

OÜ Lainemudel

Registrikood: 14075763

e-post: lainemudel@gmail.com

Töö nr **1914**

Töö tellija: Häädemeeste Vallavalitsus

VÕIMALIKEST REIU RANNA JA LÄHIPIIRKONNA RANNAKAITSE MEETODITEST

Töö autor:

RAIN MÄNNIKUS

Tallinn

August 2019

SISUKORD

1. LÄHTEÜLESANNE	3
1.1. Eesmärk	3
1.2. Sisu	3
1.3. Lähtematerjalid	3
2. OLEMASOLEV OLUKORD.....	4
2.1. Probleemi püstitus	4
2.2. Lainecliima lühikirjeldus.....	5
2.3. Rannaala kirjeldus	5
3. RANNAKAITSE MEETODEID	13
3.1. Kivikindlustus.....	13
3.2. Liivaga geotekstiil ja taimestik	14
3.3. Ranna täitmine liivaga	15
3.4. Buunid ja lainemurdjad.....	15
KOKKUVÕTTEKS	15
VIIDATUD KIRJANDUS.....	16

1. LÄHTEÜLESANNE

1.1. Eesmärk

Panustada parimate rannakindlustuslahenduste projekteerimiseks.

1.2. Sisu

- Kirjeldatakse detailplaneeringuga hõlmatud ala ning rannikuprotsesse.
- Pakutakse välja võimalikud põhimõttelised lahendused ranna kaitseks ning kirjeldatakse vajalikke uuringuid.

