalad, kellel kas puudub ujupõis või see ei ole sisekõrvaga seotud, liigitatakse kuulmisgeneralistideks. Kuulmisgeneralistid tajuvad paremini helirõhu muutusi. Kuulmisgeneralistide hulka kuuluvad haug, ahven, angerjas, lest, lõhe ja forell.
- Kalad, kellel on sisekõrvaga ühendatud ujupõis, muutub kuulmine "teravamaks", ning neid liigitatakse kuulmisspetsialistideks. Samas teravdab kuulmisspetsialistide helide tajumist kombineeritud helirõhu ja veeosakeste liikumise tajumine (räim, heeringas).

Läänemere kaladest on avamere tuuleparkide potentsiaalsetele müraga kaasnevatele võimalikele negatiivsetele mõjudele praeguste teadmiste järgi kõige vastuvõtlikum tõenäoliselt räim, kes kuulub kuulmisspetsialistide hulka. Inimtekkeline müra võib mõjutada kalade kudemist, kalade pikaajalist tervist ja arengut, saaklooma ja röövlomade suhet ning kalade suhtlemist (maskeerimine). Olulised eluperioodid on räimel maist juunini ning augustist septembrini.

Kaladele kahjulike helirõhutasemete kohta on pakutud erinevaid väärtusi ja nende määramiseks puudub siiani ühtne meetoodika. Allveemüra uuringus toetutakse tööle (Blaxter ja Hoss, 1981²²⁶), kus 8-11 cm pikkuse heeringa reaktsioonitase 79 Hz sagedusega signaalile oli 122 dB re 1 µPa. Uuringu (Kastelein

²²⁶ Blaxter, J.H.S., Hoss, D.E., 1981. Startle response in herring: the effect of sound stimulus frequency, size of fish, and selective interference with the acoustico-lateralis system. *Journal of the Marine Biology Association UK* 61, 871–879.

2008²²⁷) tulemuste kohaselt reageerisid heeringad signaalidele sagedusvahemikus 0,07-0,2 kHz helitasemetel 122-138 dB re 1 μ Pa. Samal ajal reageerisid heeringad uuringu (Olsen, 1971²²⁸) kohaselt 100 Hz helile, kui see ületas looduslikku tausta 20-25 dB võrra. Edaspidi loeme heeringa reageerimistasemeks 122 dB re 1 μ Pa 125 Hz detsidekaadi puhul. Hindamise aluseks võetakse järgnevad tabelis toodud impulssmüra tasemed 3.8-1.

Tabel 3.8-1. Surmavad helirõhutasemed kaladel (Andersson 2016) – impulssmüra

	Kala	Kalamari ja vastsed
Suremus ja siseorganite vigastused	SEL(cum) 204 dB re 1 μ Pa ² s või 202 dB SEL 125 Hz tertsribas	SEL(cum) 207 dB re 1 μ Pa ² s või 204 dB SEL 125 Hz tertsribas

Olulise keskkonnamõju vältimisel tuleb järgida kriteeriumit, et inimtekkeline impulssmüra on tasemel, mis ei ohusta räime kudemisalasid kudemisperioodidel (tabel 3.8-1).

Saare-Liivi kavandatava tuulepargi nii ehitustegevuse kui kasutusaegset võimalikku müra on modelleeritud ning selle tulemused esitatud peatükis 2.7. Modelleerimisel käsitleti nelja tuuliku paigaldamise tehnilist stsenaariumi ehitusperioodil: gravitatsioonvundamendi paigaldamine, vaivundamendi puurimine, vaivundamendi rammimine ja vaiade vibrorammimine. Modelleerimistulemused näitasid, et ehitusperioodil on kõige väiksema keskkonnamõjuga vundamendi ehituse stsenaarium kiiratava heli poolest gravitatsioonvundamendi kasutamine. Vibrorammimisel ja löökrammimisel on mõju räimele müra poolest väheoluline negatiivne, puurimisel mõju puudub.

Erinevate tuulepargi alternatiivide kasutusperioodil tekitatava müra modelleerimistulemused näitavad, et tehnilised alternatiivid 1 (15 MW) ja 2 (20 MW) on sarnase mõjuga. Vastavalt kehtestatud kriteeriumidele ei ole räime populatsioon ohustatud, kuna hindamisala keskmise helitase mediaanväärtus 125 Hz juures on alla 122 dB. Kokkuvõtteks võib hinnata tuuleparkide kasutusperioodi tekitatud ümbrusmüra taseme tõusu mõju hüljestele ja räimele mitteoluliseks.

Tabel 3.8-2 Koondtabel ehitusperioodi kiiratava impulssmüra modelleerimistulemustega ning nende modelleerimistulemuste põhjal keskkonnamõju hindamine.

Parameeter/näitaja	Alternatiiv 0	Ehitusperiood, 12m/18 m läbimõõduga vaiad		
		Vibro-rammimine	Puurimine	Rammimine
Ajutine kuuldeläve tõus räimel, ohutsooni raadius, m	0	40/100	0	140/500
Koondhinnang räimele	0	Väheoluline negatiivne mõju	Mõju puudub	Väheoluline negatiivne mõju

* *leevendusmeetmete rakendamisel on mõju väheoluline*

227 Kastelein, Ronald A., Sander van der He Verboom, and Rob J.V. Triesscheijn. 2006. "Deterring Ef Seals (*Phoca Vitulina*) in a Large Pool." *Marine Environm* <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2006.05.004>.

228 Olsen, K., 1971. *Influence of vessel noise on behaviour of herring. Modern fishing gear of the world*, 3, pp.91-294.

ÜHENDUSKAABLITE MÕJU KALASTIKULE

Kaabliitrassidega seotud elektromagnetkiirguse mõjud avalduvad tuuleparkide kasutusperioodil. Tuulikuid ja parki maismaaga ühendavad veealused elektrikaablid tekitavad elektromagnetkiirgust, mis võib mõjutada kalade embrüoloogilist arengut ja käitumist (Nygqvist et al 2020²²⁹, Taormina et al 2018²³⁰). Üldiselt arvatakse siiski, et tehislake magnetväljade suhtes kõige tundlikumad kalad on varilõpused (erinevad haide ja raide liigid); luukalade puhul on kõige tundlikumad nende varased arengujärgud (Nygqvist et al 2020²³¹). Oluline on siinkohal märkida, et kaablite poolt tekitatud magnetvälja tugevus väheneb kaablist eemale liikudes suhteliselt kiiresti (nt 1,5 m sügavusele maetud kaabli puhul sammuga 10 $\mu\text{T/m}$) (Hutchison et al 2021²³²) ning seetõttu on potentsiaalne mõjuala piiratud mõne kuni kümnete, aga mitte sadade meetritega.

Kuigi antud uurimisvaldkond on alles noor, on mõju luukaladele seni teadaolevalt liigispetsiifiline, st leitud on nii mõju puudumist kui esinemist (Cresci et al 2022a²³³, Cresci et al 2022b²³⁴, Jakubowska-Lehrmann et al 2021²³⁵). Näiteks on katseliselt tuvastatud, et kilttursa (*Melanogrammus aeglefinus*) vastsete ujumisaktiivsus väheneb kunstlikult tekitatud 50-150 μT magnetvälja mõjul, mistõttu võivad vastsed olla enam hoovuste mõjualas ja seetõttu triivida ebasoodsatele aladele, kuid mõju kestvus on siiski veel teadmata (Cresci et al 2022a²³⁶). Suures Järvistus uuriti elektrikaablite mõju seal esinevatele liikidele, sh meil samuti esinevale võõrliigile ümarmudilale (*Neogobius melanostomus*) ja leiti, et mõju on minimaalne või puudub täiesti (Dunlop et al 2016²³⁷).

On leitud, et elektrikaablitega kaasnevad magnetväljad võivad mõjutada angerja rändeid, kui nende rändetee kulgeb üle kaablite, eriti siis kui kaablid asuvad <20 m sügavuses vees. Peamine mõju seisneb ajutises kõrvalekaldumises ujumise suunast, mis võib viia rändeaaja pikenemisele, kuid pole kindel, kas see mõju on bioloogiliselt oluline (nt rände hiline mine) või mitte (Gill et al 2012²³⁸, Westerberg & Lagenfelt 2008²³⁹). Kaablite tekitatud elektri- ja magnetväljade tugevust on võimalik vähendada, kuid magnetväljade

229 Nygqvist, D., Durif, C., Johnsen, M.G., De Jong, K., Forland, T.N. & Sivle, L.D. (2020). Electric and magnetic senses in marine animals, and potential behavioral effects of electromagnetic surveys. *Marine Environmental Research* 155: 104888

230 Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M. et al. (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, recommendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 96: 380-91

231 Nygqvist, D., Durif, C., Johnsen, M.G., De Jong, K., Forland, T.N. & Sivle, L.D. (2020). Electric and magnetic senses in marine animals, and potential behavioral effects of electromagnetic surveys. *Marine Environmental Research* 155: 104888

232 Hutchison, Z.L., Gill, A.B., Sigra, P., He, H. & King, J.W. (2021) A modelling evaluation of electromagnetic fields emitted by buried subsea power cables and encountered by marine animals: Considerations for marine renewable energy development. *Renewable Energy* 177: 72-81

233 Cresci, A., Durif, C.M., Larsen, T., Bjelland, R., Skiftesvik, A.B. & Browman, H.I. (2022a). Magnetic fields produced by subsea high-voltage direct current cables reduce swimming activity of haddock larvae (*Melanogrammus aeglefinus*). *PNAS Nexus* 1: pgac175

234 Cresci, A., Perrichon, P., Durif, C.M., Sørhus, E. Johnsen E. et al. (2022b). Magnetic fields generated by the DC cables of offshore wind farms have no effect on spatial distribution or swimming behavior of lesser sandeel larvae (*Ammodytes marinus*). *Marine Environmental Research* 176: 105609

235 Jakubowska-Lehrmann, M., Greszkiewicz, M., Fey, D., Otremba, Z., Urban-Malinga, B. & Andrulewicz, E. (2021) Effects of magnetic fields related to submarine power cables on the behaviour of larval rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Marine and Freshwater Research* 72

236 Cresci, A., Durif, C.M., Larsen, T., Bjelland, R., Skiftesvik, A.B. & Browman, H.I. (2022a). Magnetic fields produced by subsea high-voltage direct current cables reduce swimming activity of haddock larvae (*Melanogrammus aeglefinus*). *PNAS Nexus* 1: pgac175

237 Dunlop, E.S., Reid, S.M. & Murrant, M. (2016) Limited influence of a wind power project submarine cable on a Laurentian Great Lakes fish community. *Journal of Applied Ichthyology* 32: 18-31

238 Gill, A.B., Bartlett, M. & Thomsen, F. (2012) Potential interactions between diadromous fishes of U.K. conservation importance and the electromagnetic fields and subsea noise from marine renewable energy developments. *Journal of Fish Biology* 81: 664-95

239 Westerberg, H. & Lagenfelt, I. (2008) Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fisheries Management and Ecology* 15: 369-75

puhul mitte täielikult ära kaotada (Hutchison et al 2021²⁴⁰). Veesambasse emiteeruva magnetkiirguse vähendamiseks tuleks seega kasutada kõige madalama keskkonnamõjuga kaableid (nt 132 kV).

Et vähendada merekaablitest emiteeruva elektromagnetvälja potentsiaalset negatiivset mõju demersaalse ja bentopelaagilise eluviisiga kalaliikidele, tuleks kaablid merepõhja süvistada või katta. Kasutatavad kaablid võiksid eelistatult olla vahelduvvooluga ja kolmetuumalised. Nii väheneb magnetväljade emissioon, sest tuumakonduktorite vahel on lühike vahemaa. Keskkonnamõju vaatepunktist on sellise kaabli konstruktsioon kindlasti eelistatuim. Juhul kui ühendamiseks otsustatakse siiski kasutada kolme eraldi alalisvoolu kaablit, siis peaksid need kaablid asetsema üksteise vahetus läheduses, et vähendada nendest tulenevaid magnetvälju. Võimalusel tuleks üle minna 132 kV merekaablitele, mis võimaldavad alandada voolutugevust ja seega vähendada keskkonda kanduva magnetkiirguse hulka.

Heljumiga kaasnevad mõjud (vt ptk 3.3) tekivad ehitusfaasis elektrikaablite matmisel merepõhja ning on välditavad näiteks ehitustööde teostamisega kudeaja välisel ajal. Vähendamaks kaabli ehitustööde käigus kaladele müra ja heljumi levikuga tekitatavat kahju, tuleks vältida ehitustöid kaablikoridori piirkonnas räime ja teiste kalaliikide kudemisperioodil aprilli algusest mai lõpuni. Kuna kaabel süvistatakse pinnasesse, ei ole kaabli eksploatatsiooniaegne häiring kalakooslusele oluline. Kaablite paigaldamisel tekkiv koelmuala kadu on ajutine lühiajaline ning arvestades, et koelmuala katab kogu Liivi lahe rannavööndit, siis on koelmuala üldpinda arvestades tegu siiski vähe olulise mõjuga.

3.8.3. Keskkonnameetmed

LEEVENDUSMEETMED

Merekaablitest emiteeruva elektromagnetvälja potentsiaalse negatiivse mõju vähendamiseks tuleks kaablid merepõhja süvistada või katta. Kasutatavad kaablid võiksid eelistatult olla vahelduvvooluga ja kolmetuumalised.

Heljumiga kaasnevad mõjud (vt ptk 3.2 ja 3.3) tekivad ainult tuuleparkide ehitusfaasis (vundamentide paigaldamisel ja elektrikaablite matmisel merepõhja) ja seega on nende mõju suhteliselt lühiajaline ja välditav ehitustööde teostamisega kudeaja välisel ajal. Ehitustöid tuleb vältida:

- tuulepargi hoonestusala lääneservas joonisel 3.8-6 ära toodud piirkonnas kevadel märtsis ja aprillis, kui ehitismüra ja heljum võib räime kudemisrännet häirida;
- tuulepargi hoonestusalal sügisräime kudemise ja räimevastsete suurima leviku ajal septembris ja oktoobris Mölli madala piirkonnas lähemal kui üks kilomeeter 20 m samasügavusjoonest (joonis 3.8-6);
- ühenduskaablikoridori piirkonnas räime ja teiste kalaliikide kudemisperioodil aprilli algusest mai lõpuni.

KESKKONNASEIRE

Kalastiku liigilise koosseisu ja arvukuse võimalike muutuste tuvastamiseks nii ehitustööde kui tuulepargi eksploatatsiooni ajal tuleb välja töötada järelseireprogramm. Seire tuleb läbi viia igal aastal tuulepargi eksploatatsiooni esimese viie aasta jooksul ja järgneva kümne aasta jooksul igal teisel aastal, pärast mida

²⁴⁰ Hutchison, Z.L., Gill, A.B., Sigray, P., He, H. & King, J.W. (2021) A modelling evaluation of electromagnetic fields emitted by buried subsea power cables and encountered by marine animals: Considerations for marine renewable energy development. *Renewable Energy* 177: 72-81

tuleks anda hinnang seirega jätkamise vajaduse kohta, täpsem uuringute plaan formuleeritakse arendaja, otsustaja ja uurimisasutuse koostöös.

Tuulepargi kasutusjärgse seire aeg jääb eeldatavasti nii kaugemale tulevikku, et täna on raske hinnata selleks ajaks kogunenud teadmiste hulka ning tulevikus kasutada olevaid tehnoloogilisi ja meetoodilisi võimalusi. Seetõttu ei ole otstarbekas kasutusjärgse seire vajaduse üle hetkel otsustada.

3.8.4. Alternatiivide võrdlus ja kokkuvõte

Kalastiku inventuuri andmetele tuginedes kevadräime, merisiia ja läänemere lesta koelmuid Saare-Liivi kavandatava meretuulepargi hoonestusalalt ei leitud. Üksikuid jooksvate suguproduktidega räimi ja lesti tabati siiski Mölli madala ja Kihnu madala läheduses paiknenud kahest seirepunktist 10-11 m sügavuselt. Tõenäoliselt toimub nendel madalikel mingil määral kevadräime ja lesta kudumine, kuid kindlasti ei ole tegemist nende liikide jaoks oluliste koelmualadega. Läbi viidud kalastiku uuringute tulemusena ei leitud, et uuritud piirkonnas esinenud kalastik välistaks sinna tuulepargi ehitamise ja kavandatava tuulepargiga kaasneks oluline negatiivne mõju kalastikule, rakendades ettevaatuspõhimõttest tulenevalt eeltoodud ajalisi leevendavaid meetmeid (prk 3.8.3).

Allveemüra modelleerimistulemused näitasid, et ehitusperioodil on kõige väiksema keskkonnamõjuga vundamendi ehituse stsenaarium kiiratava heli poolest gravitatsioonvundamendi kasutamine. Vibrorammimisel ja löökrammimisel on mõju räimele väheoluline negatiivne, puurimisel mõju puudub. Nii vibro- kui löökrammimise puhul on 15 MW tuuliku paigaldamine väiksemate mõjudega kui 20 MW tuuliku korral. Tuuleparkide kasutusperioodi tekitatud ümbrusmüra taseme tõusu mõju räimele on peetud mitteoluliseks ja erine suuresti paigaldatava tuuliku suurusest tulenevalt.

Kuna paigaldatav kaabel süvistatakse põhjapinnasesse reeglina 1 m sügavusele, siis kaabli eksploateerimise käigus tekkiva elektromagneetilise kiirguse mõju kohalikule kalakooslusele jääb minimaalseks või puudub.

Tabel 3.8-2 Tuulepargi kavandamisega kaasnevad mõjud ja nende olulisus

Kaasnev tagajärg/mõju	Mõju olulisus	Leevendusmeetmete rakendamise vajadus, lõplik mõju olulisus
Tuulepargi ehitus ja demonteerimine		
Kaudsed mõjud (heljumi levik)	-	Ajaliselt leevendatav Koondmõju: 0
Gravitatsiooniline vundament		
Müra	0	
Vaivundament - vibrorammimine		
Müra	-	Ajaliselt leevendatav Koondmõju: 0
Vaivundament – puurimine		
Müra	0	
Vaivundament - rammimine		
Müra	-	Ajaliselt leevendatav Koondmõju: 0
Ühenduskaabli rajamine		
Elektromagnetvälja mõju	0/-	Leevendatav. Koondmõju: 0
Kaudsed mõjud (heljumi levik)	-	Ajaliselt leevendatav

Kaasnev tagajärg/mõju	Mõju olulisus	Leevendusmeetmete rakendamise vajadus, lõplik mõju olulisus
		Koondmõju: 0
Tuulepargi opereerimine		
Elupaikade kadu	0	
Rände takistus	0	
Tehnoloogiline variant 1- tuulik 15 MW		
Müra	0/-	
Tehnoloogiline variant 1- tuulik 20 MW		
Müra	0/-	

KMH aruandes kasutatav olulise keskkonnamõju skaala: - vähene negatiivne mõju, -- oluline negatiivne mõju, 0 - mõju puudub, neutraalne, + vähene positiivne mõju, ++ oluline positiivne mõju

Uuringu koostamise ajahetkel oli hinnatavaks ruumiliseks alternatiiviks maksimaalne võimalik meretuulepargi ulatus, põhialternatiiv 2, millega kavandatakse kuni 120 tuulikut. Linnukaitselistest tingimustest tulenevalt (ptk 2.4; 3.5) töötati välja vähendatud põhialternatiiv 3, mis on maksimaalne lubatav ja realistlik ruumiline ulatus tuulepargi arenduseks. Välja pakutud hinnangud ja leevendavad meetmed kohalduvad mh põhialternatiiv 3 osas.

3.8.5. Kumulatiivne mõju

Ebasoodsat koosmõju kagupoolse Liivi lahe kavandatava meretuulepargiga kalastikule ei põhjustata, kui järgitakse peatükis toodud 3.8.4 hooajalisi piiranguid räime kuderände ajal. Tuulepargist tulenevad võimalikud hüdrodünaamiliste tingimuste ja jääolude muutused jäävad kalastiku seisukohalt väheolulisteks. Veekvaliteedi muutused meretuulepargi hoonestusala ja kaablikoridori piirides toimuvad vaid ehitustööde perioodil ja vastavad koelmualasid tagavad leevendusmeetmed on samuti nimetatud peatükkides 3.8.3 ja 3.8.4.

3.8.6. Teadmiste lüngad

Kuna töötavate tuulikute müra mõju räumidele pole teada (TÜ EMI vastav uuring on hetkel alles pooleli ja valmib 2025. aasta III kvartalis), on keeruline hinnata, mil määral võib kogu Saare-Liivi meretuulepargi hoonestusala kasutuselevõtt räume kuderännet mõjutada. Allveemüra uuringu puhul tuleb märkida, et heli levikadude kirjeldamisel on tehtud lihtsustavaid eeldusi. Kui tegelik levikadu peaks osutama väiksemaks, võib praegune prognoos tegelikke riske alahinnata. Uuringu kontrollimiseks on soovitatav teha edaspidi ehitamise ja opereerimise aegset levikadude mõõtmisi. Iga modelleerimine vajab mõõtmisi kalibreerimiseks ja kontrollimiseks. Selline kontrollimine aitab vähendada keskkonna akustiliste omaduste ja akustiliste allikate ennustamise määramatust. Mõõtmisi tuleb teha enne ehituse algust, ehitusperioodi ajal ja kasutusperioodi ajal.

3.9. Kaitstavad loodusobjektid

3.9.1. Alternatiivide käsitus

Mõju hinnatakse kavandatava meretuulepargi põhialternatiivi 3 ja selle ühenduskaabli osas (joonis 3.9-1). Linnukaitselistest tingimustest tulenevalt (ptk 2.4; 3.5) töötati välja vähendatud põhialternatiiv 3, mis on maksimaalne lubatav ja realistlik ruumiline ulatus tuulepargi arenduseks.

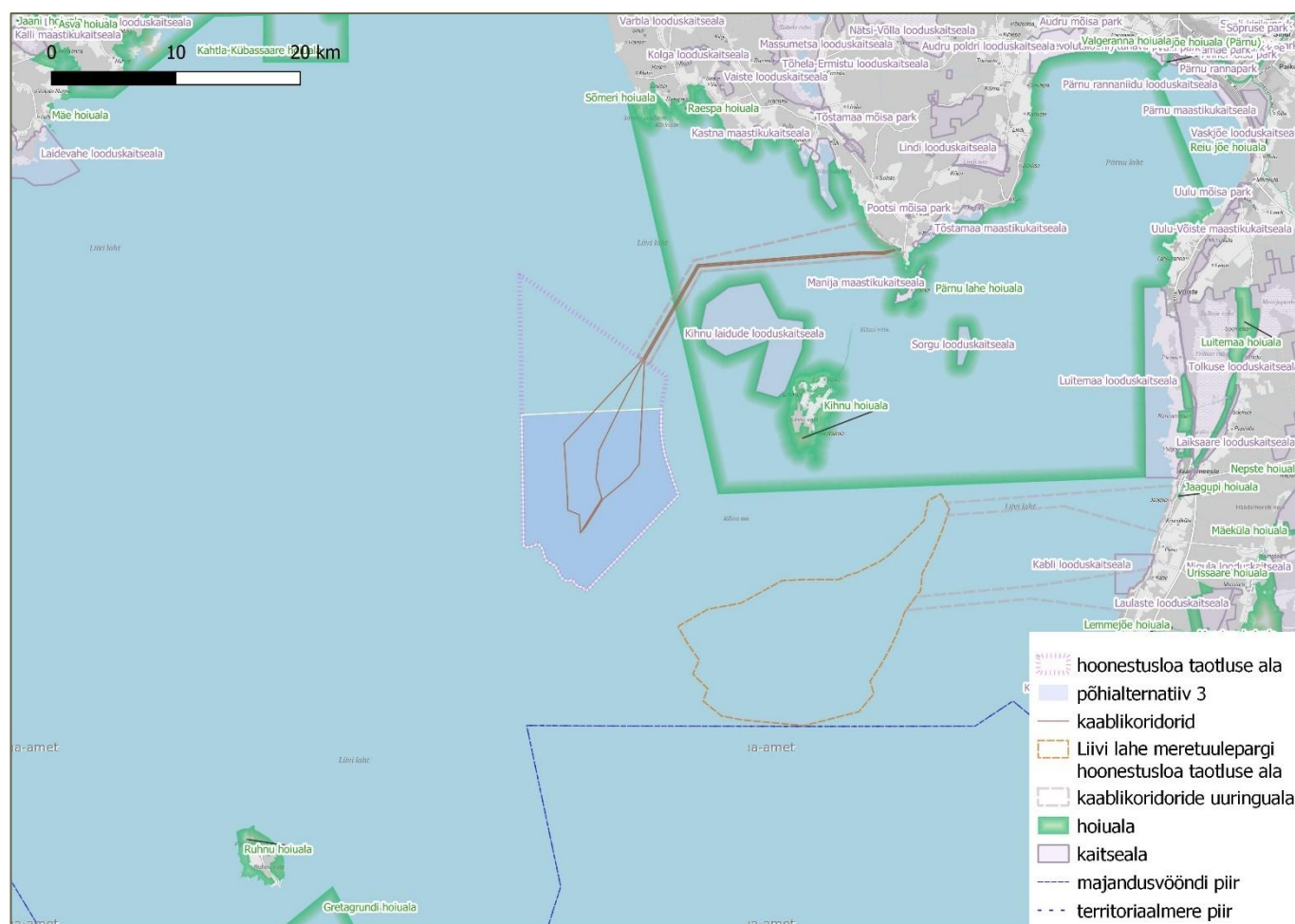
Mõju hinnangut vaadeldakse iga mõjutatava kaitstava loodusobjekti lõikes looduskaitseseaduse (edaspidi LKS) alusel.

3.9.2. Keskkonnaseisundi kirjeldus ja mõju hinnang

Kaitstavate loodusobjektide peatükis käsitletakse kõiki KMH programmis välja toodud alasid ja antakse neile mõju hinnangud tulenevalt kaitstavate objektide kaitse-eesmärkidest ja kavandatava tegevuse sisust. Kaitstavate loodusobjektide paiknemist illustreerib järgnev joonis 3.9-1²⁴¹.

Järgnevas mõju hindamises on kaitstavaid loodusobjekte käsitletud objektide kaupa. Kavandatava meretuulepargi alal ega merel paikneva kaablikoridori alal ei leidu otseselt kaitstavaid loodusobjekte. Kavandatava meretuulepargi ja kaabli käsitletavas mõjupiirkonnas paiknevad järgmised kaitstavad alad: Pärnu lahe hoiuala (KLO2000286), Kihnu hoiuala (KLO2000298), Kihnu laidude looduskaitseala (KLO1000628), Sorgu looduskaitseala (KLO1000627), Manija maastikukaitseala (KLO1000316), Lao emaputke püsielupaik (KLO3000327) ning Kihnu saarel asuvad merikotka püsielupaigad (KLO3002042; KLO3001508).

²⁴¹ Joonisel ei kajastata kaitstavaid objekte, mis täpsustunud kavandatava tegevuse puhul mõjualasse ei jää, kuid KMH programmis neid alasid käsitleti ja ka käesoleva aruande tekstilises osas on need välja toodud (Väinamere ja Kasti lahe hoiuala ning Puhtu-Laelatu looduskaitseala).



Joonis 3.9-1. Ülevaade kaitstavatest loodusobjektidest kavandatava tuulepargi mõjualas (Alus: Maa-amet ja EELIS, 2024)

Lisaks leidub käsitletavas mõjualas ka erinevate liikide registreeritud leiukohti nt hallhüljes (LK III), viigerhüljes (LK II), väikeluik (LK II) jt.

Natura aladega kattuvate kaitsealade/hoiualade puhul on välja toodud vaid need kaitse-eesmärgiks olevad liigid ja elupaigad, mis erinevad konkreetse alaga kattuva Natura ala kaitse-eesmärkidest. Natura aladele (ning nendega kattuvate siseriiklike kaitstavate objektide samadele kaitse-eesmärkide) on mõju hinnatud Natura hindamises, ptk 3.10.

PÄRNU LAHE HOIUALA (KLO2000286)

Asukoht: Hoiuala pindala on 101 605 ha ja see hõlmab ulatuslikku mereala Pärnu lahes ja Kihnu ümbruses.

Kaitse: Hoiuala kaitsekord tuleneb LKS-i § 4 lõikest 3, mille järgi on hoiuala elupaikade ja kasvukohtade kaitseks määratud ala, mille säilimise tagamiseks hinnatakse kavandavate tegevuste mõju ja keelatakse ala soodsat seisundit kahjustavad tegevused. Sama seaduse § 32 lg 2 järgi on hoiualal keelatud nende elupaikade ja kasvukohtade hävitamine ja kahjustamine, mille kaitseks hoiuala moodustati ning kaitstavate liikide oluline häirimine, samuti tegevus, mis seab ohtu elupaikade, kasvukohtade ja kaitstavate liikide soodsa seisundi. Lisaks kehtivad hoiualadel LKS §-st 14 tulenevad üldised kitsendused.

Seos Natura alade ja hindamisega (vt täpsemalt ptk 3.10): Valdav osa Pärnu lahe hoiualast kattub Pärnu lahe linnualaga. Samuti kattub valdav osa kaitse-eesmärkidest, üheksa hoiualal kaitstavat linnuliiki ei ole

Pärnu lahe linnuala kaitse-eesmärgiks. Nendeks on ristpart (*Tadorna tadorna*), väikekoskel (*Mergus albellus*), merikotkas (*Haliaeetus albicilla*), täpikhuik (*Porzana porzana*), rukkirääk (*Crex crex*), liivatüll (*Charadrius hiaticula*), vöotsaba-vigle (*Limosa lapponica*), mudatilder (*Tringa glareola*), punaselg-õgija (*Lanius collurio*).

Mõju hinnang: Rakendades alljärgnevad tabelis nimetatud leevendavaid meetmeid, ei kaasne kavandatava tegevusega ebasoodsat mõju Pärnu lahe hoiuala kaitse-eesmärkidele.

Linnud:

ristpart (*Tadorna tadorna*), väikekoskel (*Mergus albellus*), merikotkas (*Haliaeetus albicilla*), täpikhuik (*Porzana porzana*), rukkirääk (*Crex crex*), liivatüll (*Charadrius hiaticula*), vöotsaba-vigle (*Limosa lapponica*), mudatilder (*Tringa glareola*), punaselg-õgija (*Lanius collurio*)

Mõju hinnang:

Ristpart, täpikhuik, rukkirääk, vöotsaba-vigle, mudatilder, punaselg-õgija, liivatüll linnuliigid on valdavalt seotud, maismaa, ranniku ja madala rannikumerega. Väikekoskel on väiksearvuline läbirändaja, kelle ränne toimub tõenäoliselt hajutatult ning kosklate lennukõrgused on mere kohal suures osas allpool rootorite tõesooni. Hoiuala liigid võivad siiski tuulepargi alale sattuda, kui nende kokkupõrkerisk tuuleparkidega on pigem madal ning ei põhjusta liigi arvukusele olulist mõju.

Kavandatava merekaabli võimalikud asukohad läbivad Pärnu lahe linnuala mereosa ja jõuavad maismaale samale linnualale jääval rannalõigul. Kaabli rajamise võimalike mõjudena saab käsitleda ajutisi ehitusegseid mõjusid, milleks on eeskätt kaabli merepõhja ning maismaal pinnasesse paigaldamise füüsiline mõju ning ehitustöödega kaasnev võimalik mürahäiring. Olulisi pikaajalisi mõjusid linnuala liikidele või liikide elupaikadele Pärnu lahe linnualal ühendkaabli kavandamisega ette näha ei ole.

Laoküla rand KÜ, kuhu kavandatav ühenduskaabel maismaale jõuaks ning Uue-Maantee, Paulu ja Varju KÜ-d, mida läbiks maakaabel, on inventeeritud poollooduslik kooslus rannaniit, mis on sobivaks pesitsuspaigaks mitmetele Pärnu lahe hoiuala kaitse-eesmärgiks olevatele linnuliikidele. Seega võib kaabli paigaldamine kaasa tuua pesistuseks sobiva elupaiga osalise kao ning mürahäringu. Nimetatud mõjusid on võimalik vältida ja ajaliselt leevendada.

Vältimaks linnualal paikneva rannaniidu koosluse kahjustamist, tuleb maakaabel paigaldada kinnisel meetodil või avatud kaeviku korral pärast kaabli paigaldamist asetada pealmine niidukamar õigetpidi tagasi ning selliselt, et ei tekiks maapinna ebatasasusi. Rannaniitu elupaigana kasutavate lindude peamisel pesitsusajal ja karjatamise ajal ehk ajavahemikul 15. aprill kuni 31. august töid rannaniidul mitte teha. Vt ka ptk 3.10.4.

Käsitletav tuulepargi ala asub lähimast merikotka pesast rohkem kui 10 km kaugusel. Ohutuse tagamiseks peetakse vajalikuks maksimaalselt 6 km laiust tsooni pesa ümber (Eesti Ornitoloogiaühing ja Kotkaklubi 2022).

Rakendades eespool nimetatud leevendavaid meetmeid ei kaasne kavandatava tegevusega ebasoodsat mõju Pärnu lahe hoiuala kaitse-eesmärkidele.

KIHNU HOIUALA (KLO2000298)

Asukoht: Hoiuala pindala on 1102 ha ja see hõlmab maismaa osi Kihnu saarel.

Kaitse: Hoiualade elupaikade ja liikide kaitse tuleneb LKS § 4 lõikest 3, mille kohaselt on hoiuala elupaikade ja kasvukohtade kaitseks määratud ala, mille säilimise tagamiseks hinnatakse kavandavate tegevuste mõju ja keelatakse ala soodsat seisundit kahjustavad tegevused. Sama seaduse § 32 lõike 2 kohaselt on hoiualal keelatud nende elupaikade ja kasvukohtade hävitamine ja kahjustamine, mille kaitseks hoiuala moodustati ning kaitstavate liikide oluline häirimine, samuti tegevus, mis seab ohtu elupaikade, kasvukohtade ja kaitstavate liikide soodsa seisundi. Lisaks kehtivad hoiualadel LKS §-st 14 tulenevad üldised kitsendused.

Seos Natura alade ja hindamisega (vt täpsemalt ptk 3.10): Kihnu hoiuala jääb kogu ulatuses Kihnu loodusalale.

Mõju hinnang: Kihnu hoiualale ja selle kaitse-eesmärgiks olevatele elupaigatüüpidele ja liikidele seoses kavandatava tegevusega ebasoodsaid mõjusid ei avaldu. Kihnu hoiualale puuduvad otsesed füüsilised mõjud. Ala ja sealsed looduslikud tingimused säilivad olemasolevas ulatuses ja väärtuses.

KIHNU LAIDUDE LOODUSKAITSEALA (KLO1000628)

Asukoht: Ala on kogupindalaga 4199 ha ja hõlmab Kihnu saarest loodesse jääva mereala koos sealsete laidudega.

Kaitse: Kaitseala kaitse-eesmärk on kaitsta ja säilitada: mere- ja rannikuelustiku elu- ja sigimispaike; laidude maastikuilmet; liike, mida Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv 2009/147/EÜ loodusliku linnustiku kaitse kohta nimetab I lisas.

Seos Natura alade ja hindamisega (vt täpsemalt ptk 3.10): Looduskaitseala kattub Kihnu loodusala ja Pärnu lahe linnualaga. Kaitseala eesmärgiks olevad elupaigatüübid ja liigid on ühtlasi ka Kihnu loodusala ja Pärnu lahe linnuala kaitse-eesmärkideks ning mõjusid neile on hinnatud Natura hindamise raames.

Mõju hinnang: Kavandatava tegevusega ei kaasne ebasoodsat mõju Kihnu laidude looduskaitsealale ja selle kaitse-eesmärkidele, kui rakendatakse vajalike leevendavaid meetmeid (vt ptk 3.10).

Linnud:

ristpart (*Tadorna tadorna*), väikekoskel (*Mergus albellus*), merikotkas (*Haliaeetus albicilla*), merisk (*Haematopus ostralegus*), alk (*Alca torda*), vööt-põõsalind (*Sylvia nisoria*)

Mõju hinnang:

Ristpart, merisk ja vööt-põõsalind linnuliigid on valdavalt seotud, maismaa, ranniku ja madala rannikumerega. Hoiuala liigid võivad siiski tuulepargi alale sattuda, kuid nende kokkupõrkerisk tuuleparkidega on pigem madal ning ei põhjusta liigi arvukusele olulist mõju.

Koskel ja alk on avamere läbirändajad. Saare-Liivi linnustiku uuring ei näidanud, et nimetatud liikide osas oleks Saare-Liivi arendusala oluline rändeala ja põhjustaks nimetatud liikide osas olulist kokkupõrkeriski või barjääriefekti.

Käsitletav tuulepargi ala asub lähimast merikotka pesast rohkem kui 10 km kaugusel. Ohutuse tagamiseks peetakse vajalikuks maksimaalselt 6 km laiust tsooni pesa ümber (Eesti Ornitolooogiaühing ja Kotkaklubi 2022).

SORGU LOODUSKAITSEALA (KLO1000627)

Asukoht: Ala kogupindala on 2,7 km² ja hõlmab see Sorgu saart ja selle ümbruse mereala.

Kaitse: Kaitseala kaitse-eesmärk on kaitsta ja säilitada: mere- ja rannikuelustiku elu- ja sigimispaiku ning linnustiku sulgimis- ja rändepeatuspaiku; laidude maastikuilmet; liike, mida Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv loodusliku linnustiku kaitse kohta nimetab I või II lisas, ning I lisas nimetatata rändlinde.

Seos Natura alade ja hindamisega (vt täpsemalt ptk 3.10): Looduskaitseala kattub Pärnu lahe linnualaga. Linnuala ja looduskaitseala linnukaitselised eesmärgi on kattuvad.

Mõju hinnang: Sorgu looduskaitsealale ja selle kaitse-eesmärkidele seoses kavandatava tegevusega olulisi mõjusid ei avaldu.

Linnud: ristpart (<i>Tadorna tadorna</i>), väikekoskel (<i>Mergus albellus</i>), merikotkas (<i>Haliaeetus albicilla</i>), täpikhuik (<i>Porzana porzana</i>), rukkirääk (<i>Crex crex</i>), vöötsaba-vigle (<i>Limosa lapponica</i>), mudatilder (<i>Tringa glareola</i>),	Mõju hinnang: Nimetatud liigid on valdavalt seotud maismaa, ranniku ja madala rannikumerega. Hoiuala liigid võivad siiski tuulepargi alale sattuda, kuid nende kokkupõrkerisk tuuleparkidega on pigem madal ning ei põhjusta liigi arvukusele olulist mõju. Käsitletav tuulepargi ala asub lähimast merikotka pesast rohkem kui 10 km kaugusel. Ohutuse tagamiseks peetakse vajalikuks maksimaalselt 6 km laiust tsooni pesa ümber (Eesti Ornitoloogiaühing ja Kotkaklubi 2022).
---	---

MANIJA MAASTIKUKAITSEALA (KLO1000316)

Asukoht: Ala kogupindala on 204 ha ja hõlmab see Manija saart ja selle lähedal asuvat Hanilaidu.

Kaitse: Ala kaitse-eesmärgiks on: väikesaare ja laiude maastikuilme säilitamine; pärandkultuurmaastike säilitamine; kaitsealuse looduse üksikobjekti Kokakivi (Kotkakivi) ja kaitsealuste liikide kaitse.

Seos Natura alade ja hindamisega (vt täpsemalt ptk 3.10): Maastikukaitseala kattub Pärnu lahe linnualaga. Linnuala ja maastikukaitseala linnukaitselised kaitse-eesmärgid on kattuvad ja neid on hinnatud Pärnu lahe linnuala osas.

Mõju hinnang:

Elupaigad: rannikulõugaste (1150*), väikesaarte ning laidude (1620), rannaniitude (1630*) ja puisniitude (6530*)	Mõju hinnang: Manija maastikukaitseala asub meretuulepargi põhialternatiivist 3 vähemalt 20 km kaugusel, mistõttu elupaikadele ei avaldu otsest ega kaudset mõju.
--	---

LAO EMAPUTKE PÜSIELUPAIK (KLO3000327)

Asukoht: Püsielupaik paikneb maismaal, mis piirneb merel tuulepargi merekaabli uuringualaga. Samas paikneb püsielupaik maismaakaabli projekteerimistingimuste kohasest indikatiivsest asukohast ligikaudu 400 m kaugusel.

Kaitse: Lao emaputke püsielupaik võeti kaitse alla keskkonnaministri määrusega 02.01.2006 nr 1 „Karvase maarjalepa ja emaputke püsielupaikade kaitse alla võtmine ja kaitse-eeskiri“, et kaitsta liigi väljaspool asuvaid elupaiku ja tagada liigi soodne seisund.

Lao emaputke püsielupaik kattub Lao loodusalaga. Püsielupaik asub maismaakaabli projekteerimistingimuste kohasest indikatiivsest asukohast ligikaudu 400 m kaugusel. Seega on ebasoodsa mõju esinemine emaputke taimede ja populatsiooni füüsilise kahjustamise ja hävitamise läbi välistatud.

Mõju hinnang: Saare-Liivi kavandatava meretuulepargi ja ühenduskaabli rajamisega puudub mõju Lao emaputke püsielupaigale.

MERIKOTKA PÜSIELUPAIGAD KIHNU SAAREL (KLO3002042 JA KLO3001508)

Asukoht: Lähimad merikotka püsielupaigad asuva Kihnu saarel, kavandatava meretuulepargi põhi-alternatiivist 3 üle 10 km kaugusel.

Seos Natura alade ja hindamisega: Püsielupaigad kattuvad osaliselt Pärnu lahe linnualaga, kuid merikotkas ei ole linnuala kaitse-eesmärgina nimetatud liik. Seega Natura hindamises seda ei käsitleta.

Mõju hinnang: Läbiviidud linnustiku uuringu tulemuste kohaselt ei kaasne kavandatava tegevusega olulist ebasoodsat mõju linnustikule sh merikotkastele (vt ptk 3.5 ja 3.5.5.), mistõttu ei ole oodatav ka mõju merikotka püsielupaikadele.

Eesti rannikul asub hulgaliselt I kaitsekategooria liigi merikotka (*Haliaeetus albicilla*) pesi. Ohutuse tagamiseks peetakse vajalikuks maksimaalselt 6 km laiust tsooni pesa ümber (Eesti Ornitoloogiaühing ja Kotkaklubi 2022²⁴²). Käsitletav tuulepargi ala asub lähimast merikotka pesast rohkem kui 10 km kaugusel ja kokkupõrkeriski arvutamiseks ei ole merikotka puhul sisulist vajadust (EOÜ, 2024, lisa 3.8).

3.9.3. Kokkuvõte

Kavandatava tegevuse elluviimisega ei kaasne olulisi ebasoodsaid mõjusid ühelegi kaitstavale loodusobjektile ega kaitstavate alade kaitse-eesmärkidele meretuulepargi rajamisega merel kaasnevate tegevuse osas. Vajalik on rakendada leevendavaid meetmeid Pärnu lahe hoiuala maismaad puudutavas osas. Täpsemalt vt ptk 3.10.4.

Tabel 3.9-1. Tuulepargi ja ühenduskaabli kavandamisega kaasnev mõju ja selle olulisus

Hinnatav kaitstav loodusobjekt	Tuulepargi põhialternatiiv 3	Ühenduskaabel
Pärnu lahe hoiuala (KLO2000286)	0/-	0
Kihnu hoiuala (KLO2000298)	0	0
Kihnu laidude looduskaitseala (KLO1000628)	0	0
Sorgu looduskaitseala (KLO1000627)	0	0
Manija maastikukaitseala (KLO1000316)	0	0
Lao emaputke püsielupaik (KLO3000327)	0	0

²⁴² Eesti Ornitoloogiaühing ja Kotkaklubi 2022. Üle-eestiline maismaalinnustiku analüüs. Üle-eestiline maismaalinnustiku analüüs | Keskkonnaportaali

Hinnatav kaitstav loodusobjekt	Tuulepargi põhialternatiiv 3	Ühenduskaabel
Kihnu saarel asuvad merikotka püsielupaigad (KLO3002042; KLO3001508)	0	0

KMH aruandes kasutatav olulise keskkonnamõju skaala: - vähene negatiivne mõju, -- oluline negatiivne mõju, 0 - mõju puudub, neutraalne, + vähene positiivne mõju, ++ oluline positiivne mõju

3.10. Natura hindamine

Natura 2000 on üleeuroopaline kaitstavate alade võrgustik, mille eesmärk on tagada haruldaste või ohustatud lindude, loomade ja taimede ning nende elupaikade ja kasvukohtade kaitse või vajadusel taastada üleeuroopaliselt ohustatud liikide ja elupaikade soodne seisund. Natura 2000 looduslad ja linnualad on moodustatud tuginedes Euroopa Nõukogu direktiividele 92/43/EMÜ (nn loodusdirektiiv e LoD) ja 2009/147/EÜ (nn linnudirektiiv e LiD).

KMH raames viiakse läbi Natura hindamine. Natura hindamine on menetlusprotsess, mida viiakse läbi vastavalt loodusdirektiivi 92/43/EMÜ artikli 6 lõigetele 3 ja 4. Käesolevas töös tuginetakse hindamise läbiviimisel Euroopa Komisjoni juhendile „Natura 2000 aladega seotud kavade ja projektide hindamine. Metoodilised suunised elupaikade direktiivi 92/43/EMÜ artikli 6 lõigete 3 ja 4 sätete kohta”²⁴³, juhendile "Juhised Natura hindamise läbiviimiseks loodusdirektiivi artikli 6 lõike 3 rakendamisel Eestis"²⁴⁴ ning juhisele „Wind energy developments and Natura 2000” (European Union, 2021)²⁴⁵.

KeHJS-e ning LKS-i alusel toimub Natura hindamine KMH menetluse raames. KeHJS § 3 punkti 2 kohaselt hinnatakse keskkonnamõju, kui kavandatakse tegevust, mis võib üksi või koostoimes teiste tegevustega eeldatavalt ebasoodsalt mõjutada Natura 2000 võrgustiku ala kaitse-eesmärke. Natura hindamise juures on oluline, et hinnatakse tõenäoliselt avalduvat mõju, lähtudes üksnes ala kaitse-eesmärkidest. Tegevuse mõjud loetakse ebasoodsaks, kui tegevuse elluviimise tulemusena Natura 2000 ala(de) kaitse-eesmärkide seisund halveneb või tegevuse elluviimise tulemusena ei ole võimalik kaitse-eesmärke saavutada.

Natura hindamise esimeseks etapiks on Natura eelhindamine, mille eesmärgiks on kavandatava tegevuse tõenäoliste mõjude prognoosimine, mille tulemusena saab otsustada, kas ja millises mahus on vajalik liikuda asjakohase (ehk täis)hindamise etappi. Asjakohases hindamises viiakse läbi Natura alale avalduva tõenäoliselt ebasoodsa mõju detailne hindamine ning kavandatakse vajadusel leevendavad meetmed.

Käesolev eelhindamine koostatakse tuginedes olemasolevale teabele. Kasutatakse olemasolevaid materjale Natura 2000 võrgustiku ala ja kaitse-eesmärkide kohta (Natura ala standard andmevormi info; Keskkonnaregistri andmebaasid jms).

²⁴³ Natura 2000 aladega seotud kavade ja projektide hindamine. Metoodilised suunised elupaikade direktiivi 92/43/EMÜ artikli 6 lõigete 3 ja 4 sätete kohta. Brüssel, 28.9.2021

²⁴⁴ Kutsar, R.; Eschbaum, K. ja Aunapuu, A. 2019. Juhised Natura hindamise läbiviimiseks loodusdirektiivi artikli 6 lõike 3 rakendamisel Eestis. Tellija: Keskkonnaamet. https://keskkonnaamet.ee/sites/default/files/documents/2021-05/Natura_hindamise_juhend_taiendatud.pdf

²⁴⁵ <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/2b08de80-5ad4-11eb-b59f-01aa75ed71a1>

3.10.1. Natura eelhindamine

Kavandatava tegevuse seotus kaitsekorraldusega

Kavandatav tegevus ei ole seotud ühegi Natura 2000 võrgustiku ala kaitsekorraldamisega ning ei aita otseselt ega kaudselt kaasa alade kaitse-eesmärkide saavutamisele.

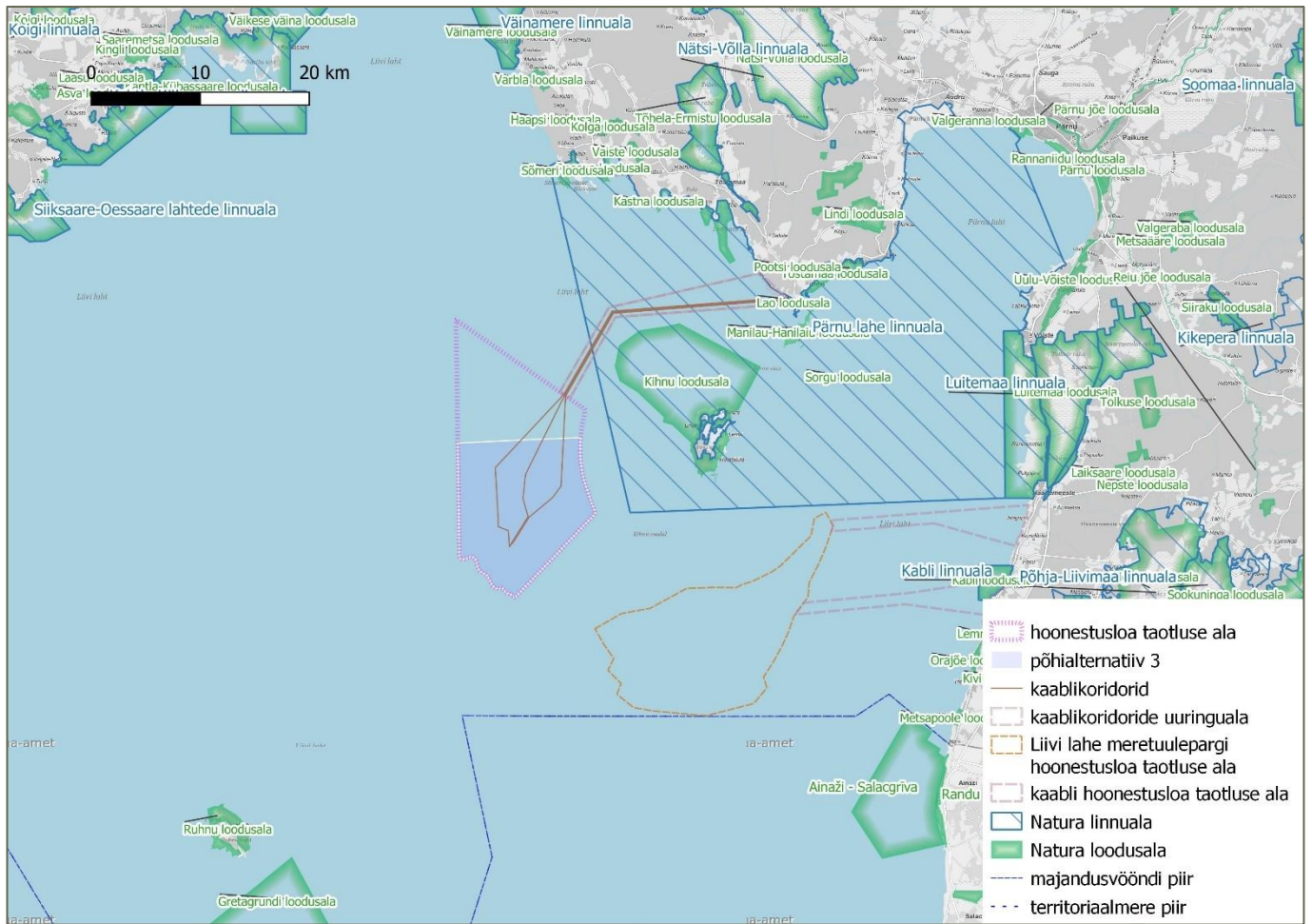
Informatsioon kavandatava tegevuse kohta

Käesoleva KMH raames vaadeldakse kavandatava tegevusena põhialternatiivi 3, millega kavandatakse kuni 80 tuulikuga meretuuleparki (vt joonis 3.10-1). Kavandatava tegevuse ühe osana käsitletakse ka ühenduskaabli paigaldamist meres ja meri-maismaa kontaktvööndis (vt joonis 3.10-2).

Meretrassil paigaldatakse ühenduskaabel vastavalt vajadusele kas merepõhja pinnapealselt või pinnase sisse. Maismaatrassil paigaldatakse ühenduskaabel pinnase sisse. Võimalikud kaabli paigaldamise viisid meretrassil on loetletud peatükis 2.5.4, maismaatrassi puhul toimub kaablite pinnasesse puurimine või lahtise kaevikuga matmine. Pärnu lahe linnuala ja samades piirides oleva Pärnu lahe hoiuala maismaa osale jääb ühenduskaabel. Maismaakaabel paigaldatakse kas lahtise kaeviku meetodil või suundpuurimisega ehk kinnisel meetodil.

