

Tellija

Ramboll Eesti AS

Dokumendi tüüp

Ekspert hinnang

Kuupäev

Jaanuar 2014

HIIUMAA AVAMERETUULEPARGI RAJAMISE KMH GEOLOOGIA JA RANNAPROTSESSID

Versioon **3**
Printimise **2014/02/10**
kuupäev
Koostatud: **Kaarel Orviku**
Kontrollitud: **Kristiina Ehapalu**
Kooskõlastatud: **Liis Tikerpuu**

Projekti nr
0014_0021

Ramboll Eesti AS
Laki 34
12915 Tallinn
T +372 664 5808
F +372 664 5818
www.ramboll.ee

SISUKORD

1.	OLEMASOLEVA OLUKORRA KIRJELDUS	4
1.1.	Geoloogia.....	4
1.2.	Rannaprotsessid	7
2.	KAVANDATAVA TEGEVUSEGA EELDATAVALT KAASNEVA KESKKONNAMÕJU HINNANG	9
2.1.	Hinnang tuulepargi asukohtadele	9
2.2.	Hinnang vundamenditüüpidele.....	9
3.	KASUTATUD KIRJANDUS	11

1. OLEMASOLEVA OLUKORRA KIRJELDUS

1.1. Geoloogia

Avamere tuuleparkide rajamise piirkonnad Loode-Eesti rannikumeres jäävad Lääne-Eesti šelfi piiresse, mille näol on tegu Balti klindi lähiümbruse mandripoolse veeluse osaga ja Põhja-Eesti paekalda läänepoolse jätkuga. Uuesti ilmub Balti klint nähtavale Ölandi saare läänerrannikul (joon. 1). Kogu Balti klindi veelune osa on geomorfoloogiliselt tugevasti liigestatud ning sealsed merepõhja sügavused kõiguvad suures ulatuses.



Joonis 1. Balti ja Siluri klindi levikuskeem Läänemere piirkonnas (Tuuling 2008).

(Kollased nooled tähistavad tuulepargi ligikaudseid asendeid veeluse klindi neemikute piirkonnas)

Tuuleparkide rajamise arendusalad Vinkovi-Glotovi madalikul ning sellest läände jäävatel madalikel (arendusalad 1 ja 2) paiknevad Ordoviitsiumi veeluse klindijoone piires, selle veeluse klindi loodekagusuunaliste poolsaarte loodetippudes või vahetus naabruses. Suhteliselt õhukese settelise pealispinna all esinevad neis piirkondades Ordoviitsiumi aegsed valdavalt massiivse struktuuriga karbonaatsed kivimid, mis võivad paiguti (eriti klindi serva lähedastel aladel) paljanduda ka merepõhjal.

Kõige idapoolsem arendusala so Apollo madaliku kaguosa, kuhu kavandatakse avamere tuuleparki, jääb veelusest klindialast enam lõunapoolse ning paikneb lääne šelfi piires õhukese pinnakattega vanaladekonna sette kivimite tasandiku piires. Selle perspektiivse tuulikute arendusala ja lähinaabruse avamere alade pinnareljeefi kõrguste/sügavuste vahed on oluliselt väiksemad, kui näiteks eelpool vaadeldud Vinkovi madaliku lähiümbruses.

Apollo madaliku lõunaosas, madalmeres, esineb nii künkliku moreenreljeefi pinnavorme, samas on ka võimalik üksikute, tõenäoliselt mandrijäätumise aegsete kuhjeliste servamoodustiste esinemine. Selles piirkonnas on varasemate kobedate setendite pealispind pikaajalise tormilainetuse kulutus-kuhjelise tegevuse tulemusel läbipestud, millest jäänuk-settena levivad merepõhjal valdavalt jäme purdsetted (liiv, kruus, veerised ja rahnud). Karbonaatsete kivimite pealispind jääb Vinkovi tuulepargi arendusalaga võrreldes sügavamale.

