

## **OÜ Lainemudel**

Registrikood: 14075763

e-post: lainemudel@gmail.com

Töö nr **2020**

Töö tellija: Häädemeeste Vallavalitsus

Registrikood: 77000269

e-post: maialiisa.kasvandik@haademeeste.ee

# **HÄÄDEMEESTE VALLA KORDUVA ÜLEUJUTUSEGA ALA PIIRI MÄÄRAMISE JA EHTUSKEELUVÖÖNDI TÄPSUSTAMISE UURING**

Töö autorid:

RAIN MÄNNIKUS

MARIS EELSALU

KADRI VILUMAA

Tallinn

November 2020

**SISUKORD**

1. SISSEJUHATUS .....	3
1.1. Töö eesmärk .....	3
1.2. Sisu .....	3
1.3. Lähtematerjalid .....	4
1.4. Mõisted .....	4
2. ALUSINFO .....	5
2.1. Korduvalt üleujutatav ala ja ehituskeeluvöönd seaduse tähenduses .....	5
2.2. Varasemalt määratud üleujutusala piir .....	6
2.3. Veetasemete mõõtmised .....	7
2.4. Üldine lainekliima ja veetasemed Liivi lahes .....	8
2.5. Veetaseme tõus .....	10
3. ARVUTUSED .....	12
3.1. Veetasemete kvantiilid ja ekstreemumid .....	12
3.2. Üleujutuse kestvus .....	16
3.3. Tormide mõju .....	17
3.4. Üleujutusala piiri määramine .....	18
4. TULEMUSED .....	20
4.1. Reiu küla .....	20
4.2. Mereküla ja Uulu küla .....	21
4.3. Metsaküla .....	22
4.4. Tahkuranna küla .....	22
4.5. Võiste alevik .....	22
4.6. Piirumi küla .....	23
4.7. Rannametsa küla .....	23
4.8. Pulgoja küla ja Häädemeeste alevik .....	24
4.9. Jaagupi küla .....	25
4.10. Penu ja Kabli külad .....	25
4.11. Majaka küla ja Orajõe küla .....	26
4.12. Treimani küla .....	27
4.13. Metsapoolse küla ja Ikla küla .....	28
5. SOOVITUSED .....	29
5.1. Kliimamuutuste mõjud .....	29
5.2. Lainetuse ja rannaprotsesside arvestamine .....	29
5.3. Asustuse ja ehitustegevuse suunamine üldplaneeringus .....	30
5.4. Tüüpjuhised korduvalt üleujutusosalale ehitamisel .....	31
KASUTATUD KIRJANDUS .....	34
LISAD .....	34

## 1. SISSEJUHATUS

### 1.1. Töö eesmärk

Käesoleva uuringu eesmärk oli selgitada välja Häädemeeste valla<sup>1</sup> korduvalt üleujutatava ala piir, mis on rannikul veekaitseliste kitsenduste lähtejooneks ning teha ettepanekud ehituskeeluvööndi täpsustamiseks. Samuti anda suuniseid asustuse arendamiseks ja ehitustegevuse suunamiseks rannikualadel.

Uuringu eesmärk on ära hoida või vähendada üleujutusega seotud olulistes riskipiirkondades üleujutuse võimalikke kahjulikke tagajärgi inimese tervisele, keskkonnale, kultuuriväärtustele ja majandustegevusele.

### 1.2. Sisu

- Selgitada, milliseid rannikualasid üldiselt on otstarbekas käsitleda korduva üleujutusega alana ehk mis on pidevalt ja kindlate perioodide jooksul üleujutustest mõjutatud;
- Paikvaatluste ja/või täpsemate analüüside põhjal teatud piirkondades korduva üleujutusega ala piiri täpsem määramine;
- Häädemeeste valla mererannal korduva üleujutusega ala piiri määramine;
- Teha ettepanekud ehituskeeluvööndi täpsustamiseks;
- Analüüsida tormisündmuste ja üleujutuste andmestikke, mille alusel selgitada välja nende esinemise sagedus ja mõju tugevus kaldale;
- Selgitada, kuidas tuleks korduvalt üleujutatava ala määramisel ja ehituskeeluvööndi täpsustamisel arvestada kliimamuutuste mõjuga ning rannikuprotsessidega;
- Anda juhiseid asustuse ning ehitustegevuse suunamiseks üleujutusohuga alal;
- Anda üldised soovitusel ehituslike tingimuste seadmiseks, arvestades piirkondlikke eripärasid.

Uuring on üheks aluseks Häädemeeste valla haldusterritooriumi kohta koostatavale üldplaneeringule. Uuringu tulemusi ja uuringus esitatud soovitusi võetakse arvesse Häädemeeste valla asustusüksuse üldplaneeringu koostamisel maakasutuse- (sh uute elamu vms arendusalade) ja ehitustingimuste määratlemisel. Üldplaneeringu raames toimub ka ehituskeeluvööndi vähendamise või suurendamise menetlus, sh selle vähendamiseks loa saamine Keskkonnaametilt ning laiem avalikkuse kaasamine. Seega ei ole antud uuringu eesmärgiks (ning ka juriidiliseks jooks) piirangute või kitsenduste kehtestamine mererannal.

---

<sup>1</sup> Häädemeeste valla haldusüksus loodi 2017. a Eesti omavalitsuste haldusreformi tulemusel Häädemeeste valla ja Tahkuranna valla ühinemisel.

### 1.3. Lähtematerjalid

- Veetasemete aegread Pärnus, Häädemeestel ja Salacgrivas (Läti)
- Entec OÜ. 2012. Tahkuranna valla üldplaneering.
- Häädemeeste Vallavalitsus. 2013. Häädemeeste valla üldplaneering.
- Looduskaitseadus, RT I, 22.02.2019, 21
- Planeerimisseadus, RT I, 19.03.2019, 104
- Veeseadus, RT I, 22.02.2019, 1
- Metsapoole hoiuala kaitsekorralduskava 2014–2023. Keskkonnaamet.
- Kabli looduskaitseala kaitsekorralduskava 2012–2021. Keskkonnaamet.
- Vabariigi Valitsuse määrus nr 223. 26.10.2006. Luitemaa looduskaitseala kaitse-eeskiri.
- Luitemaa looduskaitseala ja Luitemaa hoiuala kaitsekorralduskava 2018–2027. Keskkonnaamet.
- Uulu-Võiste maastikukaitseala kaitsekorralduskava 2016–2026. Keskkonnaamet.
- Pärnu rannaniidu looduskaitseala kaitsekorralduskava 2011–2020. Keskkonnaamet.
- Digitaalne kõrgusmudel 10 meetrise lahutusvõimega. Maa-amet
- Hamburgi Tehnikaülikooli poolt modelleeritud lainetuse andmed

### 1.4. Mõisted

- **Ehituskeeluvöönd** - ranna või kalda ehituskeeluvöönd on teatud laiusel ala, mis asetseb mere, järve, jõe, oja või kanali ääres, millele on keelatud ehitada uusi hooneid või rajatisi (LKS § 38).
- **Ranna või kalda piiranguvöönd** – on veekogu ranna või kalda kõige ulatuslikum kitsendus, mille eesmärk on rannal või kaldal asuvate looduskoosluste säilitamine ja inimtegevusest lähtuva kahjuliku mõju piiramine (LKS § 35 ja 37).
- **Veekaitsevöönd** – on moodustatud veekogu kalda või ranna erosiooni ja hajuheite vältimiseks veekogu kaldal või rannal (VeeS § 118).

## 2. ALUSINFO

### 2.1. Korduvalt üleujutatav ala ja ehituskeeluvöönd seaduse tähenduses

Veeseaduse § 106 kohaselt on üleujutus harilikult veega katmata maa-ala ajutine kattumine veega, kaasa arvatud selline üleujutus, mis on põhjustatud mere veetaseme tõusust rannikualal. Üleujutusega seotud risk on sellise üleujutuse esinemise võimalikkus, mis võib kaasa tuua ebasoodsa mõju inimese tervisele ja varale, keskkonnale, kultuuripärandile ning majandustegevusele.

Looduskaitseseaduse (edaspidi LKS) § 35 lõige 3 kohaselt määratakse korduva üleujutusega ala piir mererannal üldplaneeringuga. Kui korduva üleujutusega ala piiri ei ole määratud, loetakse korduvalt üleujutatud ala piiriks ühe meetri kõrgune samakõrgusjoon. Korduva üleujutusega veekogude ranna ja kalda piiranguvöönd, veekaitsevöönd ja ehituskeeluvöönd koosnevad üleujutustavast alast ja LKS §-des 37-39 sätestatud vööndi laiupest.

**Ranna või kalda piiranguvööndi** laius on LKS järgi Läänemere rannal 200 meetrit. Ranna piiranguvööndi täpsem sisu on toodud LKS § 37.

**Ehituskeeluvööndi** laius on mererannal 100 meetrit (Narva-Jõesuu linna piires ja meresaartel 200 meetrit). Selles vööndis on uute hoonete ja rajatiste ehitamine keelatud. Ehituskeeluvööndi erisused ja täpsem sisu on toodud LKS § 38.

**Veekaitsevöönd** on veekogu kalda või ranna erosiooni ja hajuheite vältimiseks veekogu kaldal või rannal. Veekaitsevööndi ulatuse arvestamise lähtejoon on ruumiandmete seaduse kohaselt Eesti topograafia andmekogu põhikaardile kantud veekogu veepiir (Veeseadus, 2020). Veekaitsevööndis on keelatud peale maavara kaevandamise ka ehitamine. Täpsemalt on kirjas Veeseaduses § 119.

OÜ Mavese töö (2020) järgi on Keskkonnaministeerium selgitanud korduva üleujutusega ala olemust oma 20.09.2016 a kirjas nr 8-2/16/6610-4 järgnevalt:

LKS § 35 lg 4 sätestab, et korduva üleujutusega veekogude ranna või kalda ehituskeeluvöönd koosneb üleujutatavast alast ja ehituskeeluvööndi laiupest. Korduvalt üleujutatavateks aladeks ei loeta LKS kohaselt automaatselt kõikjal rannikul olevaid alasid, vaid lähtutakse reaalsest olukorrast looduses. Valdavalt esinevad korduvalt üleujutatavad alad madalatel, laugedel randadel, mis teatud kindlate perioodide järel (tavaliselt kevadeti ja/või sügiseti) on pikema aja vältel üleujutatud. Seetõttu vajavad taolised korduvatest üleujutustest mõjutatud rannad lisapuhvrit võrreldes randadega, kus selliseid protsesse ei esine, ning kus ranna ja kalda kaitse eesmärk on täidetud tavapärase ehituskeeluvööndi laiuse (mida arvestatakse põhikaardile kantud piirist) korral. Juhul, kui korduva üleujutusega ala juba sisalduks tavapärase ehituskeeluvööndis, ei oleks täidetud ranna ja kalda kaitse eesmärk korduvalt üleujutatavatel aladel. Üleujutusala liitmise vajadus tavapärasele ehituskeeluvööndi laiusele on olnud muuhulgas ka omandiõiguse täiendav kaitse korduvalt ja regulaarselt toimuvate üleujutuste ning sellistel aladel toimuvate aktiivsete rannikuprotsesside eest.

Korduvalt üleujutatava ala piir on aluseks rannaalal ehituskeeluvööndi määramiseks. Ehituskeeluvööndi ülesanne on tagada rannal või kaldal asuvate looduskoosluste säilitamine, inimtegevusest lähtuva kahjuliku mõju piiramine, ranna või kalda eripära arvestava asustuse suunamine ning seal vaba liikumise ja juurdepääsu tagamine (LKS §

34). Ehituskeeluvöönd on ranna või kalda teatud laiusega ala, kus on keelatud ehitada uusi hooneid või rajatisi (LKS § 38). Looduskaitseaduse § 35 lõige 1 ja 2 kohaselt on ehituskeeluvööndi lähtejooneks põhikaardile kantud veekogu piir. Looduskaitseaduse § 35 lõige 4 alusel koosnevad korduva üleujutusega veekogude ranna piiranguvöönd, veekaitsevöönd ja ehituskeeluvöönd üleujutatavast alast ja seaduses sätestatud vööndi laiusest.

Käesoleva töö üheks osaks on ka esitada vastavalt välitööde tulemusele ehituskeeluvööndi suurendamise või vähendamise ettepanekud, et anda sisend Häädemeeste valla koostatava üldplaneeringu ehituskeeluvööndi määratlemiseks. Ranna ja kalda ehituskeeluvööndi suurendamist ja vähendamist käsitleb Looduskaitseaduse § 40, kus sätestatakse juhud, millal võib ehituskeeluvööndi ulatust muuta:

- Ranna ja kalda ehituskeeluvööndit võib suurendada või vähendada, arvestades ranna või kalda kaitse eesmärgi ning lähtudes taimestikust, reljeefist, kõlvikute ja kinnisasjade piiridest, olemasolevast teede- ja tehnovõrgust ning väljakujunenud asustusest.
- Ranna ja kalda ehituskeeluvööndit võib kohalik omavalitsus suurendada üldplaneeringuga.
- Ranna ja kalda ehituskeeluvööndi vähendamine võib toimuda Keskkonnaameti nõusolekul.
- Ehituskeeluvööndi vähendamiseks esitab kohalik omavalitsus Keskkonnaametile taotluse ja planeerimiseaduse kohaselt vastuvõetud üldplaneeringu, kehtestatud üldplaneeringu muutmise ettepanekut sisaldava vastuvõetud detailplaneeringu või vastuvõetud detailplaneeringu, kui kehtestatud üldplaneering puudub.

Ehituskeeluvööndi laiuse suurendamine ja vähendamine jõustub planeeringu kehtestamisotsuse jõustumisel. Sealjuures ei tohi ehituskeeluvööndi vähendamine olla vastuolus ranna või kalda kaitse eesmärkidega ning LKS-i § 38-ga.

## **2.2. Varasemalt määratud üleujutusala piir**

Käesoleva ajani kehtib Häädemeeste valla haldusüksuse ehituskeeluvöönd, mis on määratud endiste Häädemeeste ja Tahkuranna valla üldplaneeringutega.