Kavandatava tegevuse mõjualasse jäävate Natura 2000 alade iseloomustus

Kavandatava meretuulepargi võimalikus mõjualas asuvad järgmised Natura 2000 võrgustiku alad: Kihnu loodusala, Pärnu lahe linnuala, Väinamere linnuala, Kahtla-Kübassaare linnuala ja Ainazi-Salacgriva loodusala (vt joonis 3.10-1). Kavandatava merekaabli mõjualasse jääb Pärnu lahe linnuala. Merekaabel jätkub maismaal maismaakaablina, mis läbib Pärnu lahe linnuala (joonis 3.10-2). Maismaakaabli asukohast ligikaudu 400 m kaugusele jääb Lao loodusala.



Joonis 3.10-1. Ülevaade Natura 2000 võrgustiku aladest kavandatava tuulepargi ala mõjualas (Alus: Maa-amet ja EELIS, 2024)

Tabel 3.10-1. Natura 2000 võrgustiku ala(de) kaitse-eesmärgid ja nendele avaldub eeldatava mõju prognoosimine

Natura ala nimetus	Ala kaitse-eesmärgid	Mõju prognoosimine	Natura eelhindamise tulemused
Kihnu loodusala (EE0040313)	<u>Elupaigatüübid:</u> veealused liivamadalad (1110), rannikulõukad (*1150), esmased rannavallid (1210), väikesaared ning laiud (1620), rannaniidud (*1630), püsitaimestuga liivarannad (1640), valged luited (liikuvad rannikuluitid – 2120), hallid luited (kinnistunud rannikuluitid – *2130), metsastunud luited (2180), kadastikud (5130), kuivad niidud lubjarikkal mullal (*olulised orhideede kasvualad – 6210), liigirikkad niidud lubjavaesel mullal (*6270), lood (alvarid – *6280), sinihelmikakooslused (6410), niiskuslembesed kõrgrohustud (6430), puisniidud (*6530), liigirikkad madalsood (7230), vanad loodusmetsad (*9010), puiskarjamaad (9070) ning soostuvad ja soo-lehtmetsad (*9080). <u>Liigid:</u> hallhüljes (<i>Halichoerus grypus</i>), viiGERhüljes (<i>Phoca hispida bottnica</i>), emaputk (<i>Angelica palustris</i>) ja soohiilakas (<i>Liparis loeselii</i>).	Kavandatava meretuulepargi põhialternatiiv 3 ei kattu Natura loodusalaga, vaid asub sellest lähimas punktis üle 6 km kaugusel. Loodusala kaitse-eesmärkidega (sh mereliste elupaikadega) tegevus seega ei kattu, mis välistab otsesed füüsilised mõjud loodusalale ja selle ala kaitse-eesmärkidele. Loodusala lähedale kavandatavate tuulikute ehitustöödel võivad teatud juhtudel esineda ka ajutised/kaudsed mõjud, nt ehitusaegsed ajutise iseloomuga mõjud loodusala kaitse-eesmärkidele (heljum jm), hall- ja viiGERhüljeste häirimine. Tegemist on tõenäoliselt ajutise ja ebaolulise mõjuga.	Mõju ei ole välistatud, jätkata Natura asjakohase hindamisega.
Lao loodusala (EE0040323)	<u>Liigid:</u> emaputk (<i>Angelica palustris</i>).	Lao loodusala asub maismaakaabli projekteerimistingimustega määratud indikatiivsest asukohast ligikaudu 400 m kaugusel. Seega on ebasoodsa mõju esinemine emaputke taimede ja populatsiooni füüsilise kahjustamise ja hävitamise läbi välistatud.	Loodusala ei asu kavandatava tegevuse mõjualas. Ebasoodne mõju on välistatud.

Natura ala nimetus	Ala kaitse-eesmärgid	Mõju prognoosimine	Natura eelhindamise tulemused
Ainazi-Salacgriva loodusala (LV0900700)	Ala kaitse-eesmärgiks olevad I lisas nimetatud kaitstavad <u>elupaigatüübid</u> on rannikulõukad (*1150), karid (1170), esmased rannavallid (1210), rannaniidud (*1630), püsitaimestuga liivarannad (1640), valged lited (liikuvad rannikulited – 2120). II lisas nimetatud <u>liigid</u>, mille isendite elupaiku kaitstakse, on harilik hink (<i>Cobitis taenia</i>) ja jõesilm (<i>Lampetra fluviatilis</i>).	Otsene ebasoodne mõju Natura ala kaitse-eesmärkidele puudub. Natura ala asub kavandatavast tuulepargi ala lähimast punktist enam kui ca 37 km kaugusel kagus ja planeeritav merekaabli ühendus veelgi kaugemale. Kaitse-eesmärkidenä nimetatud liikide olulisi koelmualasid ja rändeteid meretuulepargi alale ei jää (vt täpsemalt ptk 3.8 ja lisa 3.12). Ehitusaegsed mõjud on lühiajalised ning heljumi, müra levik ei ulatu Ainazi-Salacgriva loodusalale. Ebasoodsat mõju oodata ei ole. Kumulatiivsed mõjud: Loodusalale lähemale kavandatava Liivi lahe meretuulepargi Natura hindamise puhul on samuti jõutud järeldusele, et kavandatava tegevusega seoses ei avaldu ühegi Ainazi-Salacgriva loodusala kaitse-eesmärgiks oleva elupaigatüübi ega liigi seisundile ebasoodsaid mõjusid ning seega puuduvad ka mõjud loodusala terviklikkusele.	Loodusala ei asu kavandatava tegevuse mõjualas. Ebasoodne mõju on välistatud.

Pärnu lahe linnuala (EE0040346)	<u>Liigid:</u> rästas-roolind (<i>Acrocephalus arundinaceus</i>), soopart e pahlsaba-part (<i>Anas acuta</i>), luitsnökk-part (<i>Anas clypeata</i>), piilpart (<i>Anas crecca</i>), viupart (<i>Anas penelope</i>), sinikael-part (<i>Anas platyrhynchos</i>), rägapart (<i>Anas querquedula</i>), rääkspart (<i>Anas strepera</i>), suurlaukhani (<i>Anser albifrons</i>), hallhani e roohani (<i>Anser anser</i>), rabahani (<i>Anser fabalis</i>), kivirullija (<i>Arenaria interpres</i>), sooräts (<i>Asio flammeus</i>), tuttvart (<i>Aythya fuligula</i>), merivart (<i>Aythya marila</i>), valgepõsk-lagle (<i>Branta leucopsis</i>), sõtkas (<i>Bucephala clangula</i>), niidurisla e rüdi niidurüdi (<i>Calidris alpina schinzii</i>), liivatüll (<i>Charadrius hiaticula</i>), roo-loorkull (<i>Circus aeruginosus</i>), aul (<i>Clangula hyemalis</i>), väikeluik (<i>Cygnus columbianus bewickii</i>), laululuik (<i>Cygnus cygnus</i>), kühmnohk-luik (<i>Cygnus olor</i>), kalakajakas (<i>Larus canus</i>), tõmmukajakas (<i>Larus fuscus</i>), naerukajakas (<i>Larus ridibundus</i>), mustsaba-vigle (<i>Limosa limosa</i>), tõmmuvaeras (<i>Melanitta fusca</i>), mustvaeras (<i>Melanitta nigra</i>), jääkoskel (<i>Mergus merganser</i>), rohukoskel (<i>Mergus serrator</i>), kormoran e karbas (<i>Phalacrocorax carbo</i>), tutkas (<i>Philomachus pugnax</i>), tuttpütt (<i>Podiceps cristatus</i>), hahk (<i>Somateria mollissima</i>), väiketiir (<i>Sterna albifrons</i>), jõgitiir (<i>Sterna hirundo</i>), randtiir (<i>Sterna paradisaea</i>), tutt-tiir (<i>Sterna sandvicensis</i>), tumetilder (<i>Tringa erythropus</i>), punajalg-tilder (<i>Tringa totanus</i>) ja kiivitaja (<i>Vanellus vanellus</i>).	Kavandatava meretuulepargi põhialternatiiv 3 ala ei kattu Natura linnualaga, vaid asub sellest lähimas punktis üle 2,8 km kaugusel. Seega puuduvad otsesed füüsilised mõjud ala kaitse-eesmärkidele. Arvestada tuleb aga ka lindude liikuvat eluviisi (nt ränded), mistõttu võivad ebasoodsad mõjud (takistused/hukkumine rändel jne) linnualadele, nende sidususele ja linnustikule teatud juhtudel ilmned ka väljaspool Natura alasid planeeritud tuulikute puhul. Tuulepargi rajamisel Natura linnuala lähedale võivad teatud juhtudel esineda ka ajutised/kaudsed mõjud, nt ehitusaegsed ajutise iseloomuga mõjud (heljum, ehitusaegsed müra häiringud jm) linnuala kaitse-eesmärkidele. Tegemist on linnualale ilmselt ajutise ja ebaolulise mõjuga ning kaitse-eesmärgiks olevate linnuliikide jaoks ehitustegevus elutingimusi alal pikas perspektiivis ei muuda või on need muutused minimeeritavad tehnoloogilisi ettevaatusabinõusid kasutusele võttes. Püsiva iseloomuga häirivat mõju linnuala liikidele võivad aga tekitada püstitatud tuulikud ise. Võimalikuks mõjuteguriks on rändel avalduvad mõjud linnuala kaitse-eesmärgiks olevatele linnuliikidele, mida praeguses Natura eelhindamise etapis ei saa välistada. Kavandatava merekaabli võimalikud asukohad läbivad Pärnu lahe linnuala mereosa ja jõuavad maismaale samale linnualale jääval rannalõigul. Kaabli rajamise võimalike mõjudena saab käsitleda ajutisi ehitusegseid mõjusid, milleks on	Mõju ei ole välistatud, jätkata Natura asjakohase hindamisega.
---	---	--	--

<i>Natura ala nimetus</i>	<i>Ala kaitse-eesmärgid</i>	<i>Mõju prognoosimine</i>	<i>Natura eelhindamise tulemused</i>
		eeskätt kaabli merepõhja (ning maismaal pinnasesse) paigaldamise füüsiline mõju ning ehitustöödega kaasnev võimalik heljumi teke vees, mürahäiring jm. Olulisi pikaajalisi mõjusid linnuala liikidele või liikide elupaikadele ette näha ei ole.	

Väinamere linnuala (EE0040001)	<u>Liigid:</u> soopart e pahlsaba-part (<i>Anas acuta</i>), luitsnökk-part (<i>Anas clypeata</i>), piilpart (<i>Anas crecca</i>), viupart (<i>Anas penelope</i>), sinikael-part (<i>Anas platyrhynchos</i>), rägapart (<i>Anas querquedula</i>), rääkspart (<i>Anas strepera</i>), suur-laukhani (<i>Anser albifrons</i>), hallhani e roohani (<i>Anser anser</i>), väike-laukhani (<i>Anser erythropus</i>), rabahani (<i>Anser fabalis</i>), hallhaigur (<i>Ardea cinerea</i>), kivirullija (<i>Arenaria interpres</i>), sooräts (<i>Asio flammeus</i>), punapea-vart (<i>Aythya ferina</i>), tuttvart (<i>Aythya fuligula</i>), merivart (<i>Aythya marila</i>), hüüp (<i>Botaurus stellaris</i>), mustlagle (<i>Branta bernicla</i>), valgepösk-lagle (<i>Branta leucopsis</i>), kassikakk (<i>Bubo bubo</i>), sõtkas (<i>Bucephala clangula</i>), niidurisla e rüdi e niidurüdi (<i>Calidris alpina schinzii</i>), suurrüdi e rüdi e suurrisla (<i>Calidris canutus</i>), väiketüll (<i>Charadrius dubius</i>), liivatüll (<i>Charadrius hiaticula</i>), mustviires (<i>Chlidonias niger</i>), valge-toonekurg (<i>Ciconia ciconia</i>), roo-loorkull (<i>Circus aeruginosus</i>), välja-loorkull (<i>Circus cyaneus</i>), aul (<i>Clangula hyemalis</i>), rukkirääk (<i>Crex crex</i>), väikeluik (<i>Cygnus columbianus bewickii</i>), laululuik (<i>Cygnus cygnus</i>), kühmnohk-luik (<i>Cygnus olor</i>), valgeselg-kirjurähn (<i>Dendrocopos leucotos</i>), põldtsiitsitaja (<i>Emberiza hortulana</i>), lauk (<i>Fulica atra</i>), rohunepp (<i>Gallinago media</i>), värbkakk (<i>Glaucidium passerinum</i>), sookurg (<i>Grus grus</i>), merikotkas (<i>Haliaeetus albicilla</i>), punaselg-õgija (<i>Lanius collurio</i>), kalakajakas (<i>Larus canus</i>), tõmmukajakas (<i>Larus fuscus</i>), naerukajakas (<i>Larus ridibundus</i>), plütt (<i>Limicola falcinellus</i>), vöötsaba-vigle (<i>Limosa lapponica</i>), mustsaba-vigle (<i>Limosa limosa</i>), tõmmuvaeras	Kavandatava meretuulepargi põhialternatiiv 3 ala asub Väinamere linnualast oma lähimas punktis üle 34 km kaugusel. Seega puuduvad otsesed füüsilised mõjud ala kaitse-eesmärkidele. Arvestada tuleb aga ka lindude liikuvat eluviisi (nt ränded), mistõttu võivad ebasoodsad mõjud (takistused/hukkumine rändel jne) linnualadele, nende sidususele ja linnustikule teatud juhtudel ilmned ka väljaspool Natura alasid planeeritud tuulikute puhul. Võimalikuks mõjuteguriks on rändel avalduvad mõjud linnuala kaitse-eesmärgiks olevatele linnuliikidele, mida Natura eelhindamise etapis ei saa välistada.	Mõju ei ole välistatud, jätkata Natura asjakohase hindamisega.
--	--	--	--

Natura ala nimetus	Ala kaitse-eesmärgid	Mõju prognoosimine	Natura eelhindamise tulemused
	(<i>Melanitta fusca</i>), mustvaeras (<i>Melanitta nigra</i>), väikekoskel (<i>Mergus albellus</i>), jääkoskel (<i>Mergus merganser</i>), rohukoskel (<i>Mergus serrator</i>), suurkoovitaja (<i>Numenius arquata</i>), kormoran e karbas (<i>Phalacrocorax carbo</i>), tutkas (<i>Philomachus pugnax</i>), hallpea-rähn e hallrähn (<i>Picus canus</i>), plüü (<i>Pluvialis squatarola</i>), tuttpütt (<i>Podiceps cristatus</i>), väikehuik (<i>Porzana parva</i>), täpikhuik (<i>Porzana porzana</i>), naaskelnokk (<i>Recurvirostra avosetta</i>), hahk (<i>Somateria mollissima</i>), väiketiir (<i>Sterna albifrons</i>), räusktiir e räusk (<i>Sterna caspia</i>), jõgitiir (<i>Sterna hirundo</i>), randtiir (<i>Sterna paradisaea</i>), tutt-tiir (<i>Sterna sandvicensis</i>), vööt-pöösälind (<i>Sylvia nisoria</i>), teder (<i>Tetrao tetrix</i>), tumetilder (<i>Tringa erythropus</i>), mudatilder (<i>Tringa glareola</i>), heletilder (<i>Tringa nebularia</i>), punajalg-tilder (<i>Tringa totanus</i>) ja kiivitaja (<i>Vanellus vanellus</i>).		

Natura ala nimetus	Ala kaitse-eesmärgid	Mõju prognoosimine	Natura eelhindamise tulemused
Kahtla-Kübassaare linnuala (EE0040412)	<u>Liigid:</u> luitsnökk-part (<i>Anas clypeata</i>), viupart (<i>Anas penelope</i>), sinikael-part (<i>Anas platyrhynchos</i>), rägapart (<i>Anas querquedula</i>), rääkspart (<i>Anas strepera</i>), hallhani e roohani (<i>Anser anser</i>), punapea-vart (<i>Aythya ferina</i>), tuttvart (<i>Aythya fuligula</i>), valgepõsk-lagle (<i>Branta leucopsis</i>), sõtkas (<i>Bucephala clangula</i>), liivatüll (<i>Charadrius hiaticula</i>), roo-loorkull (<i>Circus aeruginosus</i>), aul (<i>Clangula hyemalis</i>), väikeluik (<i>Cygnus columbianus bewickii</i>), kühmnohk-luik (<i>Cygnus olor</i>), lauk (<i>Fulica atra</i>), sookurg (<i>Grus grus</i>), merikotkas (<i>Haliaeetus albicilla</i>), kalakajakas (<i>Larus canus</i>), tõmmukajakas (<i>Larus fuscus</i>), väikekajakas (<i>Larus minutus</i>), naerukajakas (<i>Larus ridibundus</i>), mustsaba-vigle (<i>Limosa limosa</i>), tõmmuvaeras (<i>Melanitta fusca</i>), väikekoskel (<i>Mergus albellus</i>), jääkoskel (<i>Mergus merganser</i>), rohukoskel (<i>Mergus serrator</i>), kormoran e karbas (<i>Phalacrocorax carbo</i>), roherähn e meltsas (<i>Picus viridis</i>), sarvikpütt (<i>Podiceps auritus</i>), tuttpütt (<i>Podiceps cristatus</i>), naaskelnokk (<i>Recurvirostra avosetta</i>), hahk (<i>Somateria mollissima</i>), väiketiir (<i>Sterna albifrons</i>), räusktiir e räusk (<i>Sterna caspia</i>), jõgitiir (<i>Sterna hirundo</i>), randtiir (<i>Sterna paradisaea</i>), punajalg-tilder (<i>Tringa totanus</i>) ja kiivitaja (<i>Vanellus vanellus</i>).	Kavandatava meretuulepargi ala asub linnualast oma lähimas punktis pea 32 km kaugusel. Seega puuduvad otsesed füüsilised mõjud ala kaitse-eesmärkidele. Arvestada tuleb aga ka lindude liikuvat eluviisi (nt ränded), mistõttu võivad ebasoodsad mõjud (takistused/hukkumine rändel jne) linnualadele, nende sidususele ja linnustikule teatud juhtudel ilmned ka väljaspool Natura alasid planeeritud tuulikute puhul. Võimalikuks mõjuteguriks on rändel avalduvad mõjud linnuala kaitse-eesmärgiks olevatele linnuliikidele, mida Natura eelhindamise etapis ei saa välistada.	Mõju ei ole välistatud, jätkata Natura asjakohase hindamisega.

Natura eelhindamise tulemus ja järeldused

Natura eelhindamine jõuab järeldusele, et kavandatava tegevuse elluviimisel on ebasoodsa mõju teke välistatud Lao loodusala ja Ainazi-Salacgriva loodusala, mille puhul asjakohase hindamise läbiviimine ei ole vajalik.

Natura eelhindamine jõuab järeldusele, et ebasoodsa mõju tekkimist tegevuse elluviimisel ei saa välistada järgmiste Natura 2000 alade puhul: Kihnu loodusala, Pärnu lahe linnuala, Väinamere linnuala, Kahtla-Kübassaare linnuala. Nende alade puhul tuleb jätkata Natura asjakohase- ehk täishindamisega.

3.10.2. Natura asjakohane hindamine

KAVANDATAVA TEGEVUSE MÕJU HINDAMINE NATURA-ALADE TERVIKLIKKUSELE JA KAITSE-EESMÄRKIDE SAAVUTAMISELE NING LEEVENDAVATE MEETMETE KAVANDAMINE

Asjakohane hindamine viiakse läbi neljale Natura alale, mille osas käesolevas KMH aruandes läbi viidud eelhindamine ei andnud mõjude puudumise kindlust: Kihnu loodusala, Pärnu lahe linnuala, Väinamere linnuala ja Kahtla-Kübassaare linnuala. Asjakohasesse hindamisse hõlmatud alasid ja nende paiknemist kavandatava tegevuse suhtes illustreerivad joonised 3.10.-1 ja 3.10.-2 ning hindamine on läbi viidud järgnevas tabelis 3.10-2.

Tabel 3.10-2. *Natura asjakohane hindamine*

Natura ala nimetus	Ala kaitse-eesmärgid	Mõju hinnang	Leevendavate meetmete kavandamine
Kihnu loodusala (EE0040313)	<u>Elupaigatüübid:</u> veealused liivamadalad (1110), rannikulõukad (*1150), esmased rannavallid (1210), väikesaared ning laiud (1620), rannaniidud (*1630), püsitaimestuga liivarannad (1640), valged luited (liikuvad rannikuluited – 2120), hallid luited (kinnistunud rannikuluited – *2130), metsastunud luited (2180), kadastikud (5130), kuivad niidud lubjarikkal mullal (*olulised orhideede kasvualad – 6210), liigirikkad niidud lubjavaesel mullal (*6270), lood (alvarid – *6280), sinihelmikakooslused (6410), niiskuslembesed kõrgrohus (6430), puisniidud (*6530), liigirikkad madalood (7230), vanad loodumetsad (*9010), puiskarjamaad (9070) ning soostuvad ja soo-lehtmetsad (*9080). <u>Liigid:</u> hallhüljes (<i>Halichoerus grypus</i>), viigerhüljes (<i>Phoca hispida bottnica</i>), emaputk (<i>Angelica palustris</i>) ja soohiilakas (<i>Liparis loeselii</i>).	Kavandatava meretuulepargi põhialternatiiv 3 ei kattu Natura loodusala, vaid asub sellest lähimas punktis üle 6 km kaugusel, ühenduskaabel kulgeb Kihnu loodusalast mööda ca 1 km kauguselt. KMH aruande ptk 3.3 esitatud heljumi leviku hindamisel jõuti järeldusele, et kaadamisel tuulikute kõrvale võib heljum soodsatel tingimustel jõuda ja settida ka Kihnu loodusalale, kuid see mõju on leevendatav ehitustööde aja valikuga ja lühiajaline. Samuti kaasneb teatud heljumi levik ühenduskaabli paigaldamisega merepõhja. Tegemist on ajutise mõjuga merevee kvaliteedile ning sellega seotult loodusala mereelupaigatüüpidele pikaajalist mõju ei kaasne. Hall- ja viigerhülge puhul jõuti mõjude hindamisel (ptk 3.7 ja lisa 3.10) järeldusele, et sadama, ranniku ning kalavete läheduse tõttu on tegemist juba praegu inimese poolt mõõdukalt mõjutatud merealaga. Lisanduvad mõjud on eelkõige seotud ehitusaegse müraga, mis on samas leevendatav. Tuulepargi käitamise ajal on tõenäolisem keskkonahäiring mõõdukas lisanduvatest tuulikutest jahooduslaevade liikumisest tingitud veealune müra. Sellistel mõjudel ei ole ettenähtavalt asurkonna tasandi tagajärgi, sest nii alad kui tegevused hõlmavad terve Liivi lahe kontekstis tagasihoidliku osa hüljeste võtmeelupaikadest sh Kihnu looduslal asuvatest. Töötav tuulepark ei ole hallhüljestele teadaolevalt otseseks rände- või liikumistakistuseks. Kumulatiivsed mõjud: Kavandatava Liivi lahe meretuulepargi Natura hindamises²⁴⁶ on jõutud järeldusele, et sealse protsessi läbi viidud hüljeste uuringu kohaselt ei põhjusta tuulepargi rajamine ja töötamine piirkonna hülgepopulatsioonidele olulist negatiivset mõju ning seetõttu ei avaldu hallhülge ja viigerhülge kui Kihnu loodusala kaitse-eesmärgiks olevate liikide seisundile ebasoodsaid mõjusid (SKPK, 2024²⁴⁷). Käesoleva KMH alusuuringu alusel ei ole kavandatav Saare-Liivi tuulepark kummalegi hülgeleilule oluliseks rände- ja liikumistakistuseks	Tuuliku teatud vundamenditüüpide ja valitud paigaldamismeetodite kasutamisel tekkiva võimaliku impulssmüra vältimiseks tuleb rakendada peatükis 3.7.4 nimetatud leevendavaid meetmeid. Eksportkaablitrassi ehituse ajal peab seire sisaldama paigaldamisel tekkiva heljumi leviku jälgimist reaalajas. Heljumipilve levikul väljaspoole 300 m puhvertsooni sügavusvööndisse madalamale kui 6 m tuleks tööd peatada. Reaalajas heljumi jälgimine võimaldab suurema heljumi koguse kandumist ja settimist tundlikule alale vältida. Leevendavate meetmete rakendamisel pikaajaline ebasoodne mõju looduslal kaitstavate elupaikadele ja liikidele on välistatud ja puuduvad

246 <https://jvis.ttja.ee/modules/dokumendiregister/view/1008841>

247 Vt eelmine

Natura ala nimetus	Ala kaitse-eesmärgid	Mõju hinnang	Leevendavate meetmete kavandamine
		ning seega ebasoodsat mõju ei eeldata. Kumulatiivse mõju hindamisel võib lähtuda teoreetilisest olukorrast, et mõlemad hülgeeliigid väldivad töötavaid tuuleparke. Seda kinnitab ka läbiidud allveemüra modelleerimine ja selle tulemused. Vt lisaks 3.7.6. Seega ei ole ette näha kumulatiivset mõju, mis põhjustaks ebasoodsaid mõjusid Kihnu loodusalaga seotud hülgepopulatsioonidele	mõjud loodusala terviklikkusele.
Pärnu lahe linnuala (EE0040346)	Liigid: rästas-roolind (<i>Acrocephalus arundinaceus</i>), soopart e pahlsaba-part (<i>Anas acuta</i>), luitsnokk-part (<i>Anas clypeata</i>), piilpart (<i>Anas crecca</i>), viupart (<i>Anas penelope</i>), sinikael-part (<i>Anas platyrhynchos</i>), rägapart (<i>Anas querquedula</i>), rääkspart (<i>Anas strepera</i>), suur-laukhani (<i>Anser albifrons</i>), hallhani e roohani (<i>Anser anser</i>), rabahani (<i>Anser fabalis</i>), kivrullija (<i>Arenaria interpres</i>), sooräts (<i>Asio flammeus</i>), tuttvart (<i>Aythya fuligula</i>), merivart (<i>Aythya marila</i>), valgepõsk-lagle (<i>Branta leucopsis</i>), sõtkas (<i>Bucephala clangula</i>), niidurila e rüdi niidurüdi (<i>Calidris alpina schinzii</i>), liivatüll (<i>Charadrius hiaticula</i>), roo-loorkull (<i>Circus aeruginosus</i>), aul (<i>Clangula hyemalis</i>), väikeluik (<i>Cygnus columbianus bewickii</i>), laululuik (<i>Cygnus cygnus</i>), kühmokk-luik (<i>Cygnus olor</i>), kalakajakas (<i>Larus canus</i>), tõmmukajakas (<i>Larus fuscus</i>), naerukajakas (<i>Larus ridibundus</i>), mustsaba-vigle (<i>Limosa limosa</i>), tõmmuvaeras (<i>Melanitta fusca</i>), mustvaeras (<i>Melanitta nigra</i>), jääkoskel (<i>Mergus merganser</i>), rohukoskel (<i>Mergus serrator</i>), kormoran e karbas (<i>Phalacrocorax carbo</i>), tutkas (<i>Philomachus pugnax</i>), tuttpütt (<i>Podiceps cristatus</i>), hahk (<i>Somateria mollissima</i>), väiketiir (<i>Sterna albifrons</i>), jõgitiir (<i>Sterna hirundo</i>), randtiir (<i>Sterna paradisaea</i>), tutt-tiir (<i>Sterna sandvicensis</i>), tumetilder (<i>Tringa</i>	Kavandatava meretuulepargi põhialternatiiv 3 ala ei kattu Natura linnualaga, vaid asub sellest lähimas punktis üle 2,8 km kaugusel. Pärnu linnualale puuduvad otsesed füüsilised mõjud. Ala ja sealsed looduslikud tingimused säilivad olemasolevas ulatuses ja väärtuses. Kavandatav meretuulepargi ühenduskaabel läbib Pärnu lahe linnuala mereosa ja jõuab maismaale samale linnualale jääval rannalõigul (maismaad puudutavat osa käsitletakse alapeatükis 3.10.4). Merekaabli rajamise võimalike mõjudena saab käsitleda ajutisi ehitusaegseid mõjusid, milleks on eeskätt kaabli merepõhja paigaldamise füüsiline mõju ning ehitustöödega kaasnev võimalik heljumi teke vees, mürahäiring jm. Olulisi pikaajalisi mõjusid linnuala liikidele või liikide elupaikadele ette näha ei ole. Merekaablite paigaldamise mõjud avalduvad ehitusaegselt ja seisnevad ajutise häiringu tekitamises. Merekaablid paigaldatakse linnuala ulatuses dig-it roomiku abil, mis on spetsiaalselt ehitatud kaablite matmiseks merepõhja. Kaabli paigaldamise kiirus on vahemikus 200-600 m/h ja kaabel maetakse orienteeruvalt 1 m sügavusele, vajadusel rannikulähedasel alal kuni 5 m sügavusele. Kuigi tänaste teadmiste põhjal linnuala rannikuvööndis, mida kaabel läbiks, linnuala kaitse-eesmärgiks olevate liikide pesitsemist ei ole teada, ei ole siiski piisavat veendumust, et kaabli paigaldustööd nimetatud liike ei häiri. Ettevaatusprintsipist lähtuvalt tuleb linnuala piires olevas rannikuvööndis välistada otsesed kaabli paigaldustööd müra tekitavate mehhanismidega lindude pesitsusperioodil aprillist juulini. Kaabli paigaldamise täpne tehnoloogia selgub ehitusprojekti ja tööde teostamise kavas. Kui tööde teostamise kavaga koostöös ornitoloogide ja Keskkonnaametiga selgitatakse, et kaableid on võimalik paigaldada	Ettevaatusprintsipist lähtuvalt tuleb linnuala piires olevas rannikuvööndis välistada otsesed kaabli paigaldustööd müra tekitavate mehhanismidega lindude pesitsusperioodil aprillist juulini. Kaabli paigaldamise täpne tehnoloogia selgub ehitusprojekti ja tööde teostamise kavas. Kui tööde teostamise kavaga koostöös ornitoloogide ja Keskkonnaametiga selgitatakse, et kaableid on võimalik paigaldada tehnoloogiliselt viisil, mis linde ei häiri, on ehitusloa ja keskkonnavalda väljastajatel õigus antud ajalistest piirangutest loobuda. Samuti peab võimaliku negatiivse mõju vähendamiseks vältima avamere tuuleparkide rajamist Liivi lahes lindude

Natura ala nimetus	Ala kaitse-eesmärgid	Mõju hinnang	Leevendavate meetmete kavandamine
	<i>erythropus</i>), punajalg-tilder (<i>Tringa totanus</i>) ja kiivitaja (<i>Vanellus vanellus</i>).	tehnoloogiliselt viisil, mis linde ei häiri, on ehitusloa ja keskkonnaloa väljastajatel õigus ajalistest piirangutest loobuda. Saare-Liivi kavandatav meretuulepark omab analüüsi tulemusena suurt tähtsust veelindude peatumisalana. Kõige olulisemalt mõjutatud kaitse-eesmärgiks olevad liigid on aul (<i>Clangula hyemalis</i>), tõmmuvaeras (<i>Melanitta fusca</i>) ja ka mustvaeras (<i>Melanitta nigra</i>). Kõik nimetatud liigid on tundlikud tuuleparkide väljatõrjuva mõju suhtes. KMH aruande koostamise käigus töötati välja kavandatava meretuulepargi ruumiline ulatus ehk põhialternatiiv 3 vähendatud kirdenurgaga, mis tagaks eespool nimetatud liikide jaoks olulisemad peatumisalad. Linnustiku uuringuga arutati välja nimetatud liikide võimalikud väljatõrjutud isendite hulk, mis põhialternatiivi 3 (lisaks vähendatud kirdenurk) puhul jäid alla 1% biogeograafilisest asurkonnast. Linnustiku uuringu alusel vajab lisaks tähelepanu kokkupõrkerisk. Kuigi Saare-Liivi ala tähtsust läbirändavatele lindudele hinnati uuringus (lisa 3.8) väga kõrgeks, on prognoositavate kokkupõrgete arvud enamasti väikesed ja moodustavad väga väikese osa biogeograafiliste asurkondade suurusest. Kokkupõrkeriski olulisust hinnati 15 olulisema liigi või liigirühma jaoks. Tähelepanu vääriks linnualal kaitstavatest liikidest haned-lagled, kelle puhul on ohustatus tuuleparkide poolt siiski madal ning kokkupõrkeriski olulisus ei ole olulise ebasoodsa mõjuga. Tuulepargi arenduse mõju linnustikule ohutegurite osas nagu elupaikade otsene hävimine ja barjääriefekt hinnatakse läheduses pesitsevatele linnuala kaitstavatele linnuliikidele nõrgaks ja väheseks. Pärnu linnualal paiknevad ka mitmed lindude pesitsusaaed. Laidudel pesitsevate lindude ruumikasutuse uurimiseks valiti välja 4 olulisemat liiki: kalakajakas, rand-, jõgi- ja tutt-tiir. Saare-Liivi meretuulepargi esialgsele alale lähimate laidude hulka kuuluval Umalaiul varustati saatjatega 15 kalakajakat (<i>Larus canus</i>), 13 randtiiru (<i>Sterna paradisaea</i>), 12 jõgitiiru (<i>Sterna hirundo</i>) ja 12 tutt-tiiru (<i>Thalasseus sandvicensis</i>). Kalakajakad lendasid valdavalt lõuna suunas, jõgitiirul lõunakaartes ning tutt-tiirul idakaarte ehk kavandatavale tuulepargile ei enamasti ei	jaoks eriti olulistesse kohtadesse (olulised peatumisalad, rände pudelikaelad) ning rakendama rajatavates tuuleparkides leevendusmeetmeid kokkupõrkeriski vähendamiseks (vt ptk 3.5.4). Leevendusmeetmete rakendamise vajadus peaks olema lähestikku paiknevate ja kavandatavate meretuuleparkide puhul samadel alustel. Rakendades eespool nimetatud leevendavaid meetmeid ei kaasne kavandatava tegevusega ebasoodsat mõju Pärnu lahe linnuala kaitse-eesmärkidele.

Natura ala nimetus	Ala kaitse-eesmärgid	Mõju hinnang	Leevendavate meetmete kavandamine
		sattunud. Üksnes randtiirul valitsesid lennud mh läänekaarte suunal. Lennukauguste ja -suundade koosmõju tulemusel oli Saare-Liivi tuulepargi alale või teisele poole tuulepargi ala ulatuvate lendude osakaal pigem väike (vt täpsemalt lisa 3.8). Läbiviidud linnustiku uuringu tulemuste kohaselt ei kaasne kavandava tegevusega Pärnu lahe linnuala kaitstavatele liikidele olulist ebasoodsat mõju linnustikule (vt ptk 3.5 ja 3.5.5.), mistõttu ei ole oodata ka olulist ebasoodsat mõju Pärnu lahe linnualale ega selle terviklikkusele. Kumulatiivne mõju: Lähestikku kavandatavate tuuleparkide puhul võivad avalduda koosmõjud kokkupõrkeriski kui ka väljatõrjumise osas (vt täpsemalt ptk 3.5.7). Pärnu hoiualal kaitstavate liikide osas jäid Saare-Liivi tuulepargi prognoositavad kokkupõrkeriski määrad kaitstavate liikide osas ebaoluliseks ja madalaks (alla 1% biogeograafilisest asurkonnast). Liivi lahe meretuulepargi Natura asjakohases hindamises (SKPK; 2024²⁴⁸) Pärnu linnuala osas on välja toodud, et tuginedes piirkonnas teostatud uuringute andmetele ning kokkupõrkeriski modelleerimisele võib oluline mõju avalduda kolmele liigile: kalakajakas, kormoran ja tutt-tiir. Neist kalakajakale ja kormoranile hinnati mõjusid modelleeritud halvima stsenaariumi korral prognoositud kokkupõrgete arvu tõttu, mis ületab 1% künnist vastava liigi pesitsuspopulatsioonidest. Koondmõjuna on leitud, et olulist kokkupõrkeriski kaitstavatele liikidele ei kaasne. Teise olulise mõjuna võib avalduda alal peatuvate kaitstavate liikide jaoks otsene väljatõrjumisoht ning liikidele sobivaid toitumisalasid jääb järjest vähemaks. Liivi lahe meretuulepargi puhul on hinnatud väljatõrjumismäära ebaoluliseks, kuigi väljaspool Liivi lahe tuulepargi KMH-d läbi viidud uuringute tulemuste põhjal on teada, et tegemist on olulise veelindude peatumisalaga. Juhul kui hindamistega ei tagata veelindude jaoks nende olulised peatumisalad, võib toimuda ulatuslik peatuvate lindude otsene väljatõrjumine ning lisaks sellega võib	

Natura ala nimetus	Ala kaitse-eesmärgid	Mõju hinnang	Leevendavate meetmete kavandamine
		kasvada lindude vaheline konkurents Pärnu linnualal tuulepargi arendusalalt välja tõrjutud lindude lisandumise tõttu. Ettevaatusprintsibiist lähtudes peab võimaliku negatiivse mõju vähendamiseks vältima avamere tuuleparkide rajamist Liivi lahes lindude jaoks eriti olulistesse kohtadesse (olulised peatumisalad, rände pudelikaelad) ning rakendama rajatavates tuuleparkides leevendusmeetmeid kokkupõrkeriski vähendamiseks (vt ptk 3.5.4). Leevendusmeetmete rakendamise vajadus peaks olema lähestikku paiknevate ja kavandatavate meretuuleparkide puhul samadel alustel. Leevendusmeetmete rakendamisel ei kaasne Saare-Liivi kavandatavast tegevusest tulenevalt mõju Pärnu lahe linnuala kaitse-eesmärkideks olevatele linnuliikidele ja linnuala terviklikkusele mõju puudub.	
Väinamere linnuala (EE0040001)	<u>Liigid:</u> soopart e pahlsaba-part (<i>Anas acuta</i>), luitsnökk-part (<i>Anas clypeata</i>), piilpart (<i>Anas crecca</i>), viupart (<i>Anas penelope</i>), sinikael-part (<i>Anas platyrhynchos</i>), rägapart (<i>Anas querquedula</i>), rääkspart (<i>Anas strepera</i>), suur-laukhani (<i>Anser albifrons</i>), hallhani e roohani (<i>Anser anser</i>), väike-laukhani (<i>Anser erythropus</i>), rabahani (<i>Anser fabalis</i>), hallhaigur (<i>Ardea cinerea</i>), kivirullija (<i>Arenaria interpres</i>), sooräts (<i>Asio flammeus</i>), punapea-vart (<i>Aythya ferina</i>), tuttvart (<i>Aythya fuligula</i>), merivart (<i>Aythya marila</i>), hüüp (<i>Botaurus stellaris</i>), mustlagle (<i>Branta bernicla</i>), valgepõsk-lagle (<i>Branta leucopsis</i>), kassikakk (<i>Bubo bubo</i>), sõtkas (<i>Bucephala clangula</i>), niidurisla e rüdi e niidurüdi (<i>Calidris alpina schinzii</i>), suurrüdi e rüdi e suurrisla (<i>Calidris canutus</i>), väiketüll (<i>Charadrius dubius</i>), liivatüll (<i>Charadrius hiaticula</i>), mustviires (<i>Chlidonias niger</i>), valge-toonekurg (<i>Ciconia ciconia</i>), roo-loorkull (<i>Circus</i>	Kavandatava meretuulepargi ala asub Väinamere linnualast oma lähimas punktis üle 33 km kaugusel. Kuna kavandatav meretuulepargi ala ega kavandatav ühenduskaabel ei jää Natura linnualale ega selle vahetusse lähedusse, siis puuduvad otsesed füüsilised mõjud. Ala ja sealsed looduslikud tingimused säilivad olemasolevas ulatuses ja väärtuses. Piisava ruumilise eraldatuse tõttu ei põhjusta meretuulepargi tegevus (tuulikud ja kaabeldus) linnualal viibivatele lindudele müra häiringut nii tuulikute paigaldamise ega töötamisega. Tuulikute ja kaablite paigaldamise ehitustöödega veesambasse paisatav heljum ei ulatu linnualani. Saare-Liivi tuulepargi asukohast ja kaugusest tulenevalt on kõige olulisemaks eeldatavaks mõjuks Väinamere linnuala kaitse-eesmärgiks seatud liikidele kokkupõrkerisk. Kuigi Saare-Liivi ala tähtsust läbirändavatele lindudele hinnati uuringus (lisa 3.8) väga kõrgeks, on prognoositavate kokkupõrgete arvud enamasti väikesed ja moodustavad väga väikese osa biogeograafiliste asurkondade suurusest. Kõige olulisem oli Saare-Liivi arendusala sookurele: ala läbis kasutatud metoodika andmetel 59% biogeograafilise asurkonna isenditest. Kokkupõrkeriski olulisust hinnati 15 olulisema liigi või liigirühma jaoks. Tähelepanu väärivad kaitse-eesmärgiks olevatest	Ettevaatusprintsibiist lähtudes peab võimaliku negatiivse mõju vähendamiseks rakendama rajatavates tuuleparkides leevendusmeetmeid kokkupõrkeriski vähendamiseks (vt ptk 3.5.4). Leevendusmeetmete rakendamise vajadus peaks olema lähestikku paiknevate ja kavandatavate meretuuleparkide puhul samadel alustel. Rakendades eespool nimetatud leevendavaid meetmeid ei kaasne kavandatava tegevusega ebasoodsat mõju

Natura ala nimetus	Ala kaitse-eesmärgid	Mõju hinnang	Leevendavate meetmete kavandamine
	<i>aeruginosus</i>), välja-loorkull (<i>Circus cyaneus</i>), aul (<i>Clangula hyemalis</i>), rukkiräak (<i>Crex crex</i>), väikeluik (<i>Cygnus columbianus bewickii</i>), laululuik (<i>Cygnus cygnus</i>), kühmnokk-luik (<i>Cygnus olor</i>), valgeselg-kirjurähn (<i>Dendrocopos leucotos</i>), põldtsiitsitaja (<i>Emberiza hortulana</i>), lauk (<i>Fulica atra</i>), rohunepp (<i>Gallinago media</i>), värbkakk (<i>Glaucidium passerinum</i>), sookurg (<i>Grus grus</i>), merikotkas (<i>Haliaeetus albicilla</i>), punaselg-õgija (<i>Lanius collurio</i>), kalakajakas (<i>Larus canus</i>), tõmmukajakas (<i>Larus fuscus</i>), naerukajakas (<i>Larus ridibundus</i>), plütt (<i>Limicola falcinellus</i>), võotsaba-vigle (<i>Limosa lapponica</i>), mustsaba-vigle (<i>Limosa limosa</i>), tõmmuvaeras (<i>Melanitta fusca</i>), mustvaeras (<i>Melanitta nigra</i>), väikekoskel (<i>Mergus albellus</i>), jääkoskel (<i>Mergus merganser</i>), rohukoskel (<i>Mergus serrator</i>), suurkoovitaja (<i>Numenius arquata</i>), kormoran e karbas (<i>Phalacrocorax carbo</i>), tutkas (<i>Philomachus pugnax</i>), hallpea-rähn e hallrähn (<i>Picus canus</i>), plüü (<i>Pluvialis squatarola</i>), tuttpütt (<i>Podiceps cristatus</i>), väikehuik (<i>Porzana parva</i>), täpikhuik (<i>Porzana porzana</i>), naaskelnokk (<i>Recurvirostra avosetta</i>), hahk (<i>Somateria mollissima</i>), väiketiir (<i>Sterna albifrons</i>), räusktiir e räusk (<i>Sterna caspia</i>), jõgitiir (<i>Sterna hirundo</i>), randtiir (<i>Sterna paradisaea</i>), tutt-tiir (<i>Sterna sandvicensis</i>), võot-pöösälind (<i>Sylvia nisoria</i>), teder (<i>Tetrao tetrix</i>), tumetilder (<i>Tringa erythropus</i>), mudatilder (<i>Tringa glareola</i>), heletilder (<i>Tringa nebularia</i>), punajalg-	liikidest sookurg ja haned-lagled. Üheks oluliseks teguriks sookure ja hanede-lagled suurema kokkupõrkeriski puhul on suurem lennukõrgus, mis kattub märkimisväärselt rootorite töökõrgusega. Valdava rändesihina kaardistus linnustiku uuringus kirre-edel, seega ei mõjuta kavandatav tuulepark olulisel määral Väinamere linnuala ega kaitse-eesmärgiks seatud liike. Kuna tuulepargiala jääb linnualast rohkem kui 30 km kaugusele, siis ei põhjusta tuulepargi ehitustööd linnualal häiringuid ega tingi linnuala merealadel lindude väljatõrjumist või ümberpaiknemist. Kumulatiivsed mõjud: Kõige suuremaks koosmõjuks kahe lähestikku kavandatava pargi puhul võib kujuneda kokkupõrkerisk. Saare-Liivi kavandatava meretuulepargi sookure aastaseks keskmiseks kokkupõrgete arvuks hinnati halvima stsenaariumi korral u 88 lindu. Liivi lahe meretuulepargi puhul²⁴⁹ on modelleeritud aastane hukkumine 241 lindu. Kahe pargi koosmõjul on tegemist juba suhteliselt suure hukkumise riskiga. Ettevaatusprintsipi alusel peab võimaliku negatiivse mõju vähendamiseks rakendama rajatavates tuuleparkides leevendusmeetmeid kokkupõrkeriski vähendamiseks (vt ptk 3.5.4). Leevendusmeetmete rakendamise vajadus peaks olema lähestikku paiknevate ja kavandatavate meretuuleparkide puhul samadel alustel.	Väinamere linnuala kaitse-eesmärkidele.

²⁴⁹ <https://jvis.ttja.ee/modules/dokumendiregister/view/1008841>

Natura ala nimetus	Ala kaitse-eesmärgid	Mõju hinnang	Leevendavate meetmete kavandamine
	tilder (<i>Tringa totanus</i>) ja kiivitaja (<i>Vanellus vanellus</i>).		
Kahtla-Kübassaare linnuala (EE0040412)	<u>Liigid:</u> luitsnökk-part (<i>Anas clypeata</i>), viupart (<i>Anas penelope</i>), sinikael-part (<i>Anas platyrhynchos</i>), rägapart (<i>Anas querquedula</i>), rääkspart (<i>Anas strepera</i>), hallhani e roohani (<i>Anser anser</i>), punapea-vart (<i>Aythya ferina</i>), tuttvart (<i>Aythya fuligula</i>), valgepõsk-lagle (<i>Branta leucopsis</i>), sõtkas (<i>Bucephala clangula</i>), liivatüll (<i>Charadrius hiaticula</i>), roo-loorkull (<i>Circus aeruginosus</i>), aul (<i>Clangula hyemalis</i>), väikeluik (<i>Cygnus columbianus bewickii</i>), kühmnohk-luik (<i>Cygnus olor</i>), lauk (<i>Fulica atra</i>), sookurg (<i>Grus grus</i>), merikotkas (<i>Haliaeetus albicilla</i>), kalakajakas (<i>Larus canus</i>), tõmmukajakas (<i>Larus fuscus</i>), väikekajakas (<i>Larus minutus</i>), naerukajakas (<i>Larus ridibundus</i>), mustsaba-vigle (<i>Limosa limosa</i>), tõmmuvaeras (<i>Melanitta fusca</i>), väikekoskel (<i>Mergus albellus</i>), jääkoskel (<i>Mergus merganser</i>), rohukoskel (<i>Mergus serrator</i>), kormoran e karbas (<i>Phalacrocorax carbo</i>), roherähn e meltsas (<i>Picus viridis</i>), sarvikipütt (<i>Podiceps auritus</i>), tuttpütt (<i>Podiceps cristatus</i>), naaskelnokk (<i>Recurvirostra avosetta</i>), hahk (<i>Somateria mollissima</i>), väiketiir (<i>Sterna albifrons</i>), räusktiir e räusk (<i>Sterna caspia</i>), jõgitiir (<i>Sterna hirundo</i>), randtiir (<i>Sterna paradisaea</i>), punajalg-tilder (<i>Tringa totanus</i>) ja kiivitaja (<i>Vanellus vanellus</i>).	Kavandatava meretuulepargi põhialternatiiv 3 ala asub linnualast oma lähimas punktis pea 32 km kaugusel. Kuna kavandatav meretuulepargi ala ega kavandatav ühenduskaabel ei jää Natura linnualale ega selle vahetusse lähedusse, siis puuduvad otsesed füüsilised mõjud. Ala ja sealsed looduslikud tingimused säilivad olemasolevas ulatuses ja väärtuses. Piisava ruumilise eraldatuse tõttu ei põhjusta meretuulepargi tegevus (tuulikud ja kaabeldus) linnualal viibivatele lindudele mürahäiringut tuulikute paigaldamise ega töötamisega. Tuulikute ja kaablite paigaldamise ehitustöödega veesambasse paisatav heljum ei ulatu linnualani. Saare-Liivi tuulepargi asukohast ja kaugusest tulenevalt on kõige olulisemaks eeldatavaks mõjuks Kahtla-Kübassaare linnuala kaitse-eesmärgiks seatud liikidele kokkupõrkerisk. Kuigi Saare-Liivi ala tähtsust läbirändavatele lindudele hinnati uuringus (lisa 3.8) väga kõrgeks, on prognoositavate kokkupõrgete arvud enamasti väikesed ja moodustavad väga väikese osa biogeograafiliste asurkondade suurusest. Kõige olulisem oli Saare-Liivi arendusala sookurele: ala läbis kasutatud metoodika andmetel 59% biogeograafilise asurkonna isenditest. Kokkupõrkeriski olulisust hinnati 15 olulisema liigi või liigirühma jaoks. Tähelepanu väärivad kaitse-eesmärgiks olevatest liikidest sookurg ja haned-lagled. Üheks oluliseks teguriks sookure ja hanede-lagled suurema kokkupõrkeriski puhul on suurem lennukõrgus, mis kattub märkimisväärselt rootorite töökõrgusega. Valdavaks rändesihiks kaardistus uuringus kirre-edel, seega ei mõjuta kavandatav tuulepark olulisel määral Kahtla-Kübassaare linnuala ega sealse ala kaitse-eesmärgiks seatud liike. Kuna tuulepargiala jääb linnualast rohkem kui 30 km kaugusele, siis ei põhjusta tuulepargi ehitustööd linnualal häiringuid ega tingi linnuala merealadel lindude väljatõrjumist või ümberpaiknemist.	Ettevaatusprintsibiist lähtudes peab võimaliku negatiivse mõju vähendamiseks rakendama rajatavates tuuleparkides leevendusmeetmeid kokkupõrkeriski vähendamiseks (vt ptk 3.5.4). Leevendusmeetmete rakendamise vajadus peaks olema lähestikku paiknevate ja kavandatavate meretuuleparkide puhul samadel alustel. Rakendades eespool nimetatud leevendavaid meetmeid ei kaasne kavandatava tegevusega ebasoodsat mõju Kahtla-Kübassaare linnuala kaitse-eesmärkidele.

Natura ala nimetus	Ala kaitse-eesmärgid	Mõju hinnang	Leevendavate meetmete kavandamine
		Kumulatiivsed mõjud: Kõige suuremaks koosmõjuks kahe lähestikku kavandatava pargi puhul võib kujuneda kokkupõrkerisk. Saare-Liivi kavandatava meretuulepargi öörändurite aastaseks keskmiseks kokkupõrgete arvuks hinnati ≈ 88 lindu. Liivi lahe meretuulepargi puhul²⁵⁰ on modelleeritud aastane hukkumine 241 lindu. Kahe pargi koosmõjul on tegemist juba suhteliselt suure hukkumise riskiga. Ettevaatusprintsipiist lähtudes peab võimaliku negatiivse mõju vähendamiseks rakendama rajatavates tuuleparkides leevendusmeetmeid kokkupõrkeriski vähendamiseks (vt ptk 3.5.4). Leevendusmeetmete rakendamise vajadus peaks olema lähestikku paiknevate ja kavandatavate meretuuleparkide puhul samadel alustel.	

²⁵⁰ <https://jvis.ttja.ee/modules/dokumendiregister/view/1008841>

KAS KAVANDATAV TEGEVUS VÕIB KAHJUSTADA ALA TERVIKLIKKUST?

Natura ala kaitsestaatus jääb soodsaks ja ala terviklikkus on tagatud, kui säilivad püsivalt asjaomase ala olemuslikud tunnused. Kui ebasoodsa mõju puudumist ei saa tõendada, tuleb kavandada leevendavad meetmed, mis hoiaksid ebasoodsa mõju ära. Hindamaks, kas kavandatav tegevus tervikuna või selle erinevad aspektid avaldavad tõenäoliselt ebasoodsat mõju Natura alade terviklikkusele, on järgnevas tabelis esitatud kontrollküsimustik.

