

OÜ Lainemudel

Registrikood: 14075763

e-post: lainemudel@gmail.com

Töö nr **2121**

Töö tellija: Viimsi Haldus OÜ

PÜÜNSI SADAMA RANNAPROTSESSIDE ANALÜÜS

Töö autor:

RAIN MÄNNIKUS, PhD

Volitatud ehitusinsener, tase 8. Sadamaehitus

Tallinn

Juuni 2021

SISUKORD

1. LÄHTEÜLESANNE	3
1.1. Eesmärk	3
1.2. Sisu	3
1.3. Lähtematerjalid.....	3
2. RANNAPROTSESSIDE ANALÜÜS	4
2.1. Planeeritava sadama asukoht	4
2.2. 2019. ja 2021. aasta tööde aluseks olnud detailplaneeringute võrdlus.....	4
2.3. Üldine lainekliima Tallinna lähel.....	6
2.4. Veetasemed	7
2.5. Rannas olevate setete ja nende liikumise kirjeldus	7
2.6. Rannajoone muutused.....	11
2.7. Arvamus rannaprotsesside ja Püüsi sadama vastasmõju kohta.....	13
VIIDATUD KIRJANDUS	13

1. LÄHTEÜLESANNE

1.1. Eesmärk

Setete liikumise eksperthinnang uue sadama rajamiseks. Soovituste andmine.

1.2. Sisu

- Võrreldakse 2019. ja 2021. aastal esitatud sadama plaanilahendusi
- Kirjeldatakse lühidalt sadama lähedast lainekliimat;
- Analüüsitakse olukorda rannajoone muutuste ja objekti vaatluse põhjal;
- Hinnatakse uue sadama mõju rannikuprotsessidele: kas ja kuidas muutub setete liikumine;
- Hinnatakse, kas väikesadam on antud kujul jätkusuutlik (kas setted kuhjuvad akvatooriumi või laevateele)