Kõik avamere tuuleparkide rajamiseks väljavalitud alad paiknevad piirkonnas, kus vee sügavus on kuni 20 m. Kõigis neis piirkondades on tormilainetuse tegevuse tulemusel kobedate setendite pealispind

allunud lainetuse intensiivsele tegevusele, mille tulemusel nende madalike piires levivad merepõhja pealispinnal valdavalt jämedateralised setendid: liivad-kruusad, munakad ja ka rahnud. Sellist pealispinna setendite iseloomu kinnitavad ka vaadeldavate alade pinnakihist võetud proovide lõimise analüüsid, milledes liiva-kruusa (paiguti ka munakalise) fraktsiooni sisaldus ulatub 98-99%-ni (Kask & Kask 2007).

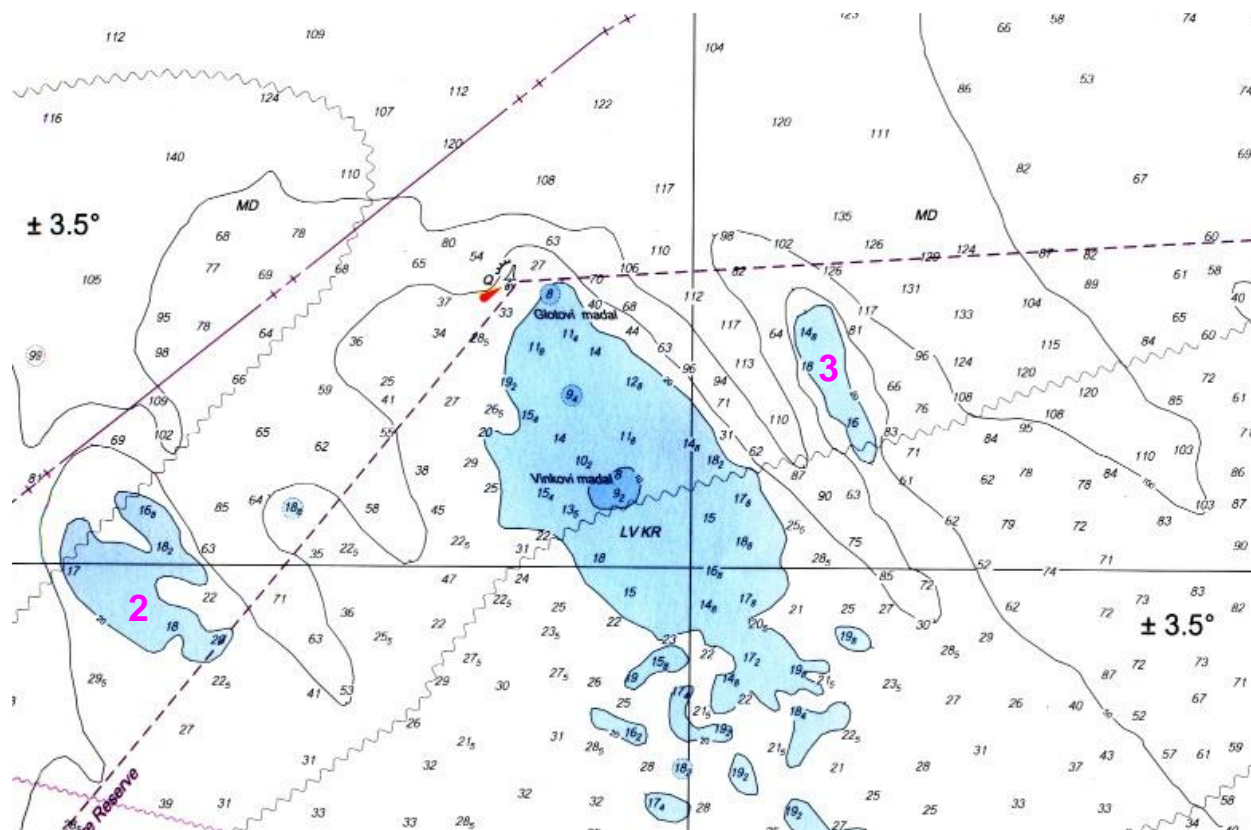
Tahkuna poolsaarest loodesse jääv tuulikupargi keskne piirkond – nn Vinkovi arendusala koosneb ametlike merekaartide alusel tegelikult kahest madalikuks. Põhjapoolset osa nimetatakse Glotovi, lõunapoolset Vinkovi madalikuks. Need koos moodustavad ulatusliku loode-kagusuunalise vana reljeefi kõrgendiku, klindineemiku, kus sügavused kõiguvad 8-st 20 meetrini. Selle ulatusliku ca 5x5 km madala ala nn Vinkovi madaliku tuulepargi arendusalast kirdesse, ca 1,5-2 km kaugusele, jääb kitsas loode-kagu suunaline madalik - samuti veealune klindineemik või vooretaoline kuhjeline moodustus (Joonis 2). Selle idapoolse suhteliselt kitsa loode-kagusuunalisele madaliku piiresse, ca 1x5 km suurusele alale on samuti kavandatud tuulikupark (arendusala 3 - K. Orviku tähistus). Selle suhteliselt kitsa madaliku ja Vinkovi arendusala vahelise veealuse loode-kagusuunalise orundi absoluutne sügavus on üle 110 meetri. Suhteline sügavuste vahe Vinkovi ja idapoolse madaliku vahel paari km laiuse lõigu piires kõigub seega ca 100 meetri vahemikus.