Tabel 3.10-3 Kontrollküsimused Natura 2000 alade terviklikkuse säilimise kohta

Kas projekt võib:	Kihnu LoA	Pärnu lahe LiA	Väinamere LiA	Kahtla-Kübassaare LiA
Vähendada ala elupaigatüüpide pindala või liikidel arvukust, mille kaitseks ala loodi?	ei	ei	ei	ei
Põhjustada häirimist, mis võib mõjutada asurkondade suurust või liikide vahelist tasakaalu või asustustihedust?	ei	ei	ei	ei
Põhjustada liikide ümberasumist ja seega vähendada nende liikide levikuala piirkonnas?	ei	ei	ei	ei
Põhjustada lisa I elupaikade või liikide killustatust?	ei	ei	ei	ei
Põhjustada peamiste tunnuste (nt puistaimkate, loodetele avatus, iga-aastased üleujutused jne) vähenemist või hävimist?	ei	ei	ei	ei
Häirida ala soodsa seisundi indikaatoritena kasutatavate võtmeliikide tasakaalu, levikut ja asustustihedust?	ei	ei	ei	ei
Aeglustada või takistada ala kaitse-eesmärkide saavutamist?	ei	ei	ei	ei
Põhjustada muutusi kriitilise tähtsusega, ala olemust määravates aspektides (nt toitainete tasakaal), millest sõltub ala soodsa seisundi toimimine elupaiga või ökosüsteemina.	ei	ei	ei	ei

LEEVENDAVATE MEETMETE KAVANDAMINE

Natura hindamise tulemusel (tabel 3.10-2) selgus, et ühegi hinnatud Natura ala puhul ei mõjuta **merealale kavandatud tegevused** (st hoonestusloaga kavandatav meretuulepargi ala tuulikutega ja merealale kavandatava merekaabliga seotud tegevused) kaitse-eesmärgi ega nende saavutamist ning kõikide Natura alade terviklikkus säilib (tabel 3.10-3).

Kihnu loodusala kaitse-eesmärkide tagamiseks tuleb rakendada leevendavaid meetmeid:

- Tuuliku teatud vundamentitüüpide ja valitud paigaldamismeetodite kasutamisel tekkiva võimaliku impulssmüra vältimiseks tuleb rakendada selleks ette nähtud leevendavaid meetmeid (ptk 3.7.4).
- Eksportkaablitrassi ehituse ajal peab seire sisaldama paigaldamisel tekkiva heljumi leviku jälgimist reaajas. Heljumipilve levikul väljaspoole 300 m puhvertsooni sügavusvööndisse madalamale kui 6 m tuleks tööd peatada. Reaajas heljumi jälgimine võimaldab suurema heljumi koguse kandumist ja settimist tundlikule alale vältida.

Pärnu lahe linnuala kaitse-eesmärkide tagamiseks tuleb rakendada leevendavat meetet:

- Ettevaatusprintsibiist lähtuvalt tuleb linnuala piires olevas rannikuvööndis välistada otsesed kaabli paigaldustööd müra tekitavate mehhanismidega lindude pesitsusperioodil aprillist juulini. Kaabli paigaldamise täpne tehnoloogia selgub ehitusprojektis ja tööde teostamise kavas. Kui tööde teostamise kavaga koostöös ornitoloogide ja Keskkonnaametiga selgitatakse, et kaableid on võimalik paigaldada tehnoloogiliselt viisil, mis linde ei häiri, on ehitusloa ja keskkonnanõu väljastajatel õigus antud ajalistest piirangutest loobuda.
- Võimaliku negatiivse mõju vähendamiseks peab rakendama leevendusmeetmeid kokkupõrkeriski vähendamiseks (vt ptk 3.5.4).

Kõige suuremaks **koosmõjuks** (ehk kumulatiivne mõju) kahe lähestikku kavandatava Saare-Liivi meretuulepargi ja Liivi lahe meretuulepargi puhul võib kujuneda lindude kokkupõrkerisk tuulikutega. Seega peab ettevaatusprintsibiist lähtudes võimaliku negatiivse mõju vähendamiseks rakendama rajatavates tuuleparkides leevendusmeetmeid kokkupõrkeriski vähendamiseks (vt ptk 3.5.4), et vältida ebasoodsat mõju Pärnu lahe, Väinamere ja Kahtla-Kübassaare linnuala kaitse-eesmärkidele. Leevendusmeetmete rakendamise vajadus peaks olema lähestikku paiknevate ja kavandatavate meretuuleparkide puhul samadel alustel.

3.10.3. Natura hindamise tulemus ja järeldused

Natura asjakohane hindamine jõuab järeldusele, et **merealal kavandatavate tegevuste elluviimisel** (s.t mis on kavandatava meretuulepargi ala ja ühenduskaabliga seotud tegevused) puuduvad ebasoodsad mõjud kõikidele hinnatud Natura 2000 võrgustiku aladele ja nende kaitse-eesmärkidele: Kihnu loodusala, Pärnu lahe linnuala, Väinamere linnuala, Kahtla-Kübassaare linnuala. Natura 2000 võrgustiku alade terviklikkust merealal kavandatava tegevuse elluviimine ei kahjusta.

3.10.4. Võrguühenduse jätkumine maismaal ja hinnang Natura ala kaitse-eesmärkidele

Tuulepargi kavandatava ühenduskaabli kolm merekaablit jäävad Pärnu lahe linnuala merealale ning jätkuvad linnualale jääval rannikualal, kus võrguühenduse tagamiseks kavandatakse maakaabel kuni esimese alajaama ja liitumispunktini (vt joonis 3.10-2).

Käesolev KMH ei hõlma projektiga kaudselt seotud tegevusi maismaal, nt kaabli maismaal kulgevast osast nagu maakaabli jms rajamine. Siinses aruandes on siiski välja pakutud võimalikud lahendused ja antud esialgne hinnang merekaabli maismaa osa kaabli võimaliku asukoha kohta, mis kulgeb läbi Pärnu lahe linnuala.

Tabel 3.10-4. Natura hindamine

Natura ala nimetus	Ala kaitse-eesmärgid	Mõju hinnang	Leevendavate meetmete kavandamine
Pärnu lahe linnuala (EE0040346)	Liigid: rästas-roolind (<i>Acrocephalus arundinaceus</i>), soopart e pahlsaba-part (<i>Anas acuta</i>), luitsnökk-part (<i>Anas clypeata</i>), piilpart (<i>Anas crecca</i>), viupart (<i>Anas penelope</i>), sinikael-part (<i>Anas platyrhynchos</i>), rägapart (<i>Anas querquedula</i>), rääkspart (<i>Anas strepera</i>), suur-laukhani (<i>Anser albifrons</i>), hallhani e roohani (<i>Anser anser</i>), rabahani (<i>Anser fabalis</i>), kivirullija (<i>Arenaria interpres</i>), sooräts (<i>Asio flammeus</i>), tuttvart (<i>Aythya fuligula</i>), merivart (<i>Aythya marila</i>), valgepösk-lagle (<i>Branta leucopsis</i>), sõtkas (<i>Bucephala clangula</i>), niidurisle e rüdi niidurüdi (<i>Calidris alpina schinzii</i>), liivatüll (<i>Charadrius hiaticula</i>), roo-loorkull (<i>Circus aeruginosus</i>), aul (<i>Clangula hyemalis</i>), väikeluik (<i>Cygnus columbianus bewickii</i>), laululuik (<i>Cygnus cygnus</i>), külmnökk-luik (<i>Cygnus olor</i>), kalakajakas (<i>Larus canus</i>), tõmmukajakas (<i>Larus fuscus</i>), naerukajakas (<i>Larus ridibundus</i>), mustsaba-vigle (<i>Limosa limosa</i>), tõmmuvaeras (<i>Melanitta fusca</i>), mustvaeras (<i>Melanitta nigra</i>), jääkoskel (<i>Mergus merganser</i>), rohukoskel (<i>Mergus serrator</i>), kormoran e karbas (<i>Phalacrocorax carbo</i>), tutkas (<i>Philomachus pugnax</i>), tuttpütt (<i>Podiceps cristatus</i>), hahk (<i>Somateria mollissima</i>), väiketiir (<i>Sterna albifrons</i>), jõgitiir (<i>Sterna hirundo</i>), randtiir (<i>Sterna paradisaea</i>), tutt-tiir (<i>Sterna sandvicensis</i>), tumetilder (<i>Tringa erythropus</i>), punajalg-tilder (<i>Tringa totanus</i>) ja kiivitaja (<i>Vanellus vanellus</i>).	Kavandatava merekaabli võimalikud asukohad läbivad Pärnu lahe linnuala mereosa ja jõuavad maismaale samale linnualale jääval rannalõigul. Kaabli rajamise võimalike mõjudena saab käsitleda ajutisi ehitusaegseid mõjusid, milleks on eeskätt kaabli merepõhja ning maismaal pinnasesse paigaldamise füüsiline mõju ning ehitustöödega kaasnev võimalik mürahäiring. Olulisi pikaajalisi mõjusid linnuala liikidele või liikide elupaikadele Pärnu lahe linnualal ühenduskaabli kavandamisega ette näha ei ole. Laoküla rand KÜ-I, kuhu kavandatav ühenduskaabel maismaale jõuaks ning Uue-Maantee, Paulu ja Varju KÜ-del, mida läbib maakaabel, on inventeeritud poollooduslik kooslus rannaniit, mis on sobivaks pesitsuspaigaks mitmetele Pärnu lahe hoiuala kaitse-eesmärgiks olevatele linnuliikidele. Seega võib kaabli paigaldamine kaasa tuua pesitsuseks sobiva elupaiga osalise kao ning mürahäiringu. Nimetatud mõjusid on võimalik vältida ja ajaliselt leevendada. Vältimaks linnualal paikneva rannaniidu koosluse kahjustamist, tuleb maakaabel paigaldada kinnisel meetodil või avatud kaeviku korral pärast kaabli paigaldamist asetada pealmine niidukamar õigetpidi tagasi ning selliselt, et ei tekiks maapinna ebatasasusi. Rannaniitu elupaigana kasutavate lindude peamisel pesitsusajal ja karjatamise ajal ehk ajavahemikul 15. aprill kuni 31. august töid rannaniidul mitte teha.	Vältimaks koosluse kahjustamist, tuleb rannaniidul maakaabel paigaldada kinnisel meetodil või avatud kaeviku korral pärast kaabli paigaldamist asetada pealmine niidukamar õigetpidi tagasi ning selliselt, et ei tekiks maapinna ebatasasusi. Rannaniitu elupaigana kasutavate lindude peamisel pesitsusajal ja karjatamise ajal ehk ajavahemikul 15. aprill kuni 31. august töid rannaniidul mitte teha. Rakendades eespool nimetatud leevendavaid meetmeid ei kaasne kavandatava tegevusega ebasoodsat mõju Pärnu lahe linnuala kaitse-eesmärkidele.

Pärnu lahe linnuala kaitse-eesmärkide tagamiseks tuleb rakendada järgnevat leevendavat meetmeid:

- vältimaks maismaal koosluse kahjustamist, tuleb rannaniidul maakaabel paigaldada kinnisel meetodil või avatud kaeviku korral pärast kaabli paigaldamist asetada pealmine niidukamar õigetpidi tagasi ning selliselt, et ei tekiks maapinna ebatasasusi;
- rannaniitu elupaigana kasutavate lindude peamisel pesitsusajal ja karjatamise ajal ehk ajavahemikul 15. aprill kuni 31. august töid rannaniidul mitte teha.

LKS § 14 lg 1 p 7 ja 8 alusel ei tohi anda kaitstava loodusobjekti valitseja nõusolekuta hoiualal ei projekteerimistingimusi ega ehitusluba.

3.11. Mõju kliimale

21. sajandi jooksul on Eestis kliimamuutuste tulemusena oodata temperatuuri tõusu, sademete hulga suurenemist, tormide sagedamist ja merepinna tõusu²⁵¹. Kliimamuutuste leevendamiseks on Euroopa Liidus seatud eesmärgiks võrreldes aastaga 1990 vähendada kasvuhooonegaaside netoheidet 2030. aastaks 55% ning aastaks 2050 muuta Euroopa Liit kliimanetraalseks²⁵². Kliima- ehk CO₂-neutraalsus tähendaks tasakaalu CO₂-heite ja atmosfäärist süsinikdioksiidi sidumise vahel. Täna siiski ei looduslikud ega tehnilised siduvad inimese poolt emiteeritud koguseid atmosfäärist eemaldada ei suuda ja peamine meetod kliimanetraalsuse saavutamiseks on CO₂-heite koguste vähendamine. Kuivõrd suurimad CO₂ emissioonid pärinevad energiasektorist on just selles sektoris ka suurim potentsiaal CO₂ heite vähendamiseks. Üheks võimaluseks on asendada elektritootmises fossiilsed allikad, nagu põlevkivi, taastuvate allikatega, nagu päike ja tuul.

Hindamise eesmärk on selgitada, milline on kavandatava Saare-Liivi meretuulepargi panus kliimamuutuste leevendamisse Eestis arvestades tänaseid CO₂ emissioone.

3.11.1. Alternatiivide käsitlemine

Mõjude hindamise eelduseks on, et Saare-Liivi meretuulepargis toodetakse kuni 1200 MW installeeritud võimsuse juures ca 5,4 TWh taastuuleelektrienergiat aastas.

3.11.2. Olemasolev olukord ja mõju hinnang

CO₂ EMISSIOONID

2022. aastal oli Eesti summaarne kasvuhooonegaaside heitkogus 14,3 miljonit tonni CO₂ ekvivalenti. Ilma maakasutuse, maakasutuse muutuse ja metsanduse sektorita (nn LULUCF- land use, land use change and forestry) oli heide 14,0 miljonit tonni CO₂ ekv. Võrreldes 1990. aastaga on Eesti KHG koguheidet vähenenud 59% võrra. Arvestades mitmete õigusaktide võrdluseks oleva 2005. aastaga, on koguheidet vähenemine 12%. 2022. aastal oli Eesti kasvuhooonegaaside heitkogus elaniku kohta 10,5 t CO₂ ekv, 2021 oli see 11,7 t CO₂ ekv, 2020. aastal 10,5 t CO₂ ekv.²⁵³

²⁵¹ Eesti tuleviku kliimastenaariumid aastani 2100, Keskkonnaagentuur, 2015

²⁵² Euroopa Komisjon, 2021. KOMISJONI TEATIS EUROOPA PARLAMENDILE, NÕUKOGULE, EUROOPA MAJANDUS- JA SOTSIAALKOMITEELE NING REGIOONIDE KOMITEELE „Eesmärk 55“: ELi 2030. aasta kliimaeesmärgi saavutamine teel kliimanetraalsuseni.

²⁵³ <https://envir.ee/kliima/kasvuhooonegaasid>

2021. aastal töötas Eesti Keskkonnauuringute Keskus välja kasvuhoonegaaside (lühendina KHG) inventuuripõhiste heitkoguste jaotamise metoodika, mis võimaldab jaotada KHG heitkoguseid kohalike omavalitsuste (lühendina KOV) põhisel²⁵⁴. Suurimad heitkogused pärinevad Ida-Virumaalt, kuna sinna on kontsentreerunud enamik Eesti energiatööstuse suurtootmisest. Eestis on just põlevkivi kui ühe fossiilkütuse põletamine suurim kasvuhoonegaaside tekitaja - seetõttu on väike Eesti maailmas CO₂ heite poolest inimese kohta esirinnas, konkureerides meist näiliselt oluliselt raiskavamate riikidega.²⁵⁵

Eesti Keskkonnauuringute Keskuse 2021. aasta andmetel²⁵⁶ oli Liivi lahe äärsetest suurimatest omavalitsustest tarbimispõhise CO_{2EKV} heite järgi Pärnu linn Eesti 79 omavalitsuse seas 10. kohal (325,378 kt) ja Saaremaa vald 11. kohal (189,525 kt). Tootmispõhise CO_{2EKV} heite järgi oli Pärnu linn 17. kohal (131,728 kt) ja Saaremaa vald 19. kohal (120,555 kt). Väike Kihnu vald oli aga tarbimispõhiselt 77. kohal ja tootmispõhiselt viimane. CO_{2EKV} jagunemine sektorite kaupa Saaremaa vallas ja Pärnu linnas on esitatud joonisel 3.11-1.

Eeldades, et Saare-Liivi meretuulepargi aastane energiatoodang on 5400 MWh aastas, tuleks CO_{2EKV} arvutuslikuks kokkuhoiuks 2021. a elektri eriheiteteguriga²⁵⁷ 3,5 miljonit tonni aastas. See on 25% kogu Eesti 2022. aasta CO_{2EKV} emissioonist ja rohkem kui Pärnu linna 2021. a CO_{2EKV} tarbimispõhine heide kokku. Kui võtta aluseks põlevkivielektri eriheitetegur 0,9–1,2 kt/GWh, oleks kokkuhoiuks ligikaudu 5,4 mln tonni CO_{2EKV}.

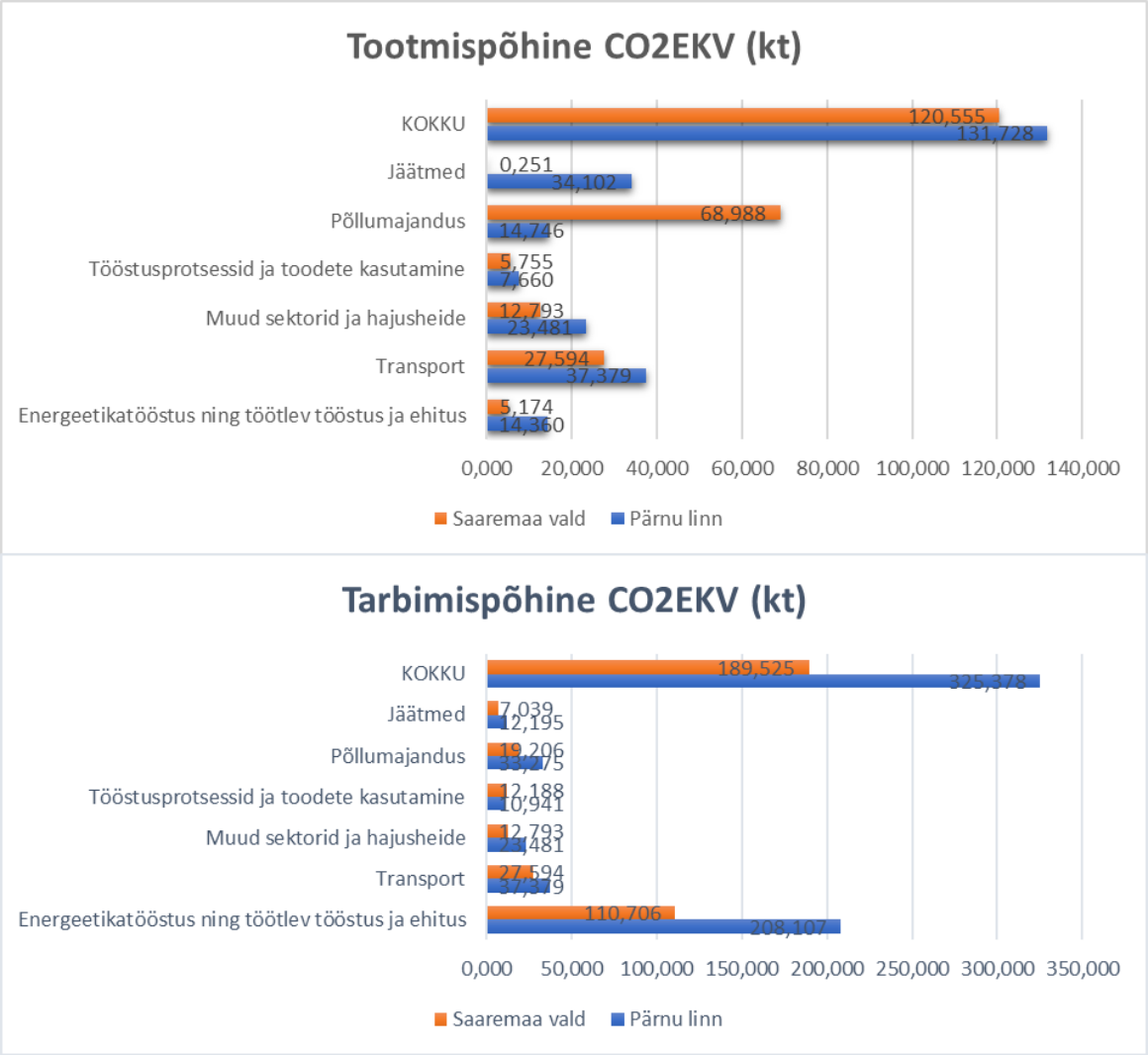
Meretuuleenergia kasutamine suures mahus võimaldab oluliselt vähendada biomassi kasutamist energiatootmises. Samuti on võimalik oluliselt vähendada või täielikult loobuda fossiilkütuste kasutamisest elektrienergia tootmisel.

²⁵⁴ KHG heitkogused on arvatatud CO₂ ekvivalendina absoluutnumbritena KOV-ide kaupa, st pole rakendatud normaliseerimist KOV-i pindala või elanikkonna suhtes.

²⁵⁵ Riiklikud 2019 a. KHG heitkogused kohalike omavalitsuste lõikes. Eesti Keskkonnauuringute Keskus, 2021

²⁵⁶ https://kliimaministeerium.ee/sites/default/files/documents/2024-03/KHG_KOV_TARBIMINE_aruanne_2024.pdf

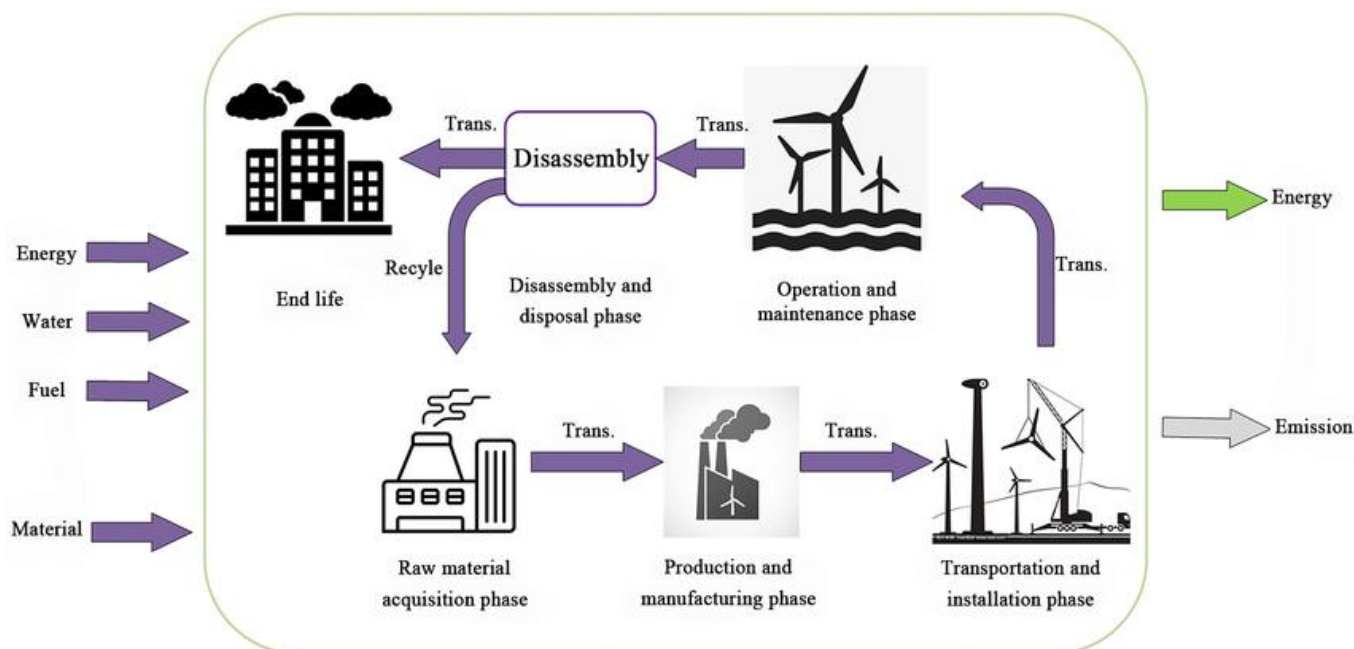
²⁵⁷ 2021. aasta elektri eriheitetegur Eestis oli 0,648 kt CO₂ ekvivalenti /GWh



Joonis 3.11-1. CO2ekv sektoriaalsed heitkogused Pärnu linnas ja Saaremaa vallas 2021. aastal (EKUK, 2024)

MERETUULEPARGI ELUTSÜKKEL

Meretuulepargi elutsükkel hõlmab tuulepargi rajamise, ekspluatatsiooni ja lammutamise kõiki etappe, arvestades nii otseseid kui ka kaudseid heitmeid (joonis 3.11-2).



Joonis 3.11-2. Meretuulepargi elutsükkel²⁵⁸

1. Materjalide tootmine ja tuulikute ning tuulepargi osade valmistamine

Peamised CO₂ allikad on terase, betooni, klaaskiust labade, vaskjuhtmete ja muude materjalide tootmine. Teras ja betooni tootmine on väga energiamahukad, mistõttu on see etapp üks suurimaid CO₂ allikaid. Nt terase tootmine tekitab 1,8 kuni 2,1 tonni CO_{2ekv} iga toodetud tonni kohta ja betooni tootmine 0,72–0,76 tonni CO_{2ekv} iga toodetud tonni kohta²⁵⁹. CO₂ emissioone saab vähendada, kui materjale taaskasutada ja rakendada süsinikuneutraalseid tootmistehnoloogiaid.

2. Transport ja logistika

Peamised CO₂ allikad on tuulikute ja tuulepargi komponentide vedu tehastest sadamatesse ja paigalduskohtadesse. Veod on pikad ja vajavad sageli eriveokeid. CO₂ emissioonid sõltuvad transpordivahenditest, kuid mere- ja maismaatransport annab üldiselt väikese osa kogu elutsükli heitmetest. Nt meretranspordi emissioonid on 10–20 g CO_{2ekv}/t-km²⁶⁰.

3. Tuulepargi ehitamine

Peamised CO₂ allikad on kraanad, tuulikute ja vundamentide paigaldamisel kasutatavad laevad jm. Kõige energiamahukam on vundamentide paigaldamine, kuid seal tekkivad CO₂ emissioonid on ühekordsed. Emissioone saab vähendada efektiivsemate laevade ja tööde korraldamisega.

4. Tuulepargi eksploatatsioon (vähemalt 30 aastat)

Tuulikute enda töö ei tekita otseseid CO₂ emissioone. Peamised CO₂ allikad on tuulikute hoolduseks kasutatavad laevad. Kuna hooldustöid tehakse vaid perioodiliselt, ei teki CO₂ emissioone pidevalt. CO₂

²⁵⁸ https://www.researchgate.net/publication/379059517_A_life_cycle_decision_framework_of_China_offshore_wind_turbines_with_ANP-Intuitionistic_fuzzy_TOPSIS_method

²⁵⁹ https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf#page=7

²⁶⁰ https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf#page=7

emissioonid sõltuvad kasutatavatest kütustest. Juhtivatel laevatootjatel, nagu nt Damen on arenduses hoolduslaevad, mis kasutavad sõitmiseks tuulepargis toodetavat elektrit. Hinnanguliselt moodustab kogu eksploatatsioonietapp vaid ~2–5% elutsükli kogumõjust.

5. Tuulepargi lammutamine ja materjalide taaskasutus

Peamised CO₂ allikad on tuulikute lahtimonteerimine, transport ja jäätmekäitlusprotsessid. Suur osa materjalidest, nagu teras ja vask, on taaskasutatavad. Taaskasutus võib oluliselt vähendada kogu elutsükli süsinikujalajälge (seda arvestatakse negatiivse emissioonina, kuna asendatakse uute materjalide tootmisega).

Kokkuvõttes on meretuulikud kogu elutsükli vältel oluliselt väiksema süsinikujalajäljega kui fossiilkütustel põhinev elektritootmine. Suurimad võimalused vähendada meretuulikute süsinikujalajälge on seotud taaskasutatavate materjalide osakaalu suurendamise, tootmisprotsesside dekarboniseerimise ning paigaldus- ja hooldusprotsesside optimeerimisega. Elutsükli heitkogused sõltuvad tuuliku suurusest ja tootmismahjust.

Meretuuleenergia keskmised CO₂ heitkogused on 16 g CO₂/kWh, võrreldes päikesepaneelidega, mille heitkogused on 75 g CO₂/kWh, hüdroenergia puhul 28 g CO₂/kWh, tuumaenergia puhul 33 g CO₂/kWh, maagaasiga töötavate elektrijaamade puhul 450 g CO₂/kWh ja söel töötavate elektrijaamade puhul 1050 g CO₂/kWh (joonis 3.11-3). Elutsükli CO₂ heitkogused elektri tootmisel on ÜRO Euroopa Majanduskomisjon (UNECE) 2021. aasta andmetel²⁶¹ järgmistes vahemikes:

- Kivisüsi: 751–1095 g CO₂ ekv/kWh
- Maagaas: 403–513 g CO₂ ekv/kWh
- Tuumaenergia: 5,1–6,4 g CO₂ ekv/kWh
- Hüdroenergia: 6–147 g CO₂ ekv/kWh
- Päikeseenergia (CSP): 27–122 g CO₂ ekv/kWh
- Päikeseenergia (PV): 8,0–83 g CO₂ ekv/kWh
- Tuuleenergia (maismaal): 7,8–16 g CO₂ ekv/kWh
- Tuuleenergia (avamere): 12–23 g CO₂ ekv/kWh

Seega, tuuleenergia, eriti meretuuleenergia, CO₂ heitkogused on energiaallikate seas madalaimad.

3.11.3. Kokkuvõtte

Tabel 3.11-1. Tuulepargi kavandamisega kaasnev mõju ja selle olulisus

Kaasnev tagajärg/mõju	Mõju olulisus
Mõju kliimale	++

KMH aruandes kasutatav olulise keskkonnamõju skaala: - vähene negatiivne mõju, -- oluline negatiivne mõju, 0 - mõju puudub, neutraalne, + vähene positiivne mõju, ++ oluline positiivne mõju

261 https://unece.org/sites/default/files/2022-04/LCA_3_FINAL%20March%202022.pdf

3.11.4. Kumulatiivne mõju

Eelnevalt läbi viidud analüüsi alusel on meretuuleenergia kogu elutsükli CO₂ heitkogused energiaallikate seas madalaimad. Seega koosmõju teiste kavandatavate meretuuleparkidega on samuti positiivne.

4. Mõju sotsiaalsele ja majanduslikule keskkonnale

4.1. Visuaalne mõju

Saare-Liivi kavandatava tuulepargi visuaalse mõju hindamine põhineb maastikuarhitekt ja planeerija Kerttu Otsa vastaval uuringul „Saare-Liivi meretuulepargi visuaalse mõju hindamine“, RSP, 2024 (lisa 3.14). Uuring sisaldab tuulepargi nähtavusala/mõjuala ja vaatekohtade määramist, välitöid ja panoraamide pildistamist vaatekohtades, mõjutatud maastike, vaatepunktide ja vaatlejate kirjeldusi, tuulepargist hõivatud vaateväljade määramist vaatekohtades, vaatekohtade fotomontaažide koostamist, visuaalse mõju hindamist lähtuvalt mõju suurusest tundlikele maastikele ja vaatlejatele ning ettepanekuid leevendusmeetmete osas. Kõikide teemade detailsed analüüsid koos jooniste, fotode, visualiseeringute ja metoodikaga on leitavad uuringus lisas 3.14.

4.1.1. Alternatiivide käsitus

Visuaalse mõju hindamine on teostatud põhialternatiivile 3, millega kavandatakse kuni 80 ebakorrapäraselt paigutatud tuulikut. Lisas 3.14 esitatud visuaalse mõju hindamine sisaldab ka hinnangut põhialternatiivile 2 kuni 140 tuulikuga, mis võimaldab hinnata KMH protsessi käigus tehtud muutusi tuulikute paigutuses, suuruses ja visuaalses mõjus. Visuaalse mõju hindamise aruanne ja selle lisad on leitavad KMH aruande lisast 3.14.

Visuaalse mõju hindamine lähtub tuulepargi järgmistest omadustest, mis panustavad tuulikupargi visuaalse mõju ulatusse vastavalt mõju ulatust suurendavalt või vähendavalt:

- Tuulikud on helehalli värvi, millega saavutatakse taeva taustal üldjuhul parim nähtavuse ja visuaalse mõju vähendamine. Lühikestel vahemaadel on värv selgelt näha ning värvil ja valgusel ei ole tuulikute nähtavusele eriti mõju, kuna silmal/ajul on kasutada rohkem seoseid, sealhulgas värvi, vormi ja tekstuuri ning kontrasti, välja arvatud äärmuslike pilviste tingimuste korral või koidikul või hämaras. Kauguse suurenedes ei suuda silm värve eristada ja kõiki struktuure nähakse hallikatenä. Heledad valged (päikesest valgustatud) tuulikud paistavad lähemal kui hallid (valgustamata) tuulikud sarnasel kaugusel. Vaadates sinise või kahvatu taeva taustal, kuid mitte päikese käes, tunduvad hallid tuulikud tumedad. Taeva tumenedes pilvkatte või kellaaja või aastaaja tõttu väheneb kontrast taeva ja tuulikute vahel ning pikal vahemaal (u 20 km kaugusel) võivad tuulikute piirjooned seetõttu muutuda ebaselgeks. Tuulikud võivad tumeda taeva taustal tunduda valged, kui neid valgustab päike läbi pilvelaikude.
- Tuulikud on mati viimistlusega, mis minimeerib värvi peegeldust. Tekstuur on peegelduvuse vähendamisel oluline tegur ja eelistatav on seetõttu matt või valgust neelav viimistlus.
- Tuulikute suurus – torni kõrgus ja tiiviku laba pikkus annavad kokku tuuliku täiskõrguse laba tipuni, mis on Saare-Liivi kavandatava meretuulepargi tuulikute puhul maksimaalselt 310 m.
- Lennuohutuse tagamiseks on tuulikute tornidel ohutuled. Arendaja poolt otsitakse lahendusi, mis võimaldaks tuledel automaatselt süttida vaid siis, kui see on lennuliikluse ohutuseks vajalik.
- Tuuliku labade pöörlemine suurendab tuulikute nähtavust, kuna liikumine tõmbab tähelepanu. Selge ilmastiku korral sinise taeva taustal, mis võimendab kontrastsust, on labade liikumine nähtav vähemalt 15 km kaugemale võrreldes pilvise taeva taustaga. Samas on ka väidetud, et just seisvad tuulikud äratavad rohkem tähelepanu, kuna tuulikutelt eeldatakse, et nad oleks tootlikud ja seega töötavale tuulikule osutatakse vähem tähelepanu.
- Navigatsiooninõutest tingituna värvitakse tuuliku torn kuni 30 m kõrguseni merepinnast erkkollaseks.

4.1.2. Mõju hindamine

Maastikus esile kutsutud muutus, näiteks tuulepargi ehitamine merele, avaldub muutusena maastiku vaadetes. Tuulepargi asukoht merel avaldab otsest mõju merevaadetele, selle iseloomulikele tunnustele ja maastiku kvaliteedile. Kaudne mõju võib ilmneda aga näiteks nende ilmumisel sisemaa vaadetes, kust nähtaval olevad labad satuvad vaatesse kontekstiväliste elementidena.

Muutuse ehk mõju olulisust hinnatakse maastiku kui vaatleja tundlikkuse (kavandatava muutuse suhtes) ja mõju ulatuse suhtena. Mingi uue objekti suuruse tajumisel maastikus toetub inimene tuttavatele elementidele (antud juhul mere- ja rannikumaastiku elementidele), mille mõõde on äratuntav (nagu puud ja majad, majakad, laevad, paadid, rahnud, pangad, vaatetornid) ja kasutatav skaalaindikaatorina. Need elemendid asetsevad ja ilmuvad vaadetes omavahelises suhtes ja moodustavad meid ümbritseva maastikupildi ehk vaate. Vaadeldav maastik võib olla inimese igapäevaselt tajutava keskkonna osa või on näiteks lühiajalise, kuid eesmärgistatud huvi/külastuse objektiks. Enamus sellest maastikust on kultuurmaastik ehk inimese poolt mõjutatud maastik, mille tajuga on seotud inimeste kultuurimälu, teadlikkus, esteetika ja väärtushinnangud.

Seega visuaalse mõju hindamisel analüüsitakse sisuliselt seda, kuidas väljakujunenud suhteid inimese elukeskkonnas mõjutab uue tehnilise objekti asetamine sellesse keskkonda, antud juhul inimese elukeskkonna äärealale, merele. Tuulepark peaks olema vaadeldav kui määratletav elementide kogum merealal ehk tuulikute paigutuse muster peaks olema selgelt loetav. Visuaalse mõju vähendamiseks on soovitatav vältida:

- merepõhja topograafiast ja tuulikute paigutusest moodustunud häirivat vaadet, kus erineval kõrgusel tornid 'hüplevad' taeva taustal tekitades 'purunenud silueti',
- tuulikute kattumisest moodustuvat tihedat kogumit silmapiiril, kus töös labad tekitavad ratta efekti taeva taustal,
- tuulikute väikeste rühmade moodustumist äärealal, mis paistavad kui eraldatud kogumid peamisest tuulikute reast,
- samuti üksikuid, rühmast eemale jäänud tuuliku, mis põhjendamatult laiendavad tuulikutega hõivatud vaatevälja ja tekitavad täiendava fookuselemendi.

TUULEPARGI NÄHTAVUSALA

Nähtavuse kaart teostati kuni 50 km kaugusele kavandatava tuulikupargi arendusala välispiirist, et oleks kaasatud ka Häädemeeste rannikuala (joonis 4.1-1). Kaart näitab teoreetilise nähtavuse alas olevaks ainult kitsad rannikualad, kuna nähtavuse levik sisemaale on peamiselt takistatud rohke taimestiku (metsaalade) poolt. Isegi Kihnu puhul, mis on tuulikupargist 10 km kaugusel, on tuulikupargi nähtavuse alas ainult lääne- ja lõunarannik (joonis 4.1-2).

Visuaalse mõju seisukohalt on laiud ja pisisaared maastiku kõige tundlikumad osad, kuna kõrged tuulikud võivad tekitada kontrasti väikeste pinnavormidega. Saare-Liivi tuulikupargi põhiala vähendamine väldib tuulikute ilmumist Kihnu läänerrannikult nähtavatesse laidude vaadetes. Näiteks Sigatsuaru väikesadamast vaadates jäävad tuulikud maismaa ja metsa foonile ning ei domineeri laidude kohal. Samuti ei satu tuulikud vaatesse Pisikese- ja Suur-Asalaid laidudega ida suunas.

VAATEKOHAD

Tuulikupargi mõju ulatust ja olemust teoreetilise nähtavusala piires on hinnatud 11 vaatekoha kaudu, mis esindavad hinnatud vaatekohti Kihnu saarel ja Tõstamaa rannikul. Vaatekohad on märgitud nähtavuse kaardile joonis 4.1-1 ja 4.1-3 (vt KMH aruande lisa 3.14, lisa 1 Kaart 1 ja 2). Lisas 3.14 on esitatud vaatekohtade visualiseeringud ning illustreeritud kolm kaugemat vaatekohta (12–14), mis asuvad üle 30 km kaugusel ja jäävad visuaalse mõju hindamisest välja, kuna maa kumeruse tõttu on tuulikute labade eristamine keeruline.

Vaatekohtade tabelis 4.1-1 on toodud vahemaad tuulikupargist, vaatekohtade kõrgus merepinnast, vaate suund ja väärtuse põhjendus. Samuti on arvutatud tuulikupargiga hõivatud osa horisontaalsest vaateväljast WindFarm programmi abil. Kõiki vaatekohti külastati ja kontrolliti välitööde käigus, et hinnata tuulikupargi ilmumist kogu mõjualal, arvestades ka nähtavusalast välja jäävaid piirkondi.

MUUTUSE ULATUS EHK MÕJU OLULISUS

Visuaalse mõju ulatuse määramisel on peamised tegurid vaatevälja hõivatus tuulikutega ja nende kaugus vaatlejast. Kuigi kaugus on ainult üks, kuid siiski määrav faktor tuulikupargi mõju ulatuses, on antud juhul vähemalt 10 km vahemaa oluline puhver planeeritava tuulikupargi nähtavuse, maastikus domineerimise ja seega tuulikupargi visuaalse mõju ulatuse vähendamises.

Teiseks oluliseks mõõdetavaks faktoriks on meretuulepargi ala ulatus ja täituvus tuulikutega ranniku suhtes ehk tuulikute hõivatud vaateväli. Saare-Liivi meretuulepargi ala ning kaasnevalt tuulikute arvu vähendamine (vt ptk 2.4 ja 3.5) on suuresti vähendanud tuulikute lähtuvat visuaalset mõju, kohati vähenes tuulikute hõivatud vaateväli kuni 26 kraadi võrra. Kihnule tehtud tuulikupargi nähtavuse kaart 4.1-2 näitab, et võimalik tuulikupargi nähtavus piirneb rannikualadega ning seda peamiselt saare lääne ja lõunarannikul.

Tuulikupark kui uus objekt vaadetes ei jää tähelepanuta, kuid hõivates avatud merevaate vaateväljast väikese osa, paistavad distantsil olevad tuulikud teisejärgulise objektina avaral merepinnal. Seda eriti juhul, kui tuulikud moodustavad homogeense tasakaalustatud elementide rühma ja ei tekita vaateväljas häirivat fookust.

Lisaks kaugusele sõltub visuaalse mõju ulatus mitmetest teguritest, sh:

- tuulikute proportsioonist, suurusest, kõrgusest,
- vaatevälja tuulikutega täituvusest,
- mis ulatuses tuulepark on selgelt nähtav ja paistab ümbritsevas kontekstis,
- mis ulatuses tuulepark vastandub ümbritsevale maastikule (kontrasti printsiip),
- tuulepargi kaugus vaatlejast ja esiplaani maastiku kontekst, millest tuulepark on vaadeldav,
- tuulepargi taust ja maastiku kontekst, milles tuulepark on vaadeldav,
- vaatlejate hulk, nende asukoht ja olukord (kodu, puhkus, turism, matkamine, liiklemine jm), kust tuulepark on vaadeldav.

Visuaalse mõju ulatuse väljaselgitamiseks valmistati kõikidele vaatekohtadele fotomontaažid. Visuaalse mõju hindamise kokkuvõtte on toodud alljärgnevas tabelis 4.1-1.

Tabel 4.1-1. Visuaalne mõju vaatelejale vaatekohtade kaupa põhialternatiiv 3 puhul (80 tuulikut)

Nr	Vaatekoht	Kaugus lähimast Saare-Liivi tuulikust	Vaate suund	Tuulikutest hõivatud vaateväli	Mõju ulatus
1	Kihnu tuletorn	10,5 km	274° Lääs	50°	Keskmine
2	Linaküla rand ja ajaviitekoht	10,3 km	267,5° Lääs	49°	Keskmisest kõrgem
3	Mereäärne eramu, surfikommuun	10,4 Nm	265,5° Lääs	45°	Keskmisest kõrgem
4	Rannakämping, telkimisala, puhkeala	11,1 km	258° Lääs	41°	Keskmisest kõrgem
5	Väikesadam ja populaarne ujumise koht	13,6 km	263° Lääs	34°	Keskmine
6	Munalaiu sadam	23,0 km	154,5° Edel	22°	Madal
7	Kihnu keskus	12,0 km	255° Lääs	-	Mõju puudub
8	Kihnu sadam	14,5 km	255.5° Lääs	Võimalik et nähtavad üksikud tiiviku tipud	Madal
9	Avatud maastik läänesuunal	12,8 km	260° Lääs	Võimalik et nähtavad üksikud tiiviku tipud	Madal
10	Matsirand	26,6 km	190,3° Lõuna	22°	Madal
11	Värati sadam	23,7 km	222° Edel	24°	Madal
12	Pärnu keskrand	50,2 km	240° Edel	-	Mõju puudub
13	Treimani sadama muul	37,9 km	292° Lääs	18°	Äärmiselt madal
14	Jaagupi sadama muul	38,7 km	277° Lääs	16°	Äärmiselt madal

Kihnu saar. Vaatekoht 1 (joonis 4.1-3) esindab Kihnu lõunarannikut, kust Saare-Liivi tuulikud ilmuksid vaatesse Pitkänä tipust ja ranniku edela osas, jättes tuulikutest vaba merevaate lõuna, kagu ja ka loode suunas. Terve Ommussuare laht ja vaated laidudele, on tuulikutest nähtavuse alast väljas ning seega on hinnatud tuulikutest lähtuv visuaalne mõju Kihnu lõunarannikule **keskmise** ulatusega.

Vaatekohad 2, 3 ja 4 (Lisa 3.14, lisa 2 ja joonis 3-4) esindavad Kihnu läänerannikut, kus tuulikud on selgelt vaadeldavad umbes 10 km kauguselt ning hõlmavad 41 kuni 49 kraadise vaatevälja lääne suunas. Mõju ulatus on **keskmisest kõrgem**. Vaated on suunatud ja avatud merele ning nn vaated selja taha ida suunas on suletud metsaalaga.

Vaatekoht 5 (Lisa 3.14 Joonis 5, Lisa 2) esindab Kihnu põhjarannikut, kus tuulikud hõlmavad vaates läände 20 kraadise vaatevälja, jättes vabaks põhja ja ida suunalised merevaated. Seega on tuulikutest lähtuv visuaalne mõju Kihnu põhjarannikule **keskmise** ulatusega.

Tuulikud ei tule vaadetes saare keskusest, sadamast ja elamutest. Vaatekoht 9 fotomontaaž illustreerib, et üksikute 310 m tipu kõrgusega tuulikutest tipud võivad osutuda metsa kohal nähtavaks (vt Lisa 3.14, Joonis 9.2 uus, Lisa 2). Vaatekoht 8 fotomontaaž (Lisa 3.14, Joonis 8.2 uus, Lisa 2) esitab samuti, et tuuliku tipp võib olla eristatav madalama metsaosa kohal.

Tuulikutest põhjustatud muutuse ulatus saarel saab olema lokaalse iseloomuga, seda peamiselt läänerannikult ja saare lõunatipust Pitkäninä otsast, mis on tuletornist 90 m lõuna pool ja võimaldab ulatuslikult avara merevaate. Eelneva põhjal on visuaalse muutuse ulatus kogu Kihnu saarele väiksem

võrreldes muutuse ulatusega enamusele Kihnus olevatest vaatekohtadest, moodustades kokkuvõttes arvestatava **keskmise mõju**.

Sõmeri-Raespa rannikumaastik. Matsirand on esindatud vaatekohaga 10 (KMH aruande lisa 3.14, Visualiseering 10, Lisa 2), kus lähim Saare-Liivi tuulik on 26,6 km kaugusel. Vaated Matsirannast on suunatud läände, mitte lõunas oleva tuulikupargi poole. Tuulikupark hõivab avatud merevaatest 24 kraadise vaatevälja, mistõttu on see loetud madala ulatusega madalaks mõjuks. Ka Sõmeri poolsaarelt, Kõrksaarelt ja Raespa ninalt, kus vaated avanevad lõuna suunas, on tuulikuteest hõivatud 24 kraadine vaateväli siiski liiga väike ning mõju on hinnatud **madalaks**.

Tõstamaa-Värati. Värati poolsaar on esindatud vaatekohaga 11 Värati sadamast (joonis 4.1-4 ja vt ka lisa 3.14 visualiseering 11, Lisa 2), kus lähim Saare-Liivi tuulik on 23,9 km kaugusel. Tuulikupark hõivab avatud merevaadetes 24 kraadise vaatevälja, mistõttu on tegemist madala ulatusega **madala mõjuga**.

Manija - Liu rannikumaastik on esindatud vaatekohaga 6 Munalaiu sadamast (vt lisa 3.14 Visualiseering 6, Lisa 2), kus lähim Saare-Liivi tuulepargi tuulik on 21,3 km kaugusel. Vaated Manilaiult on lõuna suunas ja Sitnä rannikult loode suunas, kus Saare-Liivi tuulikupark vaatesse ei ilmu. Tuulikupark hõivab väga avarates merevaadetes kitsa 25 kraadise vaatevälja ning kauguses oleva tuulikupargi visuaalne mõju avatud merevaadetes on hinnatud kui **madala ulatusega madal mõju**.

Pärnu keskranast (vaatekoht 12) tuulepark nähtav ei ole.

Häädemeeste piirkonnast (vaatekohad 13 ja 14) on vaateväli vaid 16-18 kraadi ja mõju hinnatud **äärmiselt madalaks**.



Joonis 4.1-3. Fotomontaaž Kihnu tuletorni juurest, põhialternatiiv 3



Joonis 4.1-4. Fotomontaaž Värati sadamast, põhialternatiiv 3

4.1.3. Keskkonnameetmed

Suuri objekte, nagu meretuulikud, ei ole enamikel juhtudel võimalik varjata puude ega istutuse taha ja Eestis ei ole ka pinnavorme, mis sellise suurusega objekti nähtavust piiraks. Peamiseks nähtavuse piirajaks on mets/taimestik vaatele lähedal. Küll aga on võimalik tuulikute paigutusega luua visuaalselt tasakaalustatud maastikupilt laiulal merealal, vältides häirivaid efekte tundlikes vaadetes ja maastikus liikudes. Tuulikute paigutus, kaasaarvatud vahemaa on pea ainus leevendusmeede, mille abil on võimalik tuulepargist lähtuvat maastiku ja visuaalset mõju leevendada. Samas, mida suurem arv tuulikuid, seda keerulisem on visuaalse pildi haldamine.

Saare-Liivi meretuulepargi ruumilise ulatuse ja tuulikute arvu vähenemine 80 tuulikuni (vt ptk 2.4) protsessi käigus võimaldas leevendada ka visuaalselt mõju. Enamus algselt kavandatud tuulikutest eemaldati Kihnu laidudele lähemal olevast arendusala põhjapoolsest osast ning osaliselt ka ala keskelt. Kaasnevalt on vähenenud tuulikutega kaetud ala ulatus, mis omakorda vähendab tunduvalt tuulikutest hõivatud vaatevälja ulatust maksimaalselt 67 kraadilt (Vaatekoht 3 ja 4) 50 kraadini (Vaatekoht 1). Kaugemate vaatekohtade (vaatekohad 6, 10, 11) puhul on tuulikutega hõivatud vaateväli maksimaalselt ainult 24 kraadi. Nii väike tuulikutest hõivatud vaatevälja fragment keskmiselt 180 kraadistest avatud mere vaatest ja nii kaugelt viitab mitte olulisele mõjule. Kuna tuulikud on peamiselt eemaldatud ala põhjaosast, siis nihkub ala põhjapiir 2 kuni 10 km lõuna poole vähendades tuulikute nähtavust ning sellest lähtuvat visuaalset mõju eriti vaadetes kirde poolt (nagu Sõmeri poolsaar ja Matsirand, vaatekohad 10 ja 11)) kui ka Kihnu loode- ja põhjarannikult (vaatekoht 5).

Samuti on uue paigutusega kõrvaldatud enamus tuulikute kattumisest tekkinud ratta efektid ning jäigalt reastuvad tuulikute read. Vaateliselt on hajapaigutus, milles tuulikud moodustavad orgaanilisema kogumi, eelistatum.

4.1.4. Kokkuvõtte

Visuaalse mõju hindamine teostati põhialternatiivile 3, millega kavandatakse kuni 80 tuulikut, võrdluses põhialternatiivi 2 140 tuulikuga. Hindamisel ilmnas, et tuulepargi tegelik nähtavus piirdub peamiselt Kihnu lääne- ja lõunaranniku aladega ning kaugemates vaadetes Sõmeri poolsaare ja Manilaiu vahelise kitsa rannikuribaga. Tuulikutepargi nähtavustsooni ei satu ükski suurematest asulatest, ei ükski Kihnu küladest, Manilaiu asustusega peamised turismiteed. Mandri lääneranniku turismi ja külastushuviga objektide ning väärtuslike maastike seisukohalt hinnati tuulikutepargist lähtuvat visuaalset mõju keskmisest madalamaks, kuna tuulepark jääb vaadetes 20 km kaugusele ning hõivab vaateväljast väga tagasihoidliku, vähem kui 25 kraadise vaatenurga.

Kokkuvõttes järgib kavandatav Saare-Liivi meretuulepark hea paigutuse põhimõtteid ning **ei tekita visuaalselt häirivat pilti**, kuna:

- tuulikutepark on nähtav ja loetav kui ühtne elementide grupp,
- ei teki eraldi olevaid grappe ja või üksikuid grupist eemal olevaid tuulikuid,
- tuulikute paigutus on grupis ühtlaste vahedega,
- tuulikute kattumisest tekkiv ratta efekt on vähene.

Tabel 4.1-2. Mõju olulisus

Kaasnev tagajärg/mõju	Mõju olulisus	Leevendusmeetmete rakendamise vajadus, lõplik mõju olulisus
Tuulepargi ehitus ja demonteerimine	0	
Ühenduskaabli rajamine	0	
Tuulepargi opereerimine		
Visuaalne häiring	0/-	

KMH aruandes kasutatav olulise keskkonnamõju skaala: - vähene negatiivne mõju, -- oluline negatiivne mõju, 0 - mõju puudub, neutraalne, + vähene positiivne mõju, ++ oluline positiivne mõju

4.1.5. Kumulatiivne mõju

Kumulatiivset visuaalset mõju hinnatakse koos teise Liivi lahte kavandatava meretuulepargiga – Liivi lahe meretuulepargiga, mille arendus on samas etapis Saare-liivi meretuulepargiga. Kumulatiivse mõju esitlemiseks on Liivi lahe meretuulepark kujutatud koos Saare-Liivi meretuulepargiga lisas 3.14 esitatud visualiseeringutes 90 kraadise vaatevälja tehnilistel joonistel.

Tabelis 4.1-3 on esitatud, kui suure osa vaateväljast hõivavad Saare-Liivi meretuulepargi hindamiseks kasutatud vaatekohtades vastavalt Saare-Liivi meretuulepark ja Liivi lahe meretuulepark ning kui suure vaatevälja tuulikupargid kumulatiivselt hõivavad.