Tahkuranna üldplaneeringus (Entec, 2012) loetakse üleujutusega ala piiriks 1,0 m samakõrgusjoon mererannal. Välja on toodud, et alla 2,0 m absoluutkõrgusega (antud BK77 süsteemis, EH2000 süsteemis vastavalt 2,18 m) alal tuleb arvestada hoone üleujutuse tekkimise riskiga. Elamute ja nende abihoonete ehitamine ning maapinna täitmine hoonete ehitamiseks on keelatud hoonestamata üleujutatavatel rannaaladel (allapoole kõrgvee piir, milleks loetakse 1,5 m samakõrgusjoont). Detailplaneering tuleb koostada juhul, kui rajatav ehitus jääb merele lähemale üldplaneeringu kaardil olevast 1,5 m (BK77) samakõrgusjoonest (EH2000 järgi 1,68 m).

Endise Häädemeeste valla üldplaneeringus on kirjas, et korduva üleujutusega aladel ehitiste projekteerimisel peab arhitekt arvestama võimaliku üleujutusohuga ja tagama hoone projektiga (tehnilise lahendusega) vastavad üleujutusest tingitud kahjustusi vältivad meetmed. Uute elamute rajamine korduva üleujutusega alale ei ole lubatud. Soovitatav on absoluutkõrgusega alla 3,0 m (EH 2000 järgi 3,17 m) paiknevate hoonete, rajatiste sh tehnovõrkude projekteerimisel arvestada võimaliku üleujutusohuga.

Häädemeeste valla üldplaneeringus võeti korduval üleujutatava ala piir määramisel aluseks:

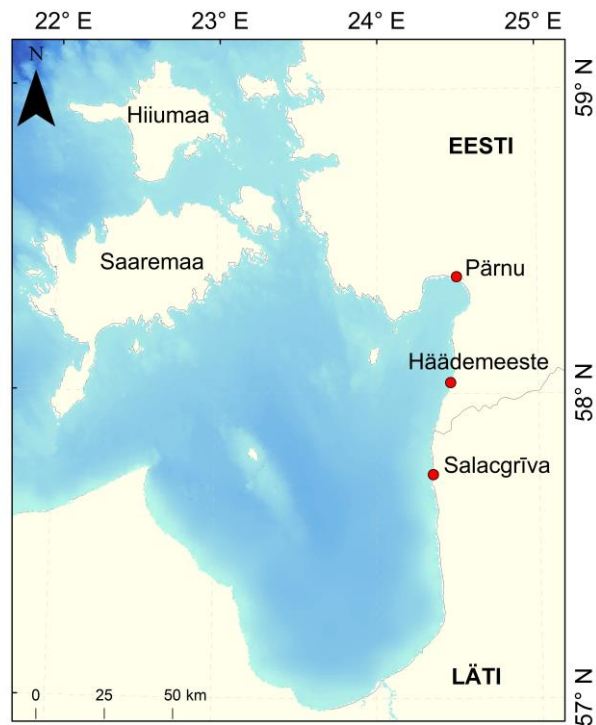
- 1) Häädemeeste aleviku lõunapiirist kuni Vaheliku kraavini (Rannametsa tormivallini) määrati korduva üleujutusega ala piir 1 m (EH 2000 järgi 1,17 m) kõrgusjoonega. Antud piirkonnas puudusid andmed ja uuringud, mis oleks aluseks korduva üleujutusega ala piiri määramisel. Seega lähtuti olemasolevatest andmetest ja olukorrast ning korduvalt üleujutatava ala ja ehituskeeluvööndi piiri määramisel arvestati 1 m kõrgusjoonega. Lahenduse leidmisel tugineti kohalike elanike ütlustele ja ajaloolisele mälule ning Häädemeeste valla haridus-, kultuuri ja sotsiaalkomisjoni liikmete seisukohtadele. Olemasolevast asustusest mere poole kuni ehituskeeluvööndi piirini sai ehitada ainult rannaniitused ja karjamaid ning looduskaitselisi tegevusi teenindavaid rajatisi (piirded, tarad, loomade varjualused, vaatetornid). Praktikast on järgitud põhimõtet, et Linkmani liinist mere poole uusi elamuid, tootmis- ja ärihooneid ei ehitata. Tegemist on ajalooliste rannakarjamaade alaga, seega väärivad kohalike elanike kogemused ja tarkus arvestamist. Nimetatud piirkonnas ei ole lubatud olemasolevast asustusjoonest mere poole jäävale alale uute elamute ja äri ning tootmishoonete ehitamine.
- 2) Alates Vaheliku kraavist kuni Rannametsa jõeni määrati korduva üleujutusala piir arvestades Rannametsa kaitsetammiga, vastavalt, et ehituskeeluvöönd ulatuks kaitsetammini. Vaheliku kraavist kuni Rannametsa jõeni on asustuse kaitseks üleujutuse eest ehitatud kaitsetamm, valdavalt jääb olemasolev asustus kaitsetammist ida poole. 1970-ndatel kaitsetammi rajamisel arvestati toimunud üleujutustega ning meretaseme tõusudega ja tormivallist mere poole asuvatel kinnistutel on üleujutusohu suurem. Ehituskeeld ei laiene hajaasustuses olemasoleva ehitise õuemaale ehitatavale uuele hoonele, mis ei jää veekaitsevööndisse
- 3) Põhja pool Rannametsa jõge lähtuti olemasolevatest andmetest ja olukorrast ning korduvalt üleujutatava ala ja ehituskeeluvööndi piiri määramisel arvestatakse 1 m (EH 2000 järgi 1,17 m) kõrgusjoonega.

Korduva üleujutusega ala piiri määramise aluseks Häädemeeste valla üldplaneeringus olid võetud Pärnu maakonna üleujutuskaardid, mille andmed edastati Pärnu Maavalitsuse poolt kohalikele omavalitsustele. Korduva üleujutusala piiride määramisel oli arvestatud ajaloolist ja olemasolevat ehitusjoont ja väljakujunenud asustust, reljeefi, kõlvikute ja kinnisasjade piire, analüüsitud oli toimunud veetõuse ja üleujutusi ning olemasolevaid topo-geodeetiliste mõõdistuste aruandeid ja Häädemeeste valla üldplaneeringu avalikul väljapanekul ja avalikul arutelul esitatud ettepanekuid.

Korduva üleujutusega ala piiriga on vajalik arvestada edaspidiste detailplaneeringute koostamisel ja projekteerimistingimuste väljastamisel (korduva üleujutusega ala piiri asukoht täpsustatakse toop-geodeetilise alusplaani alusel).

### **2.3. Veetasemete mõõtmised**

Häädemeeste valla territooriumile jääb Häädemeeste rannikujaam. Põhja pool mõõdetakse veetasemeid Pärnu rannikujaamas ning lõunas, Läti, Salacgriva sadamas (Joonis 2.1). Nimetatud jaamades mõõdetud andmeid kasutati käesolevas töös. Eesti Keskkonnaagentuurilt saadi Häädemeeste ja Pärnu veetasemed. Salacgriva veetaseme saadi Läti Keskkonna, geoloogia ja meteoroloogia keskuselt (<http://www.meteo.lv>).



**Joonis 2.1.** Veetasemete mõõtmise asukohad Häädemeeste vallas ja selle läheduses.

Häädemeeste rannikujaam asub Jaagupi sadamas ning seal alustati tunnise sammuga veetasemete mõõtmist 2012. aasta oktoobris. Pärnu rannikujaam asub Pärnu jõe vasakul kaldal Pärnu sadamas. Seal algasid mõõtmised juba 1893. aastal. Pikemalt on kirjeldatud Pärnu veetasemeid Suursaare ja Sooääre (2007) ning Männikus jt. (2019) töödes. Salacgrivas mõõdetakse veetasemeid sadamas ning neid on tehtud aastast 1928. Aastail 1961–1981 mõõdeti seal veetasemeid kolm korda päevas ning aastail 1982–2006 kaks korda päevas. Alates 2006. aastast mõõdetakse tunniajase sammuga. Salacgriva veetasemetest on kirjeldanud pikemalt Männikus jt. (2020).

Käesolevas töös on kasutatud veetasemed EH2000 süsteemis ning UTC ajavööndis (*Greenwich Mean Time*). Pärnu ja Salacgriva veetasemed võetud 1961–2019. 2020. aasta andmed pole Eestis Keskkonnaagentuuri sõnul kontrollitud ning seega on need tööst välja jäetud.

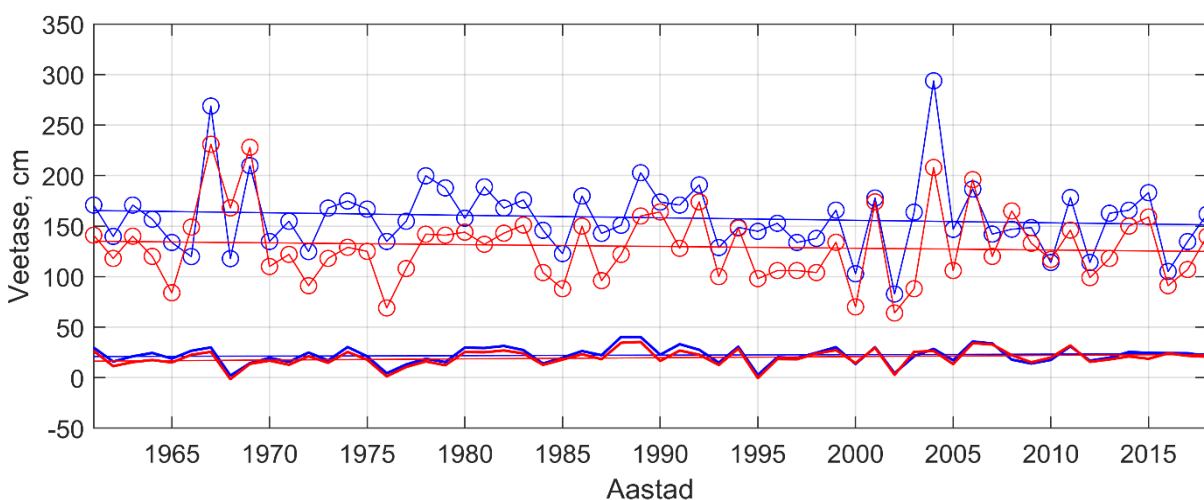
## 2.4. Üldine lainekliima ja veetasemed Liivi lahes

Üleujutused ja rannapurustused on tavapärased, kui üheaegselt esineb kõrge veeseis ning kõrge lainetus. Kõrge veeseis tekib Liivi lahe rannikul (s.h. Pärnu lahes) kolme komponendi koosmõjul: (i) suurenenud veemaht terves Läänemeres, mis on tingitud spetsiifilistest tormisündmustest, mis pressivad läbi Taani väinade suure hulga vett, (ii) ebasoodsast suunast (edelas ja läänest) puhuvate tsüklonite seeriade poolt põhjustatud veetaseme tõusust Liivi lahes endas, (iii) lokaalsetest tormidest kergitades veetaset rannas. Iga komponent võib lisada algsele 0-tasemele ligikaudu 1 meetri (Männikus jt, 2019). Seda on rohkem kui +275 cm (BK77 süsteemis), mis mõõdeti 2005. aasta jaanuaritormis (Suursaar ja Sooäär, 2007). Kõrgeimad lained Pärnu lahe rannikul tekivad edelas puhuvate tuulte korral. Kuna samast ilmakaarest puhuvad tsüklonaalsed tuuled tõstavad ka veetaset, siis esinevad kõrge veetase ja kõrged lained tavaliselt samaaegselt.



Pikaajalised muutused veetasemes jälgivad suures mastaabis Läänemere veetaseme muutuste muustrit (Suursaar ja Sooäär, 2007). Järsemad muutused leiavad enamasti aset sügisel ja talvel, mil tsüklonaalne tegevus on aktiivne. Suuremad kõrvalekalded keskmisest veetasemest esinevad lühikestel ajavahemikel, põhjustatuna peamiselt õhurõhu muutustest ning tuuletingimuste ja ranniku geomeetria kombinatsioonist. Riia lahe veetaset mõjutab lisaks veel vee kuhjumine lahte läänekaarte tuulte korral. Kuna Irbe ja Suur väin on suhteliselt kitsad, siis võib ajutine veetase, kuni päev, olla ligikaudu 50 cm kõrgem kui Läänemere avaosas (Männikus jt., 2019). Nii kõrgeimad kui madalaimad veeseisud esinevad Riia ja Pärnu lahes eelkõige suhteliselt suurte tuulte kiiruste korral tormistel kuudel septembrist jaanuarini.

Ülaltoodust lähtuvalt on mõistlik aastate võrdlemisel ja trendide koostamisel kasutada mitte kalendriaastaid, vaid nn tormiaastaid. Kalendriaasta puhul võivad olla kahe aasta maksimaalsed veetasemed tegelikult ühe suurema tormi osa, mis toimub aastavahetusel. Defineeritud tormiaasta algab juulis ning lõpeb järgmise aasta juunis. Seda määratlust on kasutatud mitmetes teadustöodes (Eelsalu jt., 2014, Soomere ja Pindsoo, 2016; Männikus jt., 2020). Allpool (Joonis 2.2) on kujutatud tormiaastate keskmisi ja maksimaalseid veetasemeid Pärnus ja Salacgrivas. Huvipakkuv maksimumide trend on langev mõlemas asukohas: -2,4 ja -1,7 mm/aastas (vastavalt Pärnus ja Salacgrivas).



**Joonis 2.2.** Tormiaastate maksimumid (üleval) ja keskmised veetasemed (all). Sinised jooned vastavad Pärnus ning punased Salacgrivas mõõdetud veetasemetele.