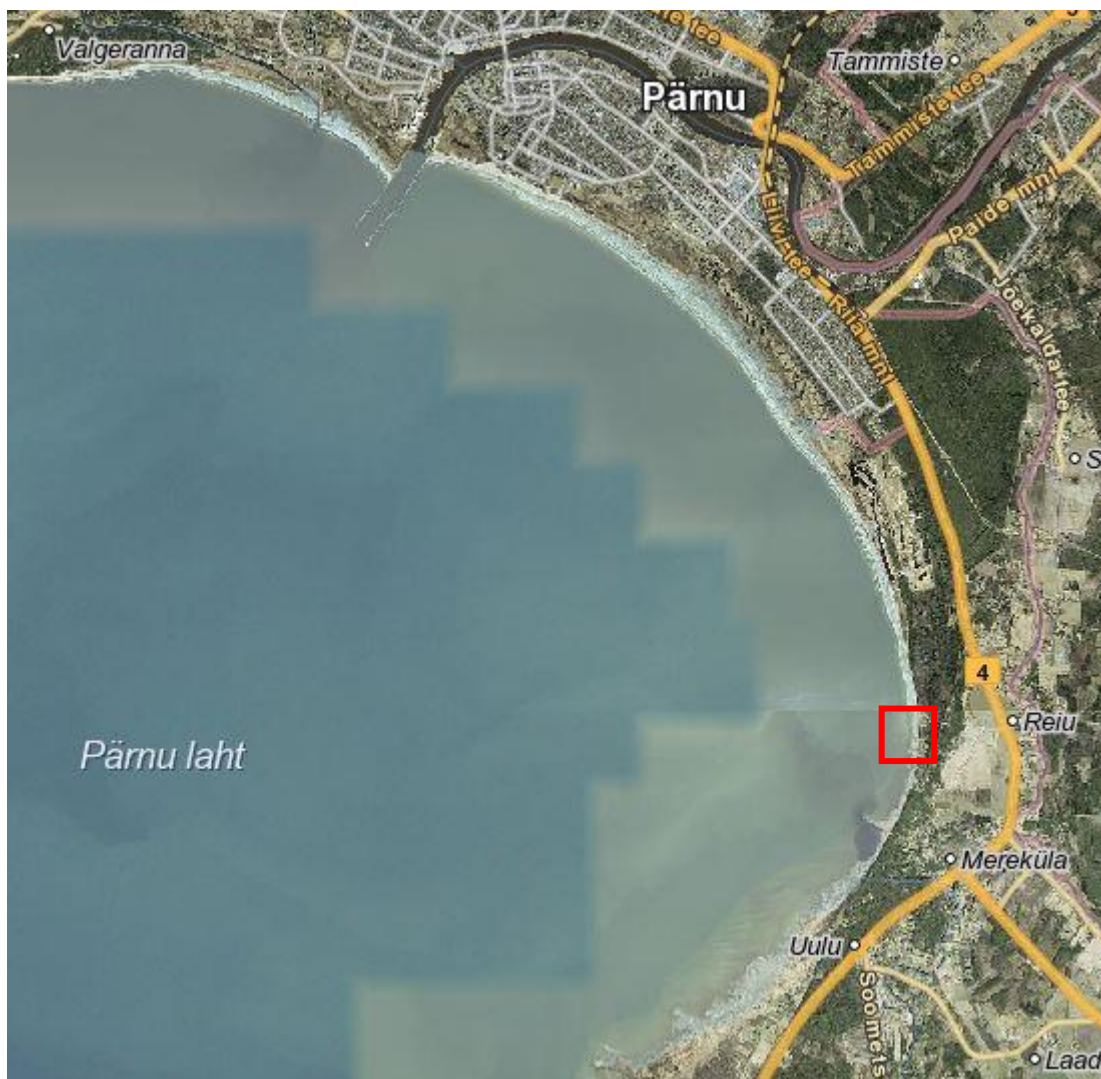
1.3. Lähtematerjalid

- Häädemeeste vallavalitsuse korraldus 3.04.2018 nr 128. Reiu ranna lähipiirkonna kindlustusrajatise detailplaneeringu algatamine.
- OÜ Kuressaare Kommunaalprojekt projektijuhi Kai Keele e-kirjad 26.05.2019 ja 26.06.2019.
- OÜ Kuressaare Kommunaalprojekt. 2019. Töö nr T-2135. Reiu ranna lähipiirkonna kindlustusrajatise detailplaneeringu eskiis.
- Keskkonnaameti kiri 19.03.2019 nr 6-5/19/52-2. Seisukoht Reiu ranna ja lähipiirkonna rannakindlustusrajatiste detailplaneeringu keskkonnamõju strateegilise hindamise algatamise vajalikkuse kohta.
- OÜ Geobüroo. 31.01.2019. Maa-ala plaan tehnovõrkudega.
- OÜ Hendrikson & Ko. 09.12.2016. Töö nr 2635/16. Tahkuranna vallas Reiu külas Linnaku kinnistu ranna kindlustusrajatise detailplaneering.
- Kaarel Orviku. Ekspertarvamus Tahkuranna vallas Reiu külas Rae maaüksuse rannaäärse ala purustuste põhjustest ja kaitsmise võimalustest. Dateerimata.
- OÜ REI Geotehnika. 2006. Töö nr 1614-06. Pärnumaa Tahkuranna vald Reiu küla Kulla tee 5 Ehitusgeoloogiauuringu aruanne.

2. OLEMASOLEV OLUKORD

2.1. Probleemi püstitus

Häädemeeste vald soovib koostada detailplaneeringut Reiu ranna lähipiirkonna (Joonis 2.1) kaitsmiseks. OÜ Kuressaare Kommunaalprojekt on vallavalitsuse korraldusel koostanud eskiisi. Detailplaneeringus käsitletud ala suurus on ca 4,6 ha ning see ulatub piki randa ca 850 m. Ala piirneb 12 maaüksusega (loetelu Kuressaare Kommunaalprojekti seletuskirjas) ning asub osaliselt Rae kinnistul (katastritunnus 84801:001:1735).



Joonis 2.1. Pärnu laht. Kaart on mõõtkavas 1:100000. Punasega ristkülikuga on märgitud kõne all olev ala.