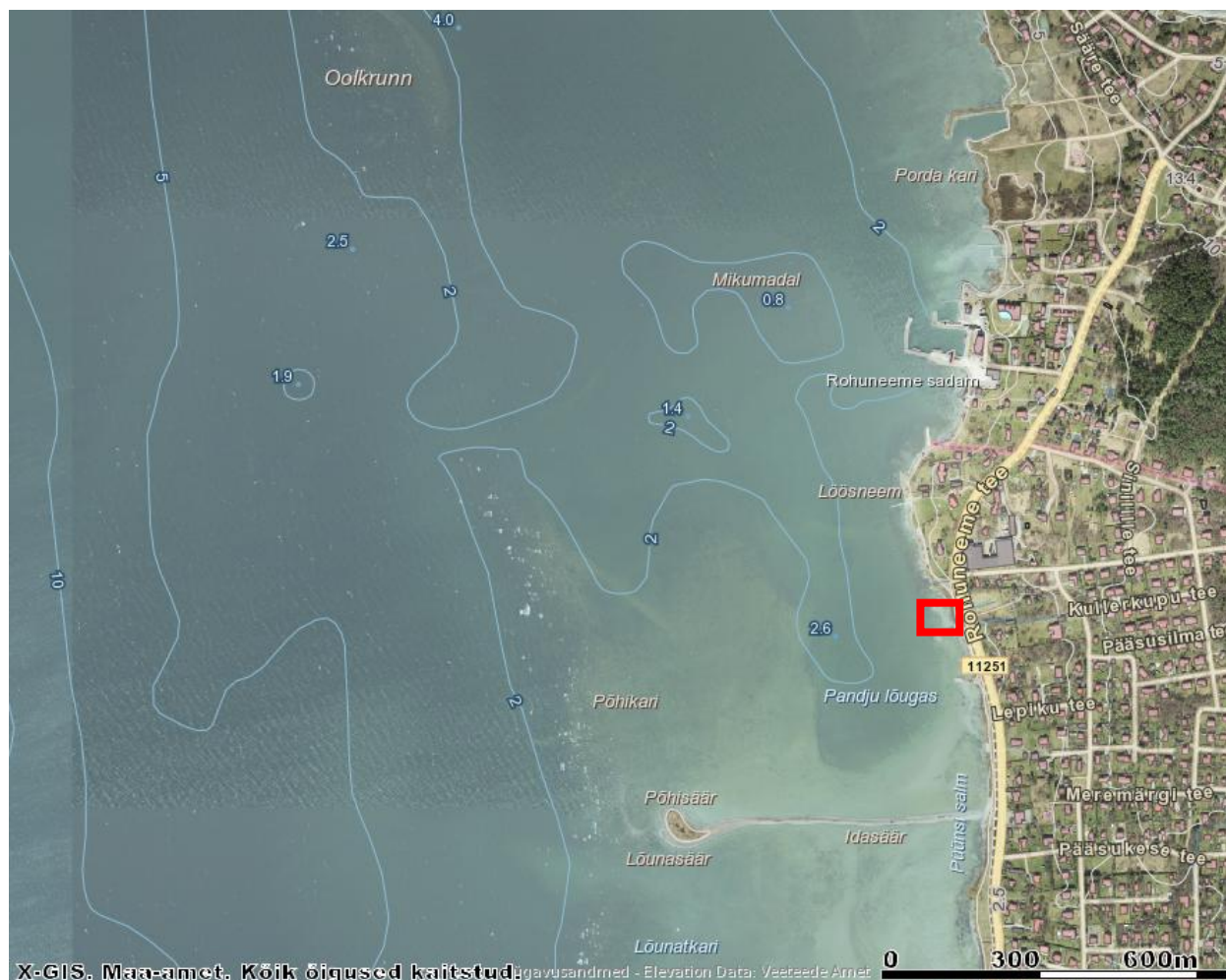
1.3. Lähtematerjalid

- OÜ Viimsi Haldus. 2021. Projekti nr 11-18. Viimsi vald Püüksi küla kinnistu Altsauna lauter ja mereala detailplaneering.
- OÜ Lainemudel. 2019. Töö nr 1910. Püüksi sadama rannaprotsesside analüüs.
- OÜ Corson. 2018. Töö nr 1831. Viimsi vallas, Altsauna lauter ja Klaukse-Peetri kinnistutel asuva sadama lainetuse hindamine.
- OÜ Lotrell. 2018. Töö nr LSHU-251118. Pandju lõugas hüdrograafilised uuringud.
- OÜ Viimsi Haldus. 2019. Töö nr 11-18. Detailplaneeringu eskiis. 25.03.2019.
- OÜ REI Geotehnika. 1999. Töö nr 282-99. Eramu. Roheneeme küla, Viimsi vald. Ehitusgeoloogiline uuring.
- AS Maves. 2019. Töö nr 19013. Harjumaa Viimsi valla Püüksi küla Lepiku tee 2 elamu ehitusgeoloogilise uuringu aruanne.