Vinkovi madaliku tuulepargi asukoha põhjanurgast (Glotovi madaliku tulepoist) ca 1,5 km kaugusel põhja pool on meresügavused juba üle 100 m.

Vinkovi madaliku ja sellest ca 5 km kaugusele läände jääva loode-kagusuunalise ca 5x1,5 km suuruse madaliku (arendusala nr 2) vahel on samuti klindineemikute vaheline loode-kagusuunaline orund sügavusega enam kui 70 m.

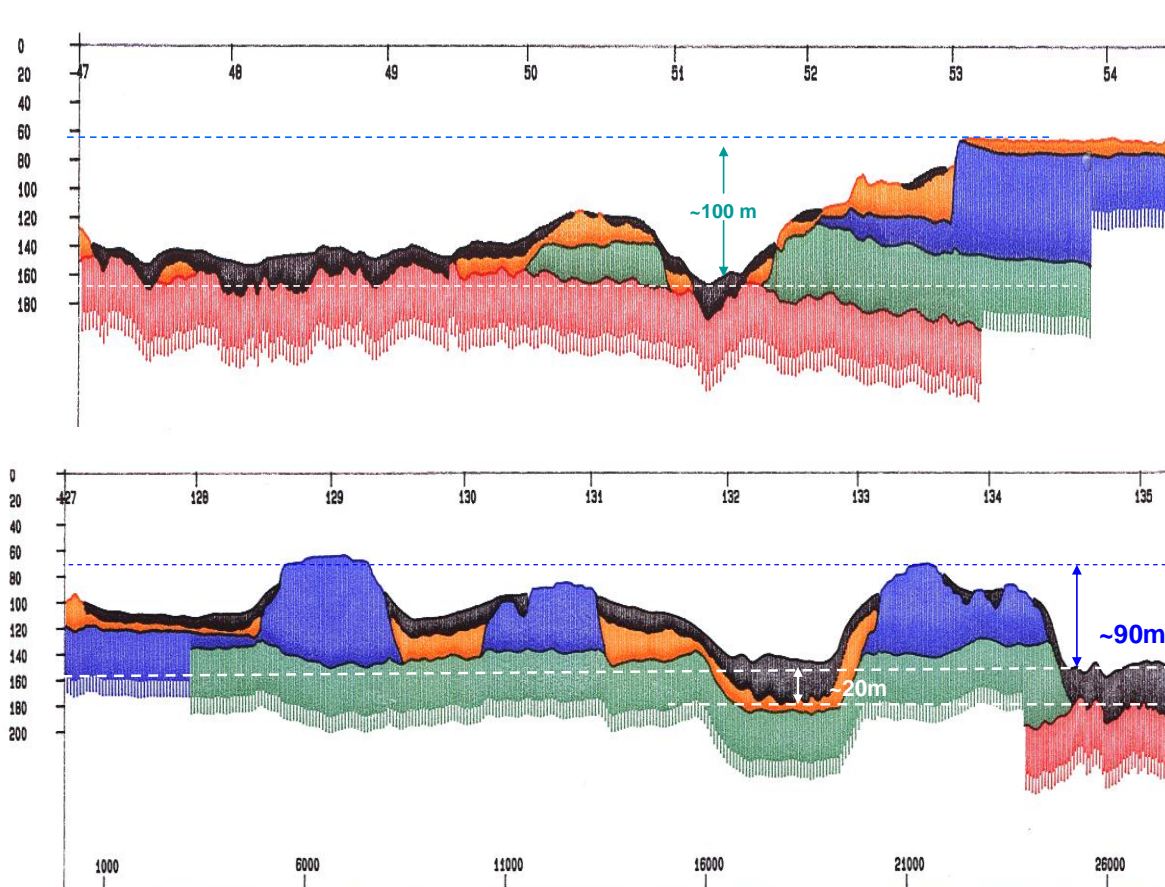
Kõige läänepoolsem perspektiivne tuulikupargi arendusala nr. 1 jääb Vinkovi madaliku keskosast ca 17 km kaugusele lääne-edela suunda. Ka seda madalikku piiravad kirdest, loodest ja edelast 2 - 5 km kaugusel paiknevad madalike vahelised enam kui 70 m sügavused orud ja nõod.