Tabel 4.1-3. Saare-Liivi ja Liivi lahe meretuuleparkide poolt hõivatud kumulatiivne vaateväli

Nr	Vaatekoht	Kaugus lähimast Saare-Liivi tuulikust	Vaatevälja hõivatus Saare-Liivi tuulikute poolt	Kaugus lähimast Liivi lahe tuulikust	Vaatevälja hõivatus Liivi lahe tuulikute poolt	Vaatevälja hõivatus kumulatiivselt
1	Kihnu tuletorn	10,8 km	50°	10,8 km	79°	koosmõju 129°
2	Linaküla rand ja ajaviitekoht	10,5 km	49°	11,6 km	26°	koosmõju 75°
3	Mereäärne eramu, surfikommuun	10,9 km	45°	13,3 km	14°	koosmõju 59°
4	Rannakämping, telkimisala, puhkeala	11 km	41°	14,4 km	13°	koosmõju 54°
5	Väikesadam ja populaarne ujumise koht	13,7 km	34°	13,8 km	varjatud	Saare-Liivi mõju 34°
6	Munalaiu sadam	22,9 km	22°	18,4 km	32°	koosmõju 54°
7	Kihnu keskus	12,6 km	varjatud	12,1 km	varjatud	mõju puudub
8	Kihnu sadam	14,1 km	võimalik üksikud tiiviku tipud	12 km	67°	Liivi lahe mõju 67°
9	Avatud maastik läänesuunal	12 km	võimalik üksikud tiiviku tipud	13 km	varjatud	Saare-Liivi 3 tiiviku tippu
10	Matsirand	26,6 km	22°	41,8 km	kaugus	Saare-Liivi mõju 22°
11	Värati sadam	23,5 km	24°	29,1 km	10°	koosmõju 34°
12	Pärnu keskrand	50,2 km	kaugus	39,6 km	kaugus	mõju puudub
13	Treimani sadama muul	37,9 km	kaugus	17,2 km	43°	Liivi lahe pargi mõju 43°
14	Jaagupi sadama muul	38,7 km	kaugus	17,5 km	41°	Liivi lahe pargi mõju 41°

Kihnu rannik. Nii Saare-Liivi kui ka Liivi lahe meretuulepargi tuulikud on 10 km kaugusel Kihnu lähimast rannikust. Kui Saare-Liivi meretuulepargi tuulikud haaravad läänesuunalisest vaateväljast maksimaalselt 50 kraadi, siis Liivi lahe meretuulepargi tuulikud lõuna suunas hõivavad 79 kraadise vaatevälja, mis on ca 30 kraadi laiem kui Saare-Liivi kavandatava meretuulepargi tuulikutest hõivatud vaateväli. Koosmõjuna teeb see kokku 129 kraadise tuulikutest hõivatud vaatevälja Kihnu lõunatipus. Mõlema tuulikutepargi vahele jääb umbes 28 kraadise vaateväljaga kitsas vaba vaateala. Sellises ulatuses vaatevälja täitumine tuulikutest Kihnu lõunatipus on suure ulatusega ning viitab olulisele mõjule, kuna tegemist on tundliku alaga (Kihnu väina merepark (väärtuslik maastik)).

Kihnu läänerranniku vaadetes ilmub Liivi lahe tuulikupark osaliselt vaatesse koos Saare-Liivi tuulikupargiga (vt lisa 3.14, vaatekohad 2, 3, 4, Lisa 4).

Vaadetes Kihnu sadamast (lisa 3.14, vaatekoht8), kust Saare-Liivi tuulikupark ei ole näha, hõivab Liivi lahe tuulikupark individuaalselt 67 kraadise vaate.

Munalaid. Vaadetes Munalaiu sadamast jääb Kihnu kahe kavandatava tuulikupargi vahele (vt lisa 3.14, vaatekoht 6) Manilaid varjab enamus Liivi lahe tuulikuid, kuid mõlema tuulikupargi tuulikud on 18 kuni 22 km kauguselt selgelt näha ning nende koosmõju ulatus vaates sadama kontekstis on hinnatud keskmiseks.

Häädemeeste rannik. Koosmõju ei avaldu Häädemeeste ranniku vaadetes, kuna Saare-Liivi tuulikupark on selgest nägemisulatusest väljas. Maa kumeruse tõttu võiks teoreetiliselt sellelt kauguselt näha olla ainult Saare-Liivi tuulikute labad (lisa 3.14, vaatekohad 13 ja 14), kuid 39 km kauguselt ei ole liikuvad labad silmapiiril eristatavad.

Saare-Liivi tuulikupargi ala ning tuulikute arvu vähendamisega (põhialternatiiv 3 kuni 80 tuulikuga) vähendati suuresti tuulikupargist lähtuvat visuaalset mõju, seda eriti Kihnu rannikule. Parema visuaalse kooskõla saavutamiseks parkide vahel on soovitatav vähendada Liivi lahe pargi ulatust vaadetes Kihnu lõunarannikult. Tuulikuparkide vahele oleks sobilik jätta vähemalt 40-kraadine vaba vaatega ala, praeguse 28 kraadi asemel. Sellega saavutatakse samuti olulise kumulatiivse mõju vähendamine Kihnu lõunarannikult. Lisaks, parema visuaalse lahenduse saaks Liivi lahe meretuulepargi kirde poole kiiluvast pargi alast tuulikute eemaldamisega, kuna need tuulikud ilmnevad eraldatud tuulikutena pea kõigis vaadetes, seega ei sidustu ülejäänud tuulikute grupiga. Avalikustatud Liivi lahe tuulepargi KMH aruande põhjal ongi Liivi lahe tuulepargi hoonestusala kirdenurgas tuulikutest loobutud.

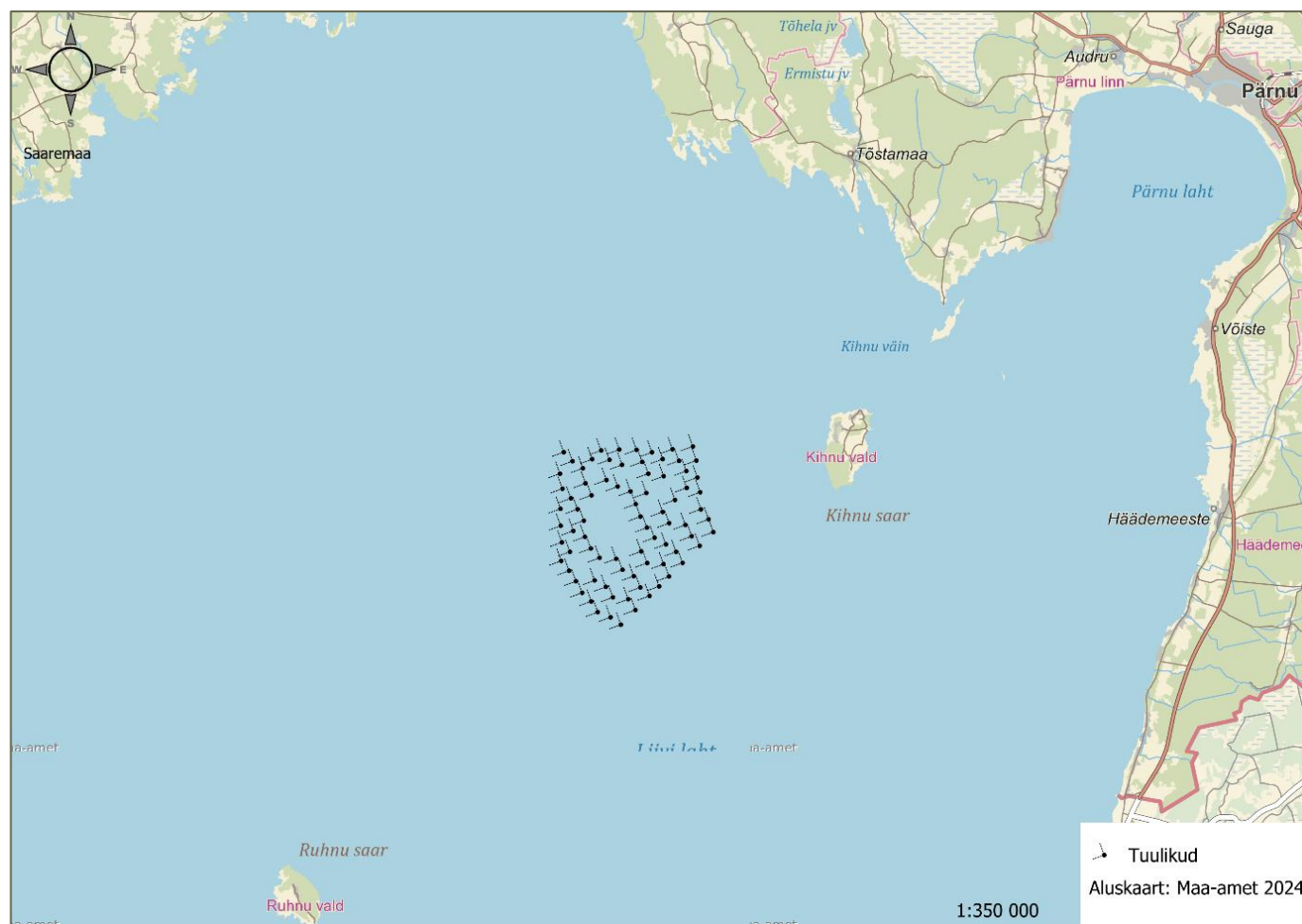
4.2. Välisõhu müra

Välisõhu müra hinnang põhineb Lemma OÜ tööle „Saare-Liivi meretuulepargi müra hindamine“ (lisa 3.15). Allveemüra käsitletakse koos mereelustikuga peatükkides 2.7, 3.7 ja 3.8.

4.2.1. Alternatiivide käsitus

Hinnatavaks ruumiliseks alternatiiviks on põhialternatiiv 3, millega kavandatakse kuni 80 tuulikut. Müra hindamisel kasutatud tuulikute paigutus on toodud joonisel 4.2-1.

Modelleeringutes on alusena võetud tuulikumudel Vestas V264-15.0 MW™ torni kõrgusega kuni 170 m ja rootori diameetriga kuni 264 m. Täpne kasutatav tuulikumudel ei ole teada ning võidakse kasutada ka teiste tootjate analoogseid tuulikuid. Tuuliku mudeli määramatust (ja sellest tulenevalt) müraheite määramatuse ulatust on arvestatud mürahinnangu koostamisel.



Joonis 4.2-1. Saare-Liivi meretuulepargi kavandatavate tuulikute asukohad, mis olid aluseks mürahinnangu koostamisele

4.2.2. Mõju iseloomustus

TUULIKUTE TEKITATAV MÜRA

Müra võib defineerida igasuguse helina, mis on ebasoovitatav ja häirib. Müra võib mõjutada inimeste tervist ja heaolu mitmel erineval viisil. Sõltuvalt müratasemest ja selle kestusest võib müra raskendada keskendumist, suhtlust ja võimet puhata. Pikaajaline kokkupuude kõrge müratasemega võib põhjustada kuulmiskahjustusi (nt kuulmisvõime halvenemist, mis ei ole tuulikute puhul tavaliselt asjakohane, kuna nende tekitatav müratase pole kuulmiskahjustuste tekkeks piisavalt kõrge), tekitada stressi või muid funktsionaalseid häireid.

Füüsikaliselt on müra erinevate võnkesageduste ja intensiivsustega helide juhuslik segu. Kui võnked jäävad väljapoole tavapärase inimese kuuldeulatust (20–20 000 Hz), siis nimetatakse neid vastavalt infrahelideks (alla 20 Hz) ja ultrahelideks (üle 20 000 Hz). Inimkõrv on kõige tundlikum helidele sagedusvahemikus 1000–4000 Hz. Madasageduslikud helid jäävad vahemikku 20–200 Hz. Tuulikute tekitatud müra koosneb erineva sagedusega heli komponentidest.

Müra iseloomust sõltub selle tervisemõju ja häirivus. Kõrgsageduslikku ja impulssmüra (näiteks lõhkamistöõde puhul, kus esineb lühiajalisi, kuid intensiivseid mürasündmusi) peetakse üldjuhul kõige ebameeldivamaks müra liigiks, eriti kui selline müra kestab pikemat aega. Üldiselt on ka kõrgsageduslik

ja tonaalsete komponentidega müra mõnevõrra rohkem häiriv ja ärritav kui kesksageduslik ja ühtlase spektriga müra. Samas levib madalsageduslik müra sageli kaugemale. Muutuva intensiivsuse ja helisagedusega müra peetakse samuti inimese jaoks eriti häirivaks.

Tuuliku labade liikumisest tulenev aerodünaamiline müra on inimesele kõige enam kuuldav, samas kui muud müraallikad, nagu tuuliku mehaanilised osad, omavad tänapäevaste tuulikute puhul väiksemat rolli. Kuigi labade liikumisega kaasnevat heli ei ole võimalik täielikult vältida, saab müra vähendada näiteks rootori pöörlemiskiiruse vähendamisega, mis omakorda vähendab labade tipu liikumiskiirusest tulenevat hõõrdumismüra ning suure kiirusega kaasnevat aerodünaamilist heli.

Kaasaegsed tuulikud tekitavad mingil määral ka mehaanilist müra (näiteks käigukasti ja mootori tööst), kuid selle minimeerimiseks kasutatakse tänapäeval erinevaid isolatsioonimaterjale ja tehnilisi lahendusi, mis välistavad mehaanilise müra tajumise tuuleparkidest reeglina kaugele jäävate müratundlike alade juures.

Tuuleparkide puhul mõjutavad müra levikut müratundlike aladeni peamiselt tuule kiirus ja suund, õhuniiskus, õhukihtide temperatuuri erinevused ning maastiku omadused (nagu reljeef, taimestik ja veekogud). On ilmne, et suurest hulgast tuulikuteest koosnev tuulepark tekitab rohkem müra (ja vajab suuremat puhverala) võrreldes üksiku tuulikuga.

Tuulikute müra puhul on leitud erinevate keskkonnamüra allikatega seotud häiringute uuringutes, et tuulikute müra tajutakse häiringuna suhteliselt madala mürataseme juures (nt vahemikus 30-40 dB). Tuulikute müra peetakse sealjuures häirivamaks kui liikluse müra^{262,263}. Samas tervisemõjude seisukohast laiapõhjalised uuringud tuulikute müra puhul otsest seost krooniliste haigustega vms tervisemõjudega ei ole tuvastanud. Peamine mõju võib esineda häiringu näol²⁶⁴. Maismaatuuleparkide puhul (mis paiknevad elamutele üldjuhul tunduvalt lähemal kui meretuulepargid) esineb tuulikute läheduses elavatel inimestel ka uinumise seotud raskusi. Meretuulikud paigaldatakse tavaliselt piisavalt kaugemale rannikust ja elamutest, et vältida müra, mis võiks inimesi häirida või nende tervist kahjustada.

Tuulikud, nagu paljud teised helide allikad, põhjustavad madalsageduslike helisid, kuid senised mõõtmised ja teaduslikud uuringud tuuleparkides ei ole senini tuvastanud madalsageduslikke helisid tasemel, kus nad oleksid inimesele tajutavad ja seega saaksid põhjustada tervisemõjusid.

Madalsageduslikku müra on läbivalt peetud tuulikute puhul oluliseks teemaks, kuna tuulikute puhul toimub müra levik väga ulatuslikule alale. Müra levimisel aga sumbub õhus helide normaalse ja kõrgema sagedusega osa kiiremini kui madalsageduslik osa²⁶⁵. Madalsageduslik müra (ja ka laiaspektrilise müra madalsageduslik komponent) levib kaugemale kui kesk- ja kõrgsageduslik müra, kuna võrreldes kesk- ja kõrgsagedusliku müraga ei sumbu see nii efektiivselt atmosfääris ja erinevates tõketes. Heli kõrgemad sagedused neelduvad (sumbuvad) efektiivsemalt erinevates ainetes (sh gaasides ehk ka õhus). Madalsageduslikku müra summutavad aga peamiselt ainult massiivsed kehad (nt paksud seinad hoonetel) ning seetõttu on avamaastikus suhteliselt suure vahemaa korral (nt 1 km või rohkem) madalsageduslik müra mõnevõrra paremini kuuldav ning eristatav kui kesk- või kõrgsageduslik müra (mis on suuremal vahemaal olulisel määral juba ümbritsevas keskkonnas sumbunud).

262 Radun, J., Maula, H., Saarinen, P., Keränen, J., Alakoivu, R., Hongisto, V. 2022. Health effects of wind turbine noise and road traffic noise on people living near wind turbines. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.112040>

263 Pedersen, E. 2007. Human response to wind turbine noise – perception, annoyance and moderating factors. Doctoral thesis. <https://gupea.ub.gu.se/handle/2077/4431>

264 van Kamp, I.; van den Berg, F. 2021. Health Effects Related to Wind Turbine Sound: An Update. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18, 9133. <https://doi.org/10.3390/ijerph18179133>

265 Hansen, C.H., Doolan, C.J., Hansen, K., L. 2017. *Wind Farm Noise: Measurement, Assessment and Control*.

Müraallikatest eemaldudes võib tajuda efekti, mille kohaselt ühest ja samast müraallikast lähtuva müra spekter tundub kuulaja jaoks mõnevõrra madalam (kuna kõrgsageduslik heli komponent sumbub ning hajub efektiivsemalt). Seetõttu võib ka tuulikust kaugemale liikudes tajuda, et kaugemale kostub pigem madalama sagedusega müraspekter. Samas tuuliku juures ei ole madalama sagedusega helide osa domineeriv. Sama nähtus on tunnetatav ka teiste müraallikate puhul – ka nt maanteest eemaldudes tundub kaugemal valdav madalamatel sagedustel liiklusmüra.

Tuulikute puhul tõstatub sageli teemana ka **eriti madalsagedusliku müra ehk infraheli** (heli sagedusvahemikus ca 0–20 Hz) võimaliku mõju küsimus. Infraheli puhul on asjakohane samaaegselt käsitleda kahte helisid iseloomustavat muutujat: heli sagedusspektrit (Hz) ja helirõhu tugevust (dB). Väljaspool inimese tavapärasest kuulmisläve esineva infraheli mõju inimesele sõltub eelkõige selle tugevusest (dB).

Infraheli mõju inimese tervisele on maailmas uuritud ja on leitud, et intensiivne infraheli mõjutab inimese närvisüsteemi tuues kaasa mitmesuguseid häireid, nagu hirm, keskendumishäired, väsimus, uimasus, iiveldus, kaaluhäired/isutus, peavalu jmt. Võimalikku tuuliku töötamisest tingitud infraheli on uuritud nii mitmetes riikides, sealhulgas on teostatud hulgaliselt testmõõtmisi. Uuringute üldine järeldus on, et moodsate vastutuult seadistatud tuuleturbiinide töötamisel tekkin infraheli on väga madalal tasemel, mis jääb oluliselt madalamaks kui lävi, mida seostatakse tervisemõjudega²⁶⁶. Seega infraheli võib tekitada tervisehäireid, kuid reaalseks ohu või häiringu (taju) tekkeks peab infraheli puhul esinema äärmiselt kõrge (intensiivne) helirõhk. Sellist intensiivse helirõhu tasemega infraheli ei kaasne kaasaegsete tuuleturbiinide töötamisega.

Üks värskemaid ja teadaolevalt seni kõige põhjalikum madalsagedusliku heli, sh infraheli, uuring tuulikute seadistamisest viidi läbi Soomes ja see avaldati inglise keeles 2020 aastal²⁶⁷. Uuring oli tellitud Soome riigi poolt ning selle viis läbi Soome Tehniliste Uuringute Keskus²⁶⁸. Uuring kombineeris pikaajalisi (308 päeva) heli mõõtmisi tuuleparkides, samuti kuulmistest ja küsimustikke tuuleparkide lähialadel elanike hulgas. Eesmärgiks oli selgitada tuulikute tekitatavate madalsagedusliku müra omadused ja sellega kaasnevad mõjud inimesele. Uuring oli ajendatud probleemist, et osad tuulikuparkide lähiala elanikud seostavad tuulikute olemasolu endal esinevate terviseprobleemidega, eeskätt unehäiretega.

Uuringu kohaselt seostas 5% uuringusse hõlmatud tuuleparkide lähiala elanikke endal esinevate terviseprobleemide esinemist (nn sümptomitega vastajad) tuulikute madalsagedusliku heliga. Enim sümptomitega vastajaid jäi tuulikuparkide lähialale, mis uuringus oli määratud 2,5 km raadiuse alana. Lähiala elanikest esines nn sümptomitega vastajaid 15%.

Uuringu kohaselt jäid valdavad tuulepargi lähialadel mõõdetud eriti madalsagedusliku heli sagedused vahemikku 0,1–1 Hz, mis jääb allapoole inimkõrva kuuldeläve (16–20 Hz). Mida madalam on heli sagedus seda suurem peab olema helirõhk, et heli oleks tajutav. Uuring tuvastas uue aspektina, et tuulikud võivad põhjustada üksikuid madalsagedusliku heli piike (lühiajaline madalsagedusliku helirõhk kuni 102 dB). Teoreetiliselt võivad sellised piigid osade inimeste jaoks olla tajutavad. Samas ei suudetud tuvastada, et isikud, kes arvasid endal olevat tuulikutest põhjustatud tervisemõjusid, oleksid võimelised madalsageduslikke helisid paremini kuulma/tajuma. Kuulmistestidega püüti tuvastada terviseprobleeme kurtvate inimeste närvisüsteemi reageeringut madalsageduslikele helidele, kuid sellist seost ei leitud.

²⁶⁶ Swen., M, Stefan., H, Martin., H, Susanne., K. 2022. Can infrasound from wind turbines affect myocardial contractility? A critical review. *Noise Health* 2022;24:96-106. <https://www.noiseandhealth.org/text.asp?2022/24/113/96/351963>

²⁶⁷ Majjala, P., Turunen, A., Kurki, I., Vainio, L., Pakarinen, S., Kaukinen, C., Lukander, K., Tiittanen, P., Yli-Tuomi, T., Taimisto, P., Lanki, T., Tiippana, K., Virkkala, J., Stickler, E., Sainio, M. 2020. *Infrasound Does Not Explain Symptoms Related to Wind Turbines. Publications of the Government's analysis, assessment and research activities* 2020:34.

²⁶⁸ Majjala, P. 2020. *VTT studied the health effects of infrasound in wind turbine noise in a multidisciplinary cooperation study. VTT Technical Research Centre of Finland.*

Antud inimeste närvisüsteemis ja erinevates füsioloogilistes näitajates, ei tuvastatud mingit reageeringut kui neile lasti tuulikute madalsageduslikku heli. Uuring järeldas, et tuulikute madalsageduslikku müra, sh infraheli, ei saa seostada inimeste poolt kurdetavate tervisemõjudega.

MÜRA REGULATSIOON SEADUSANDLUSES

Müra normtasemed on kehtestatud inimeste tervise kaitseks ja põhjendatud häiringute vältimiseks, seega loetakse normidele vastavaid olukordi vastuvõetavateks ehk mõjuhindamise vaates on eelduseks, et normidele vastava mürataseme korral oluline ebasoodne mõju puudub. Samas normtasemele lähedane müra võib teatud määral inimesi siiski häirida.

Välisõhus levivat müra reguleerib atmosfääriõhu kaitse seadus (AÕKS) ja müra normtasemeid sama seaduse § 56 lg 4 alusel kehtestatud määrus 16.12.2016 nr 71 „Välisõhus leviva müra normtasemed ja mürataseme mõõtmise, määramise ja hindamise meetodid“.

Müra sihtväärtus on suurim lubatud müratase uute (üld)planeeringutega aladel. Uus planeeritav ala määruse nr 71 tähenduses on väljaspool tiheasustustala või kompaktse hoonestusega piirkonda kavandatud seni hoonestamata uus müratundlik ala.

Müra piirväärtus on suurim lubatud müratase, mille ületamine põhjustab olulist keskkonnahäiringut ja mille ületamisel tuleb rakendada müra vähendamise abinõusid.

Müra siht- ja piirväärtused erinevad alade juhtfunktsioonide põhisel. Mürakategooriad määratakse vastavalt üldplaneeringu maakasutuse juhtotstarbele järgmiselt:

- I kategooria – virgestusrajatise maa-alad;
- II kategooria – haridusasutuse, tervishoiu- ja sotsiaalhoolekandeasutuse ning elamu maa-alad, rohealad;
- III kategooria – keskuse maa-alad;
- IV kategooria – ühiskondlike hoonete maa-alad;
- V kategooria – tootmise maa-alad;
- VI kategooria – liikluse maa-alad.

Käesoleval juhul jäävad lähimad müratundlikud alad Kihnu saarele ning kõik Kihnu saarel paiknevad elamualad jäävad rohkem kui 10 km kaugusele lähimast kavandatud tuulikust. Kihnu rannikul paiknevad elamud liigituvad II kategooria alade alla.

Elamualade suhtes kehtib tööstusmürale piirväärtus päeval ajal 60 dB(A) ja öisel ajal 45 dB(A), sihtväärtus on päeval ajal 50 dB(A) ja öisel ajal 40 dB(A).

Kuna tuulikud töötavad ööpäevaringselt ning tuulikute müra võib pidada iseloomult häirivamaks kui mõnda muud tööstusmüra liiki, siis on tugevalt soovitatav tuuleparkide puhul võtta eesmärgiks öise sihtväärtuse (40 dB(A)) tagamine. Müra sihtväärtused on kehtestatud terviseriskide ennetamiseks.

Välisõhu normväärtustega võrdlemiseks kasutatakse tavapäraselt müra hinnatud taset päeval (7.00–23.00) ja öösel (23.00–7.00). Müra hinnatud tase on etteantud ajavahemikus mõõdetud või arvutatud müra A-korrigeeritud tase, millele on tehtud parandusi, arvestades müra tonaalsust, impulssheli või muid asjakohaseid tegureid. Päevane ajavahemik (7–23) sisaldab ka öhtust aega (19–23), millele rakendatakse parandustegurit +5 dB.

Kui tuuliku töötamisega kaasneb tonaalne müra²⁶⁹, mis on vastuvõtjale kuuldav ning selgesti eristatav (ning nt mõõtmistega täpsemalt fikseeritav), rakendatakse helirõhutasele parandust +5 dB (kuna selgelt eristuv ning domineeriv toon võib olla oluliselt häirivam kui laiaspektriline müra). Tänapäevaste tuulikute puhul ei ole maailmapraktika alusel ilmnenu, et need tekitaksid tonaalselt müra ning müra hindamisel ning normtasemetega võrdlemisel ei ole rakendatud tonaalsusest tulenevat parandust.

Siseruumide müra normtasemed (ekvivalentne müratase, $L_{pA,eq,T}$) on kehtestatud sotsiaalministri 04.03.2002 määrusega nr 42 „Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid“, mille kohaselt eluhoonete elu- ja magamisruumides on tööstusaladelt (sh tuulepargi aladelt) lähtuva müra puhul päeval ajal lubatud 30 dB, öisel ajal 25 dB. Antud nõue kehtib suletud akende korral siseruumis. Üldiselt kehtib põhimõte, et kui välisterritooriumil on tagatud müra normtase (eeskätt kui on tagatud sihtväärtus), siis ei ole tavapärase heliisolatsiooniga hoonete puhul oodata siseruumi müra normtasemete ületamist. Siseruumi müra normtasemete hindamine on asjakohane eeskätt juhul kui hoone välisterritooriumil on oodata kõrgeid (üle piirväärtuse) ulatuvaid müratasemeid.

Oluline on rõhutada, et müranormid on kehtestatud tagamaks, et müratase ei kahjustaks inimeste tervist. See aga ei tähenda, et müraallikat ei oleks kuulda. Häiringu korral kuuleb inimene müraallikat ja see võib teda häirida, kuid selline olukord ei ole tervisele kahjulik. Heli häirivus sõltub suuresti inimese individuaalsest tajumisest. Tuuleparkide töötamisaegse müra häirivuse lävendina (häiringutasemena) on erinevate uuringute analüüsi tulemusena välja pakutud 35 dB²⁷⁰. Aga nagu juba öeldud, siis inimeste tundlikkus tuulikute müra häirivuse osas on erinev.

Teoreetiliselt võib põhjustada suuremat häiringut ka tuuliku labade liikumisest tuleneva heli rütmilisus, mille põhjustab labade möödumine tuuliku tornist (umbes kord sekundis). Siiski ei ole Eestis (ja ka teiste riikide praktikas) tuulikute puhul seni kehtestatud rangemaid nõudeid või parandustegureid, mis arvestaksid müra tsüklilisust ja võimalikku suuremat häiringut. Seetõttu lähtutakse tuulikute puhul praegu kehtivatest tööstusmüra normtasemetest, mis on juba oluliselt rangemad kui liikluse müra normid.

Ehitusmüra piirväärtusena rakendatakse kella 21.00–7.00 asjakohase mürakategooria tööstusmüra normtaset. Arvestades objekti kaugust asustatud aladest, siis ehitusmüra piirväärtuste ületamine müratundlikel aladel on tugevalt ebatõenäoline ja ehitusmüra leviku põhjalikum hindamist ei teostata. Ehitusmüra võib olla hindamisobjektiks mereelustiku osas, kuid see ei kuulu käesoleva hinnangu hindamisulatusse (veealuse müra leviku osas koostakse eraldiseisev hinnang).

Madalasageduslik müra käsitletakse käesolevas hinnangus heli, mille sagedus jääb vahemikku 20–200 Hz. See on helide vahemik, mida inimesed kuulevad ja mida võivad levitada tavalise müraallikad, nagu autod, tööstuslikud seadmed või tuulikud. Madalasageduslik müra levib tihti kaugemale kui kesk- ja kõrgsageduslik müra, kuna see ei neeldu efektiivselt erinevatesse takistustesse ja atmosfääri kihtidesse. Antud müra summutavad tulemuslikult massiivsed struktuurid nagu hoonete paksud seinad hoonetel, reljeef, pinnasest müratõkkevallid jne. Puuduliku heliisolatsiooniga hoonetes (vanemad puitmajad/suvilad) võib madalasageduslik müra levida efektiivsemalt (võrreldes kesk- ja kõrgsagedusliku müraga) hoonete siseruumidesse.

Tuuleparkide müra sisaldab mitmesuguseid helikomponente, mis võivad ulatuda madalasageduslikest helidest kuni kõrgema sagedusega helideni, kuid peamiselt jäävad need helid keskmise sagedusega helide vahemikku so 200–2000 Hz. Arvestama peab, et madalasageduslikus spektris (0–200 Hz) peab helirõhk

²⁶⁹ Tonaalne müra - mingis spetsiifilises sagedusvahemikus esinev helirõhutase, mis on oluliselt suurem kui eelmises ja järgmises sagedusvahemikus esinev tase.

²⁷⁰ Schmidt, J., H., Klokner, M. 2014. Health effects related to wind turbine noise exposure: a systematic review.

olema märkimisväärselt kõrgem, et heli oleks inimese jaoks tajutav: umbes 80 dB 20 Hz sagedusel ja 100 dB 5 Hz sagedusel.

Müraallikast kaugemale liikudes võib märgata, et sama allika müraspekter muutub madalamaks, kuna kõrgsageduslikud komponendid neelduvad ja hajuvad efektiivsemalt. Tuulepargi müra võib seega distantsilt tunduda madalama sagedusega, kuigi tuulepargi läheduses ei domineeri madalsageduslik komponent.

Madalsageduslikule mürale on kehtestatud normtasemed (tabel 4.2-1) sotsiaalministri 04.03.2002 määrusega nr 42 „Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid”. Normtasemed on määratud määruse lisas – „Madalsagedusliku müra hindamine.” Määruse lisas on esitatud helirõhutasemed madalsagedusliku müra häirivuse hindamiseks elamute elu- ja magamisruumides (ehk ainult siseruumides) ning nendega võrdsustatud ruumides öisel ajal. Vastavalt määrusele kasutatakse madalsagedusliku müra hindamist juhul, kui müra põhjustab kodanike kaebusi (siseruumides), kuid mõõdetud müratase ei ületa siseruumide normtasemeid ($L_{pA,eq,T}$) või on sellele väga lähedal. Kui mõõdetud helirõhutaseme mingil 1/3 oktaavriba kesksagedusel ületab toodud arvsuursusi, loetakse kaebus põhjendatuks, mis annab aluse taotlema müravastaste meetmete rakendamist. Väärtusi võib seega pidada madalsagedusliku müra normtasemeteks uute objektide kavandamisel.

Tabel 4.1-1. Soovituslikud madalsagedusliku heli väärtused eluruumides

1/3 oktaavriba kesksagedus, Hz	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
Helirõhutaseme $L_{p,eq}$, dB	95	87	79	71	63	55,5	49	43	41,5	40	38	36	34	32

Infraheli on heli, mille sagedus on alla 20 Hz, st inimese kuuldeulatusest väljaspool. Infraheli on liiga madal kuulumiseks, kuid see võib ikkagi olla tunda, kui see on piisavalt tugev. Infraheli tekitavad näiteks maavärinad, suured masinad ja mõnikord ka tuulikud.

Infraheli mõju inimesele on seotud selle sageduse (Hz) ja helirõhu tugevusega (dB). Kuigi infraheli madal sagedus jääb kuulumisulatusest välja, võib see tugevate helirõhu tasemete korral põhjustada füüsilisi tundeid ja ebamugavust. Sagedusi alla 20 Hz võib tunda inimene keha vibratsioonide kaudu st see võib põhjustada füüsilisi aistinguid, nagu „köhu värinad” või peapööritus, mis omakorda võib põhjustada rahutust või ärevust.

Infraheli piirväärtused elamutes ning ühiskasutusega hoonetes on kehtestatud sotsiaalministri 06.05.2002 määrusega nr 75 „Ultra- ja infraheli helirõhutasemete piirväärtused ning ultra- ja infraheli helirõhutasemete mõõtmine”. Määruse kohaselt loetakse infraheliks õhus levivat heli sagedusega alla 20 Hz. Väliskeskkonnas levivale infrahelile normtasemeid kehtestatud ei ole.

Püsiva tasemega infraheli G-korrigeeritud helirõhutaseme L_{pG} (või muutuva tasemega infraheli G-korrigeeritud ekvivalentse helirõhutaseme $L_{pG,eq,T}$) piirväärtus on 85 dB. Piirväärtusega võrdlemisel tuleb kasutada sageduslikult korrigeeritud väärtusi (soovituslikult standardi EVS-ISO 7196 *Acoustics – Frequencyweighting characteristic for infrasound measurements* või muu samaväärse dokumendi nõuete kohaselt).

4.2.3. Mõju hindamine

VÄLISÖHUS LEVIVA MÜRA LEVIKU HINDAMISE METOODIKA

Tuulikute käitamisaegset müra hinnatakse uute planeeringute puhul arvutuslikult. Antud juhul kasutati selleks spetsiaaltarkvara WindPRO 4.0. Arvutamisel kasutati rahvusvahelist standardit ISO 9613-2: "Acoustics – Abatement of sound propagation outdoors, Part 2: General method of calculation", mis on Euroopa Liidu soovituslik tööstusmüra arvutusmeetod liikmesriikidele, kellel ei eksisteeri siseriiklike arvutusmeetodeid (Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2002/49/EÜ, 25. juuni 2002, mis on seotud keskkonnamüra hindamise ja kontrollimisega). Nimetatud standard on tuuleparkide müra leviku hindamisel laialt kasutatav ka muu maailma praktikas.

Müra leviku hindamisel on järgitud Kliimaministeeriumi poolt koostatud juhendmaterjali²⁷¹. Antud juhul anti müra levik ebasoodsates tingimustes – müralevi maksimaalselt soodustav pärituul igas suunas. Tuulikutootjate tehniliste andmete alusel suureneb tuuliku müraemissioon tavaliselt kuni tuulekiiruseni 7–8 m/s²⁷². Lisaks üle 8 m/s tuule korral hakkab looduslik tuulemüra varjestama tuulikute müra²⁷³.

Käesolevas töös kasutatava tuuliku Vestas V264 emiteeritav müratase on tootja andmetel kuni $L_{wA}=115,3\text{dB(A)}$. Tegu on ühe suurima (sh helirõhutaseme vaatest suurima) meretuulikuga. Arvestati tuuliku müra sagedusjaotust järgnevalt:

Status	Hub height [m]	Wind speed [m/s]	LwA,ref [dB(A)]	Pure tones No	Octave data							
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
					[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
From Windcat	150,0	8,0	115,3	No	96,4	104,7	109,7	111,0	107,9	103,1	95,5	84,7

Kuna tuuleparki rajatavat tuuliku täpset mudelit ei soovita KMHs fikseerida, siis läheneti müra modelleerimisele konservatiivselt. Selleks, et hinnata halvimat võimalikku tekkivat olukorda liideti müratasemele nn **määramatuse tegur, mis määrati väga konservatiivelt + 5 dB**. Sellise väga konservatiivse määramatuse teguri kasuks otsustati, kuna tuuliku mudel (ja seega ka tuuliku helivõimsustase) võib erineda ning väga suuritel kaugustel müra leviku hindamine on seotud alati teatud määramatusega. Tavapäraste müra hinnangute puhul on müraallika ja retseptori vaheline kaugus tunduvalt väiksem kui 10 km.

Müra modelleerimisel lähtuti tuuliku torni kõrgusest 170 m ning rootori diameetrist 264 m. Samas ei esine arvutuslikult olulist erinevust mõnekümne meetrise torni kõrguse muutuse ning müra leviku arvutustulemuste vahel (erinevused jäävad väiksemaks kui 1 dB). Määravaks on eeskätt tuuliku helirõhutaseme, mitte mõõtmised.

Müra modelleerimine teostati 4 m kõrgusele maapinnast (tavapärane retseptori kõrgus, mida Eesti praktikas kasutatakse siseriiklike mürakaartide koostamisel on 2 m, kuid tuulikute puhul soovitab Kliimaministeerium rakendada konservatiivsemat kõrgust 4 m). Meteoroloogilise koefitsiendi väärtuseks määrati 1.

²⁷¹ Kliimaministeerium. 2024. Müra arvestamine tuulikute planeerimisel.

²⁷² Järeldus tehtud WindPro tuulegeneraatorite infot koondava andmebaasi põhjal.

²⁷³ Pérez, L., García, F. J. 2010. Effects of Wind Speed and Turbulence on Wind Turbine Noise Propagation. Noise Control Engineering Journal, 58(2), 132-139.

Müralevi modelleerimisel arvestatakse heli neelduvust või peegelduvust maapinnal. Maapinna heli neelavuse omadused on määratud skaalal 0 (akustiliselt "kõva" heli peegeldav pinnas: maantee, veekogud, betoon) kuni 1 (akustiliselt "pehme" heli neelav pinnas: põllud, põõsad, heinamaa, lumine pind). Antud juhul on arvestatud, et mereala võib olla peegeldavate omadustega ja konservatiivselt on kasutatud neelduvustegurit 0.

Maapinna reljeef kanti mudelisse Maa-ameti kõrgusandmete alusel (25 m võrguga). Samas antud ala puhul on kõrguste erinevused väga väikesed. Valdavalt on tegu merepinnaga ja Kihnu saarel jäävad maapinna kõrgused alla 10 m.

Meteoroloogiliste tingimustena kasutati WindPRO standardseadistust (temperatuur 10°C ja 70% õhuniiskus).

Modelleerimisel ei ole arvestatud otseselt müra levikut takistavate objektidega nagu hooned ja metsaalad. Juhul, kui tuulikute ja vaatleja vahele jäävad metsatukad või kõrvalhooned, on tegelikkuses avalduvad müratasemed madalamad kui arvutustes näidatud. Arvestades aga teadusuuringutest tulenevaid järeldusi, et tuulikute müra on oma iseloomult häirivam kui nt liikluse müra, siis on õigustatud tuuleparkide mürahinnangutes konservatiivse lähenemise kasutamine. Samuti antud juhul on tegu valdavalt merealaga, kus takistused müra levikule puuduvad.

Müra leviku kohta vormistati mürakaardid, kus esitati A-korrigeeritud ekvivalentse helirõhu taseme $L_{pA,eq}$ arvusuuredetsibellides 5 dB müravahemikes. Lisaks müra leviku kaartidele arvutati välja müratase Kihnu saarele jäävatel lähimatel müratundlikel aladel. Müratundlikud alad digitaliseeriti põhikaardi alusel ja retseptoriks määrati kogu elamu õueala. Kaugemal asuvate eluhoonete puhul on selgelt tagatud paremad tingimused kui kõige lähematel elamualadel ning seega kõigi Kihnu saarele jäävate eluhoonete eraldi käsitlemist ei ole vaja.

MADALSAGEDUSLIKU MÜRA LEVIKU HINDAMISE METOODIKA

Eestis kehtivad madalsagedusliku müra normtasemed siseruumides, kuid puuduvad siseriiklikud suunised kuidas arvutada tuulikute madalsagedusliku müra levikut ja vastavust ruumides kehtivatele soovituslikele väärtustele. Käesolevas töös on kasutatud Soomes rakendatavat hindamisjuhist ja WindPRO programmi mooduli „Decibel” seadistust „Finnish Low Frequency Sound”. Metoodika on sobilik ka seetõttu, et Eesti ja Soome madalsagedusliku müra normtasemed on väga sarnased. Samuti võib eeldada, et ka sarnases kliimavööndis paiknevad elamud on sarnase ehitusega. Heli leviku hindamine toimub ka antud metoodika puhul ISO 9613-2 standardi alusel.

Käesolevas töös kasutati tuulikuna tuulikut Vestas V264. Arvestati tuuliku müra sagedusjaotust vahemikus 20-200 Hz järgnevalt:

LwA,ref	20,0 Hz	25,0 Hz	31,5 Hz	40,0 Hz	50,0 Hz	63,0 Hz	80,0 Hz	100,0 Hz	125,0 Hz	160,0 Hz	200,0 Hz
[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
107,6	67,6	73,7	78,9	83,3	87,3	90,9	94,2	97,1	99,6	101,8	103,6

Kuna madalsagedusliku müra normväärtus kehtib hoones sees, siis on vaja selle arvutamisel arvestada ka hoonete heliisolatsiooni. Heliisolatsiooni väärtustena kasutati teaduskirjanduses leitavaid konservatiivseid väärtusi. Kuna eluhoonete heliisolatsioon võib hoonete lõikes märkimisväärselt erineda, siis eeldati, et halvimal juhul on hoonete puhul tegemist suvemaja tüüpi hoonetega, mille heliisolatsioon on madal (Tabel 3, Windpro andmebaasi väikseima heliisolatsiooniga valik).

Tabel 4.2-2. Kasutatud hoonete madalsagedusliku müra isolatsioon

Sagedus, Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
Isolatsioon, dB	0	4,8	6,2	8,4	10,5	11,9	11,9	16,0	17,5	17,9	16,6

INFRAHELI LEVIKU HINDAMISE METOODIKA

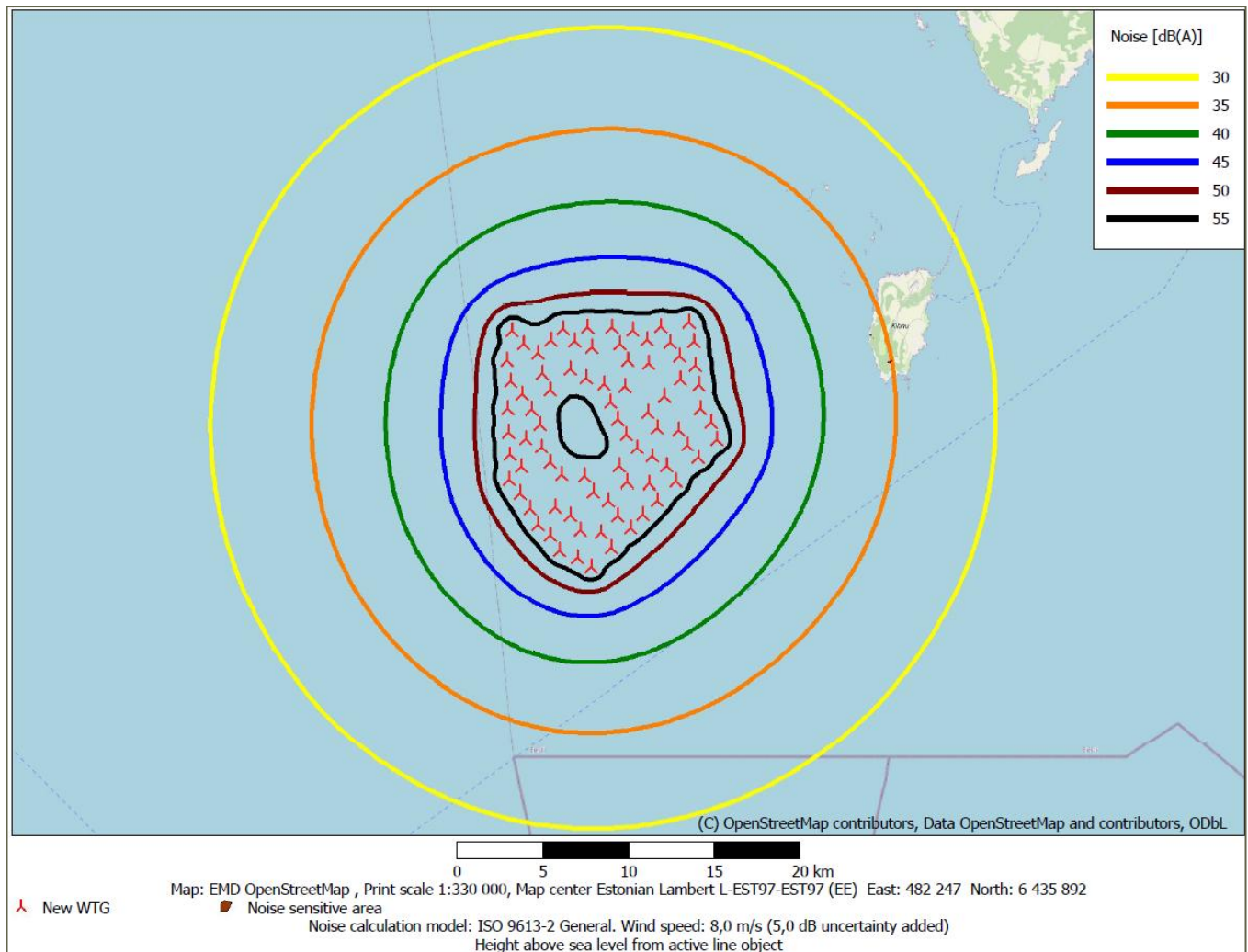
Infraheli G-korrigeeritud helirõhutaseme L_pG piirväärtus on 85 dB. Piirväärtusega võrdlemisel tuleb kasutada sageduslikult korrigeeritud väärtusi (soovituslikult standardi EVS-ISO 7196 *Acoustics – Frequency weighting characteristic for infrasound measurements* või muu samaväärse dokumendi nõuete kohaselt).

G-korrigeeritud mürataseme korral on korrigeeritud ja korrigeerimata mürataseme väärtused võrdsed sagedusel 10 Hz. Sagedusel 20 Hz tuleb G-korrektsooni korral lisada korrigeerimata väärtustele 10 dB. Sagedustel alla 10 Hz ja üle 30 Hz tuleb aga korrigeerimata väärtusi G-korrektsooni korral vähendada.

Selleks, et hinnata infraheli taset lähimate eluhoonete juures teisendati Vestas V236 lähteandmed standardi EVS-ISO 7196 kohaselt G-korrigeeritud helivõimsustasemeteks. Seejärel arvutati heli levik sama meetodikaga kui madalsagedusliku müra puhul.

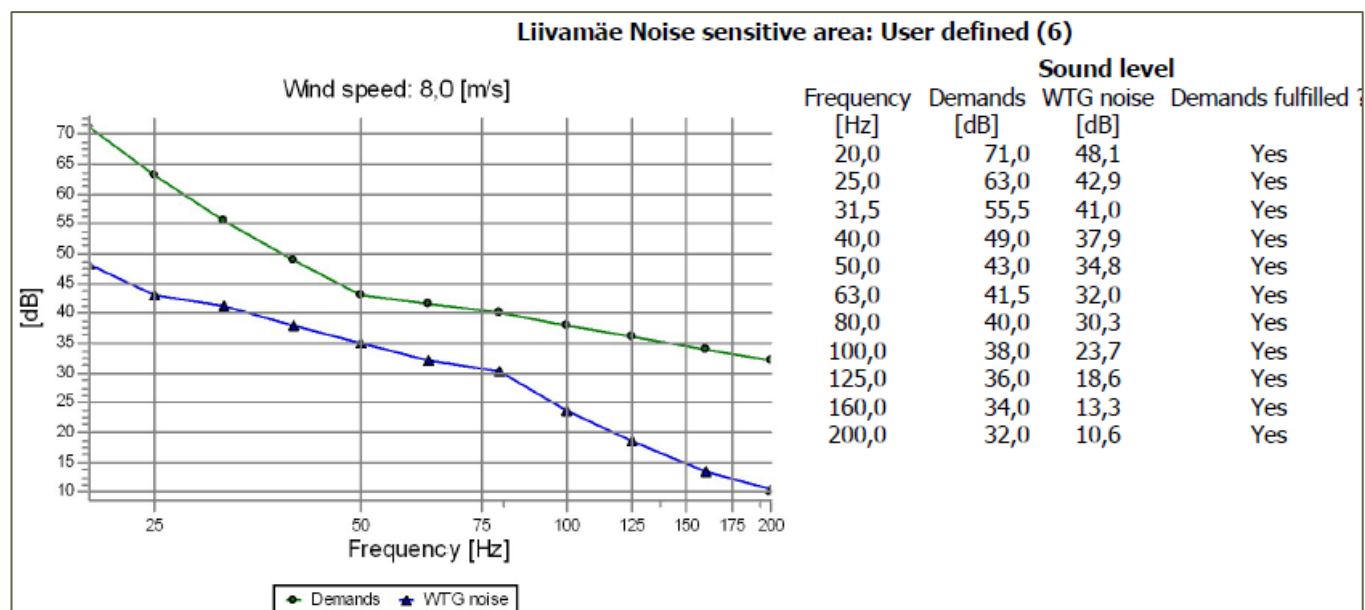
MÜRA HINDAMISE TULEMUSED

Müra hinnangust ilmnas, et lähimad müratundlikud alad paiknevad Kihnu saarel üle 10 km kaugusel kavandatavatest tuulikutest. Lähimate elamute juures tekib hinnangu kohaselt müratase 30,9 dB(A). Kui arvestada +5 dB määramatust, siis on lähimate elamute juures tekkiv müratase kuni 35,9 dB(A). Tööstusmüra öist piirväärtust 45 dB(A) ega öist sihtväärtust 40 dB(A) elamute juures ei ületata. Kogu Kihnu saar jääb alasse, kus on ka kõige konservatiivsema arvutuse alusel tagatud tuulepargi tööst tulenev 40 dB(A) müratase. Enamik saarest jääb alasse, kus ei ole oodata üle 35 dB(A) suurust mürataset. Müra leviku kaart on esitatud alljärgnevalt.



Joonis 4.2-2. Mürakaart 4 m kõrgusel 115,3 dB(A) helivõimsustasemega tuulikute + 5 dB määramatuse korral

Madalsagedusliku müra arvutused tehti tuulepargile lähimate eluhoonete osas. Lähimaks eluhooneks on Liivamäe maaüksusel paikneval elamualal olev hoone. Arvutustest ilmnes, et kõigis sagedusvahemikes jääb oodatav müratase siseruumis tunduvalt väiksemaks kui on kehtiv normtase. Ka liites konservatiivselt + 5 dB, arvestades eri tegurite määramatust müra hindamisel, on siiski kõigis sagedusvahemikes sh infraheli oodata müra normtasemete täitmist.



Joonis 4.2-3. Lähima eluhoone siseruumides tekkiva madalsagedusliku mürataseme (sinine joon) võrdlus normtasemega (roheline joon)

Madalsagedusliku müra arvutuslikust hinnangust ilmnes, et ühegi piirkonnas paikneva elamuala puhul ei ole oodata eluruumides kehtiva madalsagedusliku müra normtaseme ületamist.

Arvutuslik G-korrigeeritud müratase lähimate eluhoonete siseruumides on 70 dB (arvestades ka +5 dB määramatust). Vastav müra (infraheli) normtase on 85 dB.

4.2.4. Leevendusmeetmed

Kavandatava tegevusega ei kaasne olulist ebasoodsat keskkonnamõju, seega leevendavate meetmete rakendamine ei ole vajalik.

4.2.5. Kokkuvõte

Arvestades nii kesksageduslikku müra, madalsageduslikku müra kui ka infraheli, ei ole tuulepargi rajamisega kaasnevana oodata olulist tervisemõju. Kõik väärtused jäävad isegi väga konservatiivse hinnangu alusel tugevalt allapoole normväärtusi.