Keskkonnaamet leidis, et rannakindlustuse planeerimise protsessi on vaja kaasata rannikuprotsesse tundev ekspert. See on põhjendatud, sest tema peab merelähedase ala detailplaneeringus kirjeldama looduslikke rannaprotsesse, andma soovitusi-nõudeid uuringuteks (lainetus, veetasemed, rannaprotsessid, ehitusgeoloogia jne) ning pakkuma välja võimalikke

põhimõttelisi lahendusi. Ehitusprojektis detailiseerib rannikute projekteerija (ehitusinsener) detailplaneeringus välja pakutut ning valib uuringutele toetudes välja sobivaima variandi. Detailplaneeringus toodud lahendus ei pruugi olla seega lõplik, sest selles faasis pole (tavaliselt) läbi viidud uuringuid.

2.2. Lainecliima lühikirjeldus

Üleujutused ja rannapurustused leiavad Pärnu lahe kallastel tavaliselt aset, kui üheaegselt esinevad kõrge veeseis ning ebasoodsast ilmakaarest randa levivad lained. Kõrge veeseis tekib Liivi lahe rannikul (s.h. Pärnu lahes) kolme komponendi koosmõjul: (i) suurenenud veemaht terves Läänemeres, mis on põhjustatud läbi Taani väinade sisse pressitud veest, (ii) ebasoodsast suunast (edelast ja läänest) puhuvate tsüklonide seeriatega poolt põhjustatud veetaseme tõusust Liivi lahes endas, (iii) lokaalsest tormidest, mis puhuvad veetaseme rannas kõrgeks. Iga komponent võib lisada algsele 0-tasemele ligikaudu 1 meetri (Männikus jt, 2019). Seda on rohkem, kui +275 cm (BK77), mis mõõdeti 2005. aasta jaanuaritormis (Suursaar ja Sooäär, 2007).

Kõrgeimad lained Pärnu lahe kallastel tekivad edelast puhuvate tuulte korral. Kuna samast ilmakaarest puhuvad tsüklonaalsed tuuled tõstavad ka veetaset, siis esinevad kõrge veetase ja kõrged lained tavaliselt samaaegselt. Seetõttu levivad refrakteerunud lained Reiu ranna nõlvani, kuigi merepõhi on suhteliselt lauge (hinnanguliselt 1:100 Veeteede Ameti Nutimeri kaardirakenduse järgi). Need lained murrutavad kaitsmata nõlvu, kust liiv kantakse sügavamasse vette. Murduvatest lainetest põhjustatud hoovus liigutab setteid piki randa edasi põhja poole.

Lainecliima põhjalik tundmine on eelduseks efektiivsete rannakaitse meetmete planeerimiseks ja projekteerimiseks. Käesolevas etapis ei ole lainetuse parameetreid (laine kõrgus, periood, vastavad korduvusperioodid jne) kvantifitseeritud. Seda tuleks teha enne projekteerimist või sellega paralleelselt.