2. RANNAPROTSESSIDE ANALÜÜS

2.1. Planeeritava sadama asukoht

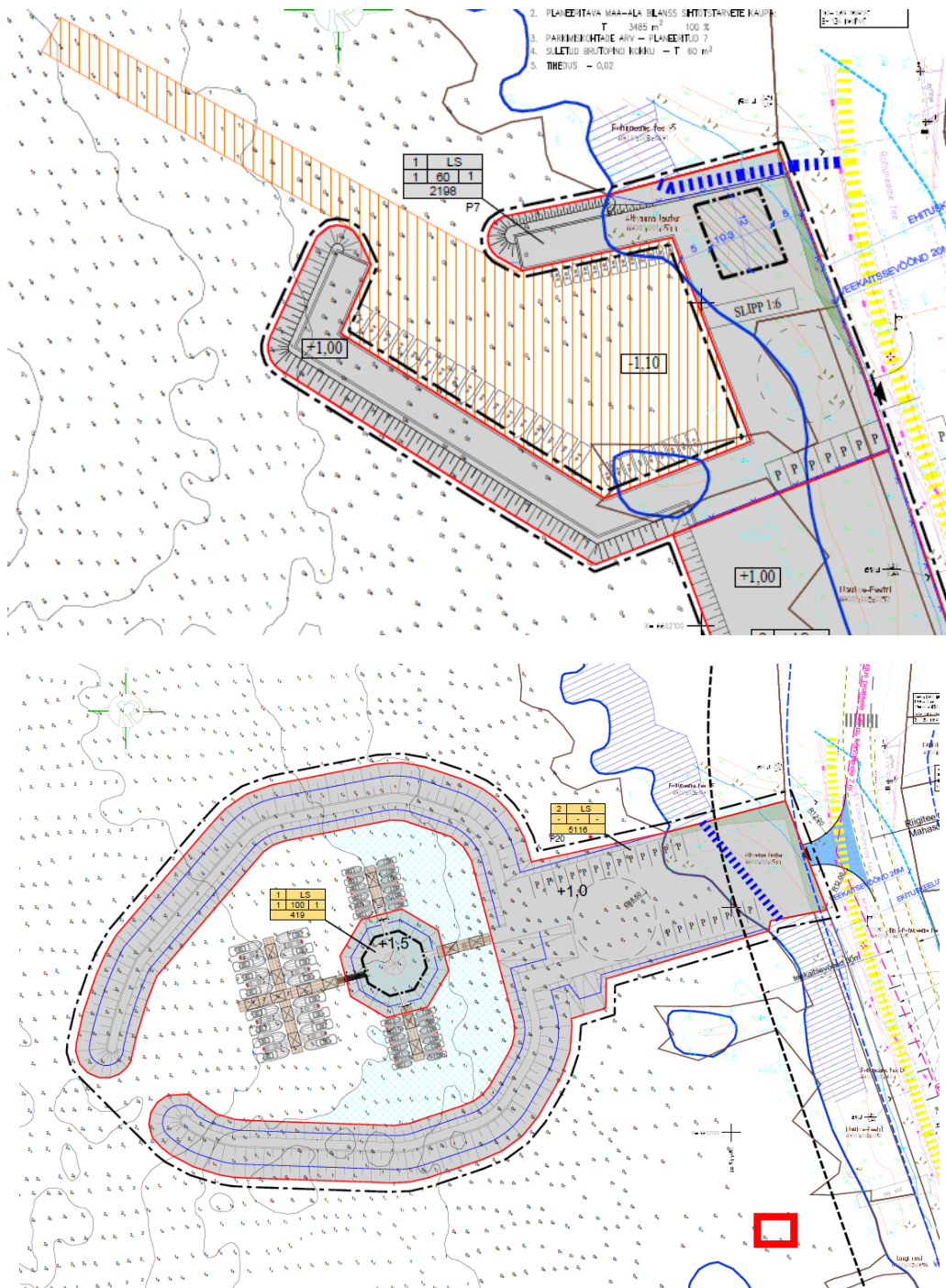
Planeeritav sadam (edaspidi Püünsi sadam) asub Viimsi poolsaare lääneküljel (Joonis 2.1). Potentsiaalne sadam on varjatud Aegna ja Naissaarega tugevate tormide otsese mõju eest. Lõuna poolt varjab sadamat Idasaar koos selle lõpus olevate Põhi- ja Lõunasäärega. Planeeritava sadama lõunapoolne muul ulatub kuni -2,4 m abs (EH2000) sügavuseni.



Joonis 2.1. Püünsi sadama asukoht märgitud punase ringiga. Kaart on mõõtkavas 1:10000.

2.2. 2019. ja 2021. aasta tööde aluseks olnud detailplaneeringute võrdlus

Esialgses eskiisis oli planeeringualasse kaasatud ka eraomandis olev Klaukse-Petri kinnistu, kuid käesolevas lahenduses on edasi mindud vaid kinnistuga Altsauna lauter. Planeeritav ala asub Viimsi poolsaare läänerrannikul Püünsi külas ja hõlmab 599 m² suurust Altsauna lauteri kinnistut (89001:001:0544) ning sellega piirnevat mereala. Koos täidetava merealaga on planeeritava ala suurus ca 0,55 ha.



Joonis 2.2. Väljavõtted 2019. ja 2021. aasta (vastavalt üleval ja all) detailplaneeringute joonistest AP-5 (OÜ Viimsi Halduse töö nr 11-18). Koostatud vastavalt 25.03.2019 ja 01.03.2021.