Analoogilised sügavuste järsud muutused on fikseeritud varasemate meregeoloogiliste uuringute käigus veealuse Balti klindi alal ka teistes piirkondades, näiteks Kõpu poolsaarest ca 15 - 20 km kaugusele jääva uurimispolügooni piires (vt joon 3), kus Eesti Teaduste Akadeemia uurimislavalt 1980ndatel aastatel tehtud seismo-akustilise pidevsondeerimise tulemused võimaldasid kirjeldada kogu selle ca 30X30 km suuruse uurimisala geoloogilist ehitust.



Joonis 2. Koopia EVA 1:100 000 navigatsioonikaardist Nr. 511, teine trükk 1999 a.

Kui vaatluse all olevate tuuleparkide arendusalade piires klindineemikutel väiksemad sügavused kõiguvad ca 20 m piires, siis Kõpu poolsaarest lääne pool on klindineemikute väiksemad sügavused juba suuremad ja kõiguvad 50-60 m piires ning nendevahelised orud on enam kui 150 m sügavusel (vt joonis 3). Vinkovi madaliku lähistel on need ca 100m sügavusel (vt joonis 2). Samal ajal on suhteline meresügavuste kõikumine analoogne kõigi tuuleparkide arendusalade piires. Teades klindi vööndi üldist geoloogilist ehitust, on põhjust arvata, et ka tuuleparkide arendusalade piires on klindi geoloogiline ehitus analoogiline. Loomulikult annab lõpliku vastuse tuuleparkide iga konkreetse arendusala piires tehtud edasised detailsed geoloogilised ja geotehnilised uuringud.



Joon. 3. Loode-kagu suunaline (ülemine profiil) ja kirde-edela suunaline (alumine profiil) geoloogiline läbilõige Balti klindi veealuse osa servaalast rahvusvahelistes vetes Hiiumaast ca 15 - 20 km läänes (Kaarel Orviku & Boris Winterhalter'i poolt interpreteeritud seismo-akustilise pidevsondeerimise läbilõiked, käsikiri).

Oranžiga on kujutatud pinnakate (moreen, liivad-kruusad), mustaga peened nüüdismeresetted, sinisega ordoviitsiumi kompleksi karbonaatsed kivimid, rohelisega vendi-kambriumi settekivimite kompleks, punasega kristalse aluskorra kivimid.