Vähenev veetasemete maksimumide trend võib viidata sellele, et kõrged veetasemed on tulevikus harvemad. Nii öelda siiski ei saa, sest (i) trend pole statistiliselt oluline (ei saa öelda info põhjal kindlalt, et trend on vähenev), (ii) trend on koostatud teatud ajavahemiku põhjal ning teise ajaperioodi puhul võib see olla teine. Näiteks uurisid Suursaar ja Sooäär (2007) Pärnu veetasemete muutusi ning näitasid, et aastased maksimumide trendid suurenesid perioodidel 1924–2004 ning 1946–2005 vastavalt 2 mm/a ja 5 mm/a (nende trendid oli statistiliselt usaldusväärsusega 95%). Need tõusud on põhjustatud talviste maksimumide tõusust Pärnus (Suursaar ja Sooäär, 2007). Sarnast muutust on ka märgata 1961–2018 Salacgrivas (Männikus jt., 2020), kus talviste veetasemete (detsembrist kuni märtsini) keskmine tõusis üle 90% usaldusväärsusega 2,9 mm/a. Lisaks oli näha veetasemete sesoonse muutlikkuse muutumist ehk kuude keskmiste veetasemete

tõusu aasta esimeses pooles ning langust aasta teises pooles. Kõrvutades selle info jäävabade talvede sagenemisega, võib öelda, et surve rannikule kasvab.

## 2.5. Veetaseme tõus

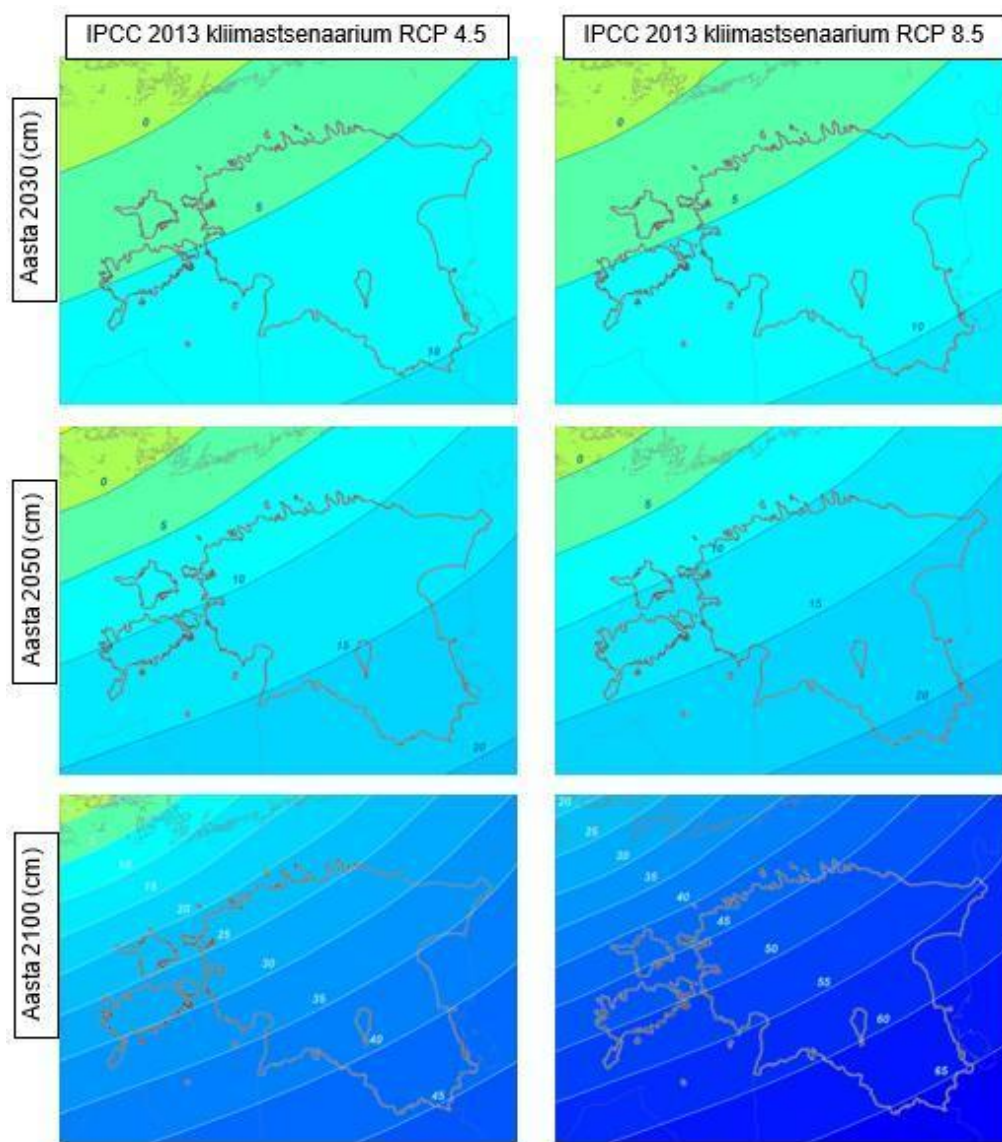
Pikaajaline ehk eustaatiline merevee taseme tõus on polaarjää ning liustike sulamise ja veetemperatuuri tõusu tagajärjel aset leidnud soojuspaisumisest tekkinud veetaseme tõus. Maailmamere veetaseme tõusu kiirusele on erinevates allikates erinevad hinnangud antud. Liustike sulamine Antarktika ja Gröönimaa lähistel on kiirenenud ning vastavalt Andew jt. (2012), on ajavahemikul 1992–2011 maailmamere taseme tõusu kiiruseks olnud 0,6 mm/aastas. Realistlikud hinnangud eelmiste sajandite kohta jäävad ligikaudu 30 cm lähedale, sealjuures 19. sajandil tõusis maailmamere tase umbes 10 cm ning 20. sajandil 20 cm. (Summerhayes, 2015). Seega on möödunud sajandi jooksul veetase keskmiselt kerkinud 2 mm/aastas. Läänemeres veemöödujaamade andmeridade analüüsi alusel on maailmamere tõusu kiiruseks hinnatud ligikaudu 1,5 mm/aastas (Hünicke jt., 2015). Veemöödujaamade andmetest saadud kiirused näitavad veetaseme suhtelist tõusu maapinna suhtes.

Meretaseme tõusu tuleviku projektsioonide jaoks on konstrueeritud erinevad stsenaariumeid, mille realiseerumised sõltuvad inimkonna edasisest käitumisest. Olulisemad projektsioonid on loodud ÜRO valitsuste vahelise kliimamuutuste nõukogu (*Intergovernmental Panel on Climate Change* edaspidi IPCC) poolt. Eestis, isostaatilise maakerke ja maailmamere taseme tõusu koosmõju tulemusena 2015. aastal avaldatud „KATI“ aruande (Keskkonnaministeerium, 2016) põhjal, võib meretaseme tõus sajandi lõpuks tõusta mõõduka kliimastenaariumi RCP4.5 kohaselt kuni 35 cm (Joonis 2.3). Aruandes toodud hinnangud merevee taseme ruumilisest jaotusest Eesti rannikuvetes näitavad, et kõige suurem merevee taseme tõus leiab tõenäoliselt aset Loode-Eestis. Joonis 2.3 põhineval hinnangul võib 30 aasta pärast praegu keskmine veetase Häädemeeste valla rannikul olla ligikaudu 15 cm võrra kõrgem mõõduka stsenaariumi korral (vt. RCP4.5) ja äärmusliku stsenaariumi korral on oodatavat merevee taseme tõus 2050 aastaks 20 cm. Sajandi lõpuks on prognoositav veetaseme tõus RCP4.5 kohaselt 40 cm ja RCP8.5 järgi üle poole meetri, 60 cm.

Võimalikust meretaseme tõusust tulenev risk Häädemeeste valla rannikualadele, eelkõige sealsetele hoonetele, elamutele ja rajatistele, peaks olema maandatud ehituskeeluvööndiga. Eelkõige on mereveetaseme tõus aluseks tormiaegsele veetaseme tõusule. Kriitiliste veetasemete esinemisel mängivad olulist rolli vähesed lisandunud sentimeetrid ning sõltuvalt asukohast võib kõrgem baasveetase tormiveele ning -lainetele võimaldada ligipääsu märksa kaugemale sisemaale.

Teaduskirjanduses (Jaagus, 2003, Soomere ja Pindsoo, 2016) on viidatud võimalikule läänetormide sagenemisele, samuti talvise jääkatte vähenemisele jääpäevade arvu vähenemise põhjal. Sellised muutused mõjutavad paljuski liivarandasid, mis on altimad alluma liiva ära kanded rannast. Kui siiani on Eesti rannikualadel maakerge paljuski kompenseerinud maailmamere veetaseme tõusust tingitud veetaseme tõusu Läänemeres, siis lähitulevikus maailmameretõus ületab maakerke mõju randades ja tõenäoliselt peeneteraliste setetega kaetud rannaaladel domineerib pigem erosioon. Merevee taseme tõusuga kasvab ka tõenäosus, et soodsate kombinatsioonide tulemusena võivad maksimaalsed tormidest põhjustatud ajutised veetaseme tõusud olla teadaolevatest suuremad ja esineda tihedamini ning suuremal pindalal. Sellistest muutustest on enim mõjutatud transpordisektor, rannikulähedased hooned, infrastruktuur, samuti rannikuerosiooni ulatuslikum esinemine. Prognoositava merevee taseme tõusul 100 aasta jooksul on tõenäoliselt kindel roll rannikualade ja rannajoone asukoha muutumisel. Madalamad rannikupiirkonnad on rohkem haavatavamad ja mõjutatud kui rannikualad, kus maapinna kalle on

suurem. Kuna tegemist on siiski pikaajalise ja ühtlase protsessiga annab see elustikule aega muutustega mingil määral kohaneda.



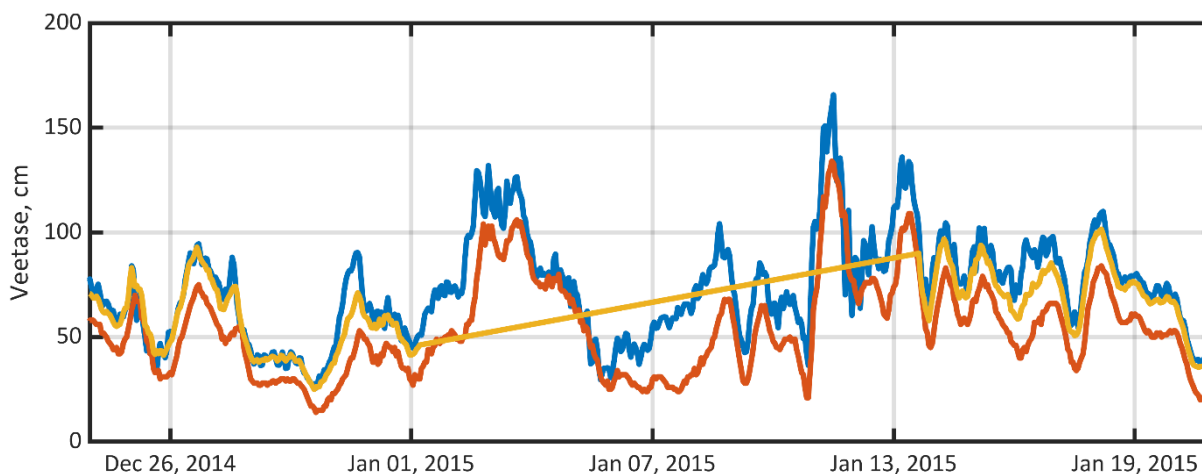
**Joonis 2.3.** Prognoositav merevee taseme tõus sentimeetrites Eesti aladel 21. sajandil RCP 4.5 ja 8.5 kliimastenaariumite põhjal võrreldes keskmise meretasemega aastal 2000 (väljavõte aruandest „KATI“ (Keskkonnaministeerium, 2016)).

### 3. ARVUTUSED

#### 3.1. Veetasemete kvantiilid ja ekstreemumid

Häädemeeste valla rannikujoone pikkus on ligikaudu 57 km ning see ulatub Läti piirist kuni Pärnu linnani. Suurem osa rannikust on avatud lääne suunas Liivi lahele, kuid osa rannikust (ligikaudu 13 km) asub Pärnu lahes, kus rannajoon pöörduv umbes 90 kraadi. Seega on Pärnu linnapoolne osa avatud rohkem edelatuultele. Selles kohas kuhjatakse tugevate edelatuultega üles veemass, mis ulatub selles madalas Pärnu lahes kõrgemale kui näiteks ranna lähedal Jaagupis ja Iklas. Seetõttu on erinevates piirkondade erineva kõrgusega veetasemed, kuid need on omavahel tugevas seoses (korrelatsioonikoefitsient  $>0,98$ ).

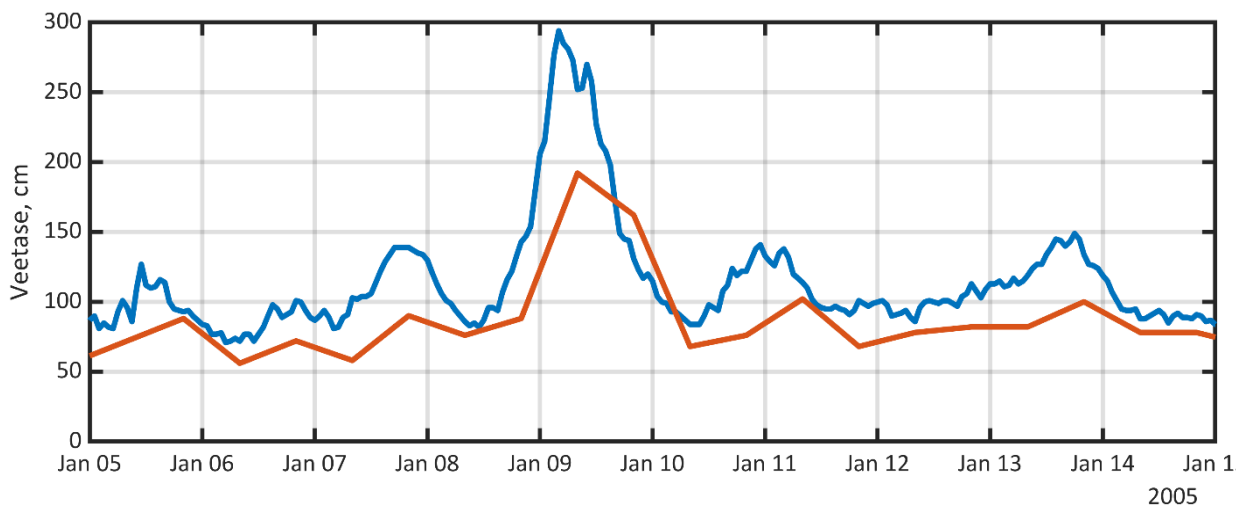
Joonis 3.1 kujutab veetasemeid Pärnus, Salacgrivas ja Häädemeestel lühikese perioodi vältel 2015. aasta alguses. Jooniselt on näha, et veetasemed on liiguvad ühes taktis, kuid vahepeal on puudu mõõtmistulemused Häädemeestel (sirge joon sildab puuduvad mõõtmised). Et Häädemeestel on mõõdetud veetasemeid ka vaid 6 aastat, siis peab pikema ajaperioodi korral vaatlema Pärnu ja Salacgriva veetasemeid.