2.3. Rannaala kirjeldus

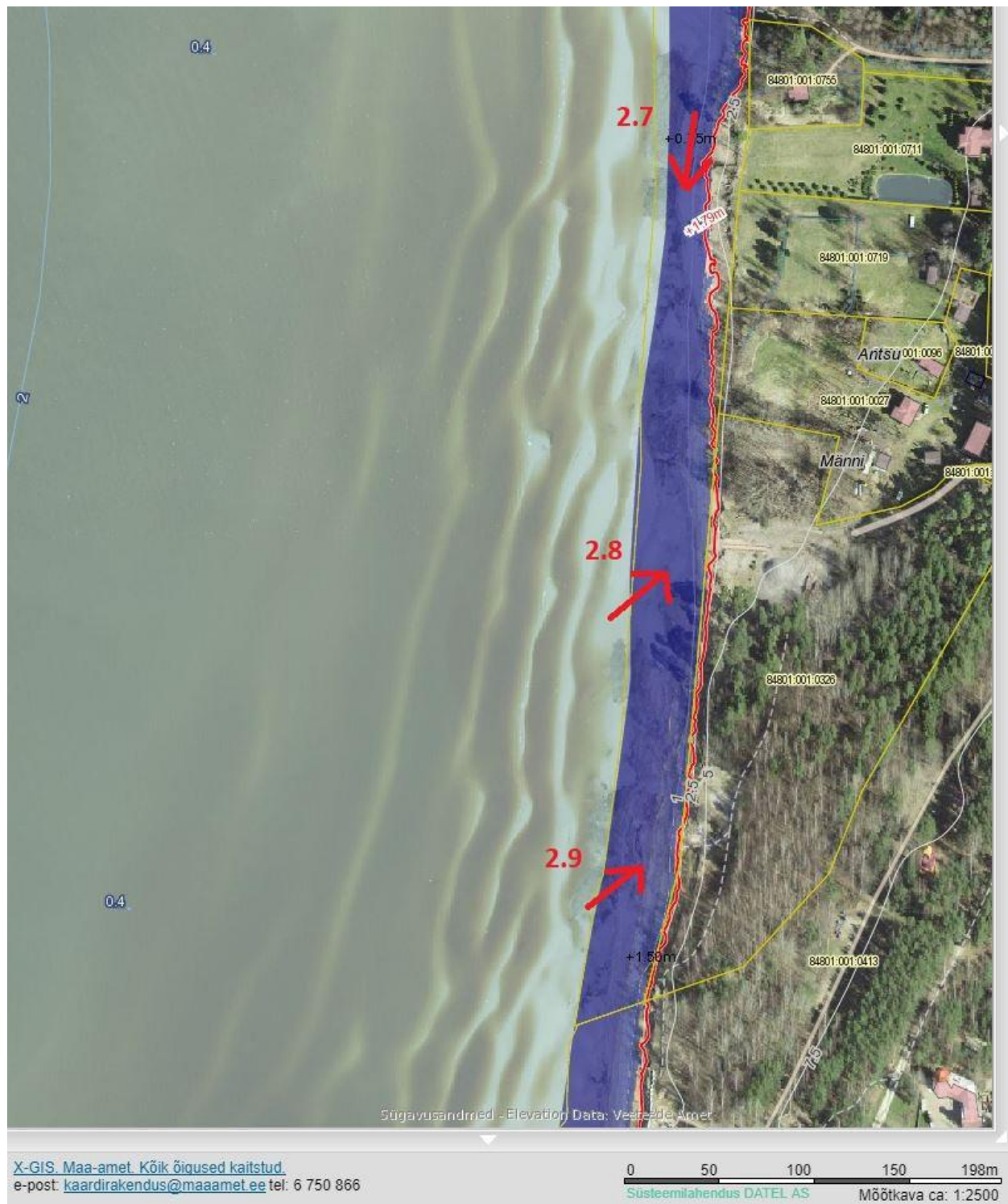
Määravat osa ranniku arengus etendab lähtekivimite hulk ja koostis. Uuritaval alal on rannajoone lähedal kõrged ja järsud liivanõlvad, mida olemasolev taimestik ei suuda kinni hoida. Sellise ala pinnakatte setendid alluvad kõrge veetasemega merelainete aktiivsele kulutavale mõjule. Nõlvast eraldub liiv ja muu peenos (nt savi), mis kandub kuivalt maalt vette.

OÜ REI Geotehnika aruande järgi (Kulla tee 5 kinnistu kohta) jääb uuringuala laugele merekuhjetasandikule. Merepoolne nõlv koosneb kohevast peenliivast, mida katab sisemaa pool õhuke (kuni 40 cm paksune) mullakiht, milles on rohu, puude ja põõsaste juured. Peenliiva kompleksi all lasub voolav väga plastne savi. Seda nõlva murrutab meri kõrgvee ajal. Nõlvast mere pool on uuritav liivarand osaliselt kaetud kõrkjatega, mis takistavad murrutatud peenliiva uhtumist merre. See kaitseb randa ning on mitmes lõigus vältinud pinnase erosiooni. Kus see looduslikult või inimkäe tõttu puudub, on nõlva murrutus kiire.