1.2. Rannaprotsessid

Kõik tuuleparkide rajamise piirkonnad jäävad rannajoonest enam kui 10 km kaugusele.

Mereranniku ehituse ja arengu seisukohalt kuulub Hiiumaa põhjarannik kulutus-kuhjeliste õgurannikute hulka. Siin on valdavateks kuhjelised liivarannad. Üksikutes piirkondades nagu Kõrgessaare ümbruse väikesaartel (Külalaid jt) esineb ka väheulatuslikke paeclubust rannavalle, mis arenevad vaid erakordselt tugevate tormide korral, kui meretase on keskmisest kõrgem. Eriti selged muutused randade arengus on toimunud ja toimuvad nn erakordsete tormide tingimustes Läänemere erinevates piirkondades, millele eelduseks on jäävaba meri, suhteliselt kõrge merevee tase ja soodsast

suunast puhuvad tugevad tormituuled. Viimati leidis selline erakordne tingimus aset tormi Gudrun ajal 9. jaanuaril 2005. aastal (Tõnisson *et al.*). Selle erakordselt tugeva tormiaegse lainetuse järgi näeme tänaseni mitmel pool rannikul.

Tugevate tormilainetega avaldub piirkonna liivarandadel nii Kõpu poolsaare mitmes piirkonnas (Ristna neem, Luidja ümbrus jt.), kui ka Tahkuna poolsaarel (Tuletorni ja Lehtma sadama ümbrus ja mujal) intensiivne lainetuse tegevus. Tormitegevusest põhjustatud rannapurustused, liivade ärakanne, setete ränne ning rannaliivade kuhje on valdavalt looduslik nähtus.

Rannaprotsesside intensiivistumine viimastel aastakümnetel on tõenäoliselt seotud globaalsete kliimamuutustega.

2. KAVANDATAVA TEGEVUSEGA EELDATAVALT KAASNEVA KESKKONNAMÕJU HINNANG

2.1. Hinnang tuulepargi asukohtadele

Arvestades eelnevas peatükis esitatud seisukohti tuuleparkide rajamiseks valitud alade merepõhja geoloogilise ehituse kohta, tuuleparkide rajamisel, ekspuuteerimisel ega võimalikul lammutamisel puudub mõju või on neutraalne (0) merepõhja struktuurile ja setendite dünaamikale.

Kuna Loode-Eesti rannikumerre tuuleparkide rajamiseks tehtava ehitustöö käigus ei muudeta oluliselt ja suurel maa-alal põhjareljeefi iseloomu (reljeefi madaldamine/tõstmine), siis pole oodata ka olulisi muutusi hüdrodünaamilises režiimis ulatuslikumal alal, mis võiks mõjutada lainetuse iseloomu rannalähedasel alal. Pigem on muutused lokaalse iseloomuga ning võivad vahetult mõjutada vaid tuulikute vundamente, mis on välja toodud peatükis 2.3. (vt Joon. 3).

Tuuleparkide rajamise piirkonnas tehtavatel töödel ja nende ekspuuteerimisel puudub või on neutraalne (0) mõju tormilainete režiimile rannalähedastel aladel, mis jäävad tuuleparkide piirkonnast piisavalt kaugemale.

Tuuleparkide rajamine rannikumerre ei mõjuta (mõju puudub või neutraalne) rannaprotsesside iseloomu (kulutus-kuhjeprotsessid), nende ägenemist või nõrgenemist.

Mõju randadele ei sõltu sellest, milline alternatiiv rajamisel rakendub.

2.2. Hinnang vundamentitüüpidele

Tuulikute vundamentide paigaldamise seisukohast on Apollo madaliku ümbruse merepõhjas kobedate setendite paksus suurem kui Vinkovi madalikul ja selle ümbruses, mis jääb enam klindineemikute servaaladele. Tuulikute vundamentide ehituse ja paigaldamise insenertehnilised üksikasjad võivad paiguti märkimisväärselt erineda ning sõltuvad suuresti igas piirkonnas tehtavates konkreetsetest geotehnilistest uuringutest.