Tabel 4.2-3. Kaasnev mõju ja selle olulisus

Kaasnev tagajärg/mõju	Mõju olulisus	Leevendusmeetmete rakendamise vajadus, lõplik mõju olulisus
Tuulepargi ehitus ja demonteerimine		
Müra ehitustöödel	0	
Ühenduskaabli rajamine		
Müra ehitustöödel	0	
Tuulepargi opereerimine		
Müra häiring	0	

KMH aruandes kasutatav olulise keskkonnamõju skaala: - vähene negatiivne mõju, -- oluline negatiivne mõju, 0 - mõju puudub, neutraalne, + vähene positiivne mõju, ++ oluline positiivne mõju

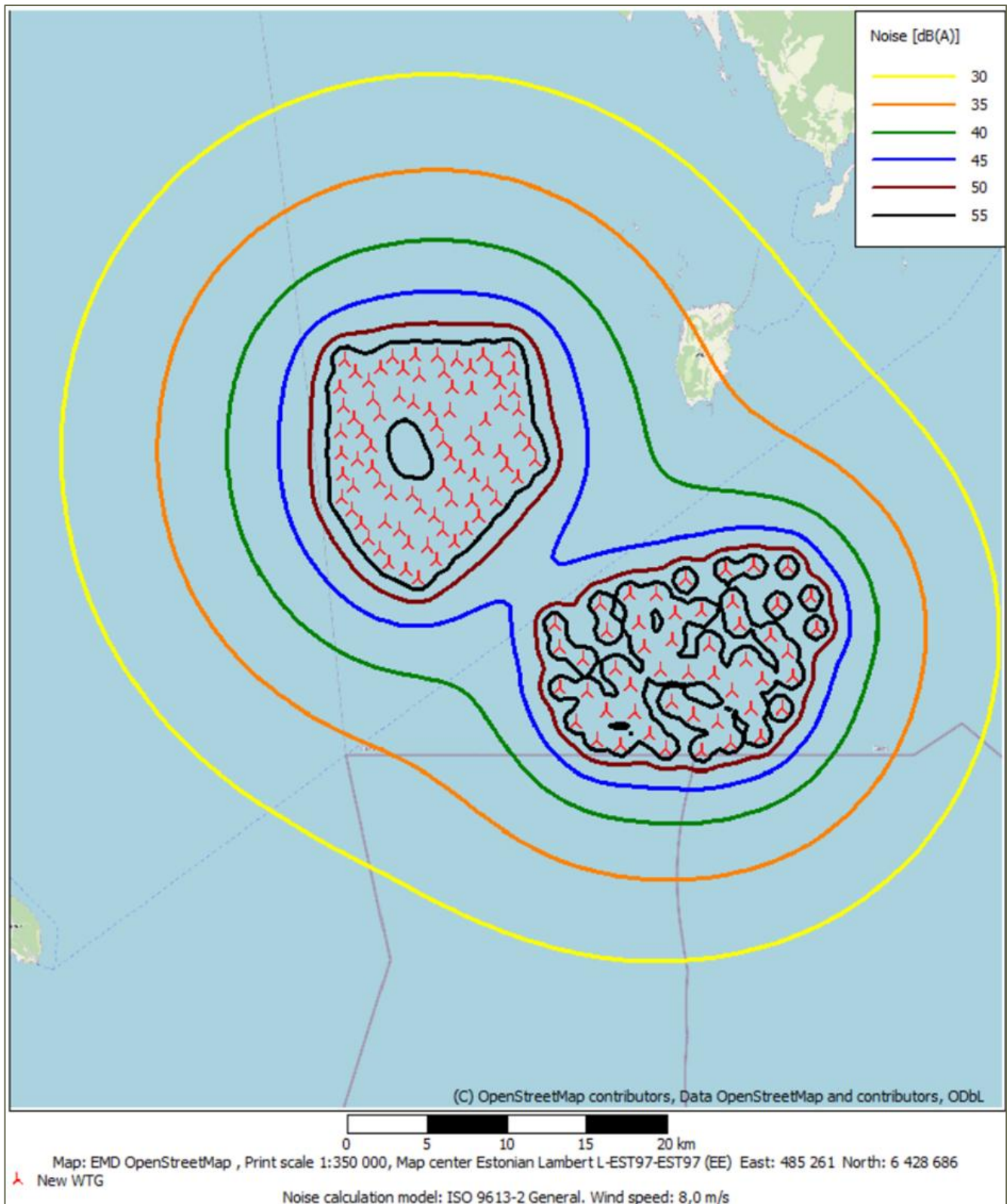
4.2.6. Kumulatiivne mõju

Saare-Liivi meretuulepargist *u* 7,3 km kaugusele kagu suunda on arendamisel Liivi lahe meretuulepark. Antud meretuulepargi mürahinnang on koostatud Kajaja Acoustics OÜ poolt (töö nr 20142)²⁷⁴. Antud mürahinnangu alusel jääb elamualadel kehtiva tööstusmüra öisele sihtväärtusele vastav 40 dB isojoon kõigi hinnatud alternatiivide puhul mere peale (kõigi alternatiivide korral lähimas punktis vähemalt $\geq 5,5$ km kaugusele Kihnu saarest ning vähemalt ≥ 13 km kaugusele rannikust). Samuti jäävad madasagedusliku müra tasemed tunduvalt madalamale kehtivatest normtasemetest. Arvestades mõlema tuulepargi suurt kaugust müratundlikest aladest, mõlema mürahinnangu tulemusi ja mõlemas mürahinnangus kasutatud konservatiivset lähenemist, siis ei ole oodata ka kahe tuulepargi koosmõjus müratundlikel aladel tekkivaid müratasemeid, mis võiksid põhjustada kehtivate normtasemetete ületamist.

Kontrollimaks olulise koosmõju puudumist viidi läbi koosmõju arvutuslik hindamine välisõhu müra normtasemetele vastavuse osas. Hinnati koosmõju müra tekke osas halvima Liivi lahe meretuulepargi alternatiiviga. Arvestati, et Liivi lahe tuuleparki rajatakse 50 tuulikut (20 MW), mille helivõimsustase on 121 dBA. Tuulikute masti kõrgusena veepinnast arvestati 162 m.

Koosmõjude hindamisel Liivi lahe meretuulepargiga ilmnes, et kahe meretuulepargi maksimaalmahus realiseerumisel lähimatel müratundlikel aladel on tekkiv müratase on kuni 36,8 dB(A). Tööstusmüra öist piirväärtust 45 dB(A) ega öist sihtväärtust 40 dB(A) elamute juures ei ületata. Kogu Kihnu saar jääb alasse kus on ka kõige konservatiivsema arvutuse alusel tagatud tuuleparkide tööst tulenev 40 dB(A) müratase (40 dB isojoon jääb *u* 3 km kaugusele Kihnu rannikust). Enamik saarest jääb alasse, kus ei ole oodata üle 35 dB(A) suurust mürataset. Müra leviku kaart on esitatud joonis 4.2-4.

²⁷⁴ <https://jvis.ttja.ee/modules/dokumendiregister/view/1008841>



Joonis 4.2-4. Mürakaart 4 m kõrgusel Saare-Liivi meretuulepargi puhul 115,3 dB(A) helivõimsustasemega tuulikute + 5 dB määramatuse korral ja Liivi lahe meretuulepargi puhul 121 dB(A) helivõimsustasemega 50 tuulikuga lahenduse korral.

4.2.7. Teadmiste lüngad/järelhindamine

Juhul kui selgub tuulikute lõplik arvu ja paigutus, samuti lõpliku tuuliku mudeli väljaalimine, on soovitatav teostada täiendav müra modelleerimine, mis arvestaks välja valitud tuuliku andmeid (tuuliku mudel, mõõdud ja müraandmed) ning täpset paigutust.

Käesolevas töös analüüsitud tuulikutüüpide puhul (samuti teiste modernsete tuulikute korral) ei ole teada, et need tekitaksid tonaalset heli (müra). Võimalikku tonaalsust on samuti soovitatav hinnata tuulepargi rajamise järgselt kavandatava seire raames (samuti juhul, kui peaksid ilmnenema häiringud).

4.3. Sotsiaal-majanduslikud mõjud

4.3.1. Mõju majandusele

Saare-Liivi meretuulepargi (nn esialgne ala) I etapi rajamisel toodetakse 1200 MW installeeritud võimsuse juures eelduslikult ca 5,4 TWh (kasutustegur 51%) taastuvelektrienergiat aastas, millest kadusid arvestades müüakse võrku ca 95%. Seega on tegemist märkimisväärse elektrienergia tootmismahuga, kui võrrelda näiteks Eesti (9,9 TWh²⁷⁵) ja ka kogu Baltikumi (29,8 TWh²⁷⁶) 2022. aasta tarbimisega (arvestades ka võrgukadude ja energiaspektori omatarbega).

REGIONAALNE JA RIIKLIK MAJANDUSMÕJU

Meretuulepargi mõju majandusarengule – läbi majanduskeskkonna ja konkurentsivõime mõjutamise – saab vaadata regionaalselt ja riiklikult.

Regionaalne mõju avaldub esiteks suure lisandväärtusega töökohtade lisandumises. Statistikaameti andmetel on energeetikas palgatase ca 40% kõrgem kui riigis keskmiselt ja lisandunud sissetulekud aitavad elavdada ka kohalikku teenussektorit. Teiseks on meretuulepargi jaoks oluline sadama(te) infrastruktuuri parandamine, mis lisab võimalusi meretranspordis jm merenduse valdkondades ehk loob juurde nn sinimajanduse kasvupotentsiaali. Kolmandaks loob elektrivõrgu tugevdamine, mida on vaja Eesti läänerrannikul täiendavate tootmisüksuste liitmiseks vaja ära teha, võimalused elektrimahuka tootmise toomiseks piirkonda. Tootmise tekkimine või kasv toovad piirkonnas täiendavalt kaasa vajalikud võrguinvesteeringud ja roheelektri pakkumine annab suuremaid võimalusi just tuulepargi lähipiirkonnas uute tootvate töökohtade loomiseks.

Riiklikult saab välja tuua väärtusloome ja tööhõive ehk ostujõu ja heaolu kasvu tegureid, mida allpool detailsemalt kirjeldatakse. Lisaks saab riiklikul tasandil ära märkida järgmised majanduslikud aspektid:

- Elektri varustuskindluse kasv - loob stabiilsema investeerimiskeskkonna ja aitab sellega tuua kohapeale energiamahukaid tööstusinvesteeringuid.
- Elektrihindade alanemine ja hinnastabiilsus - tarbijate rahaline võit tõenäolisest elektri hinna alanemisest, mis on positiivne eratarbijate ostujõule ja hakkamasaamisele (nn energiasaamise vähenemine) ning aitab tõsta ka Eesti energiamahukate tootmisettevõtete konkurentsivõimet.
- Roheelektri pakkumine - energiamahukate tootmisinvesteeringute vajalikuks eelduseks on just tänases turuolukorras piisavas mahus roheelektri olemasolu. Oluline on siin tarbijate teadlikkus

²⁷⁵ Elering; Varustuskindluse Aruanne, 2023

²⁷⁶ Eurostat

toodete keskkonnajalajäljest ning pankade valmisolek finantseerida keskkonda hoidvaid ja positiivse kliimamõjuga projekte.

Lisaks loob tuuleenergeetika arendamine ja kasutamine uurimusvaldkondi teadlastele, mis võimaldab Eestil koostöös välisekspertidega saada informatsiooni Eesti tingimustes meretuuleparkide rajamisega kaasnevatest mõjudest ja Eesti merekeskkonnast laiemalt.

MÕJU VÄÄRTUSLOOMELE EHK SISEMAJANDUSE KOGUPRODUKTILE (SKP)

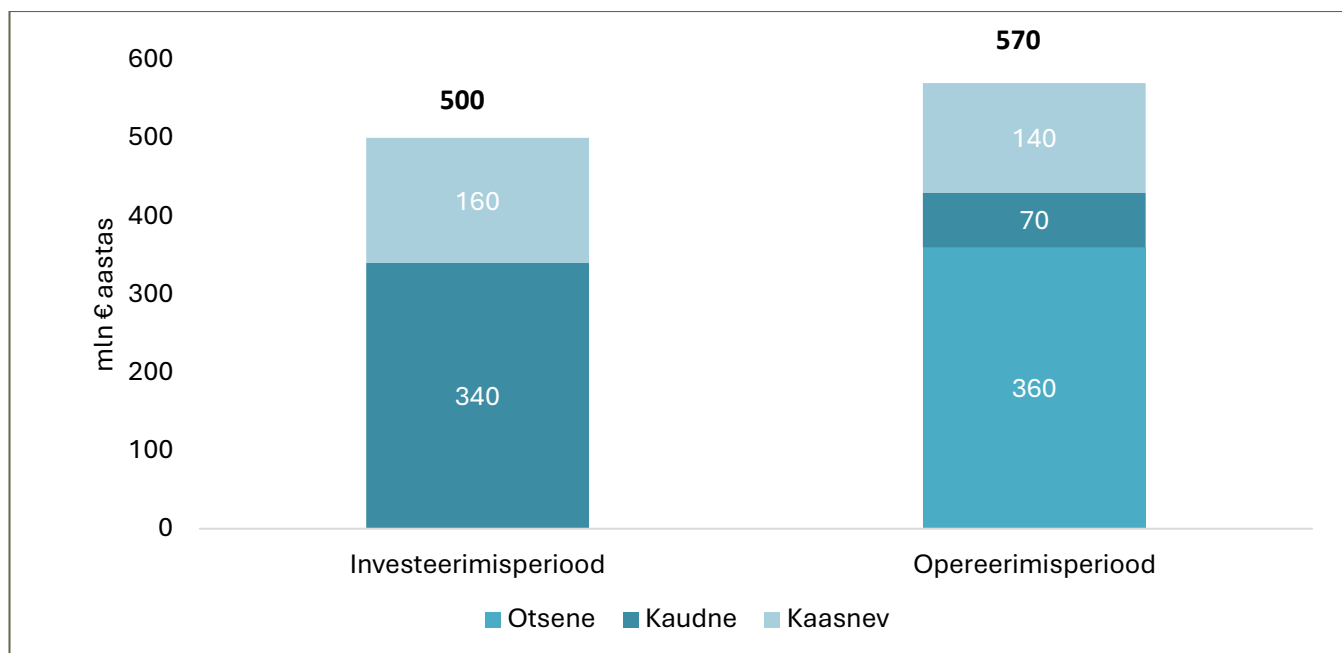
Meretuulepargi arendamine ja toimimine hõlmab koostööd Eesti residentidest ettevõtetega, mis tähendab, et lisaks otsesele majandusmõjule läbi tuulepargi opereeriva ettevõtte (arendaja) töötajate, investeeringute ja kasumi tekib ka kaudne mõju nn vahetarbimise (ostetud kaubad ja teenused) kaudu.

Lisaks on tavapärane arvutada suuremate investeerimisprojektide kaasnev (nn indutseeritud) mõju, mis tekib läbi sissetulekute kasvu ja sellega kaasneva tarbimise – nii eraisikutel (palk, dividendid), riigil (maksud ja tasud) kui ka ettevõtetel (kasum, investeeringud) tekib projekti kaudu võimalus lisatarbimiseks ja investeeringuteks.

Otseste, kaudsete ja kaasnevate mõjude hindamiseks on siin kasutatud selleks tavapäraselt rahvamajanduse sisend-väljund raamistikul põhinevat lähenemist. Sisend-väljund tabeleid Eesti kohta avaldab regulaarselt Statistikaamet. SKP peamiseks komponendiks tootmismeetodil on tegevuse ülejääk (peamiselt ärikasum), tööjõukulud ning põhivarade kulum, millele lisanduvad arvestuslikud tarbimismaksud (käibemaks, aktsiis), kuna loodud lisandväärtus annab impulsi tarbimisele.

Eraldi on arvestatud investeerimisperioodi ja opereerimisperioodi mõjudega. Investeerimisperioodil tekib mõju peamiselt läbi Saare-Liivi meretuulepargi arendamise ja ehitus-/paigaldustegevuste, sest seadmed tuleb peaaesjalikult importida. Investeerimisperioodil ei ole arvestatud otsest mõju SKP-le, kuna meretuulepargi arendaja ostab sisuliselt kõik teenused sisse.

SKP-le avalduva mõju graafiline esitus on toodud järgneval joonisel (vt joonis 4.3-1). Hindamismudel on kasutatud 3 aasta pikkust ehitusperioodi, kogu arendusperiood on oluliselt pikem ning arendusperioodi varasemad kulud on hindamismudel arvestatud ehitusperioodi sisse. Opereerimisperiood kestab 25 aastat, mida saab pikendada kuni hoonestusõiguse kehtivuse (kokku 50 a) lõpuni, kuid selleks on tõenäoliselt vaja teha täiendavaid investeeringuid – sõltuvalt tuulikute ja muude rajatiste olukorrast.



Joonis 4.3-1. Projektiga kaasnev SKP mõju, miljonit eurot aastas

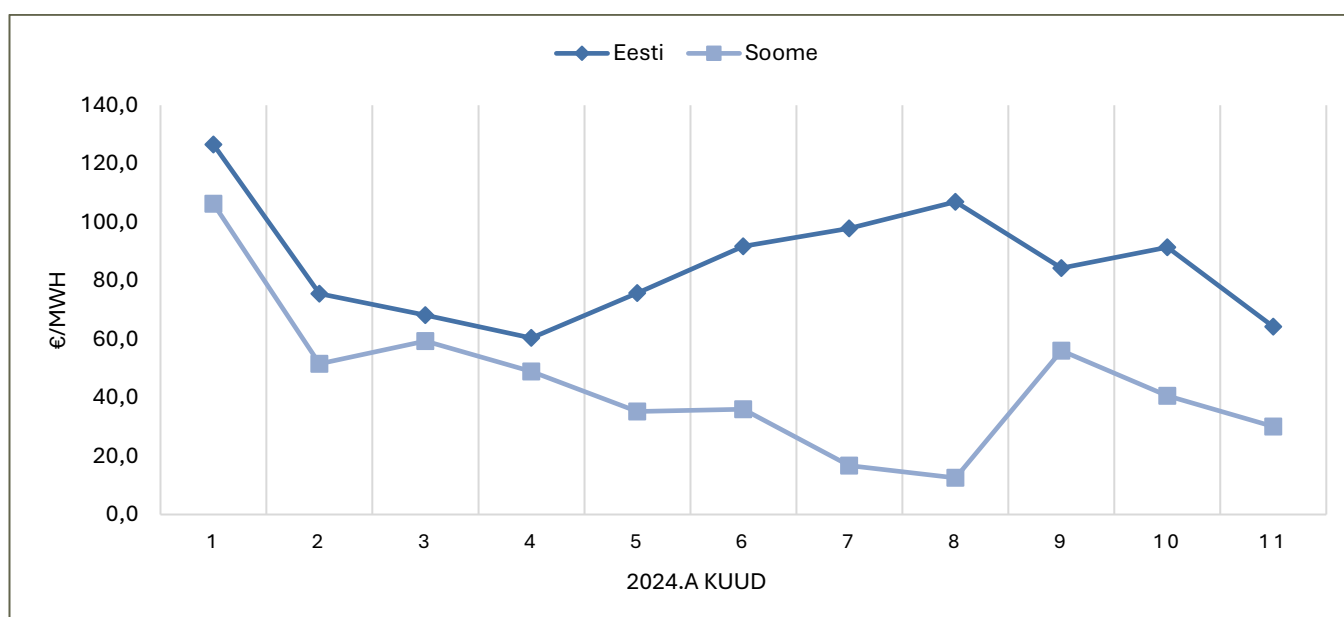
Kuigi Saare-Liivi meretuulepargiga seotud investeeringute maht võib hinnanguliselt olla 3,6 miljardit eurot on majanduslik mõju suure impordi osakaalu tõttu investeeringisperioodil madalam kui opereerimis perioodil. Eesti 2023. aasta prognoositud (Rahandusministeerium) SKP-st moodustab investeeringisperioodil lisanduv SKP ca 1,3% ning opereerimis perioodil 1,5%.

Arvestades roheelektri tootmismahu võimalikku suuremahulist kasvu tulevikus, võib osutada otstarbekaks tootmisahela pikendamine arendaja poolt. Riskide hajutamise ja väärtusahela pikendamise võimalusena kaalutakse sõltuvalt turuolukorrast tuulepargi valmimise ajal või ka hiljem vesiniku ja sealt edasi metanooli või mõne muu vesiniku derivaadi tootmist. Hinnanguline SKP lisandumine tootmis- ja väärtusahela pikendamisest on esitatud aruande lisa 3.16.

MÕJU VÄLISKAUBANDUSELE

Nordpool'i andmetel imporditi 2023. aastal Eestisse ca 7,4 TWh elektrienergiat, kogu Baltikumi piirkonna import oli aga 23,7 TWh. Import Balti piirkonda ületas eksporti 11,5 TWh võrra – st elektriturul toimub pidev elektri sisse-välja liikumine sõltuvalt nõudluse ja pakkumise olukorrast, hindadest ja ülekandevõimsustest.

Väliskaubandusega seoses võivad seega tekkida nii võimalused lisaekspordiks aga ka impordi vähendamiseks. Baltikumi jaoks on täna oluline kohapealsete tootmismahude kasvatamine nii hinnastabiilsuse kui ka varustuskindluse suurendamiseks. Välisühendused ei ole täna piisavad kogu tarbimise katmiseks odavama elektriga, mida pakutakse näiteks Skandinaavias – seda näitavad hinnavahed näiteks Eestis ja Soomes (vt järgnevat joonist 4.3-2).



Joonis 4.3-2. Nordpooli elektri turuhind Eesti ja Soome hinnapiirkonnas 2024. a aastal kuude lõikes, EUR/MWh (allikas Elering)

Rahaliselt väljendudes oleks meretuulepargi ekspordipotentsiaal 407 mln eurot, mis moodustab 2,2% Eesti 2023. a ekspordist. Kui väärtusahelat pikendatakse vesiniku ja metanooli tootmisega, suurenevad ekspordimahud (vt täpsemalt lisa 3.16). Toodetud elektrist võib ekspordiks minna suhteliselt väike osa²⁷⁷, sõltuvalt kohapealsest vajadusest. Vesiniku ja metanooli toodangust võib aga eeldada suurema osa ekspordimist.

Lisaks otsesele ekspordi potentsiaalile panustab lisanduv roheelekter uute tööstusettevõtete – näiteks akude ja biokütuste tootmine, puidu töötlemine, metallurgia²⁷⁸ – rajamisse, mille toodangust eeldatavalt suur osa läheb samuti ekspordiks. Võimalik elektrihinna alanemine tõstab aga olemasoleva energiamahuka tootmise rahvusvahelist konkurentsivõimet.

²⁷⁷ Samas, eksport Lätti ja Leetu võib olla siiski märkimisväärne.

²⁷⁸ Tegevusalad, kuhu EAS/KEDEX'i andmetel on tulemas potentsiaalselt investeeringuid.

MÕJU RIIGI RAHANDUSELE

Mõju riigi rahandusele avaldub eelkõige läbi maksutulude kasvu, vähesel määral ka muude tulude kaudu, eelkõige hoonestustasu näol.

Mõju riigi maksutuludele arvutati sisend-väljund raamistikul põhineva lähenemise kaudu ehk leiti nii otsene, kaudne kui ka kaasnev mõju – seega tulemused suhestatavad SKP ja tööhõive arvutustega.

Tulemused on kokkuvõtlikult esitatud järgmises tabelis 4.3.1.

Tabel 4.3-1. Projekti seotud arvestuslikud tulud riigieelarvele, miljonit eurot aastas

	<i>Investeeringuperiood</i>	<i>Opereerimisperiood</i>
Hoonestusloa tasu	4	6
Tootemaksud (kaudsed maksud)	64	72
Tööjõumaksud	89	43
Kasumimaksud	5	8
KOKKU	162	129

Siia lisanduvad tulud, mis potentsiaalselt võivad tekkida väärtusahela pikendamisest (vesinik, metanool) ja konkurentsivõime kasvust (tööstusinvesteeringud).

Laiem ühiskondlik kasu avaldub läbi tuulepargi mõjul tõenäoliselt langevate elektri hindade. Saare-Liivi meretuulepargi elektri müügiimaht moodustaks ca 17% Balti piirkonna tarbimismahust ning tuulikute töötamise ajal on see osakaal veelgi suurem. Seetõttu võib eeldada, et meretuulepargi elektri pakkumise ajal alanevad elektri hinnad.

Kui lähtuda Eleringi varustuskindluse aruandes (2023) prognoositud Eesti 2028. aasta elektri tarbimismahust (9,7 TWh) ja eeldada konservatiivselt, et tuulepark mõjutab 51%²⁷⁹ kogutarbimisest (4,8 TWh), saab erinevaid elektri hinna languse määrasid kasutades leida tarbijate võidu.

TÖÖHÕIVE

Kogu meretuulepargi elutsükli jooksul luuakse ligikaudu 9000 täistööajaga töökohta 1 GW meretuulepargi kohta²⁸⁰, neist kõige tööjõumahukam on otseselt tuulikute tootmine. Eestis täna meretuulikuid ega tuuleparkide muid osasid ei toodeta ja kohalikke töökohti saab tekkida peamiselt ehitamise ja eksploatatsiooni faasis, mis annavad kolmandiku meretuulepargi elutsükli töökohtadest. Tuulepargi ehituse faasis vajatakse üheaegselt suurt hulka ehitus- ja transpordilaevu, mis võib anda võimaluse ka kohalikele laevaoperaatoritele. Ehitusfaasis vajatavate töökohtade (seadmete operaatorid, laevade meeskonnad, insenerid jm) arvuks on ligikaudu 800²⁸¹, kui palju neist täidetakse Eesti tööjõuga, on hetkel raske ennustada. Kaasnevad töökohad tekivad ehitusega seotud sadamatesse - Liivi lahele lähimad meretuuleparkide ehituseks ettevalmistusi tegevad sadamad on Paldiski ja Liepaja, kuid väiksemate transpordilaevade teenindamine saab toimuda ka Pärnu sadamast.

²⁷⁹ St eeldatav kasutustegur; tegelik tööaeg on pikem, sest 51% on arvestuslik täisvõimsusel töötamise aeg;

²⁸⁰ <https://danishshipping.dk/media/gbdme2zt/technical-report-socioeconomic-impacts-of-offshore-wind-01072020-3.pdf>

²⁸¹ <https://danishshipping.dk/media/gbdme2zt/technical-report-socioeconomic-impacts-of-offshore-wind-01072020-3.pdf>

Kohaliku tööhõive seisukohast kõige olulisem faas on meretuulepargi opereerimine, mille vältel toimub tuulikute korraline hooldus. Kohalik tööhõive tekib eelkõige sinna, kus asub meretuulepargi hoolduseks kasutatav sadam. Saare-Liivi meretuulepargi hooldusbaas on kavandatud Pärnu sadamasse. Taanis läbi viidud uuringu²⁸² kohaselt loob 1 GW meretuulepark hoolduse ja ekspluatatsiooni faasis 25 aasta jooksul kumulatiivselt ligi 2000 täistööajaga töökohta. Saare-Liivi meretuulepargi 1,2 GW puhul seega 2400 töökohta. Kuna nii Pärnu kui Kuressaare ametikoolides on alustatud tuulikutehnikute õppega, on loodud eeldused, et tasuvad töökohad tekivad ka kohapeale.

Lisaks otsestele töökohtadele tekivad ka kaudsed ja seotud töökohad ning ettevõtlusvõimalused. Hooldusbaas Pärnus loob võimalusi kohalikele tarnijatele ja teenuste pakkujatele sh restoranidele, hotellidele ja toitlustusettevõtetele. Kui palju selliseid võimalusi kasutatakse, sõltub kohalike alltöövõtjate olemasolust, konkurentsivõimest ja aktiivsusest.

Iga töökohaga kaasneb KOV-ile märkimisväärne otsene tulu ning lisaks veel kaudne tulu tarbimise kasvu kaudu. Eesti keskmise palgaga (ca 1950 eurot 2024. a I-II kvartalis) töökoha palgakulu (st ilma sotsiaalmaksuga) on ca 23 400 eurot aastas, millelt tasutav tulumaksu KOV-i osa (st 11,96% maksustatavast tulust) on täna ca 2800 eurot aastas.

4.3.2. Mõju kalandusele

KALANDUSE MAJANDUSLIK TÄHTSUS PIIRKONNAS

Ülevaade arendusalaga piirnevate maakondade ja Kihnu valla püügiloa omanike arvust, kogusaagist ja saagi väärtusest (esmamüügihindades) on toodud järgnevas tabelis (vt tabel 4.3-2).

Tabel 4.3-2. Ülevaade Pärnu ja Saare maakonna ning Kihnu valla kalandusest 2023.a andmetel

	Püügiloa omanikke	Saak, t	Saagi väärtus, tuh€	Saagi väärtus / püügiluba (€)
Pärnu maakond (va Kihnu)	204	8 895	4 331	21 231
Saare maakond	239	628	944	3 950
Kihnu	50	734	311	6 211
KOKKU	493	10 257	5 586	11 330

Allikas: arvutatud Põllumajandus- ja Toiduameti andmete alusel

Suurema saagikusega kalaliigid olid 2023. aastal räim, ahven ja meritint. Räim andis müügi mahust valdava osa (8235 t ehk 80%), kuid saagi väärtuse arvestuses oli räime osakaal väiksem (49% ehk 2,8 miljonit eurot). Ahvena realiseerimisväärtus oli 521 tonni suuruse püügi mahu juures tervelt 1,45 miljonit eurot, kuna ahvena müügi hind oli räime hinnast üle 8 korra kõrgem (vastavalt 2,78€/kg ja 0,33€/kg). Saagi esmakokkuostu väärtusest andsid räim ja ahven kokku kolm neljandikku (75%).

Kui võrrelda saagi väärtust piirkonna (maakonna) keskmise palgaga, siis Pärnu maakonnas on saagi väärtus püügiloa kohta (vt tabel 4.3-2 viimane veerg) ca 120% ja Saare maakonnas kõigest 23% 2023. a maakonna keskmisest brutopalgast (vastavalt 1479 eurot kuus Pärnu ja 1395 eurot kuus Saare maakonnas). Samas tuleb aga arvestada, et kogu saagi väärtust ei saa käsitleda kaluri sissetulekuna – näiteks Eesti kalapüügi ettevõtete keskmine tööjõukulu suhtarv müügituludesse oli Statistikaameti andmete põhjal ca 17% (perioodil 2017–2022). Samas suurusjärgus (16,5%) oli ka kalandusettevõtete keskmine äri kasumi suhe müügituludesse. Kui arvestada püügiloa omaniku (kaluri) sissetulekuks kalandusettevõtete palgakulu ja äri kasumi osad (kokku ca 33,5%), siis oleks püügiloa omaniku sissetulek

²⁸² <https://danishshipping.dk/media/gbdme2zt/technical-report-socioeconomic-impacts-of-offshore-wind-01072020-3.pdf>

kalapüügist 2023. aastal olnud Pärnu maakonnas 593 eurot, Saare maakonnas 110 eurot ja Kihnus 73 eurot kuus.

Saagi kogus ja väärtus on aastati erinevad – näiteks 2021. aastal oli Kihnu kalurite saagi väärtus ca 60% kõrgem kui 2022. aastal (vastavalt 187 ja 303 tuh €), 2023. aastal oli väärtus 310 tuhat eurot. Vahe tekib eelkõige müügikoguste muutusest - näiteks püüti räime 2021.a 77% ja ahvenat 96% rohkem kui aasta hiljem, sama keskmised kokkuostuhinnad nendel kalaliikidel 2022. aastal isegi mõnevõrra tõusid.

KALAPÜÜK

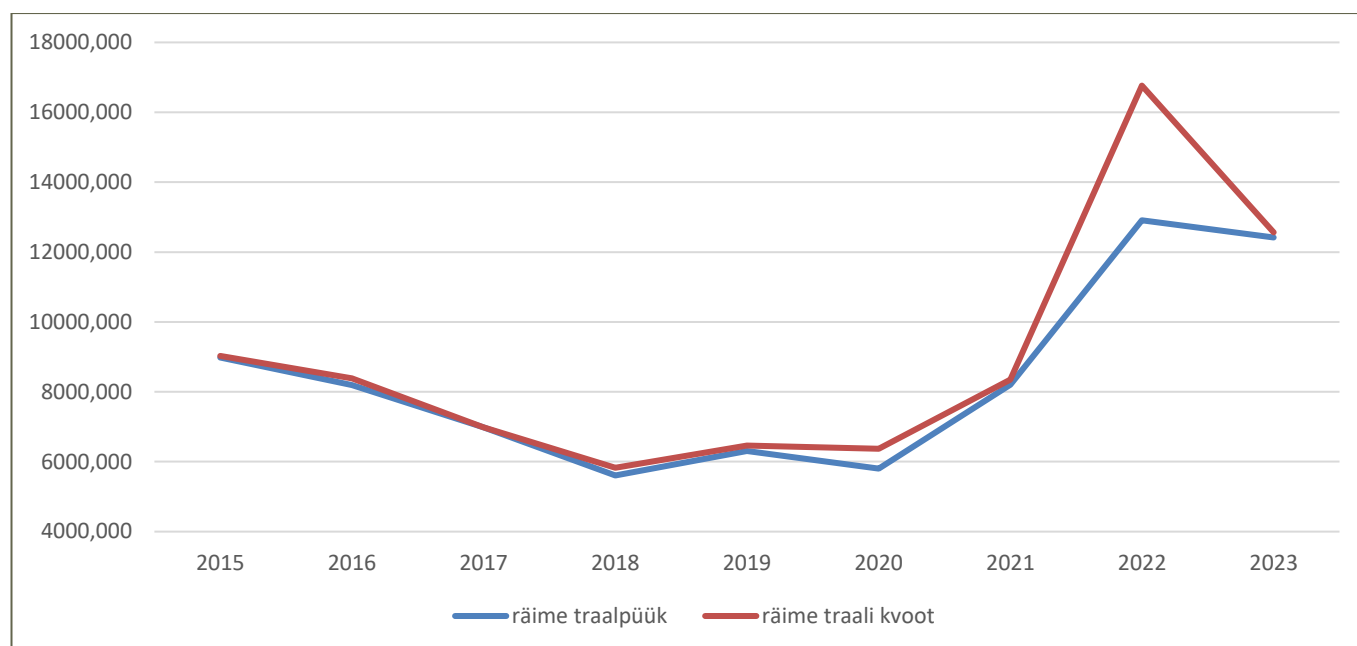
Kalapüük Läänemerest jaguneb traal- ja rannapüügiks. Rannapüük merel toimub üldjuhul 12 meremiili ulatuses või kuni 20 m samasügavusjooneni ning püüki teenindavad väikesed kohalikul tasandil olulise tähtsusega kalasadamad ja lossimiskohad. Vastavalt Vabariigi Valitsuse 16.06.2016. a määrusele nr 65 „Kalapüügieeskiri“ tohib traalpüük toimuda vaid neil merealadel, mis on sügavamad kui 20 meetrit.

Traalpüük põhineb vee läbikurnamisel traalpüümisega, mida veetakse ühe või kahe traaleriga. Traalpüümisega ei püüta 20 m sügavusjoonest madalamal. Traalpüügi peamisteks püügiobjektideks on räim, kilu ning tursk ja püügipiirkonnad asuvad Läänemere avaosas ja Liivi lahes.

Traalpüügi ülevaade põhineb Põllumajandus- ja Toiduameti poolt avaldatud traalpüügi statistikal²⁸³. Liivi lahes traalitakse peamiselt räime ja vähemal määral ka kilu. Räime püük on piiratud räime kvoodiga. Viimastel aastatel on nii kvoot kui püük Liivi lahes ulatunud 6400 tonnist kuni ligi 17 000 tonnini (joonis 4.3-3).

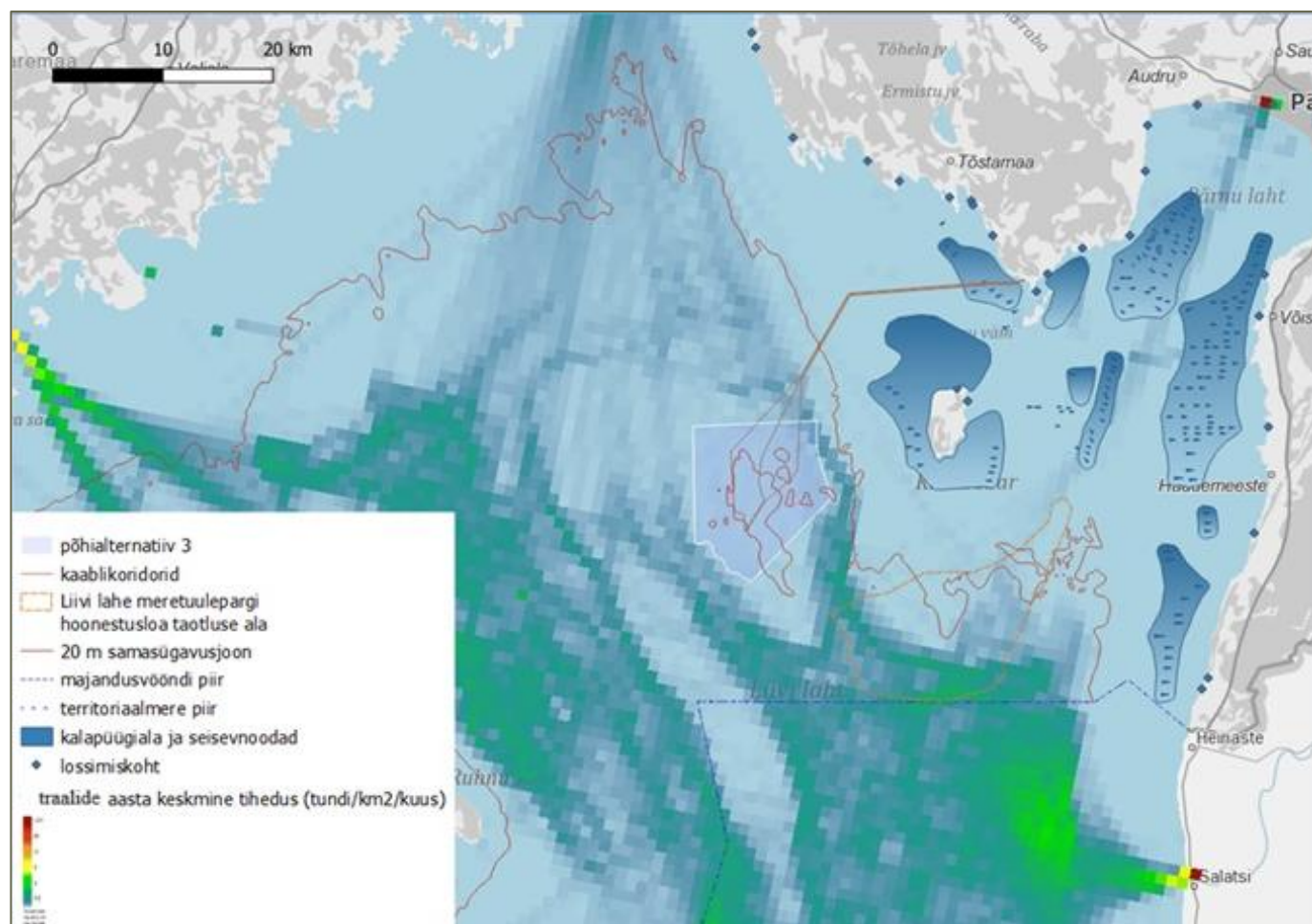
Läänemerel traalpüügiga tegelevaid ettevõtteid on 2023. aastal Eestis kokku 17, neist 11-le on antud püügivõimalus Liivi lahest. Äriregistri andmetel ei ole mitte ükski ettevõtte registreeritud Pärnu maakonnas. Pärnu maakonnas (Pärnu sadamas, Virtsu sadamas ja Virtsu kalasadamades) lossiti traalidelt 2023. aastal kokku 4659 t räime, mis on 38% kogu Liivi lahe räimepüügist. 3054 t (25%) räime lossiti samal ajal Läti Roja ja Salacgriva sadamates. Läbi aastate on kõige suurem räime püügivõimalus ja püük Liivi lahes olnud AS-I Hiiu Kalur (ligikaudu 20%).

²⁸³ <https://pta.agri.ee/ettevotjale-tootjale-ja-turustajale/kutseline-kalapuuk/puugistatistika>



Joonis 4.3-3. Räime traalpüük Liivi lahes 2015-2023

Jooniselt 4.3-4 nähtub, et piirkonnas on aktiivne kalalaevade liikumine, kuid otseselt Saare-Liivi meretuulepargi põhialternatiiv 3 kalalaevade teekonnale valdavalt ei jää, mis osaliselt on põhjustatud asjaolust, et ala keskosas on alla 20 m sügavuse tõttu traalimise keeld. Seega ei ole ette näha, et meretuulepark võiks kaasa tuua olulist negatiivset mõju traalipüügile.



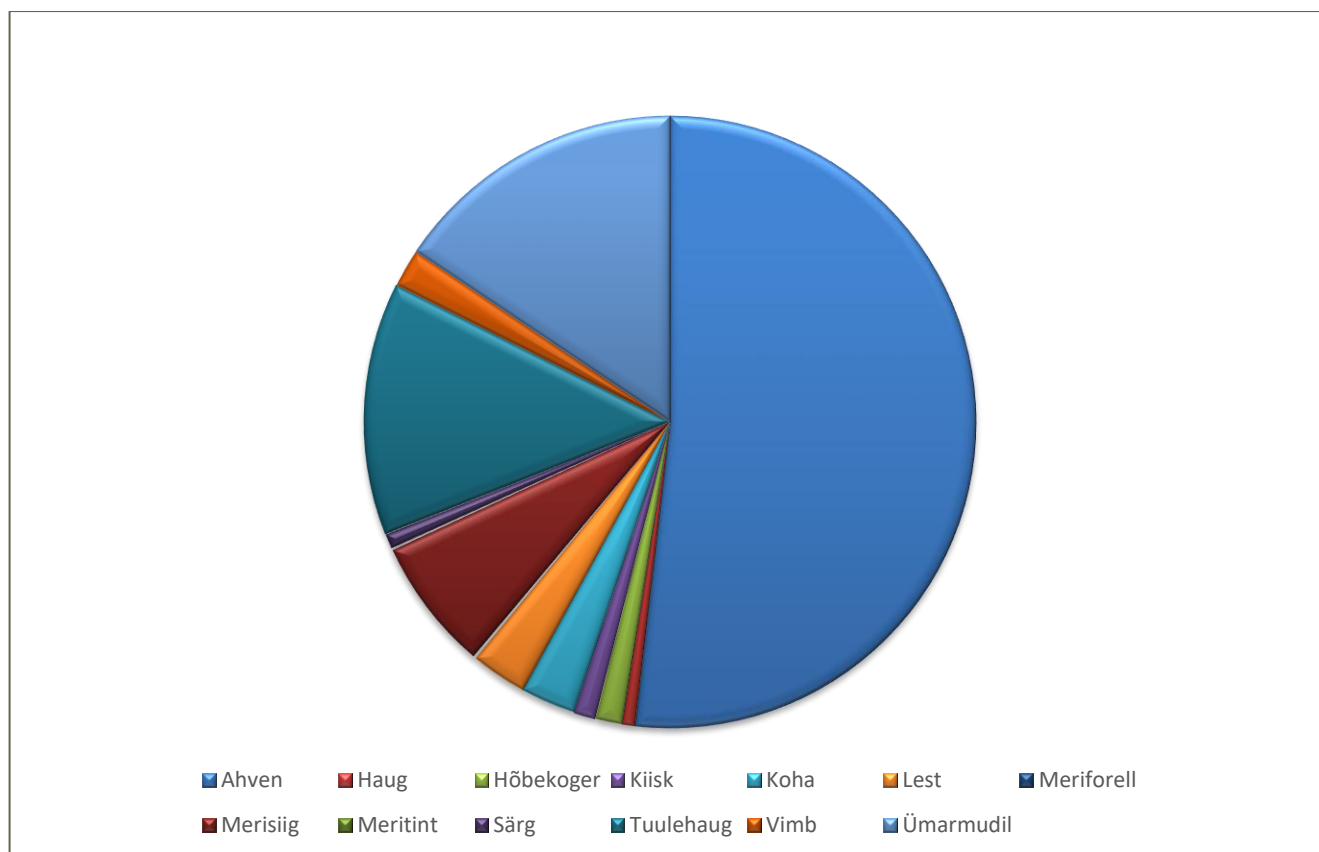
Joonis 4.3-4. Kalapüük Liivi lahes, kalapüügialad ja seisevnoodad vastavalt Pärnu maakonna mereala planeeringule

Rannapüük toimub 12 meremiili ulatuses rannikust või kuni 20 m samasügavusjooneni. Rannapüügist ülevaate saamiseks kasutati Põllumajandus- ja toiduameti poolt avaldatud kutselise kalapüügi registri andmeid 2015.-2022. aastate kohta²⁸⁴. Statistika püütud liikide ja osakaalude kohta kogu Liivi lahe rannapüügist on tehtud tabelitest „Kutseline püük firmade kaupa”. Firma all mõeldakse siin kõiki füüsilisi ja juriidilisi isikuid, kellel püügiõigus on.

Kihnus on neli kala lossimiskohta: lähestikku paiknevad Kihnu sadam ja Suaru sadam, Sigatsuaru väikesadam põhjatipus ja Pitkänä ots lõunatipus. Kõige rohkem lossitakse Kihnu ja Suaru sadamates, veidike ka Sigatsuarus, Pitkänä ots sisuliselt ei ole enam kasutuses, 2022. ei lossitud seal midagi. Kogu Kihnu merest püütud kala ei lossita Kihnus. Püügiandmed isikute järgi erinevad andmetest lossimiskohtade järgi. Eriti kehtib see räime kohta.

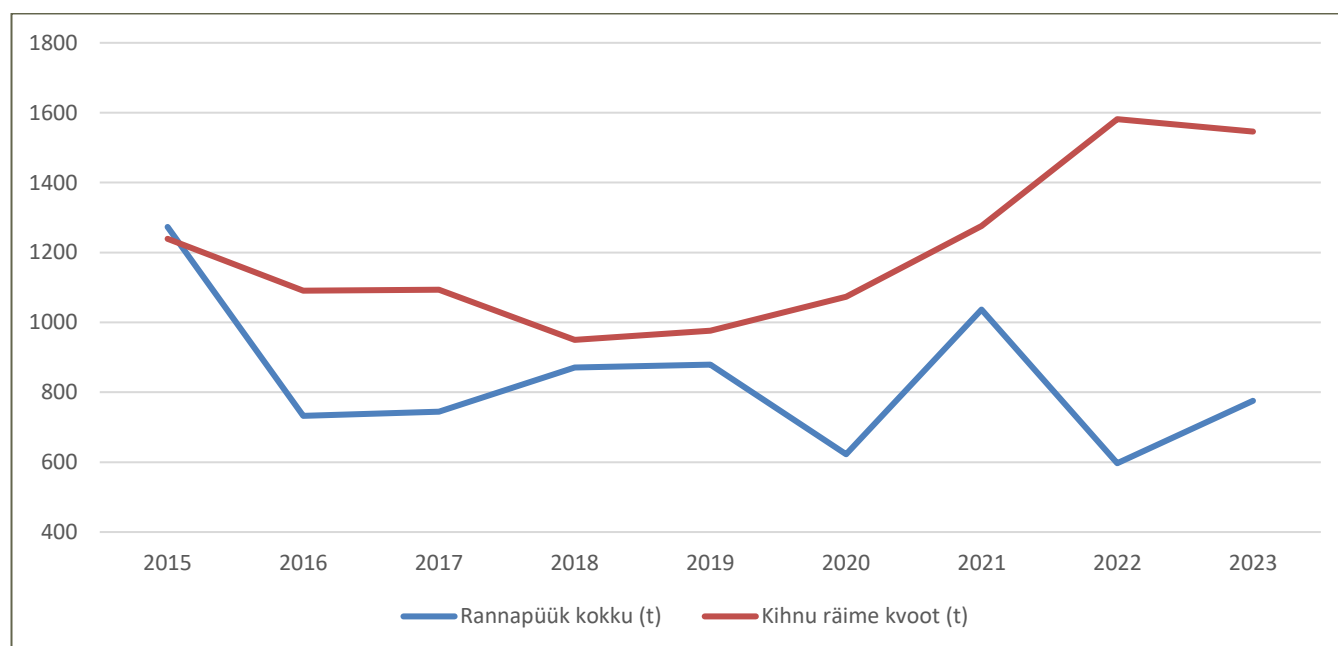
2022. oli püügivõimalus Kihnu saare püselaniku kaluri kalapüügiloa alusel antud 58 isikule. Püügistatistika on esitatud 55 isiku kohta. 2023. a püügistatistika on esitatud 50 isiku kohta. Kihnu püselaniku püügiõiguse alusel püütakse 600 kuni 1000 t kala aastas, 2023. aastal 734 t. Kogu püügist koguliselt keskmiselt 95% moodustab räim. Järgnevad ahven, lest, tuulehaug, ümarmudil (joonis 4.3-5). See ühtib kalastiku uuringu tulemustega (ptk 3.7, lisa 3.12), kus samuti nii arvukuselt kui biomassi poolest domineeris räim.

²⁸⁴ <https://pta.agri.ee/ettevotjale-tootjale-ja-turustajale/kutseline-kalapuuk/puugistatistika>



Joonis 4.3-5. 2021. aastal Kihnu merest püütud kala liigiline jaotus ilma räimeta

Püüki limiteerib Kihnule (ja Manijale) eraldatud räime kvoot, kuid, nagu on näha joonisel 4.3-6, siis mitte igal aastal ei püüta räime kvooti välja. 2022 ja 2023 oli räimekvoot ligikaudu 1500 t, millest välja püüti ligikaudu 50%.



Joonis 4.3-6. Kihnu püsielaniku püügiõiguse alusel püütud kala ja Kihnu räime kvoot 2015-2023.

Tänu räimepüügile moodustab Kihnu merest püütud kala keskmiselt 10% kogu Liivi lahe rannapüügist (mis sisuliselt võrdub Pärnumaa rannapüügiga). Ilma räimeta oleks osatähtsus ainult 1%. Kogu Liivi lahe rannapüügi kontekstis on märkimisväärne merisiia osatähtsus – 30-50% merisiist püütakse Kihnu merest (1500-3800 kg/a). Teiste liikide osatähtsus on alla 10%.

Keskliste kala kokkuostuhindade alusel oli Kihnu merest püütud kala koguväärtus 2021. aastal 303 731 eurot, 2022. aastal 187 082 eurot ja 2023. aastal 314 335 eurot. 2023. aastal püüdis 74% kogu kalast (valdavalt räim) kaks isikut: Rainer Vesik ja Valdo Palu Rannametsa talu. Üle 10 000 kg püüdis 2023. aastal 6 kalurit, mis moodustab 94% kogu püügist. Ülejäänud 6% jagunes 44 rannakaluri vahel.

2021. aastal andis 66% sissetulekust räim, 20% ahven, 7% merisiig ning koha, tuulehaug ja ümarmudil kõik 2%. 2023. aastal andis 72% sissetulekust räim, 13% ahven, 4% merisiig, 3% haug ning 3% ümarmudil.

Nagu jooniselt 4.3-4 selgub, Saare-Liivi meretuulepargi alal rannapüüki ei toimu, seega ei mõjuta tuulepargi rajamine otseselt rannapüüki. Rannapüügi alale jääb osaliselt kaablikoridor, kuid sellel on vaid ehitusaegne lühiajaline mõju.

4.3.3. Mõju Kihnu vallale

Saare-Liivi meretuulepargile lähim asustatud maismaa-ala on ca 10 km kaugusel idas paiknev Kihnu saar. Lähimad mandri-Eesti punktid jäävad ca 24 km kaugusele Pärnu linna alla kuuluva Tõstamaa osavalla territooriumile ja Lääneranna valda. Samuti Pärnu linna koosseisu kuuluv Manija saar jääb lähimast tuulikust ligikaudu 22 km kaugusele. Seega ainuke tuulepargi 20 km mõjualas²⁸⁵ olev kohalik omavalitsus on Kihnu vald. Kihnu.ee andmetel on valla pindala 16,9 km² ja seisuga 01.01.2024 on vallas 686 elanikku.

KOHALIK ETTEVÕTLUS

Maksu- ja tolliameti andmetel on suurim tööandja Kihnu vallas Kihnu vallavalitsus, mis annab tööd ligi 60 inimesele sh Kihnu kooli töötajad. Ettevõtetest on suurim AS Kihnu Veeteed, kus töötab ligi 50 inimest, kuid kõik töötajad ei ole Kihnu valla elanikud, kuna ettevõtte opereerib ka teistel liinidel peale Kihnu. Kõikides muudes valdkondades on nii ettevõtete kui töötajate arv alla 10 (tabel 4.3-3).

Tabel 4.3-3. Kihnu vallas tegutsevate ettevõtete tegevusvaldkonnad ja töötajate arv 31.01.24 (andmed: Maksu- ja tolliamet)

Ettevõtte peamine tegevusvaldkond	Ettevõtete arv	Töötajate arv
Ehitus	8	9
Põllumajandus, metsamajandus ja kalapüük	3	3
Kinnisvaraala tegevus	2	1
Hulgi- ja jaekaubandus; mootorsõidukite ja mootorrataste remont	6	3
Töötlev tööstus	3	8
Kutse-, teadus- ja tehnikaala tegevus	6	7
Majutus ja toitlustus	6	5
Haldus- ja abitegevused	3	2

²⁸⁵ Keskkonnatasude seaduse § 21² lg 7 kohaselt on meretuulepargi mõjuala piirkond, mis ulatub meres paiknevast tuuleelektrijaama torni keskpunktist kuni 20 kilomeetri kaugusele.

