

Töö number: 2020_0044
Tellija Paide Linnavalitsus
Keskväljak 14, Paide
Telefon: +372 383 8633; e-post: info@paide.ee
Registrikood: 77000246
Konsultant Skepast&Puhkim OÜ
Laki põik 2, 12915 Tallinn
Telefon: +372 664 5808; e-post: info@skpk.ee
Registrikood: 11255795;
Kuupäev 10.12.2020

Paide linnas korduva üleujutusega ala piiri määramine ja Paide riskipiirkonnas üleujutuste leevendamise põhimõtete väljatöötamine

Aruanne



Version **1**
Kuupäev **11.12.2020**
Koostanud:
Esikaane foto: Paide vaade, üleujutus 1960-ndatel a., PM F 3302:24, Järvamaa Muuseum,
<http://www.muis.ee/museaalview/381024>

Projekti nr **2020_0044**

SKEPAST&PUHKIM OÜ
Laki põik 2
12915 Tallinn
Registrikood 11255795
tel +372 664 5808
e-mail info@skpk.ee
www.skpk.ee

Sisukord

Sissejuhatus	4
1. Regulatsioon seadustes	5
2. Olukorra kirjeldus	7
2.1. Looduskaitsetelised piirangud Paide üleujutusala piirkonnas.....	9
2.2. Mullastiku kaardi analüüs	10
2.3. Kliima mõju üleujutusele.....	11
3. Korduva üleujutusega ala piiri määramine	12
3.1. Hüdroloogilised arvutused	12
3.2. Pärnu jõe veetasemete arvutus.....	13
3.3. Jõel paiknevate rajatiste mõju veetasemele	14
4. Ehituskeeluvööndi ettepanek.....	16
5. Soovitused maakasutus- ja ehitustingimuste määramiseks	17
6. Üleujutuse põhjused ja üleujutusega seotud probleemid	18
6.1. Üleujutuse põhjused.....	18
6.2. Üleujutusega seotud probleemid ja mõju avalikele objektidele.....	18
6.3. Mõju maaparandussüsteemidele.....	18
6.4. Sademeveesüsteemide analüüs.....	19
7. Võimalikud kõrgvee teket vähendavad lahendused.....	26
7.1. Tegevused jõe valgalal	26
7.2. Pärnu jõe sāngi õgvendamine ja sũvendamine	26
8. Võimalikud tehnilised lahendused üleujutuse kahjulike mõjude leevendamiseks	28
8.1. Sademeveesüsteemide lahendused	28
8.1.1. Pumplate ehitamine sademevee kollektoritele	28
8.1.2. Süsteemidesse juhitava sademevee hulga vähendamine (keskkonda säästvad sademeveesüsteemid)	28
8.1.3. Uputusohuga arvestamine	29
8.2. Sildade ümberehitamine	29
8.3. Maaparandussüsteemide hooldus ja rekonstrueerimine	29
8.4. Muud lahendused.....	30
9. Sademeveesüsteemide tehniliste lahenduste võrdlus	32
10. Kokkuvõte.....	33
Kasutatud materjalid.....	34

LISAD

- Lisa 1. Uuringuala ajalooline ülevaade
- Lisa 2. Fotod
- Lisa 3. Pärnu jõe hüdroloogilised arvutused
- Lisa 4. Pärnu jõe veetasemete arvutus
- Lisa 5. Pärnu jõel asuvate sildade hüdrauliline arvutus
- Lisa 6. Joonised
 - Joonis 1. Uuringuala plaan
 - Joonis 2. Pärnu jõe pikiprofiil
 - Joonis 3. Üleujutusala plaan (1x100 aasta jooksul)
 - Joonis 4. Üleujutusala plaan (1x20 aasta jooksul)
 - Joonis 5. Üleujutusala plaan (1x10 aasta jooksul)
 - Joonis 6. Üleujutusala plaan (1x4 aasta jooksul)

- Joonis 7. Pärnu jõe veetaseme arvutusskeemid
- Joonis 8. Silla avade arvutusskeemid
- Joonis 9. Sademeveesuublate ja maaparandussüsteemide plaan
- Joonis 10. Pärnu jõe süvendamise ja õgvendamise plaan
- Lisa 7. Ülevaatlilikud kaardid Pärnu jõe veetaseme mõju kohta sademeveesüsteemidele kevadperioodil
- Lisa 8. Ülevaatlilikud kaardid Pärnu jõe veetaseme mõju kohta sademeveesüsteemidele sügisperioodil
- Lisa 9. Ehituskeelu suurendamise ettepanek

Sissejuhatus

Paide linna korduva üleujutusega ala piiri määramise ja Paide riskipiirkonnas üleujutuste leevendamise põhimõtete väljatöötamise uuringu (edaspidi: uuring) eesmärk on Paide linnas koostatavale üldplaneeringule sisendi andmine:

1. Üleujutusega ala piiri määramiseks;
2. Ehituskeeluvööndi täpsustamiseks;
3. Asustuse ja ehitustegevuse suunamiseks;
4. Tehniliste lahenduste väljatöötamiseks üleujutuse leevendamiseks.