**Joonis 3.1.** Veetasemed Pärnus (sinine), Salacgrivas (punane) ja Häädemeestel (kollane) jaanuaris 2015.

Joonis 3.2 kujutab veetasemeid Pärnus ja Salacgrivas 2005. aasta jaanuaris, mil Pärnus registreeriti üleujutuste rekord. Pärnus mõõdeti veetasemeid tunnise sammuga, kuid Salacgrivas paar korda päevas. Sellest tingituna on Salacgriva joon „hüppelisem“. Et üleujutuste puhul tuleb arvesse võtta ka kestvust, siis on vaja vaadelda aegrida võimalikult tiheda lahutusvõimega. Antud juhul valiti selleks üks päev, sest siis on ka Salacgriva mõõtejaamast võimalik saada võimalikult palju punkte valitud ajaühiku kohta.

Edasi vaadeldi päevaseid veetasemete maksimume ja miinimume. Esimese põhjal saab teha järeldusi üleujutuste maksimaalsete kõrguste kohta ning teise põhjal üleujutuste kestvuse kohta. Seejärel vaadeldi päevaste maksimumide kvantiile. Kuna Häädemeestel on olnud mõõtmised palju lühemad kui Salacgrivas ja Pärnus, siis vaadeldi kvantiile nii kogu mõõtmisperioodi kui ka aastate 2013–2019 kohta (Tabel 3.1).



Joonis 3.2. Veetasemed Pärnus (sinine) ja Salacgrivas (punane) jaanuaris 2005.

Tabel 3.1. Päevaste maksimaalsete veetasemete kvantiilid.

Kvantiil	Päeva aastas	Aastad 1961 - 2019			Aastad 2013 - 2019			
		Pärnu	Salac- griva	Keskmine (P,S)*	Pärnu	Häädemeeste	Salac- griva	Keskmine (P,S)*
50	182,6	31	23	27	31	29	26	29
60	146,1	39	30	34	39	37	34	37
70	109,6	47	38	43	48	44	41	44
80	73,1	59	46	52	59	54	51	55
90	36,5	78	61	69	75	68	66	71
99	3,7	132	105	118	121	106	103	112
99,71	1,1	157	132	144	151	136	122	136
99,863	0,5	170	144	157	165	152	136	151
Max	0,0	294	231	262	183	171	159	171

\* Pärnu ja Salacgriva tulemuste põhjal arvatud keskmine veetase.

Joonis 3.1 näitas, et Häädemeestes mõõdetud veetasemed sarnanevad kõrguse poolest Pärnuga. Samas nähtub ülaltoodud tabelist, et veetasemed Häädemeestel (Jaagupi sadamas) jäävad ligikaudu Salacgriva ja Pärnu tulemuste vahele (võrdle keskvaartust ja Häädemeeste tulemust aastail 2013–2019). 90% ja 99% kvantiili puhul on Häädemeestes mõõdetud tulemused väiksemad arvatud keskmisest (maksimaalselt 6 cm). Muudel juhtudel on erinevus maksimaalselt 2 cm. Seega on sobilik aastail 1961–2019 kasutada Häädemeestel, Jaagupi sadamas, veetasemete kvantiile, mis on arvatud Pärnu ja Salacgriva keskmisena (toodud tabelis sinisega).

Olulise tähtsusega on üleujutuste puhul ekstreemumid ning erinevatele korduvusperioodidele vastavad väärtused. Näiteks Hollandis kasutatakse tammide projekteerimisel 100 000-aastase korduvusperioodile vastavaid veetasemeid. Tegu on statistiliste suurustega, mis on arvatud kas olemasolevate mõõdetud või modelleeritud aegridade baasil. Arvutustes kasutatakse tavaliselt ühte või mitut ekstreemväärtuste jaotust, mis sobitatakse olemasolevate andmetega. Suursaar ja Sooäär

(2007) kasutasid Pärnu aegrea puhul Gumbeli jaotust ning leidsid, et 100 aastase korduvusperioodile vastab ligikaudu 260 cm (EH2000). Lisaks tõdesid nad, et suurimad registreeritud väärtused (273 ja 295 cm) on juhud, mida jaotus ei suuda arvestada, kuigi sündmused on 50 aastase ajamastaabi jooksul esinenud kahel korral. Samuti viitavad kõrgeks veeseisuks vajalikud tingimused Pärnus, et sündmused ei ole niivõrd erakordsed: tormi suund lõuna-lääne kaartest (mis on valdav tuule ja tugevate tormide suund) ja samuti Läänemere taustveetase ligi 70 cm kõrge, mis esineb ligikaudu kord või kaks iga aasta. Pigem on tegu erinevate protsessidega, mis järgivad erinevaid statistilise jaotusi (Suursaar ja Sooäär, 2007).

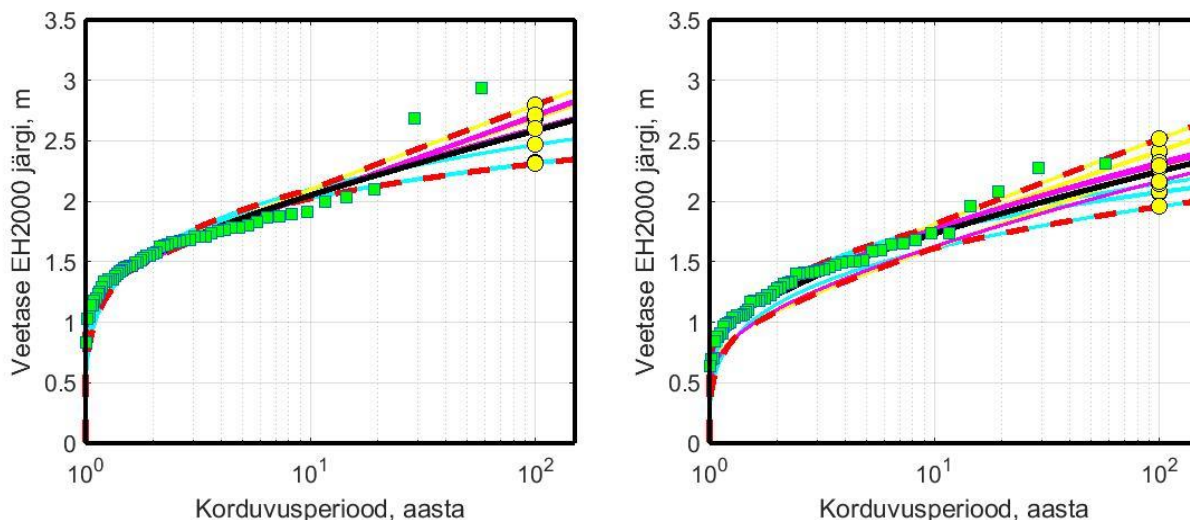
Läänemere ekstreemsed veetasemed on kombinatsioon mitmest erinevalt käituvast mehhanismist (Soomere jt., 2015). Ekstreemsete veetasemete põhikomponentideks Läänemeres on mere enda taustveetase, tormiaju ja lokaaselt esinev laineaju (Eelsalu jt., 2014 ja Soomere jt., 2015). Neid komponente iseloomustab nii erinev statistiline jaotus, esinemine erinevatel ajamastaapidel ja erinevad füüsikalised protsessid nende taga. Seetõttu ei suuda Läänemere idarannikul ükski laialdaselt levinud ekstreemsete veetasemete esinemise tõenäosust hindav jaotusfunktsioon päris adekvaatseid tulemusi anda. Suursaare ja Sooääre (2007) analüüsi valguses tõid Eelsalu jt. (2014) välja, et konkreetse ekstreemväärtuste jaotuse eelistamine Pärnu aegrea puhul ei ole põhjendatud ning soovitatav on ekstreemsete veetasemete hindamisel kasutada erinevatel jaotuste põhinevat ansamblit ja selle keskmist projektsiooni.

Üldiselt toetub ekstreemsete veetasemete prognoosimine eeldusel, et ekstreemsed veetasemed jälgivad mingit ekstreemväärtuste jaotust. Ekstreemsete veetasemete hindamisel on mõistlik tugineda aasta (või tormiperioodide) maksimaalsetele veetasemete väärtustele, need iseloomustavad üksikud sündmusi (torme) ja järgivad üldistatud ekstreemväärtuste jaotust (inglise keeles Generalized Extreme Value Distribution, lühend GEV). See kolmel parameetril põhinev jaotusfunktsioon on ekvivalentne Weibulli, Gumbeli või Frechet jaotusega. Täpsemalt millisele jaotusfunktsioonile üldistatud ekstreemväärtuste jaotus taandub, on määratud kujuparameetriga, nimelt kas väärtus on negatiivne, null või positiivne. Jaotusfunktsiooni parameetrite hindamiseks on mitmeid meetodeid, suurima tõepära meetod, populatsioonil või valimil põhinev jt (vt. Soomere jt., 2018). Soomere jt. (2018) analüüsis on demonstreeritud, et erinevad meetodid hindavad kujuparameetrit erinevalt (negatiivseks või positiivseks). Seega ei ole ühtlaselt selge, millist meetodit usaldada ning seejärel ka millist ekstreemväärtuste tõenäosusfunktsiooni võiks usaldada. Eesti rannikul on mõislik kasutada ansamblipõhist meetodit ekstreemsete veetaseme tõenäosuse hindamisel.

Häädemeeste valla kõrgete veetasemete läviväärtuste ja nende korduvusperioodide hindamisel on tuginetud Eelsalu jt. (2014) kirjeldatud meetodile. Tõenäosusjaotused põhinevad tormiperioodide maksimumidele (juunist kuni järgmise aasta maini). Weibull, Gumbel ja GEV jaotusfunktsioonide parameetrid on leitud Hydrognomon programmi abil ([www.hydrognomon.org](http://www.hydrognomon.org)).

Joonis 3.3 esitab korduvusperioodidele vastavad veetasemed Pärnus ja Salacgrivas 1961–2019 mõõdetud veetasemete põhjal. Koosõlas eelnevates peatükkides kirjeldatuga, on sobilik Häädemeeste rannikujaamas, Jaagupi sadamas, kasutada nende keskmist. Tabel 3.2 toob välja mõningatele korduvusperioodidele vastavad veetasemed.





**Joonis 3.3.** Pärnu (vasakul) ja Salacgriva (paremal) tormiaasta maksimumid ning teoreetilised ekstreemväärtuste jaotused. Rohelised ristkülikud tähistavad tormiaasta maksimume. Sinise joonega on näidatud projektsioonid Weibulli jaotusega, kollasega Gumbeli jaotusega ning roosaga GEV jaotusega. Must joon tähistab jaotuste ansambli keskmist ning on aluseks erinevatele korduvusperioodidele vastava veetaseme määramisel.

**Tabel 3.2.** Korduvusperioodidele vastavad veetasemed.

	Korduvusperioodid, aastad					
	2	5	10	20	50	100
Pärnu	1,55	1,86	2,05	2,22	2,43	2,58
Salacgriva	1,23	1,55	1,73	1,90	2,10	2,25
Keskmine	1,39	1,70	1,89	2,06	2,27	2,42

Tulemustest on näha, et Pärnus 2005. aasta jaanuaris registreeritud kõrgeim veeseis on statistiliselt harukordsem kui 100-aastase korduvusperioodiga sündmus. Tegelikult võib see juhtuda, mitte 100 aasta pärast, vaid varem.

Korduvusperioodide arvutamisel eeldatakse, et valimi elemendid on üksteisest sõltumatud ja pärit samast populatsioonist. Tegelikult on siin sees mitme populatsiooni osad. See nähtub ilmekalt vasakpoolselt jooniselt (Joonis 3.3), kus kõrgeimad veetaseme sündmused ei järgi graafikut. Need kirjeldavad ilmselt sündmusi, kui veetase oli tervikuna nii Läänemeres kui ka Liivi lahes kõrge (nn taustveetase) ning ebasoodsast suunast pärit kohalik torm puhus veetase lisaks kõrgemaks. Teised sündmused on madalamate taustveetasemetega ning seetõttu summaarselt väiksemad. Sama on näha ka Salacgrivas.

Kõrvutades madalatele korduvusperioodidele (2–5 aastat) vastavaid veetasemeid veetasemete kvantiilidega (1,1–0%-kvantiilid; Tabel 3.1) võib märgata teatavat vastuolu. Nimelt on kvantiilide järgi 1 kord kahe aasta jooksul aset leidva veetaseme kõrgus Pärnus 170 cm, kuid korduvusperioodide tabeli järgi 1,55 cm. Selle ebakõla põhjuseks on erinev arvutusmeetodika. Nimelt kaasatakse kvantiilide arvutamisse otseselt kõik mõõteväärtused ning nii on analüüsis sees kaudsel ka trend. Korduvusperioodide puhul kasutatakse teoreetilisi ekstreemväärtuste jaotisi, millesse kaasatud vaid 59 elementi (iga-aastased maksimumid ehk üksteisest sõltumatud

sündmused) ning arvestatud, et nad on samast populatsioonist (trend puudub). Seega on mõistlik madalate korduvusperioodide puhul (2–5 aastat) kasutada kvantiilidele vastavaid tulemusi ning kõrgemate puhul ekstreemväärtuste jaotuste alusel arvatuid.