Esialgselt planeeritud sadama lõunapoolne muul ulatus kuni -1,3 m abs (EH2000) sügavuseni (Joonis 2.2, üleval). Uuendatud detailplaneeringu järgi rajatav sadam ulatub rohkem läände ning selle muuli sügavus on kuni -2,4 m abs (Joonis 2.2, all). 2019. aasta detailplaneeringus oli sadama suue suunatud loodesse ning oli ka rajatud süvendatud faarvaater. 2021. aasta eskiisis on sadama suue suunatud kagusse ning suurema sügavuse tõttu faarvaatrit ei vaja.

2.3. Üldine lainekliima Tallinna lahel

Soome lahe lõunarannikul paiknevad lahed on varjatud lõunakaarest puhuvate tormide poolt tekitatud lainete eest, mida esineb Läänemerel kõige sagedamini (edelatuuled). Sellest tulenevalt on Tallinna lahe lainekliima mahe ning keskmine lainekõrgus selles piirkonnas suhteliselt madal. Seevastu on Tallinna laht avatud põhjaloode suunale, kust ligikaudu kord 50 aasta jooksul võivad saabuda väga tugevad tormid (Soomere ja Keevallik, 2003). Suveperioodil, tuginedes mõõdetud andmetele, on tõenäosusega 50,6% oluline lainekõrgus lahel alla 0,5 meetri. Lainekõrgus, mis ületab 2,5 m, esineb tõenäosusega 0,3% ning üle 3 m tõenäosusega alla 0,05%. Lainete perioodid on põhiliselt 1–2 s (39,5% juhtudest) või 2–3 s (22,4%; Soomere, 2005).

Sügisesed ja talvised lainetuse režiimi mõõtmisandmed puuduvad, seetõttu baseerub olemasolev info mudelarvutustel (Soomere, 2005). Tuulega kuni 7 m/s kujuneb Tallinna lahes välja laineväli olulise lainekõrgusega kuni 0,5 m. Mõõduka tuulega areneb lokaalne lainekõrgus maksimaalselt 50–60 cm-ni. Pikemat aega kestvate 8–10 m/s puhuvate tuulte puhul tekib tavaliselt segalainetus, kus on kombineeritud kohaliku tuule poolt tekitatud lained ning ummiklained, sealjuures varieerub lainekõrgus 0,7–1 m vahel. Tugeva tuulega, 11–13 m/s, suureneb lainekõrgus 1–2 meetrini. Lääne- ja loodetuule keskmise kiiruse 15 m/s korral võib lainekõrgus ulatuda 1,5 meetrini. Olulise lainekõrguse aastased maksimumid Tallinna lahe siseosas ulatuvad ligikaudu 2 meetrini. Ekstreemsetes põhjaloode- ja läänetormides võib tekkida lainetus olulise lainekõrgusega 3–3,5 m (Soomere, 2005).

Püüsi sadama lähedast lainetust on analüüsinud oma töös OÜ Corson (2018). Põhjatuulega tekitatud lainete eest kaitseb sadamaesist ala Aegna saar. Siis on sadama vahetus läheduses Corsoni hinnangul oluline lainekõrgus 0,25 m. Loodetuule puhul on sadam kaitstud Aegna saare läänetipu tõttu, kuid sadamani jõudes on oluline lainekõrgus 0,6 m. Läänetuule korral on sadam varjestatud 13 km kaugusel asuva Naissaarega, kuid arvestama peab 20 m/s tuule kiirus korral 1,5 m olulise lainekõrgusega. Töö tulemuste põhjal anti soovitus pikendada välist lainemurdjat 3 m võrra, misjärel väheneb lainete kõrgus akvatooriumis.

Sadama projekteerijale on oluline toonitada, et OÜ Corson on teinud modelleerimised 2019. aasta detailplaneeringus näidatud sadama kohta. Kuigi üldine info laineväljade kohta on kasutatav, tuleks seda uuendada (modelleerimise asemel võib ka hinnata) kardinaalselt muutunud sadama kuju jaoks. Samuti on oluline silmas pidada, et OÜ Corson on oma töös võtnud tuule kiirusteks modelleerimises põhjakaarte korral 15 m/s ning 20 m/s lääne- ja loodesuuna puhul. Samas kasutas Soomere (2005) Tallinna lahe lainetuse modelleerimiseks NNW tuult kiirusega 23 m/s, mis vastas ligikaudu 2001. aasta novembri tormi ajal puhunud tuule kiirusele. 50-aastase korduvusperioodiga tuuled erinevatest suundadest võivad olla veel tugevamad ning seetõttu on mõistlik sadama rajatiste projekteerimisel arvestada tugevamate tuulte ja järelikult kõrgemate lainetega.