Allolevad eksperdi tehtud fotod on pildistatud 11.08.2019 kella 13 ja 15 vahel, mil veetase oli TTÜ Meresüsteemide Insituudi Pärnu (Keskkonnaagentuur) sadama mõõtepunkti järgi ca +30 cm (EH2000). Fotode asukohad on näidatud joonistel 2.2 ja 2.3.



Joonis 2.2. Uuringuala põhjapoolne ala koos +1,50 m (EH2000) ülujutuselaga (sinisega). Punasega kirjutatud numbrid viitavad fotodele ja selle juures olevad nooled fotode suundadele.



Joonis 2.3. Uuringuala põhjapoolne ala koos +1,50 m (EH2000) ülujutuselaga (sinisega). Punasega kirjutatud numbrid viitavad fotodele ja selle juures olevad nooled fotode suundadele. Lottemaa rannanõlva asukoht (Foto 2.10) jääb kaardil näidatust alast lõunasse.



Foto 2.1. Vaade põhja suunas Rae krundi kõrvalt. Eesplaanil oleva puu paljandunud juurestik viitab ära uhtunud pinnasele.



Foto 2.2. Aktiivselt murrutatav nõlv, mille pealmist osa hoiab koos rohutaimestik. Sügavamate juurtega puud on osaliselt paljaks uhutud. Murrutatud liiv liigub mööda rannajoont murdlainetest põhjustatud hoovuste tõttu põhja poole. Fotol on näha veemassiga kaasa liikunud risu ja puuronte.



Foto 2.3. Vaade põhja poole piki randa. Näha on aktiivselt murrutatavat ranna nõlva, mis taganeb sisemaa suunas. Rand ei ole kaitstud ning toimub loomulik pinnase erosioon, mida taimestik ja puud ei suuda takistada.



Foto 2.4. Vaade Kulla tee 5 kinnistule, mille merepoolset osa on kõrge vee seisu ajal lained murrutanud. Paljandunud on kohevad peenliivad, mille alla (alates -21 cm EH2000) jääb REI Geotehnika uuringu andmeil voolav savi. Tagaplaanil on näha Kulla tee 7 kinnistut, mille nõlv on graniitkividega kindlustatud.



Foto 2.5. Vaade Kulla tee 7 kinnistu lõunapoolsest osast põhja poole. Ida pool on näha graniitkividest nõlvakindlustust, mida on ilmselt pinnasega kaetud, tekitamaks looduslikuma välja nägemisega pinnamoodi. Osaliselt on kinnistu ees näha kõrkjaid ja kõrgemat rohtu, mis takistaks liiva kandumist sügavamale vette, kuid ei väldiks kõrgvee ajal nõlva uhtumist.



Foto 2.6. Rajatud mahasõidust vasakul on näha tormiga murrutatud nõlva, mida puujuured pole kinni hoidnud.



Foto 2.7. Vaade lõuna suunas. Näha on liivarannas kasvavat kõrkjastikku ning rohtu, mis takistab peenliiv uhtumist kõrgvee ajal ning kaitseb seeläbi randa.



Foto 2.8. Vaade kirde suunas madalast veest. Liivarand on suures osas kaitstud kõrkjastikuga. Avatud osa nõlv on kindlustatud graniitkividega.



Foto 2.9. Eelmisest fotost lõuna pool olev lõik, mis on ulatuslikult kõrkjaid täis kasvanud. Visuaalsed jäljed rannapurustustest puuduvad.



Foto 2.10. Lottemaa murrutatav rannanõlv. Tara vundamendi alus on ära uhitud ning ilmselt variseb järgmise tormi ajal alla.