### 3.2. Üleujutuse kestvus

Joonis 3.2 näitab ilmekalt, et ebatavaliselt kõrge veetase võib püsida kaua (üle 200 cm vähemalt pool päeva). Külma ilma korral võib see tekitada täiendavaid raskusi. Seepärast on üleujutuse puhul oluline mitte ainult selle absoluutne kõrgus ja sagedus, vaid ka kestvus.

Kestvuse analüüsiks on vaadeldud Salacgriva ja Pärnu aegridasid, kuna Häädemeeste aegrida on vaid 6 aastat ning seetõttu ei võimalda teha pika perioodi kohta üldistusi. Pärnu aegrida on aastast 1961 tunnise sammuga ning see on ligikaudu 99,5% täielik (Männikus jt., 2019). Salacgrivas on tunnise sammu puhul suur osa mõõtmisi puudu, mistõttu on olemas vaid 29,2% andmeid (Männikus jt., 2020). Seetõttu on suurema lahutusvõime huvides piiratud Salacgriva mõõtrea kasutamist aastatega 2007–2019.

Mõlema mõõtrea puhul otsiti libiseva miinimumfunktsiooniga madalaimaid väärtusi. Sõltuvalt akna laiusest (24 h...3 h) saadi uued aegread, mis näitavad madalaimat veetaset valitud ajaaknas. Need kujutavadki üleujutuse kestvust. Leides nendele aegridadele kvantiilid, saab teada, millise sagedusega leiavad aset üleujutused, mil teatud perioodi jooksul ületatakse teatud veetase. Näiteks, kui sageli on statistiliselt üleujutus Pärnus, kus veetase on üle 102 cm 12 h jooksul? Vastus: ligikaudu 1,1 päeva aastas. Tabel 3.3 esitab need tulemused.

Eelmine peatükk näitas, et Häädemeeste rannikujaamas, Jaagupi sadamas, mõõdetud veetasemete kvantiilid ühtivad hästi Salacgriva ja Pärnu kvantiilide keskmistega. Seepärast arvatati ka siin keskmised, mida tuleb võtta teatud reservatsiooniga, kuna Salacgriva aegrida on lühem kui Pärnu oma. Võrreldes saadud tulemusi aga nendega, mis saadi sama ajaperioodi puhul (2007–2019; pole näidatud siin), nähtus, et üle 1 cm erinevused olid vaid maksimumide puhul. See on ka loogiline, kuna käsitletud 13 aasta pikkune kontrollvahemik lihtsalt ei saanud neid sisaldada. Seega sobivad kasutamiseks erinevate ajavahemike kvantiilide keskmised.

**Tabel 3.3. Päevaste minimaalsete veetasemete kestvuste kvantiilid**

Tunde		Pärnu 1961-2019				Salacgriva 2007-2019				Keskmine			
Kvantiil	Päevi/a	24h	12h	6h	3h	24h	12h	6h	3h	24h	12h	6h	3h
50	182,6	10	13	16	18	-3	0	2	4	3	6	9	11
60	146,1	16	20	23	25	3	6	9	10	9	13	16	17
70	109,6	23	27	30	32	9	13	15	17	16	20	22	24
80	73,1	31	36	39	41	17	20	23	25	24	28	31	33
90	36,5	43	49	53	56	28	32	36	39	35	40	44	47
99	3,7	74	84	92	98	54	63	70	74	64	73	81	86
99,71	1,1	88	102	113	120	68	80	89	96	78	91	101	108
99,863	0,5	96	113	126	133	76	89	101	106	86	101	113	119
100	0,0	151	215	252	281	101	152	165	170	126	183	208	225



### 3.3. Tormide mõju

Häädemeeste vallas puuduvad mõõdistused ja andmed tormide mõju kohta rannas. Kvantifitseerimaks tormide mõju rannale, tuleb vaadelda lainete ja veetasemete koosmõju. Kõrgete veetasemete korral pääsevad lained kaugemale sisemaale murrutama, kuid madalate tasemete korral on tormide mõju rannale väike. Nende koosmõju võib võtta arvesse ühe parameetrina. Lainete ülesjooksuna (eesti keeles ka lainerünnak, inglise keeles *wave run-up*) tuntud parameeter võtab arvesse lainete kõrgust, perioodi ja leviku suunda. Selle mõõtühikuks on meeter. Kui laine ülesjooksu väärtusele liita samal ajal esinev veetase, saab teada absoluutse kõrguse, kuhu lained ulatuvad. See on üldjuhul kõrgem kui veetase, sest veetaset mõõdetakse sadamas, lähemal avamerele, kuid lainete ülesjooksu mõõdetakse kuni maksimaalse kõrguseni, kuhu laine sisemaal ulatub. Et lained põhjustavad rannas liivade liikumist, siis on mõistlik kasutada lainete ülesjooksu tormide iseloomustamiseks.

Lainerünnaku arvutusteks on kasutatud Hamburgi Tehnikaülikoolis modelleeritud lainetuse parameetrite andmestikku Liivi lahe kohta. Andmed katavad aastaid 1961–2015 ajasammuga 3 h. Lainerünnaku väärtused on arvutatud igaks ajahetkeks ja on rakendatud Hunti valemit, mis võimaldab leida rannajoonel aset leidva lainete ülesjooksu sügava vee lainete info põhjal:

$$R = \frac{H_0 \tan \beta}{\sqrt{\frac{H_0}{L_0}}}$$

kus  $R$  on lainete ülesjooks,  $\beta$  tähistab ranna kallet (Veeteede Ameti kaardirakenduse Nutimeri sügavuste põhjal keskmiselt 1:50),  $H_0$  tähistab olulist lainekõrgust sügavas vees (kohas, kus lainetus ei mõjuta merepõhja) ja  $L_0$  tähistab lainepikkust arvestades lainetuse perioodi. Lainepikkus on arvutatud lainetuse perioodist Fentoni valemiga. Oluline on siin mainida, et kasutatud valem rakendab modelleeritud sügava vee laineid ning seepärast on tulemused võrreldes veetasemete mõõdistustega „teoreetilised“. Samas on tulemused heaks aluseks kvalitatiivsele hinnangule.

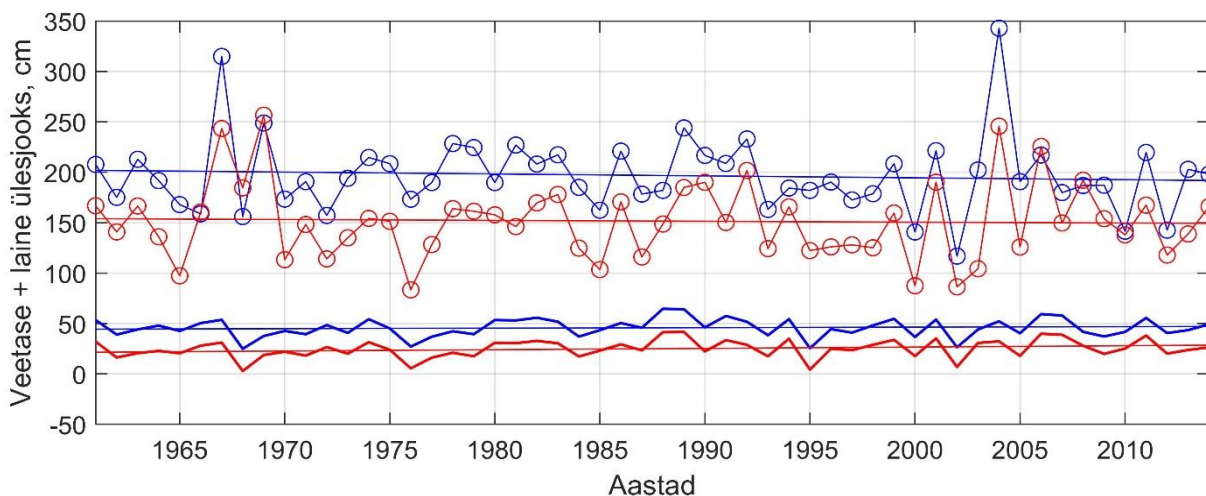
Lainerünnaku arvutamisel on arvestatud ainult laineid, mis läbivad rannalõiku ranna suunas. Selle arvestamiseks on skematiseeritud arvutuspunkti läbiv modelleeritud rannajoone ehk mis vastaks keskmisele rannajoone nurgale rannikul. Antud töös on valitud nurkadeks Pärnus ja Salacgrivas vastavalt 300° ning 10°. Ranna poole leviva lainerünnaku osakaal on määratletud modelleeritud rannajoone sisemaa poole suunatud normaali ( $\alpha+90^\circ$ ) ja lainevektori suuna vahelise nurga  $\gamma$  kaudu. Kui lainete saabumisnurk rannajoone normaali suhtes oli suurem kui 90°, saabusid lained rannalõiku maa poolt. Need elimineeriti arvutustest.

**Tabel 3.4. Lainete ülesjooksu ekstreemsed väärtused**

Esinemissagedus	Esinenud lainete ülesjooksu koos samaaegse veetasemega		
	Pärnu	Salacgriva	Keskmine
Maksimaalne	343	257	300
0,1%	211	173	192
1%	166	126	146

Arvutatud lainete ülesjooksule liideti samaaegselt esinev veetase, mis saadi vastavalt Pärnu või Salacgriva mõõtejaamast. Seega on hinnatud absoluutset lainete ülesjooksu kõrgust perioodil 1961–2015. Tulemuste põhjal arvutati esmalt kvantiilid mõlema mõõtejaama info põhjal (Tabel

3.4). Et hinnata tulemusi Häädemeeste valla territooriumi, võeti saadud tulemustest keskmine. Edasi leiti aastased maksimumid ning trendid (Joonis 3.4). Sündmuste sõltumatuse huvides vaadeldi siin aastat, nn tormiaastat, mis algas juulis ning lõppes juunis.



**Joonis 3.4.** Lainetuse ülesjooksu aastased maksimumid (tähistatud ringidega), keskmised (ilma tähisteta joon) ja neile vastav trend aastail 1961–2015. Sinisega on tähistatud tulemused Pärnus ja punasega Salacgrivas.

Tulemuste põhjal on näha, et muutused pole olnud statistiliselt olulised. Seega ei ole muutunud tormide mõju, kuid selle mõju suurenemist rannale on ehk mõjutanud suurem rannikukasutus ning valed kaitse meetmed.

Lainete ülesjooksu aastane maksimum on Pärnus ja Salacgrivas keskmiselt vastavalt 37 ja 21 cm kõrgem kui vastav veetasemete maksimum. Maksimaalne vahed olid 49 ja 37 cm. Neid tulemusi tuleb arvesse võtta rannikuala planeerimisel.

### 3.4. Üleujutusala piiri määramine

Eelmistes peatükkides saadud arvutuste põhjal on võimalik määrata üleujutusala piirid lähtudes aja jooksul mõõdetud veetasemetest. Korduva üleujutusala piiri määramisel võeti täiendavalt arvesse:

- Maapinna kõrgusarvud lahutusvõimega 10 meetrit
- Ranna taimkate ja reljeef (käidi läbi külade rannamaastikud)
- Mullastik
- Suusõnalised kohalike tähelepanekud
- Olemasolevaid ehitisi ja planeeringuid

Korduvalt üleujutatava ala piiri määramisel on kõige olulisem teada, millise elueaga on arvestatud olemasolevate ehitiste säilitamisel/ehitamisel/rekonstrueerimisel. Näiteks, kui madalal alal (alla 1 m kõrgusjoon) on enamasti vanad hooned, mille väärtuslik eluiga on lõppemas ning väärtust ei oma, siis võib neid ehituskeeluvööndi määramisel teatava piirini eirata.

Välitööde käigus tutvuti ranna oludega, otsiti jälgi mere mõjudest (taimestik, adruvallid, uhtumisjäljed jne) ning küsitleti kohalikke (Treimani, Kabli, Rannametsa küla jt), kes andsid olulist infot üleujutuste kujunemise ja tagajärgede kohta. Kaardianalüüsi käigus joonestati esmalt Maa-ameti maapinna kõrgusandmete põhjal maapinnale erinevate veetasemete lõikumisjooned. Tulemusi kõrvutati andmestikega ja välitööl täheldatuga. Pärast tehtud tööd (nõ esimest etppi) peeti töö tellijaga koosolek, mille käigus analüüsiti saadud vahetulemusi ning täpsustati teise etapi eesmärgid ja tegevused. Teises etapis täpsustati üleujutusala piiri asustuste ja hoonestuse survega aladel.

On oluline märkida, et Häädemeeste valla rannajoon on väga pikk ning sellel aset leidvad veetasemete kõikumised on põhja- ja lõunatipus väga erinevad. Põhjapoolne punkt asub Pärnu lahes ning sellesse lahte kuhjub edelatuultega palju vett, mistõttu on selles osas veetasemete maksimumid kõrgemad kui lõunas (Männikus jt., 2020). Seepärast on mõistlik jagada valla rannajoon mõtteliselt kaheks ning lihtsuse huvides rakendada kahte erinevat korduva üleujutusala piiri.

Käesoleva töö I etappi kokkuvõtval koosolekul tutvustas uuringu koostaja vallale uuringut. Räägiti läbi korduvalt üleujutatava ala piiride määramine, toetudes kohalikule kogemusele ja praktikale. Eeltoodust lähtuvalt otsustati jagada valla rannajoon kaheks mõjualaks Suurna nina tipust (täpsed joonised Lisades). Sellest lõuna poole määrati üleujutusala piiriks 1,18 m (EH2000), mis on (i) võrdne varasemalt kehtinud üleujutusala piiriga (1 m süsteemis BK77) ning (ii) vastab 99% kvantiilile veetasemete kõrgusest (statistiliselt kordub 3,7 päeva aastast; vt Tabel 3.1). Põhja poole määrati korduvalt üleujutatud ala piiriks 1,30 m (EH2000), mis vastab ligikaudu 99% kvantiilile Pärnus (vt Tabel 3.5). Seega defineeriti Häädemeeste vallas korduvalt üleujutatud ala piiriks 99% kvantiilile vastav veetase. Ekstreemsel korral võib olla 1,3 m ületatud kuni 24 tundi (Tabel 3.3).