2.4. Veetasemed

Tallinna lahe veetaseme absoluutne kõikumine, mis ulatub 242 cm-ni, langeb üldjoones kokku Eesti rannikumere avamere veetaseme kõikumise mastaabiga. Tallinnas madalaim registreeritud veetase on 90 cm pikaajalisest keskmisest allpool (vaatlusperiood 1950–2004; Soomere, 2005), 2005. aasta jaanuaritormi püstitatud rekordiline veetase ulatus Tallinna lahes 152 cm-ni üle pikaajalise keskmise (BACC II, 2015).

Järsemad muutused veetasemes leiavad enamasti aset sügisel ja talvel. Suuremad kõrvalekalded keskmisest veetasemest esinevad lühikestel ajavahemikel, põhjustatuna peamiselt õhurõhu muutustest ning tuuletingimuste ja ranniku geomeetria kombinatsioonist. Nii kõrgeimad kui madalaimad veeseisud esinevad eelkõige suhteliselt suure tuule kiirusega tormistel kuudel septembrist jaanuarini.

2.5. Rannas olevate setete ja nende liikumise kirjeldus

Käesoleva arvamuse kirjutamise ajal polnud veel tehtud ehitusgeoloogilist uuringut planeeritava sadama alal. Seega puudub dokumenteeritud info merepõhjal setete pealmise kihi granulomeetrilise jaotuse kohta. Seepärast kasutati varasemaid lähikonnas tehtud uuringuid (vt ptk 1.3), toetuti 02.06.2019 ja 11.06.2021 välivaatlusel nähtule ning küsitleti kohalikke elanikke.

Lähima asukohaga (põhja pool planeeritavast sadamast) ehitusgeoloogilise uuringu on teinud OÜ REI Geotehnika 1999. aastal. Kuna uuringupunktid asuvad ca 50 m kaugusel Tallinna lahest, siis peegeldavad nad adekvaatselt merepõhja setetete lasuvust. Meres asuv kõige pealne kiht on munakaid sisaldav kruusliiv. Kruusliiva kihi paksus on REI Geotehnika järgi 0,3–0,4 m. Selle alla jääb saviliiv- ja liivsavimoreen, mis on kõva ning kõvaplastne, sisaldades jämepeurdu 5-10%. Kihi paksus on 0,90–1,25 m. See kiht ei ole aldis erodeerumisele.

AS Mavese tehtud puuraugud jäävad Tallinna lahest ca 40 m kaugusel ning ala asub planeeritavast sadamast lõuna pool. Uuringu aruande järgi on mullakihi all 0,40–0,75 m paksune peenliiva kiht, mis sisaldab kruusa, veeriseid ja rahne. Selle all on möllsavimoreen, mille paksus on 0,90–1,30 m.

Mõlema uuringuaruande põhjal saab väita, et kruusakas liivakiht on meres maksimaalselt 0,5 m paks. Peenem osist on ilmselt ära uhutud või liikumises ning suuremad osakesed ei hakka mahedates laineoludes liikuma. Suuremad osakesed kaitsevad pöördfiltrina alla poole jäävaid peeneid osakesi. Analoogselt lõuna pool asuvatele randadele (Orviku, 2018), kaitseb ka siin rahnuline murrutussillutus randa. Kohaliku elaniku tunnistuse järgi liiguvadki Pandju lõukas suuremate tormidega liivad siia-sinna. Need on ilmselt peenemad setted munakate vahelt. Sellekohased täpsemad uurimused puuduvad.