Uuringu laiem eesmärk on ära hoida või vähendada Paide linnas kui üleujutusega seotud riskipiirkonnas üleujutuse võimalikke kahjulikke tagajärgi inimese tervisele, keskkonnale, kultuuriväärtustele ja majandustegevusele.

Uuringut finantseeris Keskkonnainvesteeringute Keskus ja Paide Linnavalitsus. Uuringu teostas Skepast&Puhkim OÜ ja Reaalprojekt OÜ ning selle koostamises osalesid:

Ekspert	Roll	Ülesanne uuringu teostamisel
Ingo Valgma	Skepast&Puhkim keskkonnaekspert OÜ	Projekti juht, välitööde teostamine, meetoodika väljatöötamine, üleujutusala piiri määramine
Raimo Pajula	Skepast&Puhkim keskkonnaekspert OÜ	Välitööde teostamine, meetoodika väljatöötamine, üleujutusala piiri määramine
Anni Konsap	Skepast&Puhkim planeeringute üksuse juht OÜ	Õiguslik regulatsioon, maakasutus- ja ehitustingimuste seadmine
Peeter Napp	Reaalprojekt OÜ volitatud hüdrotehnikainsener, tase 8	Hüdroloogilised ja hüdraulilised arvutused, meetoodika väljatöötamine, leevendusmeetmete analüüs
Ottar Tamm	Reaalprojekt OÜ diplomeeritud veevarustuse ja kanalisatsiooniinsener, tase 7	Sademeveesüsteemide analüüs
Egle Saaremäe	Reaalprojekt OÜ volitatud veevarustuse ja kanalisatsiooniinsener, tase 8	Sademeveesüsteemide analüüs

Kameraaltöödel koguti kokku eelnevalt tehtud uuringud ja avaandmed. Tehti arvutused ja modelleeriti üleujutusala parameetreid.

Välitöödel teostati välivaatlused, mõõdeti truupide läbimõõdud ja sildade avad ning hinnati üleujutusala parameetreid. Osalesid Peeter Napp, Raimo Pajula ja Ingo Valgma. Välitööd toimusid 08.10.2020, 30.10.2020 ja 16.11.2020.

Käesolev uuring sisaldab ettepanekuid üldplaneeringu koostamiseks. Korduva üleujutusega ala piiri ja sellest lähtuv ehituskeeluvöönd jõustuvad üldplaneeringu kehtestamisel. Järelikult tuleb antud uuringu tulemusi hinnata üldplaneeringu koostamisel, sh koosmõjus teiste piirkonnas kehtivate tingimuste ning huvide ja vajadustega. Kaalutusotsuse piirangute kehtestamiseks teeb omavalitsus, nõusoleku ehituskeeluvööndi võimalikuks vähendamiseks peab üldplaneeringu koostamise menetluses andma Keskkonnaamet.

1. Regulatsioon seadustes

Keskkonnaministri 10.02.2019 käskkirjaga nr 105 „Üleujutusega seotud riskide ajakohastatud hinnangu kinnitamine“¹ on Paide linn määratud üleujutusega seotud riskipiirkonnaks. Üleujutusega seotud risk on sellise üleujutuse esinemise võimalikkus, mis võib kaasa tuua ebasoodsa mõju inimese tervisele ja varale, keskkonnale, kultuuripärandile ning majandustegevusele. Üleujutusega seotud riskide maandamine on vajalik nimetatud ebasoodsate mõjude ärahoidmiseks või leevendamiseks. Üheks üleujutuse mõjude leevendamise viisiks on muuhulgas maakasutus- ja ehitustingimuste seadmine planeeringutes.

Üleujutusala, üleujutusega ala piiri ja nendega seonduvat ehituskeeluvööndit reguleerivad veeseadus (edaspidi: VeeS)² ja looduskaitseseadus (edaspidi: LKS)³.

VeeS § 106 lg 2 kohaselt on üleujutus harilikult veega katmata maa-ala ajutine kattumine veega, kaasa arvatud selline üleujutus, mis on põhjustatud veekogu taseme tõusust. Üleujutuste tekkimist põhjustavad nii looduslikud tegurid kui ka inimtegevus.

Kui üleujutusohuga ala määratlemise põhieesmärk on kaitsta inimese tervist ja vara, keskkonda, kultuuripärandit ja majandustegevust, siis üleujutusohuga seotud ehituskeeluvööndi määratlemise eesmärk on looduskaitseseadusest tulenevalt kaitsta randa ja kallast. LKS § 34 kohaselt on ranna ja kalda kaitse eesmärk 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.