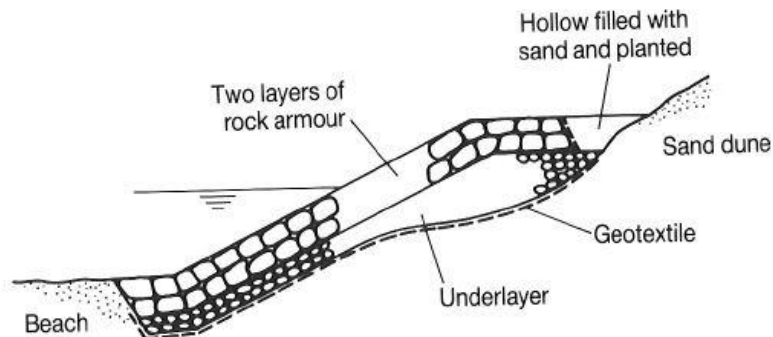
Kaarel Orviku on oma ekspertarvamuses kirjutanud, et üldlevinud ja tunnustatud kirjandusallikate andmete alusel on Reiu piirkonnas viimaste aastatuhandete vältel murrutusastangute purustused ja astangu perve taganemine ning liivade ärakanne olnud pidev loomulik looduslik protsess. Murrutatud liiv on liikunud piki randa põhja poole. Seda kinnitab Orviku tõdemus, et Uulu astangu piires rannapurustuste väljanägemises sarnasust 1957. aastal Kasemetsa poolt pildistatuga.

Objekti külastuse ja kasutatud materjali põhjal saab käesoleva arvamuse koostaja kinnitada, et ranniku taganemine on Reiu ranna lähipiirkonna juures looduslik, mida mõningates kohtades (eeskätt Lottemaa juures) on intensiivistanud roostiku niitmine. Looduslik liiva ärakanne uuringualalt ei vii liiva pöördumatult sügavasse vette, vaid kannab seda piki randa põhja poole.

3. RANNAKAITSE MEETODEID

3.1. Kivikindlustus

Järsku murrutusnõlvakut sobib kõige rohkem kaitsta maakividest rajatud rannakindlustusega. See tuleks konstrueerida kahekihilise välise kaitsekihi (*rock armour*), kividest filterkihi (*underlayer*) ja geotekstiiliga. Põhimõttelised lahendused on võetud Rock Manualist (2007) ning toodud allolevatel joonisel 3.1. Asupaigale vastavad konkreetset lahendused tuleks projekteerida eraldi võttes arvesse lainetuse ja veetasemete ühismõju. Rannakindlustuse hari peab olema piisavalt kõrgel, et ületipnev vesi ei hakkaks nõlva murrutama. Vajadusel tuleb nõlvale ette näha täiendavad kaitsemeetmed, milleks võib olla näiteks taimestiku kasvu soodustamine.



Joonis 3.1. Maakividest rannakindlustus eelluidete ja liivaranna kaitseks (CIRIA et al, 2007).

Kivikindlustuse projekteerimiseks on tarvis teada lainetuse parameetreid, eelkõige olulist lainekõrgust ning selle esinemistõenäosust erinevate veetasemete tingimustes. Kuna Pärnu lahe rannikuil esinevad kõrged lained kõrgete veetasemetega üheaegselt, siis võib lühemate üksikute lõikude puhul (alla 50 m) lähtuda rusikareeglitest, mis annavad kuluefektiivselt vastuvõetava lahenduse. Pikemate ja muutliku suunaga rannalõikude puhul tuleks vaadelda lõike eraldi koos batümeetriaga ning leida siis lainetuse parameetrid modelleerimisega. Mõlemal viisil leitud

lainetuse parameetreid kasutatakse kas Hudsoni või Van der Meeri valemite kindlustuskivide masside määramiseks.