Rannajoone muutuste uurimiseks külastati 02.06.2019 ja 11.06.2021 Viimsi poolsaare läänerannikut planeeritava Püüsi sadama läheduses ning pildistati randa (Fotod 2.1 kuni 2.6). Veetase oli vastavatel kuupäevadel Tallinna sadamas Tallinna Tehnikaülikooli Meresüsteemide Insituudi järgi +29 cm ja 0 cm (EH2000 süsteemis).



Foto 2.1. Vaade Viimsi poolsaare lääneküljel olevale Idasäärele, mis blokeerib setete liikumise põhjast ja lõunasse. Põhjapoolsest rannajoonest eristuv liivaranna osa ning Idasäär viitavad setete akumulatsioonile. 02.06.2019.



Foto 2.2. Vaade põhja suunas Idasääre juurest. Kujunud liiva osa on rannikust üpris lühike. Taimestiku olemasolu viitab aktiivse murrutuse ja setete transpordi vähesusele randla veepealses osas. 02.06.2019.



Foto 2.3. Rohuneeme tee on kindlustatud ranniku ulatuses graniitkividega, sest kõrgemate veetasemetega võivad lained murrutada teealust peent pinnast. Kohaliku kinnitusel jõuavad lained kõrge veetasemega teeni. 11.06.2021.



Foto 2.4. Veepealses osas on peeneid setteid vähe. Tegemist on kruusase rannaga, kus on palju suuremaid munakaid ja rahne. Palju pinda on veepealses osas kaetud taimestikuga (rohi, kõrkjad jms). 02.06.2019.



Foto 2.5. Planeeritavast sadamas põhja pool on veepiir kindlustatud graniitkividest nõlvaga. Vees ei paista olevat liiva. 02.06.2019.



Foto 2.6. Rannik on stabiilne: randa katavad kõrkjad ja rohi. Taamal paistab Rohuneeme sadam. Randa on uhitud vetikaid. 02.06.2019.

Üldiselt viitab rannamaastik, et setete transport on suunatud põhiliselt põhjast lõunasse. See on seotud läänest ja loodest saabuvate kõrgemate lainetega. Kuigi edelatuuled on sagedasemad ning

nendega samaaegselt on ka veetase kõrgem, takistab Idasäär lainete suurema mõju jõudmist uuritavasse piirkonda. Samuti on lõunatuule jooksumaa Tallinna lähel väga lühike ning kõrged lained tekkida ei saa. Siiski viitavad kohaliku tunnistused sellele, et kõrgete veetasemetega võivad Pandju lõukasse levivad lained, mis liigutavad peeneid setteid siia-sinna ning võivad halbade olude korral kuhjuda kavandatava sadama muulide vahele. Käesoleva hinnangu kirjutaja soovib enne ehitust uurida merepõhja pealmist kihti (ca 0,5 m) ehk siis võimalike liivade kihi paksust kogu Pandju lõukas. Uuringu, mida saab ühitada sadama ehitusgeoloogiliste uuringutega, tulemusena peaks saama liivade jaotuse ja granulomeetrilise jaotuse, mis võimaldaks hinnata muutunud sadama kuju sobivust.

2.6. Rannajoone muutused

Kohapeal nähtut on täiendatud rannajoone muutuste joonisega, mis on koostatud Maa-ameti avalikus WMS teenustes (<https://geoportaal.maaamet.ee/est/Teenused/Avalik-WMS-teenus-p65.html>) olevate ajalooliste ortofotode põhjal. Nende andmete tootmisloo võib leida leheküljelt: <https://geoportaal.maaamet.ee/est/Andmed-ja-kaardid/Ortofotod/Tootmislugu-p189.html>. WMS serveriga ühendamiseks ning rannajoone rekonstrueerimiseks rakendati ESRI tarkvara ArcMap versiooni 10.6.1.

Joonis 2.3 koostamisel on kasutatud ortofotosid aastatest 2002, 2009 ja 2019. Täpsemat infot pildistusprogrammides kasutatud seadmete, täpsuse ning aastate lõikes kaetud piirkondade leiab aadressil: <https://geoportaal.maaamet.ee/est/Andmed-ja-kaardid/Ortofotod/Ortofotod-aastate-ja-objektide-kaupa-p27.html>.