Vaadates korduvusperioode, võib selline veetase olla ületatud ligikaudu iga 2 aasta järel, mitte 4 aasta järel. Erinevus 2-aastase korduvusperioodi tulemuse ja kvantiilide põhjal arvatatu vahel on selgitatav sellega, et korduvusperioodi arvutamisel võeti arvesse ainult aastased maksimumid (vähendades seega oluliselt valimit), kuid kvantiilide arvutamisel olid käsitletavad kõik mõõdetud andmed. Seega oleks siin võrreldud „õunu apelsiinidega“. Korduvusperioodide väärtusi on kasutatud pikema ajahorisontide jaoks (Tabel 3.5).

Tabel 3.5 esitab vastavalt käesoleva töö lähteülesandele üldplaneeringu koostamiseks vajalikud veetasemete informatsiooni.

**Tabel 3.5. Veetasemete koondtabel. Punasega tulemused on märgitud Lisade joonistele.**

Piirkond Häädemeeste vallad	Veetasemed, cm				Teadaolevalt maksimaalne
	Korduvalt üleujutatud ala piir	10-aastane korduvus- periood	50-aastane korduvus- periood	50-aastane korduvusperiood + prognoositav maailmamere tõus	
Suurna ninast põhja pool	130	200	240	300	294
Suurna ninast lõuna pool	118	189	227	285	231

## 4. TULEMUSED

Varasemalt kirjeldatud analüüsi käigus määrati Häädemeeste vallas korduvalt üleujutatava ala piir. Arvestada tuleb, et vaadeldav rannikuala asub osaliselt erinevate loodus- ja maastikukaitsealade territooriumitel, mistõttu kehtivad nendel aladel ehituskeeluvööndi määramisel eraldiseisvalt veel vastavad kaitse-eeskirjas toodud kitsendused. Vastavalt kaitse-eeskirjadele pole lubatud nendel aladel kaitseala valitseja nõusolekuta anda ehitusluba ega püstitada ehitusteatise kohustusega või ehitusloakohustuslikku ehitist. Looduskaitseaduse § 14 lõike 1 kohaselt ei või hoiualal ilma kaitstava loodusobjekti valitseja nõusolekuta lubada ehitada ehitusteatise kohustusega või ehitusloakohustuslikku ehitist, sealhulgas lubada püstitada või laiendada lautrit või paadisilda. Neil aladel tehakse ehitustegevuse lubamiseks koostööd Keskkonnaametiga.

Ehituskeeluvööndi ettepanekul on lähtutud korduvalt üleujutatava ala piirist ning 50 m, 100 m või 200 m laiusest puhvertsoonist (vastavalt Looduskaitseadusele). Häädemeeste valla puhul on rakendatud 100 m laiust puhvertsooni korduvalt üleujutatava ala piirist sisemaa poole.

Järgnevalt on välja toodud uuringus käsitletud alad Häädemeeste vallas külade kaupa. Nagu eelnevalt selgitatud, lähtuvad muudatused kohalikest oludest (reljeefist, mullastikust, taimestikust jm). Lisaks korduva üleujutusega ala piirile on vajadusel tehtud ka ettepanekuid ehituskeeluvööndi vähendamiseks üldplaneeringu koostamisel – ennekõike nendes piirkondades, kus näiteks ranniku järskusest tulenevalt ei avalda see ohtu olemasolevale või kavandatavale hoonestusele.

### 4.1. Reiu küla

Reiu küla loodeosas asub Pärnu rannaniidu looduskaitseala, kus majandustegevust, sh ehitiste püstitamist reguleerib looduskaitseala eeskiri. Pärnu linna piirist lõunasse suunduv ala on madal, liigendatud pikliku kujuga veesilmadega (Foto 4.1), mis kõrgvee ajal mereveega täidetakse. Sellest alast lõuna pool on liivarandlad, mille astanguid tugevate tormide ajal murrutatakse (Foto 4.2). Sellest tulenevalt on mitmes kohas kohalikud oma krunti kividest rannakindlustusega kaitsnud (Foto 4.3).



**Foto 4.1.** Madal roostikuga ala Pärnu rannaniidu looduskaitse alal. 06.06.2020. **Foto 4.2.** Tormi jäljed Reiu rannas. 11.08.2019.

Liivarandlast lõunas on möllirandlad, kus liiva on pealmises kihis, kuid selle all on savid. Madalad rannad on kaetud enamjaolt roostikuga, üksikutes kohtades on seda niidetud (Foto 4.4). Kuigi



rannikumeri on väga madal, on siinsed rannaprotsessid intensiivsed. Rannaastangu jalam paikneb uuritava alal vaid 1..1.5 meetrit üle merepinna (Lisa 1-13), mistõttu pääsevad tormilained astangu jalamit purustama pea igal talvel, mil Pärnu laht ei ole jääs ja rand ei ole kaitstud tormilainetuse eest. Seega on astang taganenud ligikaudu 0,5 m aastas (Tõnisson jt., 2016).



**Foto 4.3.** Kulla tee kinnistu rannakindlustus Reiu rannas. 11.08.2019.



**Foto 4.4.** Murrutatav rannaastang Lottemaa merepoolisel küljel. 11.08.2019.

Käesoleva uuringu käigus määratud korduva üleujutatava ala piir ja sellest tuleneva ehituskeeluvööndi puhul jääksid Tahkuranna Golfi hoone, katastriüksused Kulla tee 6, 8, 10, 14 ja 16 suuremas osas ehituskeeluvööndi puhvertsooni. Katastriüksus Männi puhul jääb üks elamu ehituskeeluvööndist merepoole. Lottemaa teemapargi hooned jagunevad planeeritavast ehituskeeluvööndist nii sisemaa kui ka mere poole.

Reiu küla lõunapoolsemal rannikualal on ehituskeeluvöönd tunduvalt kaugemal sisemaal kui 50-aasta kordusperioodiga esinev veetaseme läviväärtus (vt Lisa). Selles rannikuloigus on mõistlik nihutada ehituskeeluvööndit mere poole.

## 4.2. Mereküla ja Uulu küla

Merekülas esinevad valdavalt möllirandlad, mis on kaetud kõrgema taimestikuga (nt pillirooga). Pind on lauge ja ühtlane kuni liivaastanguni (kõrgus rohkem kui 5 m merepinnast), mis on veepiirist ligikaudu 50 m kaugusel. Astangu ees olev pilliroog ja muu taimestik pakuvad astangule mõningast kaitset merelt tulevate jõudude eest. Astang on kaetud metsaga.

Uulu külas esinevad samuti möllirandlad, kuid valdavalt moreenrandlad. 5-meetri samakõrgusjoone kaugus jääb veepiirist lõunasse minnes pidevalt kaugemale, ulatudes küla lõunapiiril ligikaudu kilomeetrini. See madalam ala on kaetud rannaniitude ning metsadega, mis on omavahel eraldatud kraavidega.

Uulu küla territooriumile jääb Uulu-Võiste maastikukaitseala (MKA), mis jääb 5-meetri samakõrgusjoonest sisemaa suunas. Kaitseala loodusele kõige iseloomulikumaks jooneks on rannikuvööndiga rööbiti kulgev, kunagist Litoriinamere staadiumi rannajoont märkiv luiteahelik. Kaasajal on valdav osa neist luidetest kaetud männimetsaga ning luidetevahelistes niisketes nõgudes esineb vähesel määral soostunud alasid okas- segametsaga.

Mereküla korduva üleujutatava ala piirist 100 m sisemaa suunas jääval puhvertsoonis hooneid ei ole. Uulu külas paiknevad korduvalt üleujutatavast alast määratud ehituskeeluvööndi puhvertsoonis mitmed kinnistud, sealhulgas Silkimi puhkemaja, lisaks seitse katastriüksust kohati mitme hoonega kinnistul. Mereküla võrdlemisi kõrge rannaastangu tõttu on mõistlik ehituskeeluvööndit nihutada ranna suunas.

### 4.3. Metsaküla

Metsakülas esinevad valdavalt madalad, lauge profiiliga moreenrandlad (kalle 1:500), mis on suures osas roostunud. Metsad on liigendatud kuivenduskraavidega. Metsakülas korduvalt üleujutatava ala piirist mere poole jääb kaks hoonetega kinnistut. Korduvalt üleujutatava ala piirist 100 m sisemaa poole jäävasse ehituskeeluvööndi puhvertsooni jääb 1 elamukompleks.

### 4.4. Tahkuranna küla

Tahkuranna külas esinevad valdavalt moreenrandlad (Foto 4.5 ja Foto 4.6), mis on kaetud madala taimestikuga. Enamjaolt on siin tegu püsitaimestuga kivirannaga, kus tihedamalt või hõredamalt paistavad taimede vahelt kivid. Kohati esineb ka püsitaimestuga liivarandlat. 1 m samakõrgusjoon on võrreldes Metsakülaga siin oluliselt veepiirile lähemal (mitmes kohas ca 20 m).



**Foto 4.5.** Madala püsitaimestuga kivirand Tahkurannas. 06.06.2020.

**Foto 4.6.** Vaade Tahkurannas. 06.06.2020.

Tahkuranna külas jäävad mitmed kinnistud käesoleva töö raames määratud korduvalt üleujutatava ala ja võimaliku ehituskeeluvööndi piiri vahelisele alale. Hoonetega katastriüksuseid, mis jäävad nimetatud alalale on kokku 35, mõned neist jäävad osaliselt ehituskeeluvööndi puhveraladele. Vajadusel tuleks ehituskeeluvööndi piiri kohandada.

### 4.5. Võiste alevik

Rannametsa ja Võiste vahel asub Eesti suurim luitevöönd, mille kõrgete luidetega vanad ja keskealised männikud on rea liikide elupaikadeks.

Luitemaa looduskaitseala piires on rannajoon väga liigestatud. Leidub palju väikseid lahtesid, lõukaid, neemikuid ja laide. Meresetete aktiivse kuhjumise tõttu on meri väga madal. Veidi sügavamad kohad vahelduvad rannajoonega rööbiti kulgevate liivaseljandikega. Madalveega

paljanduvad ulatuslikud liivased ja mudased kivikülvidega alad. Rannikuvööndis esineb paiguti suurtel aladel pilliroo, kaisla, tarna ja meri-mugulkõrkja kogumeid.

Veealused liivamadalaad on sublitoraali liivamadalaad (mere veetaseme kõikumise vööndist kuni põhjataimestiku alampiirini), mis on püsivalt vee all. Veealused liivased leetseljakud on enamasti püsivalt veega kaetud madalad pikliku kujuga ning ebasümmeetrilise läbilõikega liivavallid, mis on kujunenud lainete kuhjuva tegevuse toimel ning paiknevad rannajoonega enam-vähem rööbiti (Paal, 2007).

Mudased ja liivased pagurannad on mere mõõnaga paljanduvad liiva- ja mudarannad. Arvestades seda, et paguveega kuivale jäävate muda-, savi- ja liivamadalaate taimestik on enamasti üsna rikkalik ning vastavad elupaigad on heaks toitumisalaks paljudele lindudele (Paal, 2007).

Võiste alevikus 25 kinnistut koos hoonetega jäävad käesolevas töös määratud ehituskeeluvööndi ja korduvalt üleujutatava ala vahelisele alale, mõned neid osaliselt. Lisaks mitmed hoonestamata kinnistud paiknevad puhvertsoonis. Ehituskeeluvööndi piiri määramisel tuleks piiri kohati (vajadusel) nihutada mere suunas.

#### **4.6. Piirumi küla**

Piirumi küla põhjaosas, Luitemaa looduskaitsealal, paiknevad tammidega piiratud madalamad alad. Sellest alast lõunas on maa lauge (1 m samakõrgusjoon umbes 500 m kaugusel veepiirist) ning kaetud rannaniitudega. Moreenrandlad vahelduvad liivarandlatega.

Rannaniidud on lauged madalakasvuliste taimedega looduslikud või poollooduslikud rohumaad mere rannikul, mis kasvavad nii soolase vee vahetu mõju piirkonnas kui ka kaugemal sisemaal pool. Rannaniidud on paljude lindude, eeskätt kurvitsaliste olulised pesitsus- ja toitumispaigad. Kui karjatamine ja niitmine lakkab, siis kasvavad rannaniidud täis pilliroogu, võsastuvad ja metsastuvad (Paal, 2007). Rannaniidud on kõrge elurikkusega poollooduslikud kooslused, mis on oluliseks pesitsuspaigaks avatud maastikuga kohastunud niidukahlajatele.

Piirumi külas jäävad kaks hoonetega kinnistut ja mõned abihooned ehituskeeluvööndit katvale alale.

#### **4.7. Rannametsa küla**

Rannametsa küla mereäärne osa on kaetud rannaniitudega. Ala on lauge ning siin seal on näha üksikuid puid. Madalatel aladel on rajatud mitmeid kuivenduskraave (Foto 4.7). Kõrgvee ajal jõuab vesi kohalike elanike õue (Foto 4.8) ning suurte tormide ajal (nagu näiteks 2005. aasta jaanuari tormi ajal; Foto 4.9, Foto 4.10) on hooned üksteisest ära lõigatud. Kohalike jutu järgi ei tule vesi ja lained neile otse peale, vaid lähevad mööda, Pärnu suunas.

Rannametsa külas on 5 kinnistut koos hoonetega, mis jäävad ehituskeeluvööndi piirist mere poole. Ehituskeeluvööndi täpse piiri määramisel peaks silmas pidama katastriüksuste krundipiire, mitmed katastriüksused jäävad hetkel ehituskeelu puhvertsooni osaliselt.





**Foto 4.7.** Mereäärne ala Rannametsa külas. Fotol on näha kuivenduskraav ning paremal kohalike elanike postkast. 06.06.2020.