Ettevõtte peamine tegevusvaldkond	Ettevõtete arv	Töötajate arv
Veondus ja laondus	3	50
Kokku	66	88

SOTSIAALNE KAPITAL

Saarte, nagu ka Kihnu eripäraks on kogukondlik elulaad ehk tugev sotsiaalne kapital²⁸⁶, millega tuleb nii suure projekti, nagu meretuulepark arendamisel vältimatult arvestada. Uuringud mujal ja praktika Eestis on näidanud, et tuuleparkide kavandamine igal juhul suurendab sotsiaalset kapitali, kuna nii vastuseisuks kui toetuseks koondutakse, luuakse kogukondades uusi suhteid või lausa uusi mittetulundusühinguid. Olemasolev sotsiaalne kapital hõlbustab suhtlust ja teabe jagamist, projekti eesmärkide ja mõjude selgitamist, dialoogi pidamist võimalike murede lahendamiseks ja leevendusmeetmete väljatöötamiseks.

2023. aasta oktoobris viis Kantar-Emor läbi tuuleparkide meelsusuuringu Kihnu ja Ruhnu vallas (lisa 3.20). Uuringus osales Kihnu vallast 186 vastajat, kellest Kihnu püsielanikud moodustasid enamuse. Kihnu elanikest 41% suhtusid meretuuleparkide rajamisse positiivselt või pigem positiivselt, negatiivselt või pigem negatiivselt suhtujaid oli 38%. Ligi veerand Kihnu elanikest on neutraalsel seisukohal. Kihnu elanikud näevad meretuuleparki majandusliku tuluallikana vallale, mida usub enam kui pool vastanutest.

Negatiivsete mõjude osas muretsevad Kihnu elanikud kõige rohkem meretuulepargi mõju pärast merekeskkonnale ja linnustikule (72%) ning kalavarude vähenemise ja kalanduse kitsenduste pärast (67%). Müra, vibratsiooni ning keskkonnamõjude pärast tuulepargi eluea lõppedes tunneb muret ligi 40% vastanutest.

Juhtumiuuringud mujal kui ka Eesti kogemus näitab, et kogukonna meelsust kujundab paljuski kaasamisstrateegia. Utilitas Wind OÜ on alates 2022. aastast aktiivselt suhelnud Kihnu saare kogukonnaga. Lisaks KeHJS ette nähtud KMH programmi avalikele aruteludele on Saare-Liivi meretuulepargi arendust tutvustatud Kihnu vallavolikogule (25.04.2022) ja Kihnu merepäevadel (08.07.2022), Saare-Liivi meretuulepargi arenduse hetkeseisu on Kihnus käidud tutvustamas 04.03.2023, 18.11.2023 ja 23.11.2024. Saare-Liivi meretuulepargi uuringutest on räägitud keskkonnasaates „Jälg“ (13.10.2022 ja 21.09.2023) ja telesaates Osoon 31 hooaja, 1088. saates²⁸⁷. 14.06.2024 paigaldati lüümik Kihnu tuletorni juurde, mis võimaldab kõigil huvilistel saada ettekujutuse, kuidas tuulepark merel välja näeks.

Saare-Liivi tuulepargi arendamisega seoses on Utilitas Wind OÜ ja Kihnu Elav Pärimus MTÜ vahel sõlmitud koostööleping, mille eesmärk on kogukondlike arendustegevuste võimestamine, et tagada Kihnu kultuuripärandi kestlikkus. Looduskeskkonna muutused, nagu kalavarude vähenemine, merereostus ja traditsioonilise kalapüügi hääbumine, on tekitanud muret kogukonnas. Seetõttu on oluline keskenduda keskkonna hoidmisele ning traditsioonilise elulaadi säilitamisele, luues samas uusi elatusvõimalusi, mis toetaksid Kihnu keele ja kultuuri kestlikkust.

²⁸⁶ Sotsiaalne kapital viitab inimeste vahelistele suhetele ja võrgustikele, mis hõlbustavad koostööd ja usaldust ning aitavad kogukondadel ja ühiskondadel tõhusamalt toimida. See ei ole materiaalne vara, vaid pigem ressurss, mis põhineb sotsiaalsetel suhetel, normidel ja vastastikusel usaldusel. Sotsiaalse kapitali kaudu saavad inimesed üheskoos saavutada eesmärke, mida üksi oleks raskem ellu viia.

²⁸⁷ <https://jupiter.err.ee/1608768781/osoos>

2024. aastal on MTÜ Kihnu Elav Pärinus algatanud mitmeid projekte, et edendada kogukonda ja säilitada kultuuripärandit:

- Esseekonkursi „Mida teha miljoniga?“ seminar – parimad ideed, mis keskendusid Kihnu isemajandavaks muutmisele, insenerialaste teadmiste arendamisele ja kohaliku elukvaliteedi tõstmisele, said avaldatud ning premeeritud.
- Visioonikonverents „Mida teha miljoniga?“ 25.05.2024 ja arutelud – arutati tuulikutasu kasutamist ning tehti ettepanekuid, sh tasuta elektri pakkumine kihnlastele, loodushariduskeskuse loomine ning kohaliku tööhõive suurendamine.
- Loodushariduskeskuse projekt – kavandatakse looduse ja kultuuripärandi seire- ja õppekompleksi rajamist, kus saaks läbi viia teadustööd, haridusprogramme ja kultuurisündmusi. Keskuse rajamise esimesi samme saab alustada 2025. aastal.
- Kihnu kunstilaager ja näitused – edendatakse saare visuaalset identiteeti ja kultuuri, tuues esile naivistlikku kunsti ja tuuleveskeid.
- Kihnu oma elektrisõiduki projekt – visioon uuenduslikust elektrisõidukist, mis toetab jätkusuutlikkust ja tehnoloogia arengut, on juba jõudnud esialgsete kavanditeni.
- Kultuuripärandi ja tuuleparkide mõju uurimine – Tartu Ülikooli ja UNESCO algatused käsitlevad kultuuripärandi kestlikkust muutavas keskkonnas, pöörates tähelepanu ka sotsiaalsele vastupidavusele.

Seega on Kihnus kogukond näinud meretuulepargis ühte võimalust saare kultuuripärandi ja elujõu toetamiseks. Kihnu on näide sellest, kuidas sotsiaalne kapital on aidanud kogukonda mobiliseerida tuulepargist saadava kasu maksimeerimiseks, isegi kui tuulepargis loodavad otsesed töökohad ja taristu Kihnut otseselt ei mõjuta.

ELEKTRIVARUSTUS

Pärnu maakonnaplaneeringus on seatud tingimus, et *„oluline on tuulikute elektrikaablite asukohad lahendada selliselt, et paraneb ka Kihnu jaotusvõrgu ühenduse kvaliteet põhivõrguga. Elektrienergia kvaliteedi hindamise ja parandamise vajaduse väljaselgitamiseks on eelnevalt vajalik läbi viia sotsiaalmajanduslik analüüs“*.

Elektrilevi OÜ poolt 2024. A koostatud Kihnu saare elektrivõrgu ülevaate (lisa 3.21) kohaselt on Kihnu elektrivarustus tagatud kahe 10 kV fiidri kaudu: Kõpu – Pootsi ja Tõstamaa – Liu. Normaallahutuspunkt paikneb Pootsi lahutuspunktis. Kõpu ja Tõstamaa alajaamad on põhivõrguga ühendatud 35 kV liinide kaudu, tagades kõrge töökindluse kuni Pootsi lahutuspunktini. Kihnu ja mandri elektrivõrk koosneb peamiselt õhuliinidest, millest enamik asub metsasel alal. Rikete peamiseks põhjuseks on puude või okste langemine liinidele, eriti Kõpu–Pootsi fiidri mandri osas, kus paljasjuhtmelised A-35 liinid suurendavad rikkeohtu. Suurim risk Kihnu varustuskindlusele on Pootsi – Lao 10 kV õhuliin, mille rike katkestab kogu saare elektrivarustuse.

Merekaabel, mis ühendab Kihnut mandriga, on tehniliselt heas seisukorras ja omab hinnanguliselt veel vähemalt 15 aastat eluiga. Kihnu sisemine elektrivõrk on madalpinge osas renoveeritud, kuid keskpingevõrgu osas vajab arendust, sealhulgas kaugjuhitavate jaotuspunktide rajamist, mis võimaldaks rikked kiiremini lokaliseerida.

Saare-Liivi meretuulepargi elektriühendus kavandatakse 220–330 kV kaablite kaudu Audruni, kuhu rajatakse uus alajaam. Projekti raames projekteeritakse ümber Elektrilevi Pootsi – Lao 10 kV õhuliin maakaabelliiniks, samuti uuendatakse 6,5 km ulatuses õhuliine Põldeotsa ja Lao külades. Seega võib öelda, et paraneb ka Kihnu jaotusvõrgu ühenduse kvaliteet põhivõrguga.

Elektrilevi perspektiivplaan näeb ette õhuliinide asendamist isoleeritud juhtmetega, mis parandaks varustuskindlust ja võimaldaks suuremat koormust. Samuti kavandatakse kaugjuhitavate lülituspunktide paigaldamist ning Vetiku, Lumiste ja Jõnnu alajaamade automatiseerimist, et rikked saaks operatiivselt lokaliseerida. Lisaks planeeritakse haruliinide kaotamist ja ringvõrgu suurendamist, mis tagaks rikete korral mitmekülgsema toitevõimaluse. Need tööd ei ole otseselt seotud Saare-Liivi meretuulepargiga, vaid kuuluvad Elektrilevi üldiste arenduste hulka.

KINNISVARA VÄÄRTUS

Üks tuuleparkidega seotud negatiivsetest ootustest on selle võimalik mõju kinnisvara väärtusele. Eelkõige on see seotud maismaatuuleparkidega, kuid kardetakse, et ka meretuulepargist tingitud merevaate muutumine või müra võib mõjuda negatiivselt eluhoonetega kinnistute hinnale. Juhtumiuuringud nii Euroopas kui Ameerika Ühendriikides näitavad siiski, et tuuleparkide mõju kinnisvara hindadele on väike või puudub. Üldiselt on kinnisvara hinnad palju tundlikumad makromajanduslike tingimuste kui meretuuleparkide olemasolu suhtes.

2024. aastal tehtud uuringus leidsid Guo jt, et nähtavate tuulikute lähedal (kuni 10 km) asuvate majade väärtus väheneb keskmiselt vaid 1%. Väärtuse langus saavutab tipu kolm aastat pärast tuulikute paigaldamist, kuid mõju hajub aja ja kauguse suurenedes. Kui tuulik asub üle 10 km kaugusel või on paigaldamisest möödunud vähemalt seitse aastat, muutub mõju kinnisvara väärtusele tühiseks.²⁸⁸

Taanis viidi 2018. aastal läbi ulatuslik uuring, mis analüüsis tuuleparkide mõju elamu- ja puhkekinnisvara hindadele. Uuring hõlmas Nystedi (2,2 miili rannikust) ja Rødsandi (5,6 miili rannikust) meretuuleparke. Kumbki tuulepark ei mõjutanud kinnisvarahindu (Nielsen jt, 2016²⁸⁹).

Kihnu on kinnisvaraturu aktiivsuse poolest tüüpiline maapiirkond, kus ostu-müügi tehinguid eluhoonetega hoonestatud kinnistutega tehakse pigem harva. Maa-ameti kinnisvaratehingute andmebaasi järgi tehakse Kihnus eluhoonetega hoonestatud kinnistutega keskmiselt 2,6 tehingut aastas²⁹⁰.

Saare-Liivi tuulepark jääb Kihnu saarest läände ja on vaadeldav eelkõige läänerannikult. Suurim küla Kihnu lääneosas on Linaküla, aga selle elamud paiknevad valdavalt 400-500 m kaugusel rannajoonest ja on varjatud metsa või puudesaludega. Nähtavuse kaardi põhjal (joonis 4.1-2) võivad tuulikud seal vaadettesse ilmuda vaid üksikutes lagedamates kohtades. Uue asustuse teket rannale piirab 200 m laiune ehituskeeluvöönd ja Kihnu hoiuala oma kaitstavate elupaikadega. Ainuke otse rannal asuv elamu on Liivamäe kinnistul.

Välismüra hinnangu alusel ei ole maismaal meretuulepargi rajamisega kaasnevana oodata olulist ebasoodsat müra mõju, kõik müra väärtused jäävad väga konservatiivse hinnangu alusel tugevalt allapoole normväärtusi (vt ptk 4.2).

Seega, arvestades visuaalse mõju ja müra hinnanguid, teaduskirjanduses väljatoodut, kõnealuse piirkonna kinnisvaraturu olemust ning juba olemasolevaid looduskaitselisi piiranguid, ei ole eeldada, et kavandatav meretuulepark mõjutaks negatiivselt eluhoonetega hoonestatud kinnistute väärtust piirkonnas.

²⁸⁸ <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2309372121>

²⁸⁹ Nielsen, A. S., Dalsgaard, M., Karup, J., Panduro, T. E., Jensen, C. U., Thomas, L., Jellesmark, T. B. *Analyse af vindmøllers påvirkning på priser på beboelsesejendomme*, 2016.
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/vindmoeller_paavirkning_priser_beboelsesejendomme.pdf

²⁹⁰ <https://www.maaamet.ee/kinnisvara/htraru/>, külastatud 16.12.24

4.3.4. Mõju turismile

Levinud arusaama kohaselt käsitletakse turiste ja puhkemajanduslikke külastajaid sageli ühetaolise rühmana, kes väärtustavad eelkõige loodusliku meremaastiku ilu. Sellest lähtuvalt arvatakse sageli, et meremaastike muutumine meretuuleparkide tõttu võib turismi negatiivselt mõjutada. Tegelikkuses on rannikuäärne turism aga palju mitmekesisem, hõlmates tegevusi nagu puhkus, kultuurielamused, kalapüük, paadisõit, purjetamine, vabaõhutegevused, kogukonnaüritused, kulinaarsed avastused, muusikaüritused jmt.

Kihnu saare kui turismi sihtkoha peamiseks väärtuseks on siinsed kultuurilised iseärasused. Kihnu kultuuriruum on kantud 2003. aastal UNESCO suulise ja vaimse kultuuripärandi nimekirja. Kultuuriruum on ainulaadne Läänemere geograafilises lähiümbruses, selle silmatorkavaks omapäraks on Kihnu ja Manija saarel valitsev kogukondlik elulaad, mitmekesised kultuuritavad, kihnu keel ja looduskeskkond. Lisaks oma keelele, kuuluvad nende hulka paljud kombed – igapäevane rahvariiete kandmine, rahvalike- ja regilaulude laulmine, rahvakalendri ja muude tähtpäevade tähistamine, traditsioonilised elatusalad ja mitmete muude tavade järgimine. Nii Pärnu turismistrateegia 2025²⁹¹, Kihnu valla arengukava 2023-2037²⁹² kui Kihnu valla turismiarengukava 2020-2025²⁹³ näevad Kihnus potentsiaali eelkõige loodusturismil koos Kihnu kultuuriruumiga.

Turismi peetakse Kihnu jaoks väga oluliseks tegevusalaks, kuigi otseselt turismis hõivatuid on saarel vähe. Maksu- ja Tolliamet 2024. aasta III kvartali andmetel oli Kihnu vallas 9 majutuse ja toitlustuse valdkonna ettevõtet kokku 15 töötajaga.

Eestis läbiviidud meelsusuuringud^{294;295;296} näitavad, et valdav osa inimesi suhtub meretuuleparkidesse positiivselt ja külastab huviväärsusi sõltumata meretuulepargi olemasolust. Mahukas uuringus meretuuleparkide mõjust turismile ja rekreatsioonile, mis võtab kokku nii Ameerika Ühendriikide kui Euroopa kogemused meretuuleparkidega, leitakse, et meretuuleparkidel on üldiselt pigem väheoluline või positiivne mõju turismile, olles osa taastuenergia ülemineku laiemast kontekstist (Glasson, J. jt, 2021²⁹⁷). Ka Kihnu saare puhul ei ole tõenäoline, et saare atraktiivsus turismisihtkohana võiks meretuulepargi rajamise tõttu väheneda, kuna saare külastamise esmaseks eesmärgiks ei ole rannaturism, vaid Kihnu kultuur, mis säilib samal määral ka pärast meretuulepargi rajamist. Lähimateks rannaturismi sihtkohtadeks on Pärnu rand ja Valgeranna rand, mis jäävad aga Saare-Liivi meretuulepargi nähtavusalaist välja. Pärnu linna majutus- ja toitlustussektorile mõjuks tuulepargi ehitus- ja käitamisfaas (kokku ligi 35 aastat) positiivselt, kuna kasvab meretuulepargiga seotud ärituristide hulk.

Liivi laht on atraktiivne piirkond mereturismiks, mida toetab sobilike vahemaadega väikesadamate võrgustik. Kihnu ja Ruhnu väikesadamad on kõige enam külastatavad väikesadamad Liivi lahes. Igal suvel külastab neid ligi 600 alust (joonis 4.3-5).

²⁹¹ https://parnu.ee/failid/arengukavad/P2rnu_turismistrateegia2025.pdf

²⁹² <https://www.riigiteataja.ee/aktiis/4060/4201/7035/Lisa.pdf#>

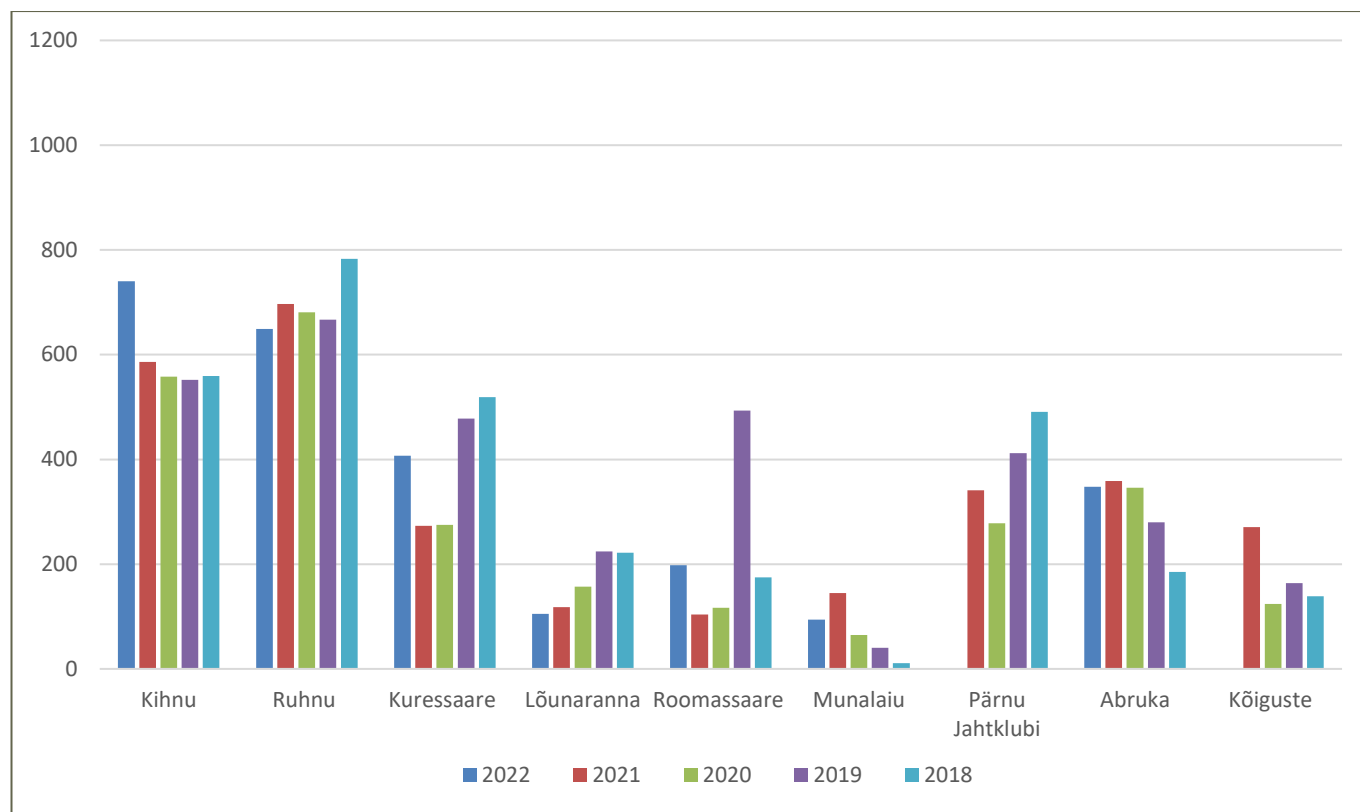
²⁹³ <https://kihnu.ee/documents/5492060/13386004/lisa1.pdf/d92f05cd-6597-4e92-bfa2-a8a0472ae787>

²⁹⁴ <https://mkm.ee/energeetika-ja-maavarad/analusid-ja-uuringud#taastuenergia>

²⁹⁵ <https://parnu.postimees.ee/7662364/uuringu-jargi-suhtuvad-inimesed-tuuleparkidesse-heakskiitvalt>

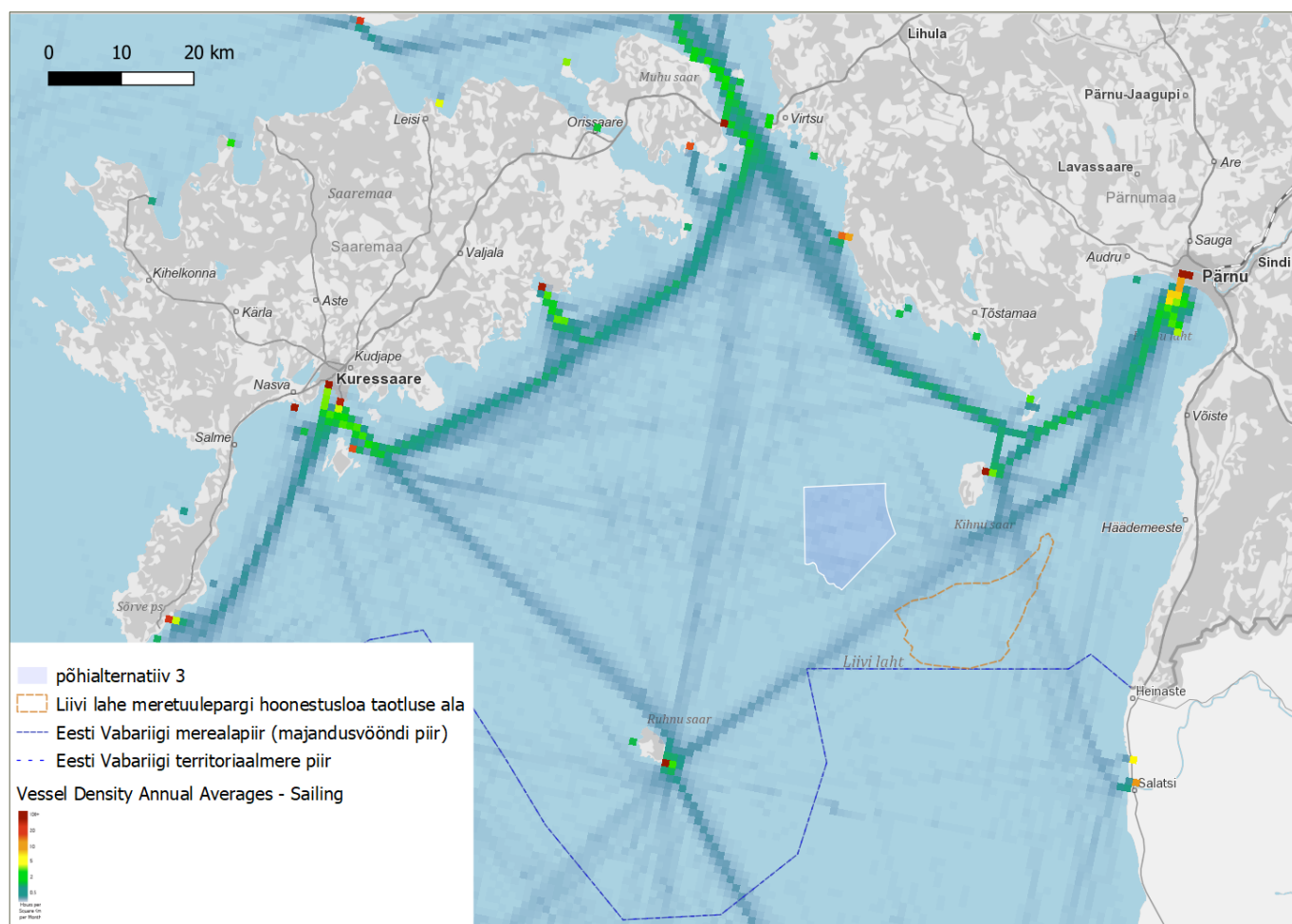
²⁹⁶ <https://www.utilitas.ee/uuring-meretuuleparkide-rajamise-toetus-est-elanike-seas-on-vaga-korge/>

²⁹⁷ <https://group.vattenfall.com/uk/contentassets/c66251dd969a437c878b5fec736c32aa/tourism-impact-of-offshore-wind-farms---final-report---jg-300921.pdf>



Joonis 4.3-5. Liivi lahe väikesadamaid külastanud aluste arv 2018-2022 (allikas: Transpordiamet)

Joonisel 4.3-6 on esitatud peamised purjetamisteed Liivi lahel. Ruhnu sadamast Kihnu ja Pärnu sadamatesse liigutakse Saare-Liivi meretuulepargist kagust ja tuulepark ei muuda purjetamisteedkonda. Otseselt meretuulepargis ja selle vahetus läheduses ei ole hobipurjetamine mõistlik eeskätt purjetajate endi ohutuse huvides, kuna tuuleolud tuulepargis ja tuulikute vahetus läheduses võivad olla tavapärasest erinevad.



Joonis 4.3-6. Valdavad purjetamissuunad liivi lahel AIS andmetel

Juurdepääs meretuuleparkidesse on erinevates riikides reguleeritud erinevalt. Näiteks Suurbritannias ja Taanis on tuulepargid avatud nii kaubanduslikuks kui ka harrastustegevuseks, ilma erinõueteta aluste varustuse suhtes või piiranguteta aluste suurusele. Poolas on aluste suuruse piirang 50 meetrit ning tuulikute ümber on kehtestatud 100 meetrine ohutustsoon. Hollandis kehtivad juurdepääsutingimused, näiteks harrastusalustel peab olema AIS vastuvõtja; juurdepääs on lubatud ainult päevavalgel ning aluste maksimaalne pikkus võib olla 24 meetrit.²⁹⁸ Eestis ei ole vastavaid regulatsioone ja praktikat välja kujunenud, kuid eeldatavasti on kokkuleppel meretuulepargi omanikuga tuulepargi külastamine turismi eesmärkidel võimalik.

4.3.5. Keskkonnameetmed

KALAPÜÜK

Keskkonnatasude seadus § 55⁴ lg 1 näeb ette, et kalandusettevõtjal on tõendatud juhul tuuleelektrijaama mõjualas tuuleelektrijaamast põhjustatud kalasaagi vähenemisel õigus saada hüvitist riigile laekunud tuuleenergiast elektrienergia tootmise tasu arvelt. Kalandusettevõtja peab esitama avalduse hüvitise saamiseks eelmise kalendriaasta eest sellele järgneva aasta 31. märtsiks Keskkonnainvesteeringute Keskusele, kes maksab kalandusettevõtjale hüvitise taotluse esitamise aasta 1. septembriks. Hüvitise

²⁹⁸ <https://group.vattenfall.com/uk/contentassets/c66251dd969a437c878b5fec736c32aa/tourism-impact-of-offshore-wind-farms---final-report---jg-300921.pdf>

saamiseks on vaja tõendada, et tuuleparkide ehitamine ja töötamine tõepoolest avaldab mõju kalasaagikusele. Kalandusettevõtja hüvitise suurus tuuleelektrijaama kohta on kümme protsenti meres paikneva tuuleelektrijaama tuuleenergiast elektrienergia tootmise tasust..

Ühenduskaablite rajamisel on soovitatav ajastada see väljapoole rannapüügi hooaega või kokku leppida püügiloa omanikega tööde teostamise aeg sellisena, et see häiriks rannapüüki võimalikult vähe.

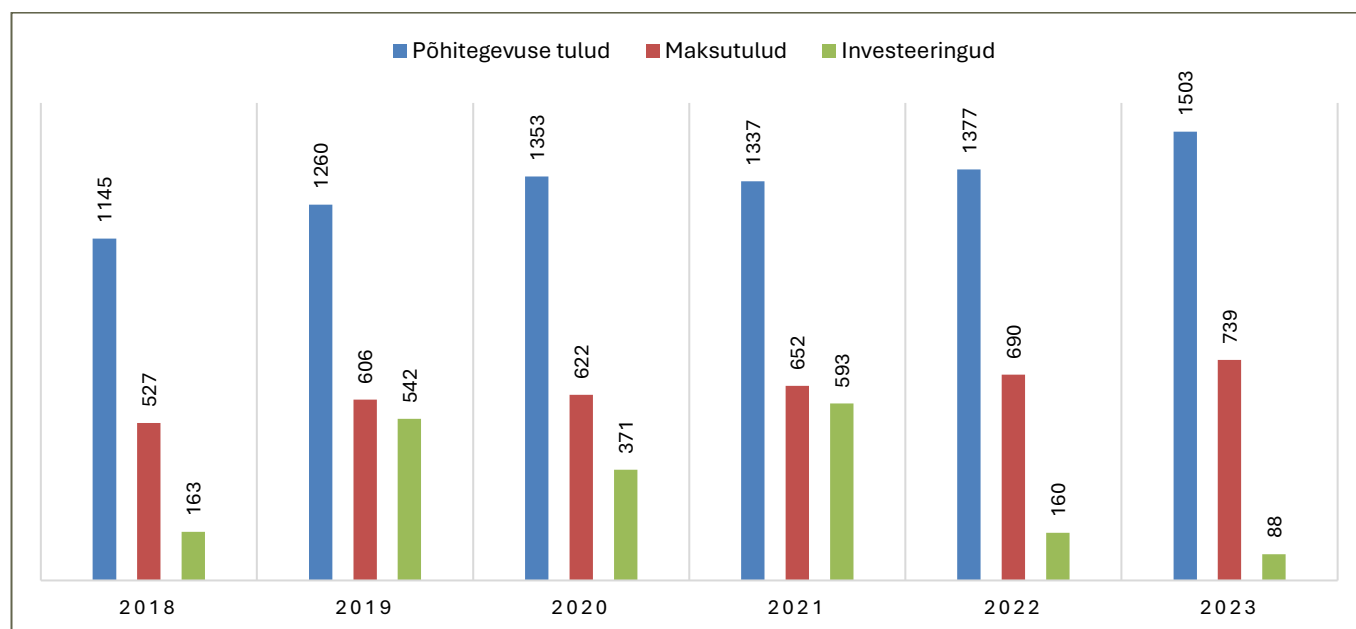
KOHALIK KASU

Keskkonnatasude seaduse alusel makstakse tuulepargi poolt keskkonnahäiringu tekitamisel keskkonnahäiringu hüvitamise tasu ehk tuuleenergiast elektrienergia tootmise tasu. Meres paikneva tuuleelektrijaama tuuleenergiast elektrienergia tootmise tasu tuleb kanda kohaliku omavalitsuse üksusele, mis asub meretuulepargi mõjualas. Meretuulepargi mõjuala on Eesti piirkond, mis ulatub meres paiknevast tuuleelektrijaama torni keskpunktist kuni 20 kilomeetri kaugusele. Saare-Liivi tuulepargi puhul kuulub kogu tasu Kihnu vallale.

Tuuleenergiast elektrienergia tootmise tasu määr on 0,5 protsenti järgmise kahe näitaja korrutisest: 1) tuuleelektrijaama kvartalis toodetud elektrienergia kogus megavatt-tundides, kuid mitte vähem kui 70 protsenti tuuleelektrijaama nimivõimsusest korrutatuna 1000-ga; 2) vastava kvartali Eesti hinnapiirkonna järgmise päeva turu elektrienergia aritmeetiline keskmine börsihind.

Kihnu vallale makstava tuuliku- ehk taluvustasu suurus on ca 2,0 miljonit eurot aastas (st 0,5% eeldatavast müügitulust, viimane on leitud prognoositud müügiimahtude ja 80 €/MWh suuruse elektrihinna eeldusel), mis on suurem kui valla maksutulud²⁹⁹.

Prognoositud taluvustasu olulisust Kihnu valla eelarve kontekstis saab hinnata järgnevalt toodud joonise 4.3-7 alusel.



Joonis 4.3-7. Kihnu valla põhitegevuse tulud, maksutulud ja investeeringud 2018-2023, tuhat eurot. Allikad: Kihnu valla eelarved ja Statistikaamet

²⁹⁹ Statistikaameti andmetel 690 tuhat eurot 2022. aastal.

Täiendavalt saab välja tuua, et Kihnu valla võlakohustus 2023. aasta lõpu seisuga oli ca 273 tuhat eurot. Taluvustasu võimaldab tagasi maksta näiteks kogu võla või koos Kihnu valla täiendava laenuga (võlg ei ole suur, moodustades suhtena põhitegevuse tuludesse 22%) teostada kiirema tempoga vajalikke investeeringuid.

4.3.6. Kokkuvõte

Kavandatava Saare-Liivi meretuulepargi mõju erinevatele sotsiaal-majanduslikele aspektidele ja nende mõju olulisus on kokku võetud alljärgnevas tabelis 4.3-8.

Tabel 4.3-8. Saare-Liivi tuulepargi kavandamisega kaasnev mõju ja selle olulisus

Kaasnev tagajärg/mõju	Mõju olulisus
Mõju majandusele	
- SKP	+
- Tööhõive	+
Mõju Kihnu vallale	
- Kohalik kasu	+
- Kinnisvara väärtus	0
- Elektrivarustus	0
- Kultuuripärand	0
Mõju kalandusele	
- Mõju rannapüügile	0
- Mõju traalipüügile	0
Mõju turismile	
- Kultuuriturism	0
- Mereturism (senini toimunud, purjetamine, paadi sõit jms)	0
- Äriturism	+

KMH aruandes kasutatav olulise keskkonnamõju skaala: - vähene negatiivne mõju, -- oluline negatiivne mõju, 0 - mõju puudub, neutraalne, + vähene positiivne mõju, ++ oluline positiivne mõju

4.3.7. Kumulatiivsed mõjud

Kuna Saare-Liivi ja Liivi lahe meretuuleparkide sotsiaal-majanduslike mõjusid on hinnatud erinevate meetodikate ja eelduste alusel, ei ole koosmõju enamasti võimalik hinnata. Näiteks ei ole Liivi lahe meretuulepargi KMH aruande avalikustamise eelses versioonis välja toodud, kuidas toimub tuulepargi opereerimine ja kus hakkab paiknema hooldussadam (millega on seotud mh lisanduvad potentsiaalsed töökohad). Kalanduse osas on Liivi lahe meretuulepargi KMH aruandes välja toodud, et „kalanduse puhul sõltub lõplik mõju olulisus ka Utilitas Wind OÜ kavandatava Saare-Liivi tuulepargi täpsest paiknemisest ja suurusest ning kahe tuulepargi võimalikust koosmõjust, kuna tegemist on suure traalpüügi intensiivsusega alaga”. Nagu joonisel 4.3-4 ilmneb, kattub Saare-Liivi põhialternatiivi 3 ala kalalaevade trajektooriga väga vähesel määral, seevastu on näha, et kalalaevade liikumine toimub Liivi lahe meretuulepargi lõunaosas. Liivi lahe meretuulepargi rajamine kalalaevade liikumist ilmselgelt mõjutab, kuid Liivi lahe meretuulepargi KMH-s mõju traalpüügile hinnatud ei ole.

Keskkonnatasude seaduse alusel makstakse meres paikneva tuuleelektrijaama tuuleenergiast elektrienergia tootmise tasu ehk taluvustasu kohaliku omavalitsuse üksusele, mis asub meretuulepargi

mõjualas. Saare-Liivi tuulepargi puhul kuulub kogu tasu Kihnu vallale, mis panustaks märkimisväärse osa Kihnu valla eelarve tuludesse. Kavandatava Liivi lahe meretuulepargi puhul jaguneb tasu kolme omavalitsusüksuse vahel - Kihnu, Häädemeeste ning Pärnu linn. Taluvustasust suurima osa saab samuti Kihnu vald. Seega on tegemist positiivse mõjuga Kihnu valla eelarvele.

5. Mõju veealusele kultuuripärandile

Käesoleva peatüki aluseks on kolm Nautic Trade OÜ uuringu aruannet (lisa 3.17). Uuringud viisid läbi arheoloogid Ivar Treffner ja Priit Lätti. Analüüsi eesmärk oli selgitada võimalike inimtekkeliste ning arheoloogilist huvi pakkuda võivate objektide olemasolu või puudumine uuringualal. Esmane analüüs toimus Meremöödistuskeskus OÜ poolt loodud lehviksonari andmestiku põhjal, võimalike huvipakkuvate objektide määratud asukohti kõrvutati Transpordiameti Hüdrograafia Infosüsteemis ning Eesti Meremuuseumi vrakiandmebaasis leiduva teabega.

Jätku-uuringuga kontrolliti esmases analüüsis tuvastatud objekte külgvaatesonariga, et selgitada välja nende iseloom (looduslik vs inimtekkeline) ja potentsiaalne kultuuriväärtus. Tuvastatud vrakkide puhul kasutati nende täpsema olemuse (nagu nt laevatüüp, ehitusmaterjal, ehitustehnika jms), võimaliku vanuse ja kultuuriväärtuse määramiseks sukeldumist.

5.1. Mõju muinsuskaitsealustele objektidele, sh vrakid

5.1.1. Alternatiivide käsitus

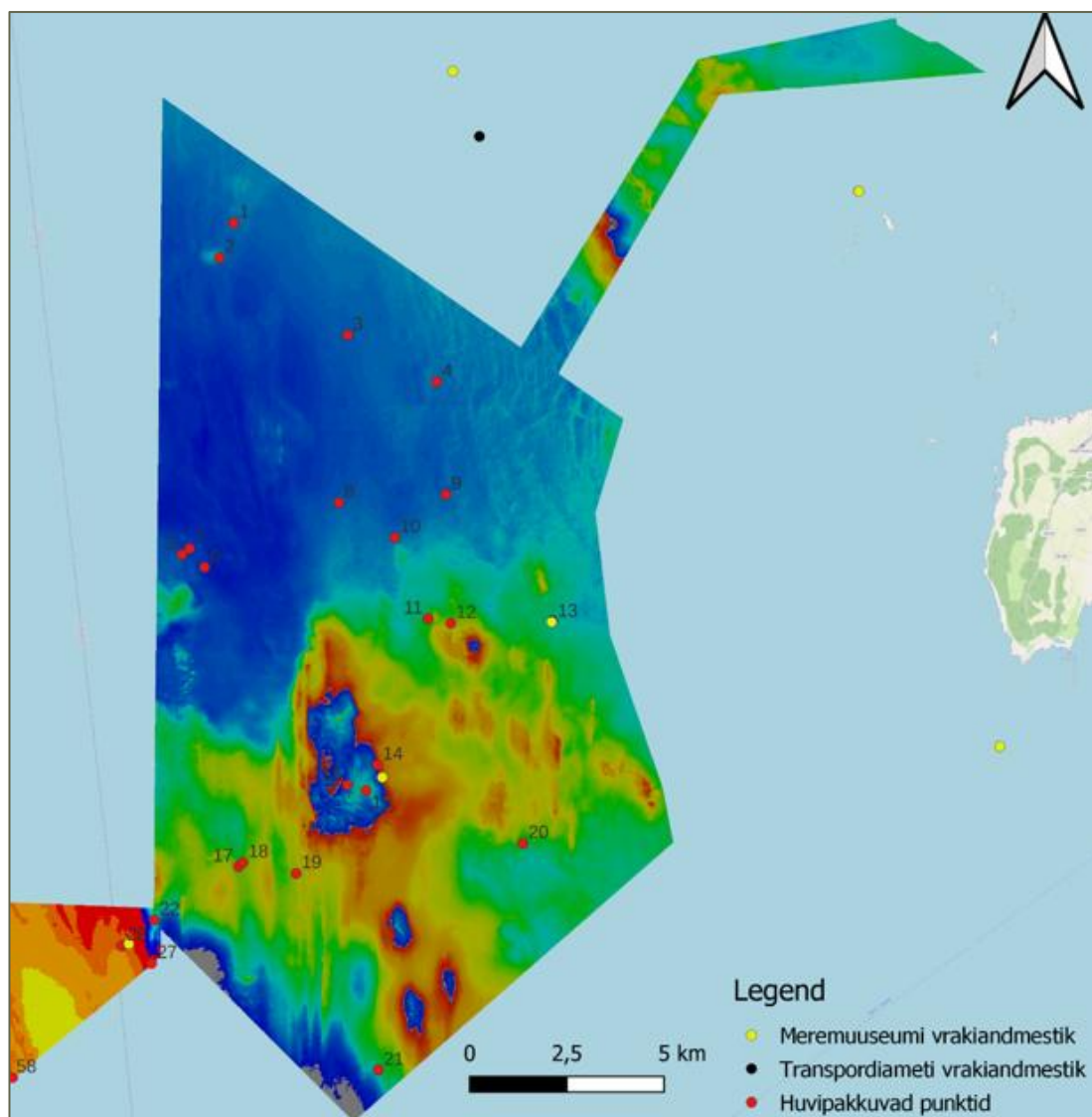
Hinnatavaks ruumiliseks alternatiiviks on põhialternatiiv 3, millega kavandatakse kuni 80 tuulikut, kuid uuringud on teostatud laiemal alal (põhialternatiiv 2). Lisaks vaadatakse teostatud uuringus ühenduskaabli võimalikke asukohti.

5.1.2. Olemasolevad andmed

Teadaolevaid vrakke on põhialal Veeteede Ameti Hüdrograafia Infosüsteemi (HIS) ning Meremuuseumi vrakiandmebaasi põhjal põhialternatiiv 3 piirides kaks: "Sivutš" ja "Nimetu-560". Nimetu 536 asub võimalikest ühenduskaablitest ligi kaudu 1600 m läänes. Ükski vrakkidest ei kuulu kultuurimälestiste hulka.

Kavandatava tuulepargi ala katab Transpordiameti koostatud sonariandmestik, mis on kättesaadav Hüdrograafia Infosüsteemis ning käesoleva analüüsi tarbeks eritellimusel koostatud lehviksonari andmestik.

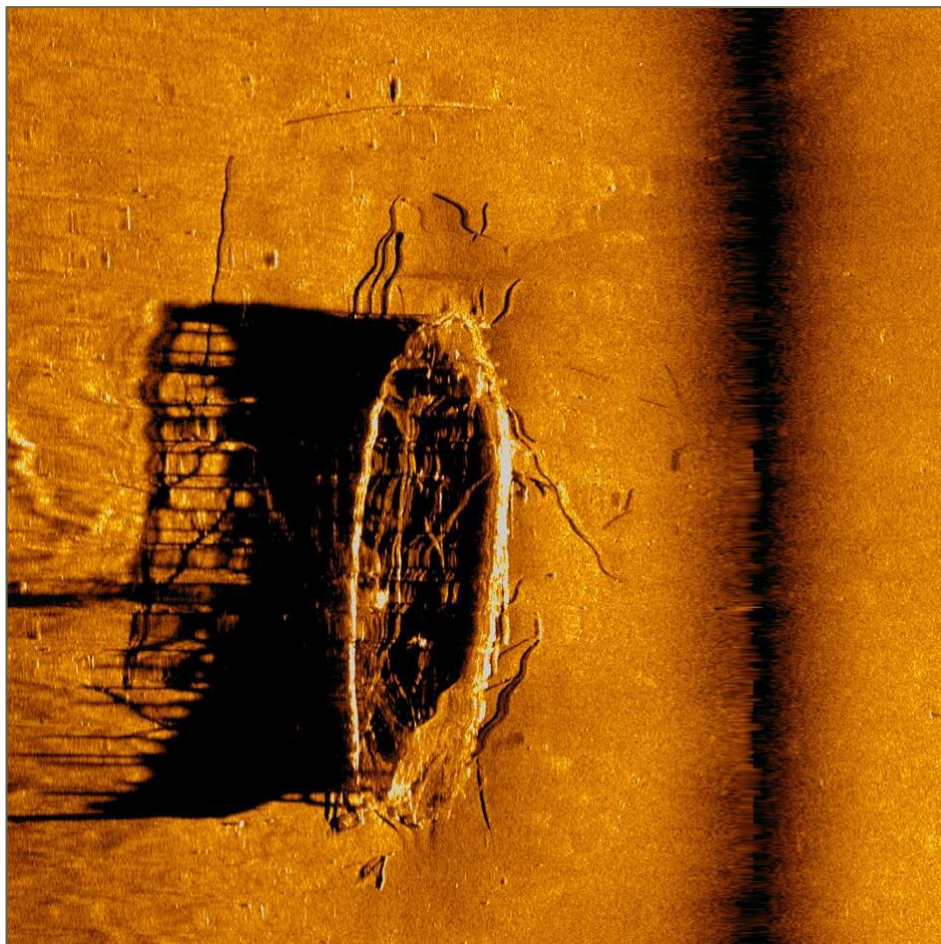
Tuulepargi algse hoonestusloa taotluse ala (põhialternatiiv 2) piires fikseeriti 21 huvipakkuvat objekti (joonis 5-1). Kaheksa objekti puhul ei saanud MBS andmete põhjal kindlalt väita, et tegu ei ole inimtekkelise objektiga, mistõttu kontrolliti neid külgvaatesonariga. Kõikide objektide kirjeldused on toodud lisa 3.17.



Joonis 5-1. Tuulepargi põhiala ning sellel paiknevad vrakid ja huvipakkuvad punktid

Sonaritöö kinnitas, et enamus MBS andmestikult tuvastatud ebaselge iseloomuga objekte olid looduslikud. Potentsiaalne kultuuriväärtus tuvastati põhialternatiiv 2 alale jäävatest objektidest Transpordiameti hüdrograafia infosüsteemis oleva Nimetu-536 (joonisel 5.-1. tähistatud nr 4) puhul, mis on arvatavalt 20. sajandi esimesel kolmandikul ehitatud purjelaev (joonis 5.2.). Vrakk võib omada kultuuriväärtust ja seetõttu tasub planeerida kõik rajatised vrakist vähemalt 300 m kaugusele. Põhialternatiiv 3 ja ühenduskaabli hoonestusala piiridest jääb vrakk välja.

Nimetu-560 (joonisel 5.-1. tähistatud nr 15) puhul on tegu metallist sõjalaeva lammutusjääkidega, mis ei oma eeldatavasti kultuuriväärtust. „Sivutš” on lammutatud, pole arvel mälestisena ja ei oma kultuuriväärtust.



Joonis 5.1-2. Nimetu 536 – arvatav purjelaev

5.1.3. Mõju hindamine

Meretuuleparkide ehitustööd võivad teatud juhtudel mõjutada veealuste kultuurimälestiste säilimist või säilimiskeskonda. Arheoloogilisest vaatest on vrakkidele kõige kahjulikum nende füüsiline kahjustamine, mida tuleks võimalusel vältida. Lisaks füüsilisele kahjustamisele võivad vrakkide seisukorda mõjutada ka muud tegurid nagu vibratsioon, heljumi levik jne.

Muinsuskaitseseaduse³⁰⁰ § 52 lg 6 kohaselt on veealusel mälestisel keelatud ankurdamine, traalimine, süvendamistööde tegemine ja tahkete ainete kaadamine. Mälestise kaitsevööndis ehitamine, sh ajutise ehitise või rajatise püstitamine on lubatud pädeva asutuse loal, samuti tuleb pädevat asutust teavitada ankurdamisest, traalimisest, süvendamisest ja tahkete ainete kaadamisest veealuse mälestise kaitsevööndis. Veealuse mälestise tavapärase kaitsevöönd on 300-400 m.

Saare-Liivi meretuulepargi põhialternatiivi 3 alal, k.a kaablikoridori alal ega kaadamisalal ühtki kultuurimälestist ega mälestise kaitsevööndit, samuti potentsiaalset kultuuriväärtust omavat vrakki teada ei ole. Seega on välistatud nii otsene kui kaudne vrakkide kahjustamine.

Seega, mõju võimalikele veealustele mälestistele või kultuuriväärtustele on neutraalne.

³⁰⁰ Muinsuskaitseseadus, RT I, 07.03.2023, 61

5.1.4. Kokkuvõte

Saare-Liivi meretuulepargi põhialternatiiv 3 alal, k.a kaablikoridori alal ühtki kultuurimälestist ega mälestise kaitsevööndit, samuti potentsiaalset kultuuriväärtust omavat vrakki ei ole. Seega puudub kavandataval tegevusel mõju veealusele kultuuripärandile.

Tabel 5.1-1. Tuulepargi kavandamisega kaasnev mõju ja selle olulisus

Kaasnev tagajärg/mõju	Mõju olulisus	Leevendusmeetmete rakendamise vajadus, lõplik mõju olulisus
Tuulepargi ehitus ja demonteerimine		
Mõju mälestistele	0	
Ühenduskaabli rajamine	0	
Mõju mälestistele		
Tuulepargi opereerimine	0	

KMH aruandes kasutatav olulise keskkonnamõju skaala: - vähene negatiivne mõju, -- oluline negatiivne mõju, 0 - mõju puudub, neutraalne, + vähene positiivne mõju, ++ oluline positiivne mõju

5.1.5. Kumulatiivne mõju

Mõju veealusele kultuuripärandile sõltub väärtuslike objektide olemasolust ja on lokaalse iseloomuga, mistõttu kumulatiivse mõju hindamine ei ole asjakohane.

6. Meretuulepargiga kaasnevad muud mõjud ja aspektid

6.1. Mõju navigatsioonisüsteemidele ning mõju laevaliiklusele ja meresõiduohutusele

Käesoleva peatüki aluseks on Tallinna Tehnikaülikooli Eesti Mereakadeemia 2024. aasta töö „Saare-Liivi meretuulepargi meresõiduohutuse riskianalüüs“, mis kogumahus on esitatud Lisas 3.18. Töö sisaldab metoodikat, olemasoleva laevaliikluse statistikat ja meresõiduintsidentide ajalugu, mõju hinnangut navigeerimis-, side- ja positsioneerimisseadmetele, tuleviku laevaliikluse iseloomustust, riskimodelleerimist ning leevendusmeetmeid.

6.1.1. Alternatiivide käsitus

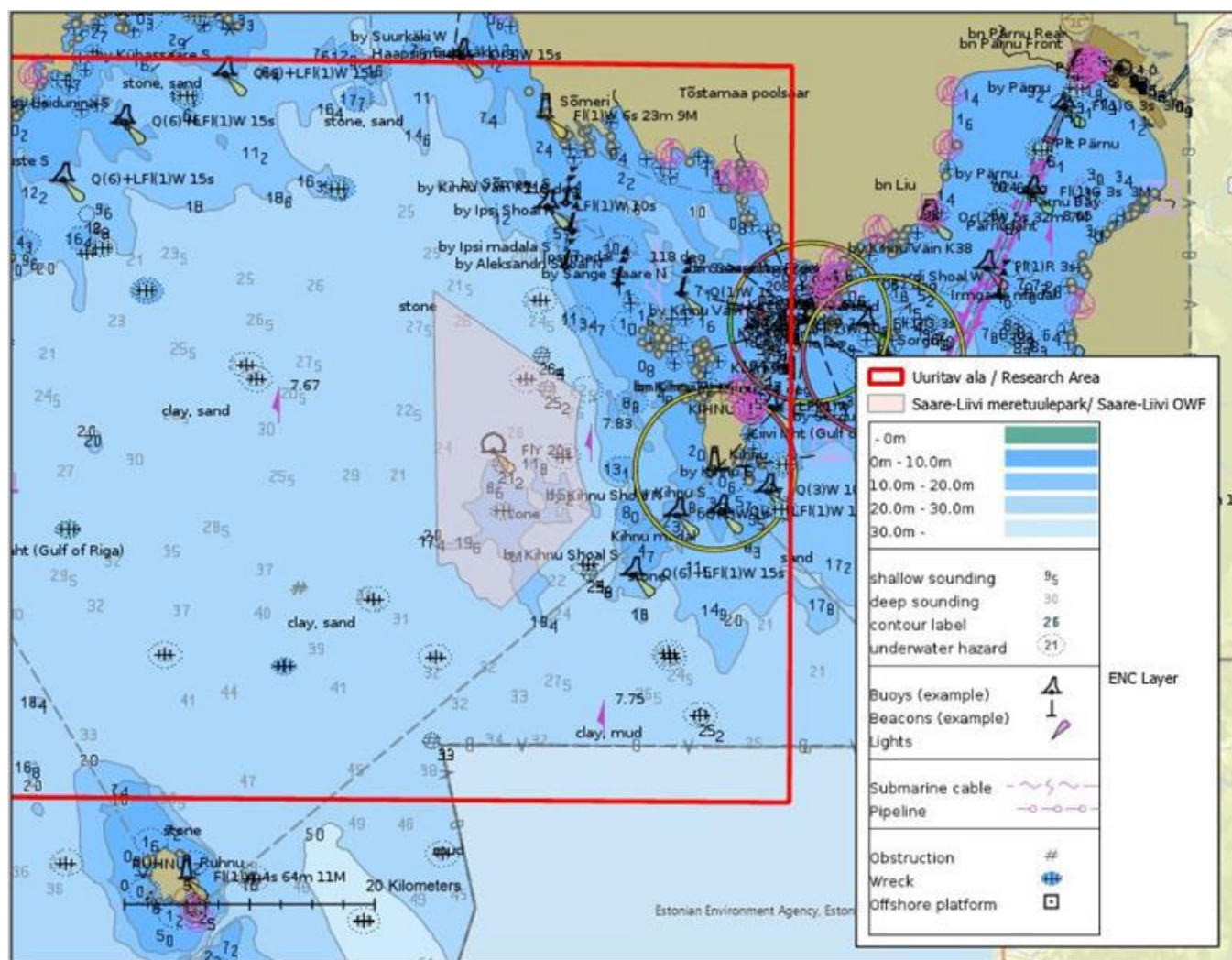
KMH aruandes hinnatavaks ruumiliseks alternatiiviks on põhialternatiiv 3, millega kavandatakse kuni 80 tuulikut. Riskianalüüsis võeti aluseks põhialternatiivi 2 ruumikuju.