Käesolevas töös käsitletud alal on mõistlik kaitsta Kulla tee kinnistuid kivikindlustusega. Kuna seeläbi tekib pikiranda liikuva setete defitsiiti, siis tuleb analüüsida selle tegevuse mõju piki randa, esmajoones põhja suunas. Kaarel Orviku arvamuse järgi võib see tegevus halvendada ka Pärnu supelranna liivaranna tasakaaluseisundit, kuna vaadeldav piirkond on Pärnu supelranna liivakihi toitealaks. Kivikindlustuse rajamisel tuleks esmajoones kompenseerida liiva puudujääki liiva lisamisega randa.

3.2. Liivaga geotekstiil ja taimestik

OÜ Hendrikson & Ko Linnaku kinnistu detailplaneeringus on nõlva kaitseks välja pakutud geotekstiil, mille alla ja peale on kuhjatud liiva. Nagu selle lahenduse joonise märkus ka tõdeb, on see lahendus ajutise iseloomuga. Eesti rannikud kujunevad hüppeliselt pika aja jooksul. See tähendab, et pikemal ajavahemikul on rannaprotsessid vähemärgatavad, kuid mõne päeva kestnud tormi tingimustes (kõrged lained ja veetase) murrutatakse jõuliselt nõlvu ning kantakse ära setteid. Muutub ranna profiil. Geotekstiilist lahendus taasloobki rannaprofiili mahedate olude jaoks, kuid ei suuda ilmselt kaitsta rannanõlva tormide tingimustes. Nimelt uhutatakse joonisel kujutatud suhteliselt järsult nõlval esmalt minema liiv, mis paljastab geotekstiili. Edasine sõltub geotekstiili tõmbetugevusest ja selle ankrdusest olemasolevasse nõlva.

Ranna kaitseks tuleks säilitada olemasolevat taimestikku ning puid. Murdunud puude koristamine on ebavajalik tegevus. Kaaluda võib randade kaitseks taimestiku kasvu soodustamist või haljastuse rajamist (Foto 3.1). Viimane sobib mahedamatesse oludesse või laugedele nõlvadele, kus lainetuse mõju on väike. Ka siin tuleb hinnata rannakaitse rajatiste mõju piki randa.



Foto 3.1. Randa istutatud taimestik Sylti saare idaküljel Põhja-Saksamaal. 16.06.2019.



Foto 3.2. Ümarpalkidest buun Helsingoris, Taanis. 12.06.2018.

3.3. Ranna täitmine liivaga

Ranna liivaga täitmine sobib olemasolevate laugete randade kaitseks. Kahjuks on levinud eksiarvamus, et see on kallis ja mõttetu töö, sest meri viib liiva niikuinii minema. Tegelikult ei vii meri liiva minema mitte lõplikult, vaid liigutab ringi madalas vees. Tormiga sügavamasse vette viidud liiv tuuakse mahedamates oludes (suvel) lainete poolt rannale tagasi. Tormi käigus käitub lisatud liiv puhvrina, mis tekitab ka madalama vee, mis omakorda murrab laineid.

Liivaga ranna täitmise puhul on oluline toodava liiva keskmise terasuuruse määramine, mis peab olema suurem kui olemasoleva liivatera keskmine suurus. Seepärast tuleb määrata keskmised terasuurused erinevates lõikudes ja kõrgustel. Koguste arvutamiseks tuleb hinnata, kui palju setteid piki randa aastas keskmiselt ja erakordsetes tormides liigub. Üks võimalus on joonestada välja rannajooned ning arvutada tasakaalulise rannaprofiili teooria põhjal liiva kogused. Selleks on vaja teada liiva keskmist tera suurust. Kui on teada liikuva liiva kogused, siis on võimalik planeerida kaldakindlustusi, buune ja/või ranna liivaga täitmist.

Käesoleva töö uuringualal tuleks kaaluda tõsiselt liivaga ranna täitmist rajatavate nõlvakindlustuste ees, kui kindlustuste tõttu tekib liiva defitsiit, mis halvendab teiste kinnistute olusid (k.a. Pärnu supelranda).