Vastavalt tehtud geotehnilistele uuringutele ja arendaja poolt soovitud tuulikutüüpide lahendustele saab ainult vastava eriala insener-projekterija otsustada, millistele tuulikutüüpidele erinevates põhjaehitusega piirkondades, millised vundamentitüüpide tehnilised lahendused on soovitavad.

Suured sügavuste erinevused tuuleparkide ja nende lähiümbruse põhjareljeefi vahel vajavad edaspidi täpsemat selgitamist-mõõdistamist, et valida optimaalseid kaablitrasse, mis ühendaks tuuleparke nii omavahel kui ka Hiiumaaga.

Kõik tuuleparkide rajamiseks valitud alad paiknevad vastupidavate karbonaatsete kivimite ja jäätmisjärgsete setendite levikualal. Merepõhja pealispinna kiht on aastatuhandete jooksul tormilainetuse aktiivse tegevuse tulemusel stabiliseerunud ning rajatiste vundamentide ehitusel ja ekspuutatatsioonil põhjasetetele ning ja –kivimite struktuurile mõju puudub või on neutraalne (0)

Samal ajal juhiksin tähelepanu olukorrale, kus suhteliselt pehmetesse setenditesse, eeskätt liivadesse, rajatud tuulikupostide vundamentide ümber võivad reeglipäraselt tormilainetuse tegevuse tulemusel kujuneda lehtrikujulised süvendid (vt joon 4), millega tuleb projekteerimise käigus arvestada. Hüdrotehnika insenerid soovivad selliste nähtuste ennetamiseks postide jalamite kindlustamisel kasutada geotekstiilist kotte, mis on täidetud ballastmaterjaliga (nt jäme liiv).



Joonis. 4. Lehtrikujulised süvendid on kujunenud tormitegevuse tulemusel merepõhjale rajatud vundamendi postide ümber (*Klompaker & Lenze 2008*).

2014 aasta alguse seisuga puuduvad andmed arendusalade piires tehtud klassikalistest meregeoloogilistest uuringutest (seismo-akustiline pidevsondeerimine jms) ega geotehnilistest uuringutest. Seetõttu pole võimalik otsustada kobedate setendite pealiskihi paksuse ega selle all lasuvate pealiskorra ülemiste kihtide iseärasuste kohta. Seni kuni puuduvad nimetatud uuringud, ei saa soovitada, milline vundamenditüüp võiks vaadeldavatesse piirkondadesse sobida. Seda saab teha vaid ehitusinsener, kes projekteerib tuulikute vundamendid, võttes eeskätt arvesse iga konkreetse piirkonna geoloogilis-geotehnilised iseärasused.

3. KASUTATUD KIRJANDUS

Kask, A. & Kask, J. 2007. Hiiumaast läänes, loodes ja põhjas asuvate madalate põhjasetete uuringud. OÜ Altakon Grupp, Tallinn, 220 lk.

Klompamaker, J.; Lenze, B. 2008. Recent experiences in long-term performance of geosynthetics as filtration, containment or reinforcing elements in coastal structures – case studies & design requirements. In. A changing coast: challenge for environmental policies. Abstracts. 9th International Conference, November 25–28, 2008, Venice Italy.

Lutt, J.; Raukas, A. (toim). 1993. Eesti šelfi geoloogia. Eesti Teaduste Akadeemia Geoloogia Instituut, Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 192 lk

Tuuling, I. (2008). Kuidas on tekkinud Balti klint? Eesti Loodus 9, lk 6-14.

Tõnisson, H., Jaagus, J., Kont, A., Orviku, K., Palginõmm, V., Ratas, U., Ravis, R. & Suursaar, Ü. (2009). 2005. aasta jaanuaritormiga (Gudrun) kaasnenud üleujutuse tagajärjed loodusele ja ühiskonnale Eesti rannikul. Kont, A.; Tõnisson, H. (Toim.). Kliimamuutuste mõju Eesti rannikule (90 – 127). Tallinn: Tallinna Ülikooli Kirjastus