6.1.2. Olemasolevad andmed

Saare-Liivi meretuulepargi piirkonnas pole IMO (Rahvusvahelise Mereorganisatsiooni) laevaliikluskorralduse meetmeid. Meretuulepargi läheduses on mitu märgistatud laevateed: Pärnu laevatee, Kihnu sadama laevatee, Kakra Sääre laevatee, Kihnu väina laevatee ja mõned (väike)sadamad (Suaru kalasadam, Kihnu sadam, Munalaiu sadam). Lähim puksiiriteenus laevadele on saadaval Pärnu sadamas, mis asub umbes 29 meremiili kaugusel Saare-Liivi meretuulepargist. Meretuulepargi arenduse lähedal on kolm otsingu- ja päästeteenistuse meeskonda: Pärnu SAR, Kihnu SAR ja Jaagupi SAR.

Meretuulepargi ja ühenduskaabli lähistel pole ühtegi ankurdusala.

Saare-Liivi meretuulepargi ala ja merekaabelliini koridori läheduses on mitu navigatsioonimärki (joonis 6.1-1.), ükski neist ei paikne Saare-Liivi meretuulepargi hoonestusloa alal.



Joonis 6.1-1. Navigatsiooniobjektide asukohad Saare-Liivi meretuulepargi piirkonnas

Liiklustiheduse kaardil (Joonis 6.1-2.) on AIS (automaatse identifitseerimissüsteemi) andmetel eristatavad laevaliikluse koridorid suunaga edel-kirre läbi Liivi lahe keskosa tuulepargi alast läänes, lääne-ida Pärnu sadamast Liivi lahte tuulepargi alast lõunas, loode-kagu tuulepargi alast idas ja põhja-lõuna tuulepargi ala läänepiiril. Hetkel liiguvad laevad antud piirkonnas piiranguteta, valides trajektoore peamiselt kiireima ja ohutuma teekonna alusel. AIS andmete põhjal liiguvad kõige suurema tihedusega koridoril lääne-ida (Pärnu sadam – Liivi laht) peamiselt kaubalaevad). Maksimalne laeva pikkus antud koridoril on 144 m ja süvis 7,3 m.

Meretuulepargi alal on kalalaevade liiklus, mis on seotud peamiselt kalalaevade liikumisega püügi aladele väljaspool kavandatavat tuuleparki. Abilaevade liiklus piirkonnas ei ole aktiivne. Väikelaevade liiklus on aktiivne peamiselt tuulepargist põhja jäävas lääne-ida suunalises koridoris.



Joonis 6.1-2. Laevaliikluse soojuskaart AIS andmete põhjal

6.1.3. Mõju hindamine

Eestis ei ole meretuuleparke ja seetõttu ei ole välja kujunenud praktikat ega loodud regulatsioone, kuid enamasti on mõistlik vältida laevaliiklust meretuulepargis. Juurdepääs meretuuleparkidesse on erinevates riikides reguleeritud erinevalt. Näiteks Suurbritannias ja Taanis on tuulepargid avatud nii kaubanduslikuks kui ka harrastustegevuseks, ilma erinõueteta aluste varustuse suhtes või piiranguteta aluste suurusele. Poolas on aluste suuruse piirang 50 meetrit ning tuulikute ümber on kehtestatud 100 meetrine ohutustsoon. Hollandis kehtivad juurdepääsutingimused, näiteks harrastusalustel peab olema AIS

vastuvõtja; juurdepääs on lubatud ainult päevavalgel ning aluste maksimaalne pikkus võib olla 24 meetrit.³⁰¹

Lähteandmete, kokkupõrgete ja otsasõitude riski modelleerimise ning konsultatsioonide tulemuste põhjal tuvastati Saare-Liivi meretuulepargi võimalik mõju laevandusele ja meresõidule kõikide arendusprojekti etappide ajal (ehituse, kasutuse, hoolduse ja demonteerimise ajal) järgmisena:

- laevade traditsiooniliste marsruutide võimalik nihkumine;
- laevade kokkupõrkeohu teke kolmandate poolte aluste ja meretuulepargi ehituse ning hooldusega seotud laevade vahel;
- tekib oht, et laev sõidab tuulepargi rajatisele otsa (kasutus- ja hooldusetapis);
- kiilualune sügavus väheneb.

Võimalikke tagajärgi hinnati kokkupõrgete ja otsasõitude modelleerimise tulemusi sisendina kasutades, et leida meretuulepargi ehitamise ja olemasolu põhjustatud mõõdetavad tagajärjed inimestele, varale, keskkonnale ja teenustele. Modelleerimise tulemusena tuvastati erinevaid riske (laevade kokkupõrge, madalikule sõit või otsasõit rajatistele), kuid need ei kajasta reaalselt praegust situatsiooni, vaid demonstreerivad olukorda, kus meretuulepargi ehitamise- ja opereerimise etapil ei oleks rakendatud ühtegi tegevust navigatsiooniohutuse tagamiseks. Analüüs näitas, et rakendades meresõidu riskiohje meetmed (vt leevendusmeetmed ptk 6.1.4) viiakse tuvastatud navigatsiooniohud vähemalt ALARP (madalaim mõistlike (riskiohje) meetmetega saavutatav tase) tasemele.

Modelleerimise ja ekspertide konsultatsioonide käigus ei tuvastatud kõrgendatud meresõiduriske Läti territoriaalvetes, seega Saare-Liivi meretuulepark ei tekita negatiivset mõju Läti laevaliiklusele.

Laevade positsioneerimis- ja sidesüsteeme, sh VHF, NAVTEX, raadioside, GPS-vastuvõtjad, mobiiltelefonid, AIS süsteem, laevaradarid, sonarid, seni läbiviidud uuringute alusel meretuulepargid oluliselt ei mõjuta. Samas, Maailma Veetransporditaristu Liidu (PIANC) juhend "*Interaction between offshore wind farms and maritime navigation*" viitab, et mitmed uuringud on näidanud tuuleparkide mõju VHF-signaalile ning soovib tuulepargi valmimise järel tuulepargi raadiosidesüsteemidele ja AISile avaldatava tegeliku mõju tuvastamiseks teha mõõdistused, et kontrollida nõutud levi tagatust ja määrata kindlaks täiendavate rannikuraadiojaamade või AIS-baasjaamade rajamise vajadus.

Saare-Liivi meretuulepargi mõjusid jää rüüstumisele ja triivimisele Liivi lahes sh laevateedel on kirjeldatud ptk 3.1.3. Rüisjää kujutab endast takistust laevaliiklusele. Liivi lahe jäämurdetöid teostab peamiselt Riigilaevastiku mitmeotstarbeline laev EVA-316. Jäämurdja loob liikudes kanali, mille kaudu saavad liikuda teised laevad. Ekspertide arvamusel puuduvad olulisemad jäämurdega seotud riskid antud piirkonnas. Väga külmal talvel võib tekkida vajadus jäämurdja sagedasemaks kasutamiseks.

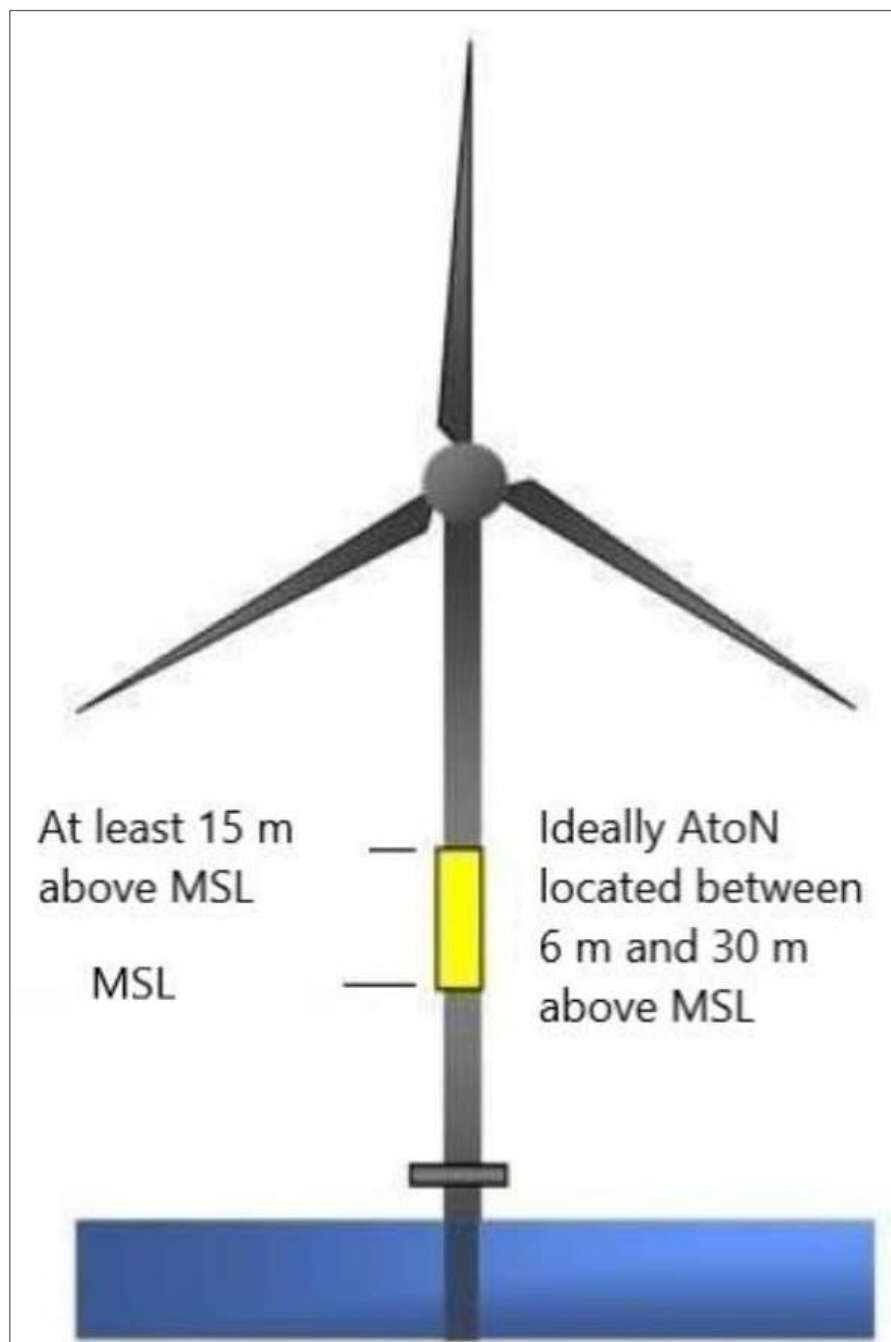
6.1.4. Leevendusmeetmed

Saare-Liivi meretuulepargi piirkonnas on koostöös Transpordiametiga soovitatav luua laevaliikluse korraldamise süsteem aktiivseks liikluse koordineerimiseks. Kauba- ja väikelaevadele tuleb jagada mereohutuse lisateavet avamere tuulepargi ehitamise ja opereerimise osas ning piirangualad tuleb selgelt eristada (nt tähistada) kokkupõrgete ja otsasõitude riski vähendamiseks. Tuleb projekteerida ning

³⁰¹ <https://group.vattenfall.com/uk/contentassets/c66251dd969a437c878b5fec736c32aa/tourism-impact-of-offshore-wind-farms---final-report----jg-300921.pdf>

paigaldada navigatsioonimärgid vastavalt projekti väljaehitamise etapile (ehitus, opereerimine) ning välja töötada ja rakendada sobiv hooldusprogramm navigatsioonimärkide kavandatud kasutusajaks.

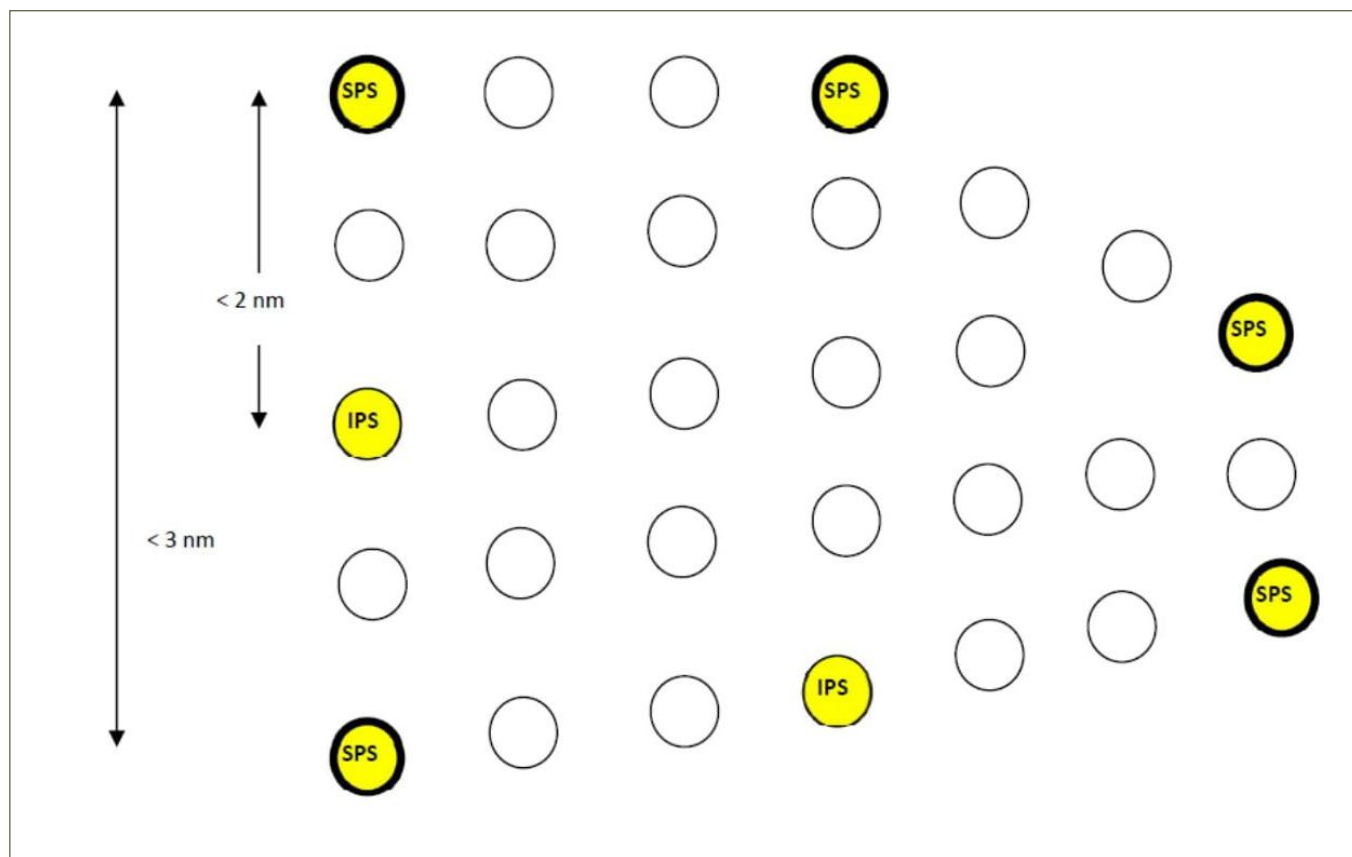
Transpordiameti praeguste seisukohtade kohaselt värvitakse tuulikud alates keskmisest meretasemest kuni 15 m kõrguseni kollaseks ja märgistatakse unikaalse tähtedest ja numbritest koosneva tunnusega nii, et see oleks laevalt nähtav (joonis 6.1-3).



Joonis 6.1-3. Tuuliku märgistamise näide

Tuulepargi massiiv märgistatakse äärrajatistega vastavalt IALA (*International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities*) soovitustele. Oluliseks äärrajatiseks loetud rajatisel (joonis 6.1-4) peab olema viiesekundilise intervalliga plinkiv kollane tuli, mille nimiulatus on vähemalt 5 meremiili. Kõik tuled peavad olema laevadele nähtavad vähemalt 360 kraadi ulatuses ning tuleb paigaldada

kõrgusele, mis on vähemalt 6 m merepinna keskmisest tasemest ja jääb tuuliku labade madalaima punkti alla. Kõik tuled peavad põlema vähemalt öösel ja kui nähtavus on vähem kui 2 meremiili.



Joonis 6.2-4. Meretuulepargi näidismärgistus. SPS – oluline äärerajatis, IPS – serval asuv rajatis

Kaaluda tuleks ka märgistuse kasutamist AISi või muude elektrooniliste vahendite abil.

Tuulepargi projekteerimisel, kui selgub täpne tuulikute paigutus, tuleb teha eraldi laevaliikluse analüüs meretuulepargi alale (ka talvisel perioodil), et hinnata navigatsiooniriske merepargis liiklevatele ehitus- ja hoolduslaevadele ning pääste- ja jäämurdetöödega seotud laevadele.

6.1.5. Järeelhindamine

Peale tuulepargi töö käivitamist teostada raadiosidesüsteemide ja AIS süsteemi mõõdistused, et kontrollida nõutud levi tagatust ja määrata kindlaks täiendavate rannikuraadiojaamade või AIS-baasjaamade rajamise vajadus.

6.1.6. Kokkuvõte

Peatükis 6.1.4 nimetatud meetmete rakendamisel on eeldatavad riskid minimeeritud ning pärast tuulepargi rajamist on laevade kokkupõrke tõenäosus väga harv või ebatõenäoline.

Tabel 6.1-1. Tuulepargi kavandamisega kaasnev mõju ja selle olulisus

Kaasnev tagajärg/mõju	Mõju olulisus	Leevendusmeetmete rakendamise vajadus, lõplik mõju olulisus
Tuulepargi ehitus ja demonteerimine		
Laevade kokkupõrke risk	0	
Ühenduskaabli rajamine	0	
Tuulepargi opereerimine		
Laevade kokkupõrke risk	0	
Mõju laevade positsioneerimis- ja sidesüsteemidele, sh VHF, NAVTEX, raadioside, GPS-vastuvõtjad, mobiiltelefonid, AIS süsteem, laevaradarid, sonarid	0	

KMH aruandes kasutatav olulise keskkonnamõju skaala: - vähene negatiivne mõju, -- oluline negatiivne mõju, 0 - mõju puudub, neutraalne, + vähene positiivne mõju, ++ oluline positiivne mõju

6.1.7. Kumulatiivne mõju

Nii Saare-Liivi kui Liivi lahe meretuulepargi meresõiduohutuse riskianalüüsides on nenditud, et tuulepargid nihutavad mõnevõrra laevade traditsioonilisi marsruute ning tõstavad laevade kokkupõrkeohtu teiste laevade või tuulepargi rajatistega. Kumuleeruvalt on ka riskid mõnevõrra suuremad, kuid leevendavate meetmete rakendamisel (eelkõige tuuleparkide ja tuulikute märgistamine, vt pt 6.1.4) välditavad.

6.2. Mõju lennuliiklusele

Käesolev peatükk tugineb Eesti Lennuakadeemia poolt koostatud rakendusüringule „Saare-Liivi meretuulepargi mõjud lennundusele“ (juuni 2023). Üringu aruanne on leitav KMH aruande lisades, Lisas 3.19.

6.2.1. Alternatiivide käsitlemine

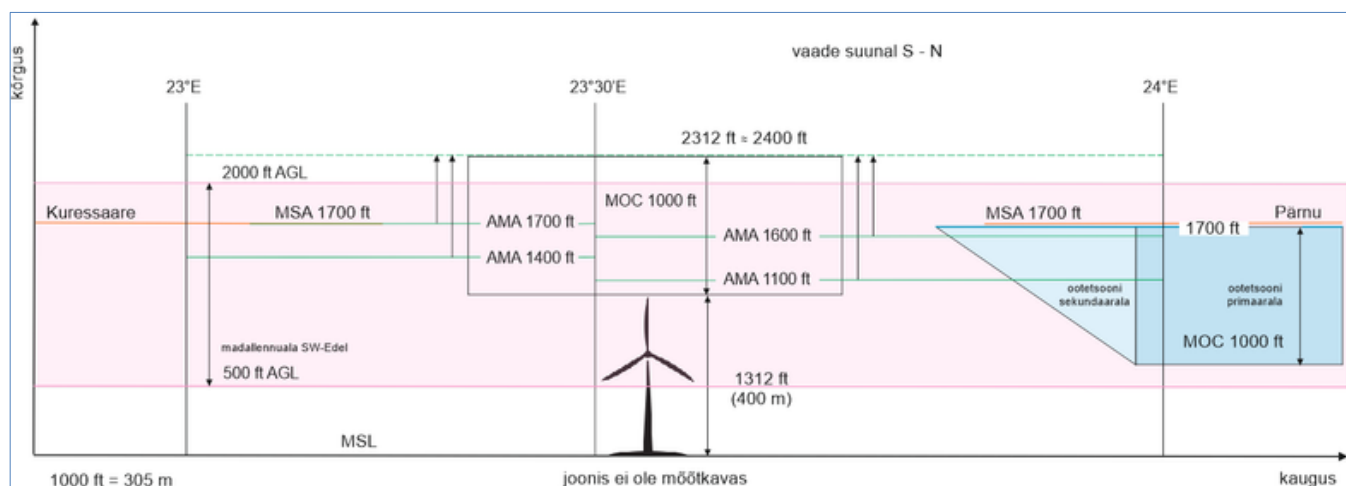
KMH aruandes hinnatakse põhialternatiivi 3 tuulikute tipukõrgusega kuni 310 m. Hindamise aluseks võetud rakendusüringus on lähtutud põhialternatiivi 2 ruumikujust ja kuni 400 m kõrgustest tuulikutest.

6.2.2. Olemasolev olukord ja mõju hindamine

ÕHURUUMI STRUKTUUR

Vaadeldavas piirkonnas on Tallinna lennuinfo piirkonnas õhuruumi klass G kuni lennutasandini 95, Riia lennuinfo piirkonnas on samuti õhuruumi klass G, mis on kontrollimata õhuruum kuni FL95, kus lendamine toimub vastavalt Komisjoni rakendusmääruse (EL) nr 923/2012 ühistele lennureeglitele. Tallinna lennuinfo piirkonnas korraldab ja juhib lennuliiklust Lennuliiklusteeninduse AS (EANS). Vastavalt ühistele lennureeglitele tuleb visuaallennu reeglite järgi antud piirkonnas lennates takistusest mööduda horisontaalselt vähemalt 150 m kauguselt ja vertikaalselt vähemalt 500 ft kõrguselt. Instrumentaallennu reeglite järgi toimuval lennul tuleb õhusõiduki hinnangulisest asukohast 8 km raadiuses olevast takistusest mööduda vertikaalselt vähemalt 1000 ft (305 m) kõrgemalt.

Piirkonna minimaalsetele kõrgustele merepinnast (AMA) on meretuulepargil vähene mõju. AMA määramisel kasutatakse meetodit, kus vaadeldakse ruutu koos 5 NM puhveralaga. Planeeritav meretuulepargi ala paikneb kolmes pikkus- ja laiuskraadidega määratud ruudus, millest esimeses ruudus AMA 1700 ft, teises ruudus AMA 1600 ft ja kolmandas ruudus AMA 1400 ft. Tuuliku tipukõrguse kuni 400 m puhul tõuseb AMA kõigis ruutudes 2400 ft-ni ning lisaks tõuseb AMA neljandas, 5 NM puhveralasse jäävas ruudus, 1100 ft-st samuti kuni 2400 ft-ni. Selline muudatus mõjutab instrumentaallende. Kõrgus 2400 ft oleks antud alade uus minimaalne lennukõrgus merepinnast, et tagada instrumentaallennutingimustes nõutud minimaalne takistustevaba kõrgus (MOC) (vt joonis 6.2-1). Tuulikute täpse kõrguse selgumisel tuleb üle vaadata ka AMA.



Joonis 6.2-1. Ristlõige Liivi lahe õhuruumist, kus on näidatud AMA muutused ja meretuulepargi asetus Kuressaare ja Pärnu lennuväljade ning madallennuala SW-Edel suhtes

Piirkonnas on kehtestatud üks piirangu- ja ohuala: EER30. Ala on Kaitseministeeriumi valitsemisala objekt, mille kohta aktiveerimise info avaldatakse üks päev enne tegevuse algust. Piiranguala on kehtestatud aluspinnast kuni 660 ft keskmisest merepinnast. Piirkonnas on kolm tundliku faunaga ala F7, F20 ja F19, kus lennud on lubatud ainult Keskkonnaameti loal. Piirangud ei laiene õhusõiduki stardile ja maandumisele sertifitseeritud lennuväljalt või kopteriväljakult või kui seda nõuab lennuohutus.

LENNUTEGEVUS

Planeeritav meretuulepark asub Pärnu ja Kuressaare lennuvälja vahel. Pärnu lennuväli on rahvusvaheline sertifitseeritud lennuväli, kus toimub aastas keskmiselt ligi 700 lendu (Tallinna Lennujaama 2019-2023 statistika põhjal [7]). Neist toimus Ruhnu liinil 238 lennuoperatsiooni perioodil 2. okt 2022 - 28. apr 2023 (Pärnu lennujaama statistika põhjal). Kuressaare lennuväli on rahvusvaheline sertifitseeritud lennuväli, kust toimub aastas keskmiselt 2361 lendu (Tallinna Lennujaama 2019-2022 statistika põhjal [7]).

Tegelik lennuoperatsioonide arv vaadeldavas piirkonnas on suurem - esitatud statistika põhineb lennuplaanidel maandumise ja/või õhkutõusuga lennuväljal. Kummagi lennuvälja statistika puhul pole arvestatud lendudega, mis läbivad lennuinfo tsooni maandumata või mis toimuvad lennuinfo tsoonis väljaspool lennuliiklusteeninduse üksuse tööaegu, ega ka lendudega, mis toimuvad väljaspool lennuinfotsooni kontrollimata õhuruumis (Kuressaare lennuväljal kogutava statistika põhjal toimub selliselt keskmiselt 300 lendu aastas).

Instrumentaallennu reeglite järgi toimuvatele lendudele meretuulepargil mõju puudub.

Nagu ptk-s 2. "Õhuruumi struktuur" kirjeldatud, on seoses AMA tõusuga 2400 ft-ni, mis on seotud instrumentaallennu tingimustes lendamiseks nõutud minimaalne takistuste vaba kõrgusega (MOC), mõju

IFR lendudele vähene lennuteabe juurutamise perioodil, kuid mõju puudub lennuteabe jõustumise järgselt.

Visuaallennureeglite järgi toimuvatele lendudele on meretuulepargi mõju sõltuvalt konkreetse lennu detailidest mõõdukas kuni oluline.

Visuaallennu reeglite järgi toimuvad lennud on väga erinevate eesmärkidega ning sõltuvad õhusõiduki võimekusest, piloodi pädevusmärgetest ja kogemusest ning ilmast. Vastavalt lennureeglitele on visuaallennuilma tingimusteks kontrollimata õhuruumis nähtavus vähemalt 5 km ja lennata tuleb selgelt väljaspool pilvi, pidades silmsidet aluspinnaga [5]. Planeeritavate meretuuleparkide alasid käsitletakse takistuste kogumina, millest lennureeglite järgi tuleb mööduda 150 m raadiuses kõrgeimast takistusest vähemalt 500 ft kõrguselt. Käesoleval hetkel on vaba vee kohal võimalik lennata 500 ft kõrguselt, edaspidi tuleb lennata takistustest üle ning minimaalne lennukõrgus saab olla 1484 ft merepinnast (arvestades tuuliku tipu kõrguseks 400 m) või tuleb meretuulepargist mööda lennates arvestada pikeneva lennuteekonngaga.

KMH aruande koostamise ajal on Liivi lahel visuaallennureeglite kohaselt regulaarliin Pärnu-Ruhnu-Kuressaare vahel. Ruhnu lennuliini teekonna planeerimine üle meretuulepargi ala pole hetkel kasutatava õhusõiduki jaoks instrumentaallennuilma korral või jäätumistingimustes võimalik. Teekonna planeerimine meretuulepargist lõuna poolt pikendab lendu 25 km ning ajaliselt 10 min võrra. Lahenduseks on koostöös lennuoperaatoriga leida optimaalne tuuleparkide vaheline kaugus või töörežiimid (nt regulaarliini toimumise ajaks tuulikud seisata), mille juures olemasolevat õhusõidukit on võimalik ohutult käitada. Teadaolevalt plaanib riik aga alates 2029. aastast lõpetada regulaarlennud Ruhnuga ja asendada selle aastaringse laevaühendusega³⁰². Seega Saare-Liivi meretuulepargi käitamisfaasis konflikti meretuulepargi ja Ruhnu lennuliini vahel ei teki.

Vastutus otsingu- ja päästetööde (SAR) tegemise eest Eesti päästepiirkonnas on jagatud Politsei- ja Piirivalveameti (PPA) ning Päästeameti vahel. PPA teostab lisaks kaerakorralise meditsiinilise evakuatsiooni lende (MEDEVAC). SAR ja MEDEVAC lendudele avaldab planeeritav meretuulepark väga olulist mõju. Meretuulepargi rajamisega seoses on piirkonnas eeldatavasti enam töödega seotud inimesi, mis võib suurendada vajadust SAR ja MEDEVAC lendude järele. Pargi valmimise järgselt on elektrituulikute kui takistuste vahel SAR ja MEDEVAC lendude teostamine raskendatud. Otsingu- ja päästesündmuse puhul merel tehakse tihedat koostööd merepääste üksusega, kelle veesõidukite jaoks on oluline tagada ligipääsurajad (SARaccess lane), mille kohal kopteriga lennatakse. Vastavalt Siseministeeriumi töögrupilt saadud infole saab mõju leevendamiseks SAR ja MEDEVAC lendudele lähtuda lisas 3.19 nimetatud töögrupi loendist.

KURESSAARE LENNUVÄLJA PROTSEDUURID

Meretuulepargi rajamisel Kuressaare lennuvälja protseduuridele mõju puudub. Lennuvälja ümbruses on ohutuks lendamiseks kehtestatud minimaalne lendamise kõrgus (MSA), mis tagab minimaalse ohutu vahe õhusõiduki ja takistuse vahel. MSA arvestatakse lennuvälja viitepunktist 25 NM (46 kilomeetri) suuruse ringina kõige kõrgemast takistusest, millele liidetakse 1000 ft. Planeeritav meretuulepargi ala jääb Kuressaare lennuvälja MSA ringist välja, seega mõju MSA-le puudub. Meretuulepark ei paikne Kuressaare lennuvälja vahetus läheduses, seega mõjutakistuste piirangupinnale (OLS) puudub.

³⁰² Kuressaare-Ruhnu-Pärnu lennuliini avaliku liiniveo teenindamise lepingu nr 301 p 12.1, <https://www.riigiteataja.ee/akt/126092024013>

PÄRNU LENNUVÄLJA PROTSEDUURID

Tuulepargi rajamisel Pärnu lennuvälja protseduuridele mõju puudub. Lennuvälja ümbruses on ohutuks lendamiseks kehtestatud minimaalne lendamise kõrgus (MSA), mis tagab minimaalse ohutu vahe õhusõiduki ja takistuse vahel. MSA arvestatakse lennuvälja viitepunktist 25 NM (46 kilomeetri) suuruse ringina kõige kõrgemast takistusest, millele liidetakse 1000 ft. Planeeritav meretuulepargi ala jääb MSA ringist välja, seega mõju MSA-le puudub.

Pärnu lennuväljale on kehtestatud RNP (satelliitnavigatsioonil põhinev) lähenemisprotseduurid RNP 03 ja RNP 21, millele planeeritaval meretuulepargil mõju puudub. Lähenemisprotseduuri punkti KURWA puhveralale mõju puudub, kuna tuulikud paiknevad väljaspool punkti puhverala.

Meretuulepark ei paikne Pärnu lennuvälja vahetus läheduses, seega mõju takistuste piirangupinnale (OLS) puudub.

SIDE-, SEIRE- JA NAVIGATSIOONISEADMED

Lennuliikluse korraldamiseks ja juhtimiseks on taristu, milleks on side-, navigatsiooni- ja seireseadmed. Kõik need seadmed on raadioseadmed, mis töötavad sagedustel, mis levivad atmosfääris sirgjoonelisena ehk otsenähtavuse põhimõttel. Refraktsiooni tõttu ulatuvad raadiolained pisut maapinna kumeruse taha, seetõttu on raadiohorisont kaugemal kui otsenähtavusest tulenev horisont. See tähendab, et kõik objektid, mis jäävad nende seadmete vaatevälja, võivad tekitada probleeme. Tuulepargi mõjud on olulisimad just seireseadmetele.

Seireseadmetena on Eestis kasutusel 2 sekundaarradarit, laia kattealaga multilateratsioonisüsteem (WAM). Olgugi, et primaarradarid on tuuleparkide suhtes kõige tundlikumad seadmed, siis Saare-Liivi meretuulepark Tallinna lennuväljal asuvatele süsteemidele (SMR ja MLAT seadmed) suure vahekauguse tõttu mõju ei avalda. Tallinna sekundaarradari puhul on raadiohorisondi kaugus 400 m tuuliku korral 104 km, mis ei ulatu Liivi laheni. Seega Tallinna radarile tuulepargi rajamisega mõju puudub. Kahest sekundaarradarist teine asub Martnas Läänemaal. Martna radari raadiohorisont tulatub Saare-Liivi meretuulepargini, mis tähendab, et tuulepark on Martna radari jaoks nähtav. Martna radarile on tuulepargi mõju vähene, kuna radari katteala saab olema häiritud väheses mahus ning alas, mis ei ole kontrollitav õhuruum.

WAM süsteemi puhul on tegemist hajusalt paigutatud paljudest tugijaamadest koosneva süsteemiga. Eestis on WAM tugijaamu üle Eesti sh saartel kokku 26. Antennid on paigutatud mobiilimastide tippu, mille kõrgus ulatub 100 meetrini, mistõttu on ka nende tööulatus suurem. WAM süsteemile on tuulepargi mõju mõõdukas, kuid määramatuse tõttu mõju hindamisel tuleb hinnata meretuulepargi mõju WAM süsteemile oluliseks. Leevendusmeetmetena on süsteemi modulaarsusest tingituna võimalik tugijaamasid ringi tõsta või juurde lisada. Ühtlasi on võimalik tarkvaraliselt modifitseerida katteala parameetreid ja mõõtmeid.

Navigatsiooniseadmed on seadmed, mis asuvad maa peal, kuid mille lõppkasutaja on õhusõiduki piloot. Maapealsed navigatsiooniseadmed asuvad Kuressaare, Tallinna ja Tartu lennujaamades. Navigatsiooniseadmed võivad ehitiste tõttu olla häiritud selliselt, et õhusõidukil võib olla häiritud enda asukoha tuvastamine. Seadmete võimekus ja täpsus sõltub paljuski sellest, kus õhusõiduk asub maapealsete seadmete suhtes. Kõik navigatsiooniseadmed peale Kuressaare DME (Distance Measuring Equipment - kauguse mõõtmise seade) asuvad piisavalt kaugel meretuuleparkidest ning pole neist mõjutatud. Maandumiseadmetele tuulepargil mõju puudub nende väikese tööulatuse ja suunaomaduste tõttu. Kokkuvõttes on meretuulepargi mõju navigatsiooniseadmetele vähene.

Sideseadmetena kasutatakse lennunduses piloodi ja lennujuhi vaheliseks sidepidamiseks amplituudmoduleeritud VHF raadiosidet. Lähim raadio asub Kuressaares, teisi raadiojaamu Saare-Liivi meretuulepark ei mõjuta. Kokkuvõttes on meretuulepargi mõju sideseadmetele vähene.

KEERISJÄLG

Erinevate uuringute põhjal võib öelda, et tuulepargid tekitavad olulisel määral keerisjälgi ning turbulentsi. Lennunduses eristatakse vähest, mõõdukat ja tugevat turbulentsi lähtuvalt õhusõiduki raskuskeskme muutustest, asendi muutumisest ruumis ning pardal tajutavatest kehale avalduvate jõudude muutusest.

Arvestades valdava tuule suuna ja kiirusega - piirkonnas on valdavad edelatuuled ning avatud keskosas on aasta keskmine tuule kiirus 8–8,5 m/s, puhangud 26–28 m/s ning keerisjälje turbulentsi võimaliku ulatusega, võib planeeritavate meretuuleparkide vahelisel alal teatud tingimustel olla lennu ohutuse tagamine raskendatud. Seetõttu tuleb hinnata meretuulepargist tekkiva keerisjälje mõju nii tuulepargis sees kui ka lähistel lennates mõõdukaks.

6.2.3. Leevendusmeetmed

Tulenevalt lennundusseaduse §34 ja §35 peavad takistused olema markeeritud ja valgustustatud ICAO lisa 14 kohaselt. Valgustuse osas on soovitatav kasutada ADLS (Aircraft Detection Lighting System) valgustussüsteemi. Õhusõiduki lähenedes meretuulepargile süttivad ADLS süsteemi ohutustuled, muul ajal on lennuohutustuled kustutatud.

Ehitusfaasis on soovitatav kehtestada ehitusalale lendamiseks piiratud ala. Piiratud ala teave võimaldab õhuruumi kasutajatel ala vältida, mis suurendab lennuohutust.

Tuulepargi edasisel kavandamisel ja käitamisel tuleb arvestada Siseministeeriumi töögrupi sisendiga SAR ja MEDEVAC lendude osas, mis on toodud välja lisa 3.19. Neist olulisemad on nimetatud siinkohal:

- kui tuulikud ei ole paigaldatud ruudustikku, siis tagada minimaalne SAR *access lane* laius 1 km;
- SAR *access lane* (ligipääsurida) eraldi markeeritud;
- vajadusel luua *refuge area* (varjumisala) kopteritele (meretuuleparkidel üle 10 km ulatusega);
- selge märgistussüsteem tuulikutel, nähtav vee- ja õhusõidukitele.

Leevendusmeetmete rakendamisel on SAR ja MEDEVAC lendudele oluline mõju välistatud.

Meretuulepargi paigutuse ehk tuulikute paiknemise osas seoses ligipääsuradade (*access lane*) ja turvaaladega tuleks konsulteerida Siseministeeriumi, Politsei- ja Piirivalveameti lennueskadrilli ja tuulepargi operaatoriga (ligipääsurajad ning turvaalad on edaspidi kasutatavad ka pargi hooldusmeeskondade poolt).

6.2.4. Kokkuvõte

Planeeritava meretuulepargi aladel on mõõdukas mõju piirkonna lennundusele:

- Keelu-, piirangu- ja ohualadele mõju puudub.
- Meretuulepark ei paikne Pärnu ega Kuressaare lennuvälja vahetus läheduses, seega mõju takistuste piirangupinnale (OLS) puudub.
- Pärnu ja Kuressaare lennuvälja lähenemisprotseduuridele mõju puudub.

- Instrumentaallendudele mõju puudub.
- Visuaallendude teostamine on sõltuv väga erinevatest asjaoludest, seetõttu hinnatakse mõju mõõdukast oluliseni, sh Kuressaare-Ruhnu-Pärnu regulaarliinile avaldub väga oluline mõju. Leevendusmeetmete rakendamisel mõju väheneb.
- Mehitamata õhusõidukitele avalduva mõju osas ei saa käesoleval hetkel anda hinnangut.
- Otsingu- ja pääste- (SAR) ning erakorraliste meditsiiniliste evakuatsiooni lendude (MEDEVAC) jaoks esineb väga oluline mõju. Leevendusmeetmete rakendamisel oluline mõju puudub.
- Side-, navigatsiooni- ja seireseadmetele on mõju vähene kuni mõõdukas.
- Meretuulepargist tekkiv keerisjalg avaldab lendudele mõõdukat mõju.

Tabel 6.2-1. Tuulepargi kavandamisega kaasnev mõju ja selle olulisus

Kaasnev tagajärg/mõju	Mõju olulisus	Leevendusmeetmete rakendamise vajadus, lõplik mõju olulisus
Tuulepargi ehitus ja demonteerimine		
Mõju piiirkonna minimaalsetele kõrgustele merepinnast (AMA)	0	
Ühenduskaabli rajamine	0	
Tuulepargi opereerimine		
Mõju piiirkonna minimaalsetele kõrgustele merepinnast (AMA)	0	
Keelu-, piirangu- ja ohualad	0	
Mõju Kuressaare ja Pärnu lennuväljade takistuste piirangupinnale (OLS)	0	
Mõju Kuressaare ja Pärnu lennuvälja lähenemisprotseduuridele	0	
Keerisjalg	-	
Otsingu- ja pääste- (SAR) ning erakorraliste meditsiiniliste evakuatsiooni lennud (MEDEVAC)	-	
Kuressaare-Ruhnu-Pärnu regulaarliin (kuni 2029)	--	Leevendavate meetmete vajadus. Koondmõju: 0

KMH aruandes kasutatav olulise keskkonnamõju skaala: - vähene negatiivne mõju, -- oluline negatiivne mõju, 0 - mõju puudub, neutraalne, + vähene positiivne mõju, ++ oluline positiivne mõju

6.2.5. Kumulatiivne mõju

Kumulatiivne mõju võib avalduda eelkõige seoses tuulikute tekitatava keerisjalgiga ja visuaallendudega Pärnu – Ruhnu liinil. Võttes arvesse tuule suunda ja kiirust ning keerisjälje turbulentsi ulatust, võib teatud situatsioonides olla meretuuleparkide vahelisel alal lennuohutuse tagamine raskendatud. Teadaolevalt plaanib riik aga alates 2029. aastast lõpetada regulaarlennud Ruhnuga ja asendada selle aastaringse laevaühendusega. Seega meretuuleparkide käitamisfaasis konflikti meretuulepargi ja Ruhnu lennuliini vahel ei teki.

6.2.6. Teadmiste lüngad

Mehitamata lennundusele avalduvat mõju pole võimalik hinnata. Mehitamata õhusõidukite lendamist tuulikute ümbruses on uuritud pigem tuulikute hooldusega seoses kui eraldi lennunduse liigina. Oluline on välja tuua, et mehitamata õhusõidukite lennutegevus on sagenemas ning nimetatud alade

aktiveerimine ehk piiranguala perioodil 1. aprillist 2023 kuni 30. septembrini 2023 seoses Euroopa Meresõiduohutuse Ameti mehitamata õhusõiduki lennutegevusega, võib tulevikus korduda.

6.3. Mõju mereseirele ja operatiivsidele

6.3.1. Mõju hindamine

MERESEIRE

Meretuuleparki rajatavad tuulikud on kõrged objektid, mis võivad ebasobiva lahenduse korral tekitada häireid Siseministeeriumi vastutusala mereseire süsteemidele (mereseiret teostatakse eeskätt riigipiiri valvamiseks, mereohutuse tagamiseks ning merereostuse vältimiseks ja tõrjeks) ning Kaitseministeeriumi vastutusala riigikaitsele süsteemidele, eeskätt radaritele.

Meretuulepargi võimalikuks negatiivseks mõjuks on tuulikute taha radarite jaoks tekkiv n-ö pime ala või peegeldus.

Riigi mereala ja selle kohal olevat õhuruumi seiravad radarid ja kogu terviklikku süsteemi käsitlevad andmed ei ole riigi julgeoleku ja turvalisuse tagamiseks avalikkusele laialdaselt vabalt kättesaadav informatsioon ning seega nimetatud analüüsi ei esitleta käesoleva KMH aruande osana. Sobiva meretuulepargi tehnilise lahenduse, sh tuulikute asukohtade ja paiknemise, muude tehniliste lahenduste kasutamise jm taolise osas tuleb teha koostööd vastutavate asutustega ning kavandatav projektlahendus kooskõlastada.

OPERATIIVSIDE

Operatiivraadiosidevõrgu teenus (ESTER) on elektroonilise side teenus, mis võimaldab teha ja võtta vastu Eesti Vabariigi territooriumil kindlaks määramata asukohas ja ajal kasutajate terminalide vahelisi võrgusiseseid rühmakõnesid ja individuaalkõnesid ning saata ja võtta vastu sõnumeid³⁰³. Sarnaselt mereseire süsteemile ei ole ka operatiivside süsteemi kohta võimalik ega vajalik esitada detailset informatsiooni käesolevas KMH aruandes. Sobiva meretuulepargi tehnilise lahenduse, sh tuulikute asukohtade ja paiknemise, muude tehniliste lahenduste kasutamise jmt osas tuleb teha koostööd vastutavate asutustega ning kavandatav projektlahendus kooskõlastada.

³⁰³ Defineeritud Elektroonilise side seaduses (§100 5).

7. Hindamistulemuste kokkuvõte

7.1. Alternatiivide võrdlemine

Iga KMH aruande hinnatava keskkonnaaspekti alapeatüki juures tuuakse välja, mis on konkreetse keskkonnamoondumendi ja teema hindamise juures käsitletavat ruumilised või tehnilised alternatiivid.

KMH uuringute koostamise aluseks võisid olla nii põhialternatiiv 1, põhialternatiiv 2 kui ka põhialternatiiv 3 (vt täpsemalt ptk 2.4). **Linnukaitselistest tingimustest tulenevalt (ptk 2.4; 3.5) töötati välja vähendatud põhialternatiiv 3 (koos vähendatud kirdenurgaga), mis on maksimaalne lubatav ja realistlik ruumiline ulatus tuulepargi arenduseks (vt joonis 7.2-1). Seega täiendavat ruumiliste alternatiivide võrdlust ei ole asjakohane läbi viia.**

Kui konkreetne teemavaldkond eeldas erinevate tehniliste alternatiivide hindamist, siis teostati sealjuures ka alternatiivide võrdlus vastavalt mõju olulisuse skaalale (vt tabel 2.3.2) iga alapeatüki lõikes.

KMH läbiviimisel käsitleti erinevaid tehnilisi alternatiive: nii tuulikute võimsust (sh tuuliku kõrgus ja rootorilabade läbimõõt) ning tuulikute erinevaid vundamenditüüpe ja nende vundamenditüüpide paigaldamistehnoloogiaid (vt tabel 2.4-1).

Eri vundamenditüüpidest on võrdluses suurema mõjuga looduslikule merepõhjale gravitatsioonvundamendi rajamine. Tuulepargi infrastruktuuriga seotud loodusliku merepõhja hinnangulised kaod olid pindalaliselt väikesed, jäädes alla ühe ruutkilomeetri. Kuna kavandataval tuulepargi alal on infrastruktuuri paigutamisel välditud loodusdirektiivi karide elupaigatüüpi, siis karide kaod antud paigutuse juures puuduvad.

Merevee kvaliteedi modelleerimised teostati üksnes halvimal võimalikust stsenaariumist ehk gravitatsioonilise vundamendi paigaldamisest lähtuvalt. Läbi viidud modelleerimisel ei tuvastanud, et Saare-Liivi meretuulepargi ehitus ja kasutus tooks kaasa Liivi lahes olulisi mõjusid vee kvaliteedile. Vee kvaliteedi hindamine teostati kahele alternatiivsele stsenaariumile kaadamise võimalike lahenduste osas: 1) kaadamine tuulikute kõrvale ja 2) kaadamine kaadamisaladele. Tulemusena selgus, et mõlema ehituse ja kaadamise alternatiivi puhul on heljumi teke ja levik lühiajaline ning tuulikute vundamentide rajamisega kaasnev fosfori transport settest veesambasse terve Liivi lahe mastaabis tagasihoidlik.

Allveemüraga seotud ehitusaegsete mõjude hindamine näitas, et väiksema keskkonnamõjuga on kiiratava heli poolest gravitatsioonvundamendi kasutamine ja paigaldamine, millele järgneb vaivundamentide puurimine. Vaivundamentide löök- ja vibrorammimisega võib kaasneda kõrge müratase rammitava vaia läheduses ning võib põhjustada püsivat ja ajutist kuuldeläve tõusu ohutsoonis juhuslikult viibivatel hüljestel (ja räimel). Samas on mõjud kõikide alternatiivide puhul leevendatavad ning vastava vundamendi ja selle paigaldamistehnoloogia valiku korral tuleb selleks sobivaid leevendusmeetmeid rakendada. Tuulepargi kasutusperioodi tekitatava veealuse müra modelleerimistulemused näitasid, et tehnilised alternatiivid 15 MW ja 20 MW on sarnase mõjuga ning töötava pargi mõju on väheoluline.

Lindude analüüsi puhul vaadati erineva võimsusega tuulikute võimalikku kokkupõrkeriski suurust. Hinnatud analüüsist lähtuvalt selgus, et suurima kokkupõrkeriskiga on suurem tuulik – 20 MW. Samas olid erineva võimsusega tuulikud sarnase mõjuga.

7.2. Leevendusmeetmed

Tabelis 7.2-1 on toodud loetelu leevendavatest meetmetest, et vältida ja minimeerida eelkõige olulist ebasoodsat mõju, kuid ka võimalusel igasugust ebasoodsat mõju KMH aruandes hinnatud keskkonna- ja muude aspektide suhtes. Leevendusmeetmed esitatakse nii tuulepargi projekteerimise etapis arvestamiseks kui ehituse ja opereerimise etapis rakendamiseks.

Leevendusmeetmed on antud seniseid uuringute tulemusi ning meretuuleparkide kohta olemasolevaid teadmisi silmas pidades. Juhul, kui järeelseire käigus lisandub uut või täiendavat teadmist, et KMH aruandes toodud prognoosid on eeldatavalt kaasnevat mõju alahinnanud, tuleb seire tulemustest lähtuvalt rakendada täiendavaid võimalikke leevendusmeetmeid, mis tagaksid eeldatava olulise negatiivse mõju vältimise või vähendamise.