3.4. Buunid ja lainemurdjad

Liivade pikiranda liikumist on võimalik takistada risti randa ehitatavate puidust või kividest buunidega (Foto 3.2). Takistamine ei tohi olla täielik, vaid osaline. See tähendab, et liiv peab siiski ümber buunide pääsema. Buunide püstpalgid ei pea olema vahetult üksteise kõrval, vaid võivad olla ka vahedega ning ühendatud horisontaalse laudisega. Oluline on määrata buunide puhul nende merre ulatus, kõrgus, vahekaugus ja läbilaskvus. Selleks on vaja hinnata pikiranda liikuva sette hulka ning lainetuse tingimusi. Samuti tuleb analüüsida nende mõju rannikule pikemalt.

Piki randa asetsevate lainemurdjate rajamine ei ole mõistlik, kuna need peavad olema piisavalt kõrged, et mõjutada purustavaid laineid, mis levivad randa kõrgvee tingimustes. Madala vee korral mõjuvad nad esteetiliselt rannas võõrkehadena.

KOKKUVÕTTEKS

Ranniku taganemine on Reiu ranna lähipiirkonna juures looduslik, mida mõningates kohtades (eeskätt Lottemaa juures) on intensiivistanud roostiku niitmine. Oluline on meeles pidada, et rannas inimese poolt tehtud muudatused avaldavad tavaliselt mõju pikal rannalõigul, mille pikkus võib ulatuda kilomeetritesse.

Ranna kaitseks tuleks säilitada olemasolevat taimestikku ning puid. Murdunud puude koristamine on ebavajalik tegevus. Kaaluda võib randade kaitseks taimestiku kasvu soodustamist või haljastuse rajamist.

Inimeste vara seisukohalt on mõistlik kaitsta Kulla tee kinnistuid 4-9 graniitkividest rannakindlustusega. Selle projekteerimisel on esmalt vaja lainetuse ja veetasemete parameetreid erinevate korduvusperioodide korral. Need on soovitatav leida modelleerimise ja statistilise analüüsi tulemusena. See võimaldab koostada kuluefektiivseima lahenduse. Graniitkividest rannakindlustuse korral tekib ilmselt pikiranda liikuva setete defitsiit. Seega tuleb analüüsida selle tegevuse mõju piki randa, esmajoones põhja suunas. Vajadusel tuleks kompenseerida liiva puudujääki selle lisamisega randa. Selleks on vaja määrata olemasoleva liiva granulomeetrine koostis erinevates lõikudes ning hinnata liikuvate liivade mahtu. Viimase töö võib ära jätta ning tegutseda operatiivselt vastavalt vajadusele.

Liivade pikiranda liikumist on võimalik takistada risti randa ehitatavate puidust või kividest buunidega. Nende vajadust käesoleval hetkel pole, kuid see võib üles kerkida uuringute ja rajatavate rannakindlustuste ning teiste võimalike muudatustega.

Üldjuhul koosnebki rannikukaitse nn terviksüsteemist (näiteks tuuakse liiva juurde, hoitakse seda buunidega kinni ja eriti ekstreemset tormide kaitseks (nagu näiteks oli 2005. aasta jaanuaris) maetakse liivast astangu jalamile võrkudesse pandud kivid, mis laine mõju lõplikult summutab). Selle puhul võib esmane investeering olla küll pisut suurem kuid seevastu kestvus ja efekt pikaajalisem.

VIIDATUD KIRJANDUS

CIRIA, CUR, CETMEF. 2007. The Rock Manual. The use of rock in hydraulic engineering. 2nd edition. *Publication C683*. CIRIA, London.

Männikus, R., Soomere, T, Kudryavtseva, N. 2019. Identification of mechanisms that drive water level extremes from in situ measurements in the Gulf of Riga during 1961-2017. *Continental Shelf Research*.

Suursaar, Ü., Sooäär, J. 2007. Decadal variations in mean and extreme sea level values along the Estonian coast of the Baltic Sea. *Tellus Series A-Dynamic Meteorology and Oceanography*, 59 (2), 249–260.