Ehituskeeluvööndi ulatuse määramisel võetakse LKS § 35 lõike 2 kohaselt lähtejoonena arvesse Eesti topograafia andmekogu põhikaardile kantud veekogu veepiiri. Samas ütleb LKS § 35 lg 4, et korduva üleujutusega veekogude ranna või kalda piiranguvöönd, veekaitsevöönd ja ehituskeeluvöönd koosnevad üleujutatavast alast ja nimetatud vööndi laiustest. Seetõttu tuleb Paide linna haldusterritooriumil arvestada ehituskeeluvööndi ja teiste vööndite ulatuse arvestamisel üleujutatavat ala, et kaitsta randa ja kallast ning inimeste tervist ja vara. Kui üleujutatavat ala ehituskeeluvööndi ulatuse määramisel mitte arvesse võtta, on ehituskeeluvööndi laiuseks Paide linnas Pärnu jõel ja Esna jõel 50 meetrit ning Paide tehisjärvel 25 meetrit.

Ehituskeeluvööndi suurendamiseks ja vähendamiseks on seatud reeglid LKS §-is 40. Kui ehituskeeluvööndi suurendamine on lubatud üksnes omavalitsuse kehtestatud üldplaneeringuga, siis ehituskeeluvööndi vähendamiseks tuleb üldplaneeringu või üldplaneeringut muutva detailplaneeringu kehtestamiseks saada luba Keskkonnaametilt (LKS § 40 lg 3 ja 4). Seejuures on sätestatud, et ehituskeeluvööndi vähendamise lubamisel hindab Keskkonnaamet alati ranna ja kalda kaitse eesmärki ja selle tagamise võimalust (vt LKS § 34). Täiendavalt sätestab LKS 40 lg 1, et ehituskeeluvööndit võib suurendada või vähendada, lähtudes taimestikust, reljeefist, kõlvikute ja kinnisasjade piiridest, olemasolevast teede- ja tehnovõrgust ning väljakujunenud asustusest. Keskkonnaamet lähtub oma praktikas ehituskeeluvööndi vähendamise otsustamisel alati üksikjuhtumist, lähtudes konkreetse ala looduslikust seisundist.

Üldplaneeringuga üleujutusega ala piiri määramine on oluline, et tagada selliste piirkondade kaitse eesmärk, kus tavapärasest üleujutuselast ei piisa ehk kus üleujutus on tõenäolisem ja ulatuslikum. Üldplaneering koostatakse avalikus protsessis, kaasates erinevaid ametiasutusi ja laiemat avalikkust, mis võimaldab ka piirkonna elanikel üldplaneeringu protsessis kavandatavate vööndite osas kaasa rääkida ning anda kohalikku sisendit ja anda infot seniste kogemuste kohta.

¹ Keskkonnaministri 10.02.2019 käskkiri nr 105.
https://www.envir.ee/sites/default/files/hinnang_kaskkiri_lisaqa.pdf

² Veeseadus, RT I, 22.02.2019, 1

³ Looduskaitseseadus, RT I, 22.02.2019, 21

Üleujutusega ala piir ja sellest lähtuv ehituskeeluvöönd on piirangud, kuna need kitsendavad omandi kasutamist (nt ehitusõiguse piirangute näol). Järelikult peab üleujutusohuga ala ning ehituskeeluvööndi määramine olema vajalik, põhjendatud ja proportsionaalne ning piirangute kehtestamine (üldplaneeringu kaudu) peab käima avalikus protsessis, et kõigil seotud isikutel oleks võimalus oma huve ja õigusi kaitsta. Seejuures tuleb aga silmas pidada, et ehituskeeluvöönd on mõeldud nii ranna ja kalda looduskoosluste säilimise tagamiseks kui ka üleujutusohuga ala määramise kaudu rannikul elavate inimeste vara ja tervise kaitseks.

2. Olukorra kirjeldus

Uuringuala hõlmab ala, mille põhjaosas suubub Pärnu jõkke Vodja jõgi, idast suubub Esna jõgi ja edelas piirneb ala Reopalu jõega (Joonis 2.1).



Joonis 2.1 Paide üleujutusala uuringuala

Pärnu jõe 13 km pikkune lõik, mis algab enne Tarbja järve ja lõpeb Reopalu jõe suudmes, asub kõrgustel 66 kuni 56 m abs. Tarbja paisjärve väljavoolust kuni Paide tehisjärve väljavooluni on langus ligikaudu 3m (63 kuni 60 m abs (Joonis 2.2).



Joonis 2.2 Pärnu jõe langus 13 km pikkusel lõigul kuni Reopalu jõeni

Paide asub Pärnu jõe ülemjooksul soodest ümbritsetud lauetel moreenkõrgendikel. Ajalooliselt on Pärnu jõgi külgnenud idas Paide linnaga. Hiljem on Pärnu jõele kaevatud uus säng ja mitmes kohas on jõge õgvendatud ning jõeümbrust kraavitud (Lisa 1. Uuringuala ajalooline ülevaade).

2011. aastal valmis Keskkonnaministeeriumil üleujutusohuga seotud riskide esialgne hinnang, mis tuvastas Eestis asetleidnud üleujutused, eristas neist olulise kahjuliku mõjuga üleujutused ning määras potentsiaalsed üleujutusohuga seotud alad⁴. Hinnangus toodi välja 20 olulise üleujutusohuga