**Foto 4.8.** Märk hoonel (punase ringi sees) Rannametsa külas märgib 2005. aasta jaanuari üleujutuse kõrgeimat ulatust. 06.06.2020.



**Foto 4.9.** Eelmisel fotol oleva postkasti ala ümbrus 2005. aasta jaanuari üleujutuse ajal. Foto saadud kohaliku elaniku käest.



**Foto 4.10.** Elanike päästmine 2005. aasta jaanuari tormi ajal. Foto saadud kohaliku elaniku käest.

#### 4.8. Pulgoja küla ja Häädemeeste alevik

Pulgoja küla ja Häädemeeste aleviku rannaala on kaetud enamjaolt karjatavate rannaniitudega (Foto 4.11). Maastik on lauge ning mitmes kohas on kohalikud püüdnud vähendada üleujutuste mõjusid kraavide ja hekkidega (Foto 4.12).

Pulgoja külas käesoleva töö analüüsist lähtuvalt määratud ehituskeeluvööndi elamuid ei jää. Häädemeeste alevikus asuvad elamud ja hooned on valdavalt väljaspool planeeritavat ehituskeeluvööndit, mõned üksikud kinnistud (kohati osaliselt) koos hoonetega jäävad puhvertsooni. Viimaseid tuleks täpsustada ja vastavalt nihutada ehituskeeluvööndi piiri kas mere või sisemaa suunas.





**Foto 4.11.** Vaade läände karjatatavale rannaniidule Häädemeeste alevikus. 06.06.2020.



**Foto 4.12.** Häädemeeste alevikus rannaniidu kõrval oleva elamu aed. Aia ette on rajatud üleujutuse vastu kraav ja tihe hekk. 06.06.2020.

## 4.9. Jaagupi küla

Jaagupi küla territooriumile jäävad liivarandlad. Settes domineerivad erineva jämedusega liivad ja kruusad, harva mõned veerised. Põhiline setete liikumine on siin lõunast põhja poole. Elupaikadeks on siin püsitaimestuga liivarannad (Foto 4.13). Suur osa Jaagupi küla põhjapoolsest mereäärsest osast (kuni 2,5 m kõrgusjooneni) on rannaniitude all (Foto 4.14). Lõuna pool on metsa suhteliselt rohkem.



**Foto 4.13.** Vaade merele rannalt Jaagupi sadamas. 06.06.2020.



**Foto 4.14.** Vaade itta Jaagupi sadama muuli tipust. Taamal rannaniidud. 06.06.2020.

Jaagupi külas jäävad ehituskeeluvööndi puhvertsooni 9 elamut. Lisaks Jaagupi küla sadam ja sealne hoonete kompleks.

## 4.10. Penu ja Kabli külad

Mõlema küla territooriumile jäävad liivarandlad. Taimestikuta liivariba on enamasti kitsas ja madalal. Kõrgemal pinnal on püsitaimestuga liivarannad ning veel kõrgemal kasvab männimets.

Et kõrgvee ajal on liivane astang aldis murrutustele ning rannajoon võib taganeda, on mõningates kohtades rajatud kividest rannakindlustusi (Foto 4.15). Lõuna pool on liivariba laiem (Foto 4.16).



**Foto 4.15.** Vaade lõunasse Lapanina hotelli suunas Kabli külas. Liivase maatüki uhtumist on välditud kividest rannakindlustusega. 06.06.2020.



**Foto 4.16.** Vaade põhja poole Kabli küla rannas. Esiplaanil on näha madalat liivarand ning paremal rannaniitu. 06.06.2020.

Kabli küla aladele jääb Kabli looduskaitseala, mille kogupindala on 733,2 ha. Sellest moodustab maismaaosa ligikaudu 23,5 ha ning mereala 709,7 ha. Maismaaosa maastik koosneb peamiselt liivarannast, vanast männimetsast ja sanglepikust. Kabli looduskaitsealal paikneb Kabli linnujaam, kus alates 1968. aastast viiakse läbi lindude sügisrände uuringuid.

Penu külas jäävad 12 hoonetega kinnistut korduvalt üleujutatava ala ja sellest 100 meetrit sisemaa poole tõmmatud ehituskeeluvööndi piiri vahelisele alale. Kabli külas korduvalt üleujutatava ala piir ja sellest 100 meetrit sisemaa suunas märgitud ehituskeeluvööndi vaheline ala on valdavas osas kaetud hoonetega. Mõned üksikud kinnistud, mis veel ei ole hoonestatud. Kabli külas jääb korduvalt üleujutatav ala väga merepiiri lähedale, mistõttu peaks erilist tähelepanu pöörama rannaosadele, mis võivad olla aldis rannapurustustele tugevate tormisüüdmuste korral.

Piki Kabli küla rannikut lõunasuunas liikudes jäävad erinevate esinemise tõenäosustega veetasemete samakõrgusjooned võrdlemisi ranna lähedale (sealhulgas ka 50-aastase korduvusperioodiga esineda võivad veetasemed). See viitab suhteliselt kõrgele rannaastangule, mistõttu võiks ehituskeeluvööndit nihutada ranna suunas.

#### **4.11. Majaka küla ja Orajõe küla**

Mõlema küla territooriumile jäävad liivarandlad. Taimestikuta liivariba on enamasti kitsas ja madalal. Kõrgemal pinnal on püsitaimestuga liivarannad ning veel kõrgemal kasvab männimets (Foto 4.17). Settes domineerivad erineva jämedusega liivad ja kruusad, harva mõned veerised (Foto 4.18). Põhiline setete liikumine on siin lõunast põhja poole. Elupaikadeks on siin püsitaimestuga liivarannad, eellited ja valged lited. Orajõe küla territooriumil asub Orajõe Hoiuala.

Majaka külas korduvalt üleujutatava ala ehituskeeluvööndi vahelisele alale jääb küll hulk kinnistuid, kuid enamus neist ei ole hoonestatud. Kinnistud, mille peale on rajatud ka majad või mõni muu ehitus, jäävad ehituskeeluvööndi piirist sisemaa poole. Orajõe külas jääb 8 kinnistut koos hoonetega ehituskeeluvööndi piiri ja korduvalt üleujutatava ala vahelisele alale. Majaka külas



võiks samuti kaaluda ehituskeeluvööndi nihutamist mere suunas- kõrgete veetasemete samakõrgusjooned maismaal on koondunud võrdlemisi lähedale merele.



**Foto 4.17.** Vaade lõunasse. Esiplaanil on näha madalat rannataimestikku. Vasakul sisemaa suunas jäävad liivaluidetel kasvavad männid. 06.06.2020.



**Foto 4.18.** Vaade põhja poole. Esiplaanil on näha liivarannale kantud jämedamat kruusa. 06.06.2020.

#### 4.12. Treimani küla

Treimani küla territooriumile jäävad liivarandlad. Taimestikuta liivariba on enamasti kitsas ja madalal. Kõrgemal pinnal on püsitaimestuga liivarannad ning veel kõrgemal kasvab männimets (Foto 4.17). Settes domineerivad erineva jämedusega liivad ja kruusad, harva mõned veerised (Foto 4.18). Põhiline setete liikumine on siin lõunast põhja poole. Elupaikadeks on siin püsitaimestuga liivarannad, eellited ja valged lited.

Treimani küla lõunapoolses osas on kunagise kalakasvanduse kraavid ja tiigid (Foto 4.21). Samas piirkonnas asuvad mitmed kinnistud koos hoonestusega jäädes ehituskeeluvööndi alale.



**Foto 4.19.** Vaade Treimani külast mere poole. 06.06.2020. Veetase TTÜ Mere-müsteemide Instituudi Pärnu mõõtejaama järgi oli +10 cm (EH2000).



**Foto 4.20.** Vaade Treimani küla lõunaservast põhja suunas piki rannikut. Kitsas liivariba on surutud vetikate ja roostiku vahele. 06.06.2020.



**Foto 4.21.** Kunagise kalakasvanduse kraavid Treimani küla lõunapiiril. 06.06.2020.



**Foto 4.22.** Vaade Treimani küla lõunaservast põhja suunas piki rannikut. 06.06.2020.

### 4.13. Metsapoole küla ja Ikla küla

Metsapoole ja Ikla külade aluspõhja moodustavad Devoni ajastu Aruküla lademe heledad savikad liivakivid, millel lasuvad Holotseeni liivad, mille paksus on ühest kuni viie meetrini. Mullastikus on iseloomulikud leede ja leetunud liivmullad (Kalda, 2007). Ala reljeef on lainjas, languga mere suunas, kõrgemal luitel kasvab männi- ja kasemets, madalamad ja hooldamata alad on kaetud roostikuga. Rannikutüübilt on tegu liiva- ja möllirandlaga, mida iseloomustab lauge ja õgvendunud rannajoon, lõukad moodustavad mitmeid mere- ja sademeveega täidetud ebakorrapärase kujuga lohke. Metsapoole küla haldusalal asub suurel pinnal Metsapoole hoiuala (Allikas: Metsapoole Hoiuala kaitseeskiri).

Hoiuala peamiseks elupaigatüübiks on rannaniidud. Valdavalt on Metsapoole Hoiualal eramaad.

Metsapoole ja Ikla külades asub 11 hoonestusega kinnistust, mis jääb ehituskeeluvööndi puhveralasse. Mõned kinnistud jäävad osaliselt nimetatud alasse, mida vajadusel tuleks nihutada kas mere või sisemaa suunas.



**Foto 4.23.** Rannamaastik Ikla külas. Paremalt näha madalat taimestikku, mis kasvab liivaluidetel.



**Foto 4.24.** Kõrgem roostik ida suunas Ikla külas. 06.06.2020.



## 5. SOOVITUSED

### 5.1. Kliimamuutuste mõjud

Kliimamuutuste tõttu suureneb nii maismaa kui ka merealade temperatuur ning muutub sademete hulk ja jaotus, mis toob omakorda kaasa keskmise meretaseme tõusu kogu maailmas, rannikuerosiooni ohu ning raskemad ilmastikuga seotud loodusõnnetused. Veetaseme, selle temperatuuri ja voolu muutus mõjutab ökosüsteemi terviklikkust, mis omakorda mõjutab kõiki elu- ja tegevusvaldkondi.

Kuigi Eestis pole kliimamuutused nii äärmuslikud kui paljudes teistes maailma ja Euroopa Liidu riikides, võib ka meil prognooside alusel 21. sajandi jooksul oodata järgmisi muutusi:

- merepinna tõus ja sellest tulenev kaldaerosioon, oht kaldarajatistele, surve ehitiste ümberpaigutamiseks jms;
- tormi purustuste sagenemine (mille negatiivset mõju suurendab merejää lühem esinemisperiood) ning sellest tulenevad nõuded taristu ja ehitiste vastupidavusele ja tormitagajärgede likvideerimise võimele;
- sademete hulga suurenemine eriti talveperioodil ja sellest tulenevad üleujutused.

Arvestades maatõusu kiirusega Eesti alal ja maailmamere taseme tõusu prognoosidega, asendub pikaajaline, jääajajärgsest kerkest tingitud suhteline meretaseme languse trend sel sajandil kliimamuutuste tõttu tõusutrendiga, mis võib 21. sajandi lõpuks tähendada keskmise meretaseme tõusu Eesti rannikutel: optimistliku tulevikustsenaariumi järgi 20–40 cm ning pessimistlikuma stsenaariumi järgi 40–60 cm. Praegu loetakse eriti ohtlikuks merevee tasemeks Pärnus vähemalt 160 cm üle pikaajalise keskmise (Maves, 2020). Planeeringutes ja päästesüsteemide väljatöötamisel tuleb arvestada, et tulevikus paiknevad vastavad üleujutusohuga ala samakõrgusjooned meretaseme tõusu tõttu senisest sisemaa pool.

Tsüklonite trajektooride muutuste ja neist tingitud läänetormide sagenemise tõttu võivad Eesti rannikuid aina sagedamini ohustada tormide põhjustatud veetõusud ja üleujutused, mille ulatus on tulevikus tõenäoliselt senikogetuist suurem. Suurenev üleujutusrisk eeldab planeeringute ja päästesüsteemide muutmist – pöörata tähelepanu eelkõige asustatud rannikualadele.

Maailmamere taseme tõusu, läänetormide sagenemise ja talvise jääkatte vähenemise koosmõjul järgmistel aastakümnetel Eesti rannikualadel kulutusprotsessid tõenäoliselt intensiivistuvad, mistõttu võivad ohtu sattuda rannavööndi vahetus läheduses asuvad objektid, sh kultuuripärand, ning võib kannatada rannaturism. Oluline on läbi mõelda ruumiline planeerimine, millega võimalik ennetada linnade ja rannikupiirkondade kohanemisega seotud riske.

Ehituste eluiga arvestades ja ettevaatusprintsibiist lähtudes on mõistlik arvestada mere veetaseme tõusuga 21. sajandi lõpuks 60 cm. See on vajalik selleks, et vältida tulevikus liigseid kulutusi.

### 5.2. Lainetuse ja rannaprotsesside arvestamine

Häädemeeste valla rannikul võivad kõrgete veetasemete ajal aset leida tormid, millede põhjustatud lained ründavad rannikut. Oma kruntide kaitseks on mitmes kohas elanikud juba rajanud rannakaitse rajatisi. Levinumaid neist on graniitkividest nõlvad. Et sobivaid graniitkive on piiratud koguses, tuleks rannikuehitiste planeerimisel käituda võimalikult ökonoomselt. Selleks tuleb

adekvaatselt hinnata ja analüüsida lainetuse ja veetasemete ühismõju konkreetses asukohas (topograafia, sügavused jne) ning valida säästlikud konstruktsioonid. On soovitatav koostada iga eelprojekti raames lühike analüüs lainetuse ja veetasemete kohta, mis määraks konkreetses kohas ära erinevatele korduvusperioodidele vastavad lainetuse parameetrid (oluline lainekõrgus, periood, suund) ning veetasemed. Sel viisil on võimalik optimeerida konstruktsiooni ja käituda säästlikult loodusvarade ja teiste kodanike suhtes. Et rikkuse suurenedes on valdav suund merelähedaste kruntide suunas, siis tuleks tulevikku silmas pidades seda arvestada. Käesolev töö pakub selleks analüüsiks aluse veetasemete info näol, kuid lainetuse parameetrid konkreetses asukohas tuleks ehitusloa taotlejal täiendavalt ise välja uurida.