Aeropildistamised on üldjuhul läbi viidud hiliskevad- ning suvekuudel, kui mereveetase on valdavalt pikaajalisest keskmisest veidi madalam. Sellegipoolest on aastate lõikes pildistamisaegne veetase kindlasti erinenud ning kuna rannajoone joonistamisel on lähtutud eelkõige nähtavast veepiirist, siis on mõningad aastatevahelised erinevused tingitud muutustes veetasemetes. Sealjuures on rannajoone lähistel tegemist madalaveelise alaga. Seega veetaseme muutudes võib visuaalselt ka rannajoone kuju muutuda. Joonte tõlgendamisel tuleb arvestada seda, et need on joonistatud veepiiri põhjal, mis võib aastaringselt olla erinev ning seega ei pruugi olla erinevatel aastatel koostatud jooned sama absoluutse kõrgusega. Nii on selge, et 2009. aasta pildistamishetkel oli veetase madalam kui teistel aastatel, sest sel ajahetkel kujutatud veepiir on igas ruumipunktis teistest mere pool. Võrreldes 2002. ja 2019. aastate rannajooni kohapealse rannaga on selge, et joonisel 2.3. nähtavad erinevused on põhjustatud pigem veepiiri erinevast asukohast pildistamise hetkel kui rannaprotsessidest.



Joonis 2.3. Rannas veepiiri kujutavad jooned erinevatel ajahetketel.

2.7. Arvamus rannaprotsesside ja Püüksi sadama vastasmõju kohta

Maheda lainecliima ning rannal oleva sobiva settematerjali vähesuse tõttu on planeeritava Püüksi sadama piirkonnas setete liikumine väike. Kohaliku elaniku sõnutsi liiguvad Pandju lõukas siiski liivad siia-sinna ning see võib mõjutada kavandatavat sadamat (liiv võib kanduda sadama suudmesse). Käesoleva hinnangu kirjutaja soovib enne ehitust uurida merepõhja pealmist kihti (ca 0,5-1,0 m) ehk siis võimalike liivade kihi paksust kogu Pandju lõukas. Uuringu tulemusena peaks saama liivade jaotuse ja granulomeetrilise jaotuse, mis võimaldaks hinnata muutunud sadama kuju sobivust.

Olulise aspektina tuleb välja tuua, et uus sadam ulatub rohkem läände kui eelmine ning seega tõkestavad uue sadama muulid võimaliku põhja-lõuna suunalise setete liikumise. Kui varasemalt oli põhjapoolseks setete liikumise piiriks põhja pool asuv Rohuneeme sadam (ca 450 m kaugusel), siis nüüd nihkub see piir lõunasse. Rohuneeme sadama ja Püüksi sadama vaheline osa on kaitstud suurelt jaolt graniitkividest rannakindlustusega ning seega pole oodata intensiivsemat erosiooni rannikul. Ilmselt muutub aga planeeritava Püüksi sadama ja Idasääre vaheline setete liikumise muster.

Setete kuhjumise intensiivsust planeeritava akvatooriumi suudmesse saab hinnata pärast soovitatud uuringu tegemist. Peale seda saab vajadusel muuta sadama suudme asukohta. Seda peaks võimaldama teha eelprojekti staadiumis. Lisaks tuleks üle vaadata eelprojekti detailplaneeringuga pakutud muulide kõrgused, mis arvestades võimalikku ületipnemist kõrgete veetasemetega võiksid olla kõrgemad kui +2,0 m (EH2000).

VIIDATUD KIRJANDUS

BACC II, BALTEX Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin 2009-2014. Springer, 2015, doi: 10.1007/978-3-319-16006-1.

Orviku. K. 2018. Rannad ja rannikud. TLÜ Kirjastus. 344 lk.

Soomere, T., Keevallik, S. 2003. Directional and extreme wind properties in the Gulf of Finland, Proc. Estonian Acad. Sci., Eng, 9, 2, 73-90.

Soomere, T. 2005. Wind wave statistics in Tallinn Bay. *Boreal Environment Research*, 10, 103–118.

Soomere, T., Eelsalu, M., Pindsoo, K. 2014. Rannasetete bilanss Miidurannast Vanasadamani. Tallinna Tehnikaülikooli Küberneetika Instituut. Käsikiri, 91 lk.