Tabel 7.2-1. Kavandatava tegevuse elluviimisega kaasneva olulise ebasoodsa keskkonnamõju ennetamise, vältimise, vähendamise ja leevendamise meetmed

Keskkonnakomponent	Rakendamise etapp	Leevendusmeetmed
Merepõhja geoloogia	<i>Projekteerimise ja/või ehituseelne etapp</i>	Tuulikute asukohtadena tuleb välistada esialgse ala (põhialternatiiv 2) põhjaosa, kus savikate setete paksus on üle 4 m ja esinevad täiendavad ohutegurid gaasitaskute ja paleokanalite näol.
	<i>Ehituse etapp</i>	-
	<i>Opereerimise etapp</i>	-
Merevee kvaliteet	<i>Projekteerimise ja/või ehituseelne etapp</i>	
	<i>Ehituse etapp</i>	- Eksportkaablitrassi paigaldamise ajal peab seire sisaldama paigaldamisel tekkiva heljumi leviku jälgimist reaalajas. Heljumipilve levikul väljaspoole 300 m puhvertsooni sügavusvööndisse madalamale kui 6 m tuleks tööd peatada. Reaalajas heljumi jälgimine võimaldab suurema heljumi koguse kandumist ja settimist tundlikule alale vältida. - Tuulikute vundamentide rajamisel on settimist Pärnu lahe hoiualale võimalik minimeerida, kui idapoolsete tuulikute paigaldamisel välditakse heljumit tekitavaid töid tugevamate (alates 10 m/s) lõuna- ja läänekaarte tuultega. Kuna hoiuala kaitse-eesmärgidena elupaiku ei nimetata ja mere-elupaikade uuringust sellist vajadust ei selgunud, on tegemist soovitusliku meetmega.
	<i>Opereerimise etapp</i>	Võimaliku õlilekke kiireks likvideerimiseks tuleb koostada reostustõrje plaan.
Merepõhja elupaigad ja elustik	<i>Projekteerimise ja/või ehituseelne etapp</i>	Vältida tuulikute vundamentide rajamist elupaigatüübile karid.
	<i>Ehituse etapp</i>	- Kaablitrassi paigaldamisel merepõhja süvistamisega seotud tegevused ühenduskaabli trassil peaksid toimuma vegetatsiooniperioodi välisel ajal. - Liivamadala elupaigatüübi puhul (meriheina kooslused) tuleb taastada meriheina kooslused pärast kaablitrassi rajamist. Sellega saab kahjustatud elupaigatüübi täielikult taastada. Meriheina koosluste taastamise eelduseks on piirkonnas detailse meriheina koosluste paiknemise kaardistamine enne tööde teostamist (ehituseelse seire

Keskkonnakomponent	Rakendamise etapp	Leevendusmeetmed
Linnud		käigus). Kaardistuse ulatus peab hõlmama kogu potentsiaalset mõjuala (sügavusvahemik 0-6 m, 300 m mõlemale poole kaablitrassist). ▪ Kaablitrassi paigaldamisel karide elupaigatüübile tuleb süvistatud kaabel katta looduslikule sarnaste omadustega materjaliga.
	<i>Opereerimise etapp</i>	▪ -
	<i>Projekteerimise ja/või ehituseelne etapp</i>	▪ Arendustegevusena on võimalik üksnes vähendada arendusala piirivariant nr 3 ulatuses, et vältida ja vähendada olulise keskkonnamõju teket. ▪ Piirialternatiiv nr 3 rakendamisel tuleb jätta tuulikute vabaks karide elupaigatüübid kui võimalikud olulised sukelpartide peatumisalad. ▪ Edaspidi on oluline järelseire, et selgitada välja, kui suures ulatuses hakkavad sukelpardid tuulikute vahel paiknevat väikese pindalaga ala kasutama.
Linnud	<i>Ehituse etapp</i>	▪ Ehitusaegset häirimisriski on võimalik leevendada tööde läbiviimise aja valikuga. Erinevad liigid eelistavad alal peatuda erinevatel sesoonidel, kuid piirivariandi nr 3 korral on kõige tundlikumaks liigiks aul talvel ja tõmmuvaeras kevadel. Seega tuleks vältida tuulepargi rajamist talvel (detsember-märts) kogu piirivariant nr 3 alal ja kevadel (aprill-mai) piirivariandi nr 3 põhja- ja kaguosas.
	<i>Opereerimise etapp</i>	▪ Tuulikute peatamine lindude intensiivse rände ajal. Täpsuse ja efektiivsuse huvides tuleks meetme rakendamist vajavate (kõige intensiivsema rände) aegade tuvastamiseks kasutada kõrgtehnoloogilisi vahendeid. ▪ Kui tehniliselt ja seadusandlikult võimalik, vähendaks lindude kokkupõrkeriski lennuohutuse huvides kasutatava valgustuse väljalülitamine ajaks, kui piirkonnas ei ole madalal lendavaid lennukeid. ▪ Kui tootjatel on võimekus tehniliselt ja ohutult tagada tuulikute märgatavamaks muutmine, tuleks kaaluda selle kasutusele võtmist.
Nahkhiired	<i>Projekteerimise ja/või ehituseelne etapp</i>	▪ -
	<i>Ehituse etapp</i>	▪ -
	<i>Opereerimise etapp</i>	▪ Nahkhiirte hukkimisriski saab oluliselt vähendada, peatades tuulikute töötamine sügisrände perioodil (1. august – 15. september) päikseloojangust päikesetõusuni madalamatel tuulekiirustel kui 5 m/s, kui on sademeteta ilm. Järelseire käigus on võimalik hinnata uuesti tuulikute töö piiramise vajadust ning täpsustada piirangute ajalist kestvust ja piirangute ruumilist ulatust (selgitada, kas tuulepargis on piirkondi, kus rändavate nahkhiirte arvukus on oluliselt madalam ning kas leevendusmeetmeid peab rakendama kõikide tuulikute puhul või on see vajalik vaid osade tuulikute puhul). ▪ Juhul kui tulevikus tekivad usaldusväärsed tehnilised lahendused muud tüüpi leevendusmeetmete kasutamiseks, nt radaritel, infrapunakaameratel või muul sensorikal põhinevad tuulikute peatamise mehhanismid,

Keskkonnakomponent	Rakendamise etapp	Leevendusmeetmed
		võib ekspertidega kooskõlastades rakendada eeltoodu asemel ka neid.
Hülged	<i>Projekteerimise ja/või ehituseelne etapp</i>	-
	<i>Ehituse etapp</i>	Vaivundamentide paigaldamisel löök- ja vibrorammimise meetodil tekkiva võimaliku impulssmüra vältimiseks tuleb rakendada selleks ette nähtud leevendavaid meetmeid, mis võivad hõlmata: mereimetajate seiret, erinevate akustiliste heidutusvahendite kasutamist loomade eemale peletamiseks ning rammimise aeglast algust, kus rammimise löögienergia on näiteks 20% maksimaalsest energiast esimese 30-45 minuti jooksul.
	<i>Opereerimise etapp</i>	Poegivate hüljeste häirimise vältimiseks, kui nt hooldustööd on vältimatud, saab laevade liikumise planeerimiseks teha jää kohal vaatluslennu. Poegivad hallhülged on lennukist või droonilt üpris hästi nähtavad, sest nad on jääl rühmiti. Viigreid on mõneti raskem tuvastada, sest nad poegivad lumekoobastes, kuid pesade piirkond on leitav vanaloomade, hingamisaukude või tegevusjälgede põhjal. Samuti aitab vaatlaja kasutamine laeva poegivatest hüljestest mööda juhtida.
Kalad	<i>Projekteerimise ja/või ehituseelne etapp</i>	-
	<i>Ehituse etapp</i>	- Vältida tuleb tuulikuvundamentide ehitust ning kaablite paigaldamist hoonestusala lääneservas, joonisel 3.8-6 toodud piirkonnas, kevadel märtsis ja aprillis, kui ehitismüra ja heljum võib räime kudemisrännet häirida; - Vältida tuulikuvundamentide ehitust ning kaablite paigaldamist hoonestusalal sügisräime kudemise ja räimevastsete suurima leviku ajal septembris ja oktoobris Mölli madala piirkonnas lähemal kui üks kilomeeter 20 m samasügavusjoonest (joonis 3.8-6); - Ehitustöid vältida ühenduskaablikoridori piirkonnas räime ja teiste kalaliikide kudemisperioodil aprilli algusest mai lõpuni. - Merekaablitest emiteeruva elektromagnetvälja potentsiaalse negatiivse mõju vähendamiseks tuleks kaablid merepõhja süvistada või katta. Kasutatavad kaablid võiksid eelistatult olla vahelduvvooluga ja kolmetuumalised.
	<i>Opereerimise etapp</i>	-
Sots- maj, kalapüük	<i>Projekteerimise ja/või ehituseelne etapp</i>	-
	<i>Ehituse etapp</i>	Ühenduskaablite rajamisel on soovitatav ajastada see väljapoole rannapüügi hooaega või kokku leppida püügiloa omanikega tööde teostamise aeg sellisena, et see häiriks rannapüüki võimalikult vähe.
	<i>Opereerimise etapp</i>	Kalandusettevõtjal on tõendatud juhul meres paikneva tuuleelektrijaama mõjualas tuuleelektrijaamast põhjustatud kalasaagi vähenemisel õigus saada hüvitist riigile laekunud tuuleenergiast elektrienergia tootmise tasu arvelt.

Keskkonnakomponent	Rakendamise etapp	Leevendusmeetmed
		Keskkonnatasude seaduse alusel makstakse Kihnu vallale keskkonnahäiringu hüvitamise tasu ehk tuuleenergiast elektrienergia tootmise tasu.
Kaitstavad loodusobjektid, Natura alad	<i>Projekteerimise ja/või ehituseelne etapp</i>	-
	<i>Ehituse etapp</i>	- Ühenduskaabli paigaldamise ajal peab jälgima heljumi levikut reaalajas. Heljumipilve levikul väljaspoole 300 m puhvertsooni sügavusvööndisse madalamale kui 6 m tuleks tööd peatada. - Ettevaatusprintsibiist lähtuvalt tuleb Pärnu lahe linnuala piires olevas rannikuvööndis välistada otsesed kaabli paigaldustööd müra tekitavate mehhanismidega lindude pesitsusperioodil aprillist juulini. Kaabli paigaldamise täpne tehnoloogia selgub ehitusprojektis ja tööde teostamise kavas. Kui tööde teostamise kavaga koostöös ornitoloogide ja Keskkonnaametiga selgitatakse, et kaableid on võimalik paigaldada tehnoloogiliselt viisil, mis linde ei häiri, on ehitusloa ja keskkonnavalaja väljastajatel õigus antud ajalistest piirangutest loobuda. - Vältimaks koosluse kahjustamist, tuleb maakaabel rannaniidu alal paigaldada kinnisel meetodil või avatud kaeviku korral pärast kaabli paigaldamist asetada pealmine niidukamar õigepidi tagasi ning selliselt, et ei tekiks maapinna ebatasasusi. - Rannaniitu elupaigana kasutavate lindude peamisel pesitsusajal ja karjatamise ajal ehk ajavahemikul 15. aprill kuni 31. august töid rannaniidul mitte teha.
	<i>Opereerimise etapp</i>	Kõige suuremaks koosmõjuks (ehk kumulatiivne mõju) kahe lähestikku kavandatava Saare-Liivi meretuulepargi ja Liivi lahe meretuulepargi puhul võib kujuneda lindude kokkupõrkerisk tuulikutega. Seega peab ettevaatusprintsibiist lähtudes võimaliku negatiivse mõju vähendamiseks rakendama rajatavates tuuleparkides leevendusmeetmeid kokkupõrkeriski vähendamiseks (vt ptk 3.5.4 ja käesoleva tabeli alajaotus <i>Linnud</i>. <u>Leevendusmeetmete rakendamise vajadus peaks olema lähestikku paiknevate ja kavandatavate meretuuleparkide puhul samadel alustel.</u>
Veealused arheoloogiväärtused	<i>Projekteerimise ja/või ehituseelne etapp</i>	-
	<i>Ehituse etapp</i>	-
	<i>Opereerimise etapp</i>	-
Laevaliiklus, meresõiduohutus	<i>Projekteerimise ja/või ehituseelne etapp</i>	Tuulepargi projekteerimisel, kui selgub täpne tuulikute paigutus, tuleb teha eraldi laevaliikluse analüüs meretuulepargi alale (ka talvisel perioodil), et hinnata navigatsiooniriske merepargis liiklevatele ehitus- ja hoolduslaevadele ning pääste- ja jäämurdetöödega seotud laevadele.
	<i>Ehituse etapp</i>	-
	<i>Opereerimise etapp</i>	Kauba- ja väikelaevadele tuleb jagada mereohutuse lisateavet avamere tuulepargi ehitamise ja opereerimise osas ning piirangualad tuleb selgelt eristada (nt.

Keskkonnakomponent	Rakendamise etapp	Leevendusmeetmed
		tähistada) kokkupõrgete ja otsasõitude riski vähendamiseks. - Tuleb projekteerida ning paigaldada navigatsioonimärgid vastavalt projekti väljaehitamise etapile (ehitus, opereerimine) ning välja töötada ja rakendada sobiv hooldusprogramm navigatsioonimärkide kavandatud kasutusajaks. - Transpordiameti praeguste seisukohtade kohaselt värvitakse tuulikud alates keskmisest meretasemest kuni 15 m kõrguseni kollaseks ja märgistatakse unikaalse tähtedest ja numbritest koosneva tunnusega nii, et see oleks laevalt nähtav. - Tuulepargi massiiv märgistatakse äärrajatistega vastavalt IALA soovitudele. <i>Saare-Liivi meretuulepargi piirkonnas on koostöös Transpordiametiga soovitatav luua laevaliikluse korraldamise süsteem aktiivseks liikluse koordineerimiseks.</i>
Lennuliiklus	<i>Projekteerimise ja/või ehituseelne etapp</i>	<i>Koostöö Siseministeeriumi ja Politsei- ja Piirivalveametiga.</i>
	<i>Ehituse etapp</i>	Ehitusfaasis on soovitatav kehtestada ehitusalale lendamiseks piiratud ala. Piiratud ala teave võimaldab õhuruumi kasutajatel ala vältida, mis suurendab lennuohutust. <i>Koostöö Siseministeeriumi ja Politsei- ja Piirivalveametiga.</i>
	<i>Opereerimise etapp</i>	- Tulenevalt lennundusseaduse §34 ja §35 peavad takistused olema markeeritud ja valgustustatud ICAO lisa 14 kohaselt. Valgustuse osas on soovitatav kasutada ADLS (<i>Aircraft Detection Lighting System</i>) valgustussüsteemi. Õhusõiduki lähenedes meretuulepargile süttivad ADLS süsteemi ohutustuled, muul ajal on lennuohutustuled kustutatud. - SAR ja MEDEVAC lendude jaoks tagada minimaalne SAR access lane laius 1 km, markeerida SAR access lane (ligipääsurida), vajadusel luua refuge area (varjumisala) kopteritele, selge ja nähtav tuulikute märgistussüsteem vee- ja õhusõidukitele.
Mereseire, operatiivside	<i>Projekteerimise ja/või ehituseelne etapp</i>	<i>Koostöö asjaomaste asutustega</i>
	<i>Ehituse etapp</i>	
	<i>Opereerimise etapp</i>	

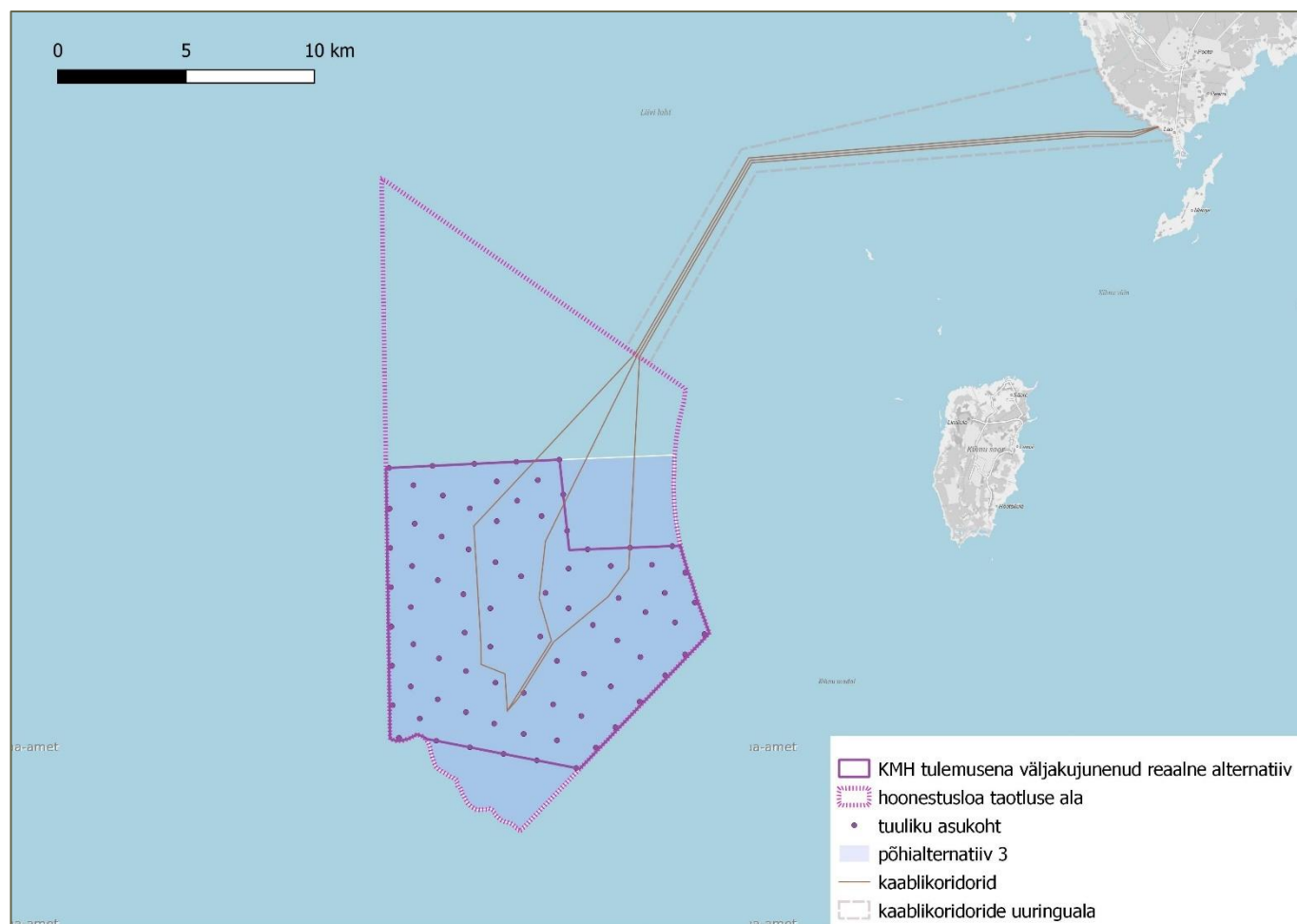
Tabelis 7.2-1 loetletud leevendusmeetmed on eeldatavalt tõhusad ning aitavad vähendada või ära hoida nii olulise ebasoodsa mõju kui minimeerida kavandatava tuulepargi ja selle taristuga kaasnevaid keskkonnamõjusid ja -häiringuid. Meetmete tõhusust aitab tagada ja nende efektiivsust suurendada tabelis 7.4-1 nimetatud järelseire tegevuste rakendamine.

Mitmed leevendavad meetmed on juba KMH protsessi jooksul rakendatud, et ebasoodsad mõjud oleks võimalikult maksimaalses ulatuses välistatud või minimeeritud. Selleks on protsessi jooksul:

- 1) välistatud ehitusgeoloogiliselt ebasobivad alad esialgse ala (põhialternatiiv 2) põhjaosas (kus savikate setete paksus on üle 4 m ja esinevad täiendavad ohutegurid gaasitaskute ja paleokanalite näol);

- 2) vähendatud on tuulepargi arendusala ruumilist ulatust, et taotletud hoonestusala ulatuses tagada linnustiku uuringu käigus selgunud sukelpartide olulised peatumisalad. Välja kujunes põhialternatiiv 3 koos vähendatud kirdenurgaga;
- 3) põhialternatiiv nr 3 puhul on jäetud tuulikutest vabaks karide elupaigatüübid kui olulised mereelupaigad ja kui võimalikud olulised sukelpartide peatumisalad;
- 4) arendaja on arvestanud, et tuulikud oleks soovitav paigutada ridadesse, mille suund ühtib valdava rändesihiga. Valdavaks rändesihiks on käesoleval juhul kirre-edel;
- 5) linnustiku uuringu soovitustest tulenevalt on arvestatud, et veepinna ja tuuliku rootori vahele jäetakse sõltuvalt tuuliku võimsusest minimaalselt 30-40 meetrit;
- 6) Saare-Liivi meretuulepargi ruumilist ulatust ja tuulikute arvu vähendatud 80 tuulikuni (põhialternatiiv 3), millega kaasnevalt on vähenenud tuulikutega kaetud ala ulatus, mis omakorda vähendab tuulikutest hõivatud vaatevälja ulatust 67 kraadilt 50 kraadini. Kaugemate vaatekohtade puhul on tuulikutega hõivatud vaateväli maksimaalselt ainult 24 kraadi.

Sellest lähtuvalt on meretuulepargi arendamiseks sobiv ruumiline ala vähenenud ning välja kujunenud maksimaalne realistlik alternatiiv, mis on esitatud joonisel 7.2-1.



Joonis 7.2-1. KMH tulemusena väljakujunenud võimalik maksimaalne realistlik Saare-Liivi meretuulepargi lahendus

Tuulepargi täpne lahendus, sh tuulikute arv, nende asukohad ja paigalduslahendused selguvad pärast hoonestusloa protsessi, hilisema projekteerimise käigus.

7.3. Meetmed positiivse netomõju saavutamiseks

KMH aruande koostamise käigus on mh välja töötatud positiivse mõjuga algatuste loetelu, mida arendaja saab Saare-Liivi meretuulepargi arendusel ja opereerimisel jälgida (vt lisas 3.8.2, ptk 4). Täpne tegevuskava on soovitatav kokku leppida tuulepargi ala järeelseiravate ornitoloogide ja Keskkonnaametiga.

Samuti on EOÜ välja pakkunud, et arendaja poolne täiendav panus võiks olla merelindude kaitsefondi loomine, kuhu arendaja maksab teatud summa aastas tuulepargi ehituse, opereerimise ja demonteerimise vältel. Fondi vahendeid kasutatakse merelinnustiku kaitsetegevuste elluviimiseks. Utilitas Wind OÜ on kinnitanud, et on valmis linnustiku kaitsetegevusse panustama.

7.4. Teadmiste lüngad

Avamere tuuleparkide arendamisel on suhteliselt lühike ajalugu. Esimesed seire hindamised juba toimivate ja töötavate avamere tuuleparkide kohta on avaldatud Inglismaal, Taanis, Saksamaal ja

Madalmaades. Need on suhteliselt lühikeste seireperioodide kohta, seetõttu ei saa veel anda kindlustunnet pikaajaliste mõjude osas.

Praegused uurimis- ja arendusprogrammid pakuvad siiski vahendeid mõju prognoosimiseks ning on esitatud käesolevas KMH aruandes. Mõju uurimisel ja prognoosimisel käesoleva keskkonnamõju hindamise jaoks on küll veel erinevad lüngad või teadmiste puudujäägid, mis võivad piirata arusaamist avalduvate mõjude olemusest ja ulatusest, kuid see ei tähenda, et ei ole võimalik saada head ettekujutust eeldatavatest mõjudest Saare-Liivi tuulepargi uuringuala asukohas. Otsustusprotsessis on oluline mõista ebakindluseid, mis mängisid rolli mõju prognoosimisel.

Võimalikud teadmiste lüngad on nimetatud või välja toodud iga hinnatud keskkonnaaspekti juures, kus on peetud seda oluliseks. Teadmiste lüngad ei mõjuta Natura asjakohase hindamise järeldusi ning Natura linnu- ja loodusaladele antud hinnanguid kaitse-eesmärkide ega liikide soodsa seisundi osas.

7.5. Järelhindamine, sh järelseire

Oluline oleks koostöös ametkondadega välja töötada Eestis kavandatavate meretuuleparkide ühtne järelhindamise kava, et kiirendada ja võimaldada taastuvenergeetika eesmärkide elluviimist ja ühtset monitooringut. Täpne järelhindamise kava tehakse pärast hoonestusloa protsessi koostöös vastava valdkonna ekspertidega, rakendades konkreetset ajahetket saadaolevaid parimaid tehnoloogilisi lahendusi ja järelseire põhimõtteid. Laiem järelhindamise käsitlus on oluline kujundada muu hulgas, et tekiks parem ülevaade arendajale suunatud leevendavate meetmete ja järelseire kohustuste rakendamiseks.

7.5.1. Järelseire

Alljärgnevas tabelis 7.4-1 on esitletud käesoleva ekspertrühma ettepanek järelseire kava osas keskkonnaaspektide lõikes, mida on oluline meretuulepargi edasisidel kavandamisel erinevate keskkonnaelementide lõikes järgida keskkonnohu ja keskkonnariskide vältimiseks ning täiendava teabe saamiseks kaasnevate võimalike keskkonnamuutuste osas.

Keskkonnakomponent	Rakendamise etapp	Järelseire
Merepõhja geoloogia	<i>Ehituseelne etapp</i>	Ehitusliku projekteerimise etapis tehakse iga konkreetse tuuliku asukohas ehitusgeoloogiline uuring, mis on vajalik insenertehnilistel eesmärkidel.
Merevee kvaliteet	<i>Ehituse etapp</i> <i>Opereerimise etapp</i>	- Ehitusaegne heljumi leviku seire, mille käigus teostada ka üldfosfori, üldlämmastiku, fosfaatide, nitraatide+nitritite ja klorofüll <i>a</i> mõõtmised. - Veesamba seire ehitusel ja hilisemal ekspluateerimisel, tuvastamaks ehitustegevuse ja hilisema tuulepargi olemasolu/käitamise võimalikku mõju merepiirkonna seisundile sh lämmastiku ja fosforiühendite kontsentratsioonide muutust. Tuulepargi ehitamise faasis peaks veesamba parameetrite seire olema tihedam (sagedusega kuni 2 korda kuus) ja piisava ruumilise lahutusega võimaldamaks jälgida ehitustegevuse vahetut mõju ümbritsevale rannikumerele.

Keskkonnakomponent	Rakendamise etapp	Järeelseire
Merepõhja elupaigad ja elustik	<i>Ehituseelne etapp</i>	▪ Ehitusaegne heljumi leviku seire, mille käigus teostada ka üldfosfori, üldlämmastiku, fosfaatide, nitraatide+nitritite ja klorofüll <i>a</i> mõõtmised. ▪ Veesamba seire ehitusel ja hilisemal eksploateerimisel, tuvastamaks ehitustegevuse ja hilisema tuulepargi olemasolu/käitamise võimalikku mõju merepiirkonna seisundile sh lämmastiku ja fosforiühendite kontsentratsioonide muutust. Tuulepargi ehitamise faasis peaks veesamba parameetrite seire olema tihedam (sagedusega kuni 2 korda kuus) ja piisava ruumilise lahtusega võimaldamaks jälgida ehitustegevuse vahetut mõju ümbritsevale rannikumererele.
	<i>Ehituse etapp</i>	▪ Ehitusaegne heljumi leviku seire, mille käigus teostada ka üldfosfori, üldlämmastiku, fosfaatide, nitraatide+nitritite ja klorofüll <i>a</i> mõõtmised. ▪ Veesamba seire ehitusel ja hilisemal eksploateerimisel, tuvastamaks ehitustegevuse ja hilisema tuulepargi olemasolu/käitamise võimalikku mõju merepiirkonna seisundile sh lämmastiku ja fosforiühendite kontsentratsioonide muutust. Tuulepargi ehitamise faasis peaks veesamba parameetrite seire olema tihedam (sagedusega kuni 2 korda kuus) ja piisava ruumilise lahtusega võimaldamaks jälgida ehitustegevuse vahetut mõju ümbritsevale rannikumererele.
	<i>Ehitusjärgne etapp</i>	▪ Jälgida vundamendistruktuuride koloniseerimist merepõhja elustiku poolt (kvantitatiivne proovivõtt/hinnang, kord aastas, viie aasta jooksul pärast vundamendi paigaldamist, kogu sügavusvahemik põhjast pinnani, kolm vundamenti tuulepargiala eri osades). ▪ Jälgida orgaanilise aine akumuliseerumist vundamendi läheduses (vahetult vundamendi juures merepõhjas 0-30 m vundamendist; settepuünised, viie aasta jooksul, kolm vundamenti tuulepargiala eri osades). ▪ Jälgida merepõhja elupaikade seisundit tuulepargi alal (3 uuringuala a 1000 m² tuulepargi ala sees, mis katavad karide elupaigatüüpi; vaatluste meetodiks võiks olla allvee videovaatlused (minimaalselt 25 jaama/transekti) + kvantitatiivne proovivõtt vähemalt 10 jaamast, kord aastas). ▪ Hinnata ehitustöödest põhjustatud häiringute ulatust nii eksportkaablitrassi kui seda ümbritseva puhvertsooni sees. Kaablitrassi paigaldamise järeelseire peaks toimuma vähemalt viie aasta jooksul kord aastas suvisel perioodil (juuni-september). Sõltuvalt substraadist on tehnoloogia veidi erinev: Pehme sete. Valida tuulepargi või kaablitrassi puhul kolm ala, kus on toimunud kaabli süvistamine/paigaldamine. Igal alal teostatakse merepõhja videovaatlused kas allveesõiduki (ROV/AOV), "drop" kaameraga või sukeldujaga (10 kordust, videoga kaetud merepõhja pindala iga korduse puhul vähemalt 5 m²). Lisaks kogutakse kaabli vahetus läheduses pehmest settest kvantitatiivsed proovid igal alal vähemalt kolmes korduses. Igale seiratavale alale tuleb valida referentsala (vähemalt 500 m kaugusel, sarnaste merepõhja omadustega). Referentsalal

<i>Keskkonnakomponent</i>	<i>Rakendamise etapp</i>	<i>Järeelseire</i>
		teostatakse vaatlused ja proovivõtt sama skeemi järgi. On oluline, et referentsala oleks kindlasti kaabli paigaldamise mõjualast väljaspool. Kõva substraat. Valida tuulepargi või kaablitrassi puhul viis ala, kus on toimunud kaabli süvistamine/paigaldamine. Alad peavad olema jaotunud ühtlaselt kogu tuulepargi ja kaablitrassi poolt hõivatud sügavusgradiendi suhtes (katmaks nii footilist kui afootilist tsooni). Kõige madalam ala peaks olema vahemikus 2–5 m. Igal alal teostatakse merepõhja videovaatlused kas allveesõiduki, "drop" kaameraga või sukeldujaga (10 kordust, videoga kaetud merepõhja pindala iga korduse puhul vähemalt 5 m²). Lisaks kogutakse kaabli vahetus läheduses kõva substraadi pealt kvantitatiivsed proovid igal seirataval alal vähemalt kolmes korduses. Igale seirealale tuleb valida referentsala (vähemalt 500 m kaugusel, sarnaste merepõhja omadustega). Referentsalal teostatakse vaatlused ja proovivõtt sama skeemi järgi. On oluline, et referentsala oleks kindlasti kaabli paigaldamise mõjualast väljaspool. Kui viieaastase perioodi järel ei ole kahjustatud kooslused taastunud (on olemas statistiline erinevus referentsala ja mõjutatud ala vahel) tuleb seiret jätkata veel ühel viieaastasel perioodil.
Linnud	<i>Ehituseelne etapp</i>	Meretuulepargi linnustiku seire on vajalik nii ehitusaegselt, kuid eelkõige opereerimisaegselt. Täpne seirekava tuleks välja töötada (hiljemalt enne ehitusloa väljastamise etappi) koostöös ornitoloogide ja Keskkonnaametiga, et tagada ühtsetel meetodilistel alustel linnustiku andmete kogumine, arvestades mitmete tuuleparkide kavandamist Liivi lahte. Käesoleva KMH raames on välja töötatud esialgne seirekava soovituslik nägemus (lisa 3.8.2).
	<i>Ehituse etapp</i>	
	<i>Opereerimise etapp</i>	
Nahkhiired	<i>Ehitusjärgne etapp</i>	- Järeelseire kahel tuulepargi käivitumisele järgneval aastal. Järeelseire käigus tuleb hinnata nahkhiirte suhtelist arvukust ning võrrelda seda alusuuringu käigus kogutud andmetega. Vältimaks registraatorite asukohast tulenevaid kaasmõjusid, tuleks seadmed paigaldada tuulepargi samadesse piirkondadesse. Ajutiste poide asemel on järeelseireks otstarbekas paigaldada registraatorid tuulikute hooldusplatvormidele. Järeelseire tuleb läbi viia peale tuulepargi valmimist ja käivitumist. - Hindamaks nahkhiirte hukkumisrisi, tuleks lisaks merepinna lähedal olevatele registraatoritele kasutada ka seadmeid, mis paigaldatakse tuuliku labade tööalasse, et hinnata nahkhiirte lennuaktiivsust ohutsoonis. - Hukkuvate nahkhiirte arvukuse hindamise meetodikat ei ole hetkel võimalik välja tuua, kuid on võimalik, et sobivad lahendused tekivad lähitulevikus. Saare-Liivi meretuulepargi valmimisel tuleks üle vaadata selleks ajaks olemas olevad meetodikad hukkuvate nahkhiirte

Keskkonnakomponent	Rakendamise etapp	Järeelseire
		arvukuse hindamiseks ning lähtuda selleks ajaks välja kujunenud parimatest praktikatest.
Hülged	<i>Ehituse etapp</i>	Kuna siiani on tegemist olemasoleval olukorral põhineva uuringuga ning puuduvad pädevad analoogid Läänemerest aladelt koos kavandatavate tuulepargi aladega, kus elavad koos viiger- ja hallhüljes, on vajadus ehitamise ajal vaatlejate rakendamiseks. Tööd tuleb teha mõlema liigiga tegelike hüljeste reaktsioonide mõõtmiseks ja arvestamiseks pikaajaliste mõjude kontekstis.
	<i>Opereerimise etapp</i>	Kuna puuduvad pädevad analoogid Läänemerest aladelt koos kavandatavate tuulepargi aladega, kus elavad koos viiger- ja hallhüljes, on vajadus pargi käivitamisel telemeetria kordamiseks.
Kalad	<i>Ehitus ja opereerimiseagne seire</i>	Kalastiku liigilise koosseisu ja arvukuse võimalike muutuste tuvastamiseks nii ehitustööde kui tuulepargi eksploatatsiooni ajal tuleb välja töötada järeelseireprogramm. Seire tuleb läbi viia igal aastal tuulepargi eksploatatsiooni esimese viie aasta jooksul ja järgneva kümne aasta jooksul igal teisel aastal, pärast mida tuleks anda hinnang seirega jätkamise vajaduse kohta, täpsem uuringute plaan formuleeritakse arendaja, otsustaja ja uurimisasutuse koostöös.
Veealune müra	<i>Projekteerimise ja/või ehituseelne etapp</i>	- Veealuse ümbrusmüra mõõtmisi modelleerimistulemuste kontrollimiseks tuleks läbi viia tuulepargi ehitamise igas etapis ja ka kasutusperioodil. Ümbrusmüra taset peab mõõtma ajal, kui ehitustöid ei toimu. Mõõtmiseks sobib asukoht, mis esindab võimalikult hästi tööde piirkonnas esinevat ümbrusmüra. - Helilevi mudeli õigsuse kontrolliks peab tööde piirkonnas läbi viima lühiajalise helirõhutasemete mõõtmise. Heli allikaks sobib paremini kontrollitava intensiivsusega impulssmüra allikas. Lisaks peab mõõtma vaiade vibrorammimisel ja puurimisel tekkivat helitaset.
	<i>Ehituse etapp</i>	
	<i>Opereerimise etapp</i>	
Navigatsioon, raadioside	<i>Opereerimisaegne seire</i>	Peale tuulepargi töö käivitamist teostada raadiosidesüsteemide ja AIS süsteemi mõõdistused, et kontrollida nõutud levi tagatust ja määrata kindlaks täiendavate rannikuraadiojaamade või AIS-baasjaamade rajamise vajadus.

7.6. Kumulatiivne ja piiriülene mõju

7.6.1. Kumulatiivne mõju

Kumulatiivseid mõjusid on käsitletud iga alapeatüki lõikes, kus on seda peetud asjakohaseks välja toodud.

Liivi lahe tuuleparkide arendamise puhul on lindude väljatõrjumine üks keskseid küsimusi. Samuti on üheks kõige suuremaks koosmõjuks (ehk kumulatiivseks mõjuks) kahe lähestikku kavandatava Saare-Liivi meretuulepargi ja Liivi lahe meretuulepargi puhul lindude kokkupõrkerisk tuulikutega.

Ettevaatusprintsipiist lähtudes peab võimaliku negatiivse mõju vähendamiseks vältima avamere tuuleparkide rajamist Liivi lahes lindude jaoks eriti olulistesse kohtadesse (olulised peatumisalad, rände pudelikaelad) ning rakendama rajatavates tuuleparkides leevendusmeetmeid kokkupõrkeriski vähendamiseks (vt ptk 3.5.4). Leevendusmeetmete rakendamise vajadus peaks olema lähestikku paiknevate kavandatavate meretuuleparkide puhul samadel alustel.

7.6.2. Piiriülene mõju

Läbi viidud mõju hindamisele tulemusena otsest piiriülest mõju kavandatava Saare-Liivi tuulepargi rajamisega ei kaasne. Eeldatava piiriülese mõju kohta saab välja tuua järgnevat:

- Võimalik negatiivne piiriülene mõju on seotud meretuulepargi kasutusaegsete mõjudega linnustikule (eelkõige rändlindudele), mida on käsitletud aruande ptk-s 3.5. Nimetatud mõju olulisus vajab edaspidi tuulepargi kasutusajal läbiviidava seire käigus täpsustamist. Mõju olulisus võib suureneda läbi kumuleeruvate mõjude, juhul kui lähialale kavandatakse ja/või realiseeruvad järgmised meretuulepargi arendusalad.
- Teoreetiliselt võib piiriülene mõju avalduda ka kalastikule, nahkhiirtele ja hüljestele. Arvestades aga ptk-s 3.6, 3-7 ja 3-8 tehtudjäreltusi, siis ei kaasne kavandatava tuulepargiga mereelustikule negatiivset mõju. Seega ei ole ette näha ka olulise piiriülese mõju tekkimist nendes aspektides.

Meretuulepargi ühenduskaableid ei kavandata ühendada mõne muu riigiga, seega piiriülest mõju sellega seoses näha ei ole.

Ülevaade piiriülesest kaasamisest ja selle käigus laekunud tagasisidet on käsitletud peatükis 8.3.

Kavandatav Saare-Liivi meretuulepark panustab kliimamuutuste leevendamisse. Meretuuleenergia kasutamine suures mahus võimaldab oluliselt vähendada biomassi kasutamist energiatootmises. Samuti on võimalik oluliselt vähendada või täielikult loobuda fossiilkütuste kasutamisest elektrienergia tootmisel.

8. Ülevaade mõjuhindamise korraldusest ja avalikustamisest

8.1. Mõjuhindamise korraldus

Keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seaduse kohased KMH protsessi osapooled on arendaja, ekspert, otsustaja (tabel 8-1).

Tabel 8-1. KMH osapooled

Otsustaja, hoonestusloa menetleja	Arendaja	KMH läbiviija
Tarbijakaitse ja Tehnilise Järelevalve Amet A: Endla 10a, 10142 Tallinn	Utilitas Wind OÜ A: Maakri tn 19/1, Tallinn 10145	Roheplaan OÜ A: Koidu 20, Tallinna 10316
Kontakt: Liina Roosimägi E: liina.roosimagi@ttja.ee T: +372 667 2004	Kontakt: Kristiina Nauts E: kristiina.nauts@utilitas.ee	Kontakt: Riin Kutsar E: riin@roheplaan.ee

Keskkonnamõju hindamine viiakse läbi keskkonnakonsultatsioonifirma Roheplaan OÜ poolt litsentseeritud KMH eksperdi Riin Kutsar (litsents nr KMH0131) juhtimisel. Eksperdirühma kuulusid vähemalt tabelis 8.1-2 toodud liikmed. Muudatused ja vajadus lisada täiendavaid liikmeid eksperdirühma koosseisu oli tingitud valdavalt KMH aruande ja uuringute suurest mahust. Samuti tekkis vajadus kasutada välismaiseid ekspertteadmisi meretuuleparkide uuringute läbiviimisest, kuna tegemist on Eestis täiesti uue valdkonnaga.

Tabel 8-2. KMH ekspertrühma liikmed

Töörühma liige	Asutus/Vastutav valdkond (pädevus)
Riin Kutsar	KMH juhtekspert (litsents KMH0131), BSc Tartu Ülikool, keskkonnatehnoloogia eriala (võrdsustatud magistriga); MBA Estonia Business School Roheplaan OÜ. Roll: Protsessi ja meeskonna juhtimine, mõju looduskeskkonnale, Natura hindamine, sotsiaalse ja majanduskeskkonna hindamine
Agne Peetersoo	Tartu Ülikool, geograafia eriala (võrdsustatud magister); Roheplaan OÜ. Roll: Looduskeskkonna mõjude analüüs Sotsiaal-majanduslikud mõjud GIS analüüs
Georg Martin	Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut. Merepõhja elustiku ja elupaikade ekspert. PhD, Tartu Ülikool, merebioloogia eriala Roll: Mõju põhjataimestikule, põhjaloomastikule, merevee kvaliteet, mõju planktonikooslustele
Redik Eschbaum	Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut. Kalastiku ekspert. MSc, Tartu Ülikool, ihtüoloogia ja kalanduse eriala Roll: Mõju kalastikule ja kalapüügile sh kudealadele

Töörühma liige	Asutus/Vastutav valdkond (pädevus)
Leho Luigujõe	Eesti Ornitoloogiaühing MTÜ / Taevasikk MTÜ. Linnustiku ekspert, MSc, Tartu Ülikool, zooloogia ja loomaökoloogia eriala Roll: Mõju linnustikule
Kaarel Võhandu Andrus Kuus	Eesti Ornitoloogiaühing MTÜ. Linnustiku eksperdid. Roll: Mõju linnustikule
Rune Skjold Tjørnløv Erik Mandrup Jacobsen Maren Moltke Lyngsgaard	WSP Roll: Mõju linnustikule.
Ib Krag Petersen	Aarhus Ülikool Roll: Mõju linnustikule.
Mart Jüssi Ivar Jüssi	Hüljeste eksperdid. MTÜ Pro Mare Roll: Mõju hüljestele
Oliver Kalda Rauno Kalda	Käsitiivaliste eksperdid. Elustik OÜ Roll: Mõju nahkhiirtele
Piret Toonpere	Lemma OÜ. Roll: müra, vibratsioon
Kerttu Ots	R P S Group Limited. Maastikuarhitekt. Eesti Maaülikool, MSc ja The University of Edinburgh, MSc Roll: Visuaalse mõju hindamine
Taavi Liblik	Tallinna Tehnikaülikool (TalTech). Roll: Mõju hüdrodünaamikale, lainetusele, tuuleoludele, heljumi levikule, jääga seotud riskid, võimaliku õlilaigu leviku prognoos
Aleksander Klauson	Tallinna Tehnikaülikool (TalTech). Roll: Allveemüra modelleerimine ja hindamine
Ivar Treffner Priit Lätti	Nautic OÜ. Roll: Allveearheoloogia
Inga Zaitseva-Pärnaste	TalTech EMERA. Roll: tuulepargi mõju laevaliiklusele, mereside- ja mereseire süsteemidele, AIS seadmetele, laevaradaritele, võimalik jääolude muutumisest tingitud mõju veeliiklusele.
Olavi Grünvald	Finantsakadeemia OÜ. Roll: Majanduslike mõjude analüüs/uuring

8.2. Avalikustamine ja asjaomastelt asutustelt seisukohtade küsimine

KMH aruande kohta asjaomaste asutuste seisukohtade küsimine ja aruande avalikustamine on vastavalt seadusele (KeHJS § 21) otsustaja pädevus ja ülesanne.

Utilitas Wind OÜ esitas 10.02.2025 TTJA-le KMH aruande KeHJS § 21 kohaseks avalikustamiseks ja asjaomastelt asutustelt seisukoha küsimiseks.

TTJA teostas KeHJS § 21 lõike 2 kohase kontrolli KMH aruande vastavusele KeHJS §-s 20 ja selle alusel kehtestatud nõuetele ja esitas 21.02.2025 kirjaga nr 16-7/21-02502-173 tähelepanekud KMH aruande parandamiseks (vt lisa 4). KMH aruannet on vastavalt tähelepanekutele täiendatud.

Peatükki täiendatakse protsessi jooksul.

8.3. Piiriülene kaasamine

Piiriülene mõjuhindamine korraldatakse rahvusvahelistes kokkulepetes, piiriülase keskkonnamõju hindamise konventsioonis (Espoo konventsioonis) ning KeHJS-s sätestatud korras.

Piiriülase keskkonnamõju hindamise protsessi ja kaasamist juhib Kliimaministeerium. Esmane piiriülene naaberriikide kaasamine toimus pärast KMH menetluse algatamist, mille käigus soovisid piiriülase mõju hindamisse protsessi olla kaasatud Soome, Rootsi, Läti ja Leedu. Teine kaasamine toimus KMH programmi avalikustamisel, kus eespoolnimetatud riikidel oli võimalik avaldada oma arvamust ja ettepanekuid KMH menetluse ja sisu teemade osas (vt lisa 1).

Kolmas kaasamine toimub KMH aruande avalikustamise jooksul. Piiriülase kaasamise dokumendid on leitavad lisas 5.

Peatükki täiendatakse protsessi jooksul.

9. Aruande kokkuvõte

Utilitas Wind OÜ soovib rajada Saare-Liivi meretuuleparki merealale Liivi lahes ning ühendada selle veekaabelliini kaudu põhivõrguga. Kavandatud tegevuse (tuulepargi osa) asukoht paikneb Pärnu maakonnaga piirneva mereala maakonnaplaneeringus tuuleenergeetika arendamiseks sobival alal.

Kavandatava tegevuse arendajaks on Utilitas Wind OÜ. Keskkonnamõju hindamise läbiviijaks on Roheplaan OÜ koostöös Tartu Ülikooli Mereinstituudi, Taltech, EOÜ ja teiste kaasatud ekspertidega. KMH juhteksperdiks on Riin Kutsar (KMH litsents nr KMH0131).

TTJA algatas 23.12.2021 otsusega nr 1-7/21-521 hoonestusloa menetluse koos KMH-ga avaliku veekogu koormamiseks Saare-Liivi meretuulepargi rajamiseks. TTJA 22.12.2022 otsusega nr 1-7/22-473 algatati hoonestusloa menetlus kavandatava veekaabelliini paigaldamiseks Liivi lahte ning otsustati KMH menetlus liita TTJA 23.12.2021 otsusega nr 1-7/21-521 algatatud KMH menetlusega. TTJA 09.03.2023 otsusega nr 1-7/23-063 muudeti TTJA 23.12.2021 otsust nr 1-7/21-521 ja nihutati 23.12.2021 otsusega nr 1-7/21-52 algatatud hoonestusloa menetluses avaliku veekogu koormatavat ala. Saare-Liivi meretuulepargi KMH programm tunnistati nõuetele vastavaks TTJA 22.12.2022 otsusega nr 16-7/21-02502-095 (Lisa 1).

Käesolev KMH aruanne on koostatud põhivõrguga ühenduse veekaabelliini rajamiseks veekaabelliini alal ja meretuulepargi rajamiseks hoonestusloa taotluse esialgsel alal (lõunapoolse ebasobiva ala välja jättes).

Esialgne ruumiline alternatiiv (põhialternatiiv 1) hõlmas kuni 160 elektrituulikut, kuid uuringute käigus ilmnes, et lindude rände- ja toitumisalade tõttu on sobimatu algselt taotletud ala lõunapoolne ning ebasobivate ehitusgeoloogiliste tingimuste ja arktiliste partide peatumis- ja toitumisalade tõttu ka põhjapoolne osa. KMH aruande koostamise ajaks kujunes nii välja põhialternatiiv 3 kuni 80 tuulikuga.

KMH käigus viidi läbi vähemalt 20 erinevat uuringut ja modelleerimist (aruande lisa 3). KMH ei tuvastanud põhialternatiivi 3 puhul ühegi hinnatud keskkonnaaspekti suhtes olulist negatiivset keskkonnamõju. Võimalike keskkonnamõjude vältimiseks ja vähendamiseks toodi välja leevendusmeetmed (ptk 7.2.) ja järelhindamise (sh seire) vajadus (ptk 7.4.).

Kõige olulisemaks teemaks kujunes KMH käigus meretuulepargi võimalik mõju linnustikule. Selleks, et ebasoodsad mõjud linnustikule oleks võimalikult maksimaalses ulatuses välistatud või minimeeritud, on KMH protsessi jooksul lisaks algselt taotletud hoonestusloa ala vähendamisele põhjast ja lõunast, välistatud ka põhialternatiiv 3 kirde- ja edelanurgad ning alla 20 m sügavusega keskosa kui võimalik oluline sukelpartide peatumisala, mis on ühtlasi ka olulise elupaigatüübi karide levikuala. Tuulikud paigutatakse kirde-edela suunaliselt vastavalt valdavale rändesihile ning veepinna ja rootori vahele jäetakse minimaalselt 30-40 meetrit. Meretuulepargi ruumilise ulatuse ning tuulikute arvu vähendamisega kaasnevalt on vähenenud ka visuaalne mõju ehk tuulikutest hõivatud vaatevälja ulatus, mis sõltuvalt vaatekohast jääb 24 kuni 50 kraadini.

Natura asjakohane hindamine jõuab järeldusele, et merealal kavandatava tegevuste elluviimisel puuduvad ebasoodsad mõjud kõikidele hinnatud Natura 2000 võrgustiku aladele ja nende kaitse-eesmärkidele: Kihnu loodusala, Pärnu lahe linnuala, Väinamere linnuala, Kahtla-Kübassaare linnuala. Natura 2000 võrgustiku alade terviklikkust merealal kavandatava tegevuse elluviimine ei kahjusta.

Kihnu vallale makstava tuuliku- ehk taluvustasu suurus on ca 2,0 miljonit eurot aastas, mis on suurem kui valla maksutulud. Kihnu kultuuripärandi kestlikkuse tagamiseks on Saare-Liivi tuulepargi arendamisega

seoses Utilitas Wind OÜ ja Kihnu Elav Pärimus MTÜ vahel sõlmitud koostööleping, mille eesmärk on kogukondlike arendustegevuste võimestamine.

Läbi viidud mõju hindamise tulemusena negatiivset kumulatiivset mõju koosmõjus Liivi lahe meretuulepargiga üldjuhul ei tuvastatud. Hinnanguid ei olnud võimalik anda lindude väljatõrjumisriski ega kokkupõrgete osakaaluga kaasnevate mõjude osas, kuna Liivi lahe KMH raames (avalikustamisele eelnevalt kooskõlastamisele ja arvamuse avaldamisele saadetud KMH aruande versioonis) avaldatud andmetest ei selgunud liikide maksimaalsed arvukushinnangud alal.

Saare-Liivi meretuulepargi rajamisega ei kaasne piiriülest mõju.

Lisad

Lisa 1. Nõuetele vastavaks tunnistatud KMH programm (koos vastavate lisadega)

Lisa 2. Saare-Liivi meretuulepargi kavandatava tegevuse kirjeldus (Utilitas Wind OÜ)

Lisa 3. Teostatud KMH alusuuringud

Lisa 3.1 Saare-Liivi tuulepargi veealuse müra mõju hindamine; Taltech, Konstruktsiooni- ja vedelikumehaanika UR, 2024

Lisa 3.2 Vee kvaliteedi; veesamba füüsikaliste (sh hüdrodünaamika) ja biogeokeemiliste parameetrite ning reostuslevi uuring Saare-Liivi meretuulepargi KMH raames; koostanud Taltech, 2024

Lisa 3.3 Hüdrodünaamika; veesamba füüsikaliste ja biogeokeemiliste parameetrite kumulatiivsete mõjude uuring Saare-Liivi meretuulepargi KMH raames; Taltech, 2024

Lisa 3.4 Liivi lahe UTILITAS tuulepargiala veekvaliteedi uuring; TÜ Eesti Mereinstituudi, 2023

Lisa 3.5 Merepõhja uuring, kunstsubstraadi koloniseerimise uuring ja veekvaliteedi uuring Saare-Liivi 5 meretuulepargi alal: Aruanne 2: merepõhja elustiku ja elupaikade uuring; TÜ EMI, 2024

Lisa 3.6 Merepõhja uuring, kunstsubstraadi koloniseerimise uuring ja veekvaliteedi uuring Saare-Liivi 5 meretuulepargi alal: Aruanne 3: kunstsubstraadi koloniseerimise uuring; TÜ EMI, 2024

Lisa 3.7 Merepõhja uuring, kunstsubstraadi koloniseerimise uuring ja veekvaliteedi uuring Saare-Liivi 5 meretuulepargi alal: Aruanne 4: merepõhja elustiku ja elupaikade uuring kaablitrassil TÜ EMI, 2024

Lisa 3.8 Utilitas Wind Saare-Liivi avamere tuulepargi linnustiku uuringud; EOÜ 2024

Lisa 3.8.1 Eksperthinnang meripartide elupaikade ümberpaiknemise kohta; Jacobsen, E. M. & Tjørnløv, R. S. 2024.

Lisa 3.8.2 Partlaste seirekava seoses Saare-Liivi meretuulepargiga Eestis. Tjørnløv, R. S. ; Jacobsen, E. M. & Lyngsgaard, M.M. 2025

Lisa 3.8.3 Saare-Liivi Meretuulepark – Eesti. Mõjuhinnang Tõmmuvaerasele ja Aulile – Väljatõrjumine. Ramboll Polska 2024.

Lisa 3.9 Saare-Liivi meretuulepargi esialgse ala ehituseelne käsitiivaliste uuring; koostanud Elustik OÜ, 2024

Lisa 3.10 Saare Liivi tuulepargi hüljeste uuringu aruanne; MTÜ Pro Mare 2024

Lisa 3.11 Hallhülge kohalolu tuvastus allveehelide salvestustest, koostanud Mirko Mustoneni (TTÜ), 2024

Lisa 3.12 Saare-Liivi meretuulepargi ja kaablitrassi mõju kalastikule, ARUANNE. Tartu Ülikool, Eesti mereinstituut, 2024

Lisa 3.13 Setteproovi lõimiste analüüs

Lisa 3.14 Saare-Liivi meretuulepargi visuaalse mõju hindamine; RSP, 2024

Lisa 3.15 Saare-Liivi meretuulepargi müra hindamine; Lemma OÜ, 2024

Lisa 3.16 Saare-Liivi meretuulepargi sotsiaalmajanduslike mõjude analüüs. Finantsakadeemia OÜ, 2024

Lisa 3.17 Saare-Liivi tuulepargi põhiala ja lisaala sonariandmete analüüs; Nautic Trade OÜ, 2024

Lisa 3.18 Saare-Liivi meretuulepargi meresõiduohutuse riskianalüüs; Tallinna Tehnikaülikooli Eesti Mereakadeemia, 2024

Lisa 3.19 Saare-Liivi meretuulepargi mõjud lennundusele; Eesti Lennuakadeemia, 2023

Lisa 3.20 Tuuleparkide meelsusuuring Kihnu ja Ruhnu vallas. KantarEmor, 2023

Lisa 3.21 Kihnu saare elektrivõrgu ülevaade. Elektilevi OÜ, 2024

Lisa 3.22 Elegaatitõitega elektriseadmete kasutamise keskkonnamõju. Taltech, 2025

Lisa 4. KMH avalikustamisega seotud dokumendid

Lisa 5. Piiriülene kaasamine