Rannikuehitiste (sh. rannakaitse rajatiste) planeerimisel tuleb arvestada ka rannaprotsesside vastasmõjuga. Rannakaitse rajatis, mis võib päästa ühel kinnistul olevad varad, võib põhjustada intensiivsema erosiooni nii kõrvalkinnistutel kui ka kruntidel, mis asuvad lausa kilomeetrite kaugusel. Seepärast tuleks rannikuehitiste planeerimisse kaasata vastava ala eksperdid.

### 5.3. Asustuse ja ehitustegevuse suunamine üldplaneeringus

Üleujutusohu leevendab kaitsetammide, kraavide jne rajamine, mille asukoha valikuks ja projekteerimiseks on vajalikud eelnevad rakendusuuringud.

Häädemeeste valla üldplaneeringus tuleks arvestada järgmiste maakasutus- ja ehitustingimustega, arvestades antud uuringus määratletud korduva üleujutusega ala piiriga ning sellest tuleneva ehituskeeluvööndiga:

- Mitte kavandada täiendavaid elamu-, äri- ja tootmisüksuseid rannaladele, mis on pikalt lauged ning kus korduva üleujutusega ala ulatub kaugele sisemaale. Antud aladel on lisaks korduva üleujutusega alale suurem oht ka ekstreemsete ilmaolude korral ala üleujutuseks ja kahjustusteks. Kui see on aga vältimatult vajalik, tuleb kindlasti arvestada üleujutusohuga ning luua meetmed, mis väldiks kahju varale ja elule.
- Vältimaks majanduslikku kahju üleujutusriskiga alal määrata uute elamute, tootmis-, äri- ja ühiskondlike hoonete esimese korruse põranda lubatavaks madalaimaks ehituskõrguseks Suurna ninast põhja pool vähemalt 2,40 m, soovituslikult 3,00 m. Suurna ninast lõunast on vastavad arvud 2,27 m ja 2,85 m. Nõuet võib leevendada valla lõunaosas. Lisaks tuleb teavitada ehitajat maksimaalsest mõõdetud veetasemest nii Pärnus kui ka Salacgrivas (vastavalt 2,94 m ja 2,31 m). Kui arendaja soovib siiski rajada madalamale kõrgusele, tuleks seda tal kirjalikult põhjendada.
- Aladel, mis jäävad korduva üleujutusega alast ja ehituskeeluvööndist väljapoole, kuid ulatuvad tõenäoliselt 10 aasta jooksul üleujutatavate alade hulka (abs kõrgus kuni 2,00 m), arvestada kõrgema sokli rajamise vajaduse ning vajadusel teiste meetmete rakendamisega – nt kõrgemad teetammid, pinnase kuhjamine, hekid vms. Taolistel aladel ehitamisel tuleb järgida ka keskkonnakaitselisi meetmeid, nt reovee, põhjavee kaitstuse vms aspektides.
- Uute ühenduste rajamisel arvestada kõrgema teetammi rajamise vajadusega, mis käituks omakorda üleujutust takistava tegurina. Samas tuleb silmas pidada, et sellised tammid takistavad ka sademevee äravoolu valingvihmade korral. Laugetel aladel võib merevee tõusu ja valingvihmade mõju kumuleeruda.

- Üleujutatavatel aladel elamuteni viivad juurdepääsuteed on soovitatav projekteerida kõrgusmärgiga vähemalt +2,10 m abs teepinna peale, et tagada juurdepääs hoonetele tõenäolisemate (kuni +2,00 m abs 1 kord 10 aasta jooksul) üleujutuste korral.
- Tõsta maapinda hoonete ümbruses (hoonestusala ulatuses) kõrgusmärgini +2,10 m abs, et kaitsta hooneid ja tehnotaristut.
- Ühiskanalisatsiooni süsteemide rajatiste (pumplad, puhastid jms) planeerimisel, rekonstrueerimisel või projekteerimisel tuleb tagada nende toimivus vähemalt kuni +2,4 m üleujutustele.
- Üleujutusohuga aladele rajada sellised juurdepääsud, mille kaudu oleks võimalik merele minek ja merelt tulek üleujutuse ajal.
- Üleujutusohuga aladele rajada suuremate teede ja parklate või teiste kõvakattega platside juurde sademevee pinnasesse immutamise alad.
- Teede, mullete ja hoonete vundamentide projekteerimisel arvestada üleujutusel tekkiva veevoolu võimaliku erosiooniohtu. Projekteerimisel jälgida, et üleujutuse taandumisel ei jääks taanduv vesi kõrgenduste taha kinni, tekitades sellega täiendavat erosiooniohtu.
- Äri- ja tootmistegevuse kavandamisel arvestada kavandatava tegevuse võimaliku keskkonnamõjuga ekstreemsete üleujutuste korral, näiteks saasteainete sattumise võimalikkusega pinnavette. Keskkonnatundlikke tegevusi on soovitatav mitte kavandada ranna ja kalda lähedusse.
- Ranna ja kalda ning ka inimeste kaitseks kavandada kõrghaljastuse säilimine asustatud katastriüksuste ja üleujutusega ala piiri vahele. Kõrghaljastuse säilitamine on vajalik ka järsumatel rannikutel võimaliku erosiooni takistamiseks.
- Detailplaneeringute algatamise otsustamisel või projekteerimistingimuste väljastamisel on soovitatav lisana edastada ptk 5.4. toodud tüüpjuhised-info.

Ennetamise eesmärgil tuleks Eestis tähelepanu pöörata:

- sademeveest tingitud üleujutusprobleemidele ja uusarenduste sademeveesüsteemide rajamise paremale planeerimisele;
- hooldamata maaparandussüsteemide tingitud üleujutustele.

Kuna igasugune piirang maaomandile peab olema põhjendatud, on eeltoodud tingimused soovituslikud. Maakasutuse suunamisel ja ehitustegevuseks tingimuste seadmisel tuleb lisaks ranna ja kalda kaitse eesmärkidele hinnata ka omandi kasutamisele kaasnevaid mõjusid ja piirangute seadmisel neid põhjendada. Kõik piirangud peavad olema proportsionaalsed. Üleujutusohuga alal arendaja peab tagama iga-aegse evakueerimisvõimaluse ning hoonete kasutatavuse ka üleujutuse korral. Kinnisvara praeguseid ja tulevase omanikke tuleb ohtudest ja omavastutusest informeerida. Arendaja ja ehitaja vastutus on lühiajaline. Riigi ja kohaliku omavalitsuse vastutus piiratud.

#### **5.4. Tüüpjuhised korduvalt üleujutusosalale ehitamisel**

Inseneribüroo OÜ Lainemudel analüüsis oma töös nr 2020 „Häädemeeste valla korduva üleujutusega ala piiri määramise ja ehituskeeluvööndi täpsustamise uuring“ Pärnus, Häädemeestel ja Salacgrivas mõõdetud veetasemeid. Nende põhjal esitati ettepanekud korduvalt üleujutatud ala piiri määramiseks. Koostöös vallaga defineeriti, et korduvalt üleujutatud ala on sellise kõrgusega, mille veetase ületab statistiliselt vähemalt 4 päeva aastas kokku. Et valla rannajoon on pikk ning sellel aset leidvad veetasemed võivad põhja- ja lõunapunktis üksteisest oluliselt erineda, määrati Suurna ninast põhja ja lõuna pool erinevad korduvalt üleujutatud ala kõrguspiirid. Tabel 5.1 esitab need. Sellest lähtuvalt muutub valla sees ehituskeeluvööndi kaugus merest.

Tabel 5.1 esitab ka 10-aastase ja 50-aastase korduvusperioodiga veetasemed Häädemeeste vallas. Neid tuleb arvestada iga ehitise ja sellega seotud taristu kavandamisel. Vajadusel tuleb konsulteerida rannikuehitiste spetsialistidega.

**Tabel 5.1. Veetasemete koondtabel. Punasega tulemused on märgitud Lisade joonistele.**

Piirkond Häädemeeste vallad	Veetasemed, cm				Teadaolevalt maksimaalne
	Korduvalt üleujutatud ala piir	10-aastane korduvus- periood	50-aastane korduvus- periood	50-aastane korduvusperiood + prognoositav maailmamere tõus	
Suurna ninast põhja pool	130	200	240	300	294
Suurna ninast lõuna pool	118	189	227	285	231

OÜ Lainemudeli uuringus näidati, et mõõtmistulemuste põhjal võivad üleujutused (vesi rohkem kui 1 m EH2000 järgi), mis kestaksid rohkem kui 12 tundi, esineda statistilise sagedusega 0,5 päeva aastas. Ekstreemsed üleujutused (vesi rohkem kui 2 m EH2000 järgi), mis kestaksid rohkem kui 6 tundi, on Pärnu ja Salacgriva mõõtmistulemuste põhjal samuti esinenud. Et kõrged veetasemed esinevad üldiselt sügisel ja talvel, siis tuleb arvestada lisaks kõrgele veetasemel ka vee- ja õhutemperatuuri, mis võivad olukorda halvendada.

Tormide mõju hinnati Häädemeeste vallas modelleeritud lainetuse andmete ja veetaseme mõõtmisriidade põhjal. Need andmed kombineeriti Hunti valemis, mille tulemus väljendab lainete ülesjooksu kõrgust. Maksimaalne tulemus, mis võib esineda ebasoodsate olude koosmõjul (tuule ja lainete suund, kõrge veetase, puuduvad takistused, vähene põhjahõõre jne), on Häädemeeste vallas 3 m. Selle vastu aitavad looduslikud abinõud: hekid, roostik, metsad jne. Samas tuleb seda arvesse võtta rannale ehitamisel.

Ehituskeeluvöönd ei tähenda automaatselt seda, et sinna ehitamine on välistatud. Sisuliselt võiks tähendada see vöönd seda, et tuleb erilise tähelepanelikkusega arvestada merekeskkonnaga, mis võib negatiivselt mõjutada sinna püstitatavaid ehitisi. Seepärast tuleb korduvalt üleujutatavale alale (ehituskeeluvööndisse) ehitamisel konsulteerida vastava eriala (sadamaehitus ja rannikutehnika) inseneriga, kes peab hindama maastikku, planeeritava ehitise iseloomu ning veetasemete dünaamikat. Alles pärast seda saab edasi minna ehitise kavandamisega.

Kui kavandatavale ehitisele võib mõjuda lainetus (näiteks kui ehitise väline avatud osa on madalamal kui +1 m), siis on vajalik hinnata lainetuse parameetreid (lainekõrgus, perioodi, suunda



ning korduvusperioode) ning rannaprotsesse. Häädemeeste rannajoon on suhteliselt ühtlane ja meresügavuse muutumine lauge, mistõttu piisab paljudel juhtudel just lainetuse parameetrite hindamisest. Modelleerimine on siin üldjuhul liigne, kuid võib tulla kasuks keerulisema asukohaga ehitiste puhul. Kindlasti tuleb aga lainetuse hindamisel arvesse võtta kõrgete veetasemete ja lainetuse ajaliskokkulangevust, mistõttu võivad lained jõuda rohkem sisemaale kui muidu.

## KASUTATUD KIRJANDUS

- Eelsalu, M., Soomere, T., Pindsoo, K., Lagemaa, P. 2014. Ensemble approach for projections of return periods of extreme water levels in Estonian waters. *Continental Shelf Research*, 91, 201–210.
- Hünicke, B., Zorita, E., Soomere, T., Madsen, K. S., Johansson, M. & Suursaar, Ü. 2015. Recent change – Sea level and wind waves. In *Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin* (The BACC II Author Team, ed.), pp. 155–185. Springer.
- Jaagus, J. 2003. Muutused Eesti rannikumere jääoludes 20. sajandi teisel poolel. In: *Publicaciones instituti Geographici Universitatis Tartuensis* 93, 143–152.
- Kalda, T. 2007. Pärnumaa Loodus. Pärnu Keskkonnateenistus.
- Maves OÜ. 2020. Pärnu linna korduva üleujutusega ala piiri määramise ja ehituskeeluvööndi täpsustamise uuring.
- 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*, Köide 182, p. 22–36.
- Männikus, R., Soomere, T., Viška, M., 2020. Variations in the mean, seasonal and extreme water level on the Latvian coast, the eastern Baltic Sea, during 1961–2018. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 8(2), p. 50–80.
- Paal, J. 2007. Loodusdirektiivi elupaigatüüpide käsiraamat.
- Soomere, T., Eelsalu, M., Kurkin, A., Rybin, A. 2015. Separation of the Baltic Sea water level into daily and multi-weekly components. *Continental Shelf Research*, 103, 23–32.
- Soomere, T., Pindsoo, K., 2016. Spatial variability in the trends in extreme storm surges and weekly-scale high water levels in the eastern Baltic Sea. *Cont. Shelf Res.* 115, 53–64. doi: 10.1016/j.csr.2015.12.016.
- Summerhayes, C. P. 2015. *Earth's Climate Evolution*. Wiley-Blackwell, pp410.
- Suursaar, Ü., Sooäär, J., 2007. Decadal variations in mean and extreme sea level values along the Estonian coast of the Baltic Sea. *Tellus*, 59(2), pp. 249–260.
- Tõnisson, H., Orviku, K., Mäll, M. 2016. Lottemaa esise ranna ja ranniku iseloomustus ning sealse rannaastangu taganemise kiiruse analüüs.

## LISAD

Lisades on toodud 17 joonist Häädemeeste valla külade kohta, kus punase pideva joonega on peale kantud korduvalt üleujutatava ala piir, rohelisega ehituskeeluvööndi piir ning kollasega 10-aastase korduvusperioodiga kõrgveetaseme kõrgusjoon. Sinisega on märgitud kõrgusjoon, mis koosneb 50-aastase korduvusperioodiga kõrgveetasemest ning prognoositavate kliimamuutuste tagajärjel lisanduvast mereveetaseme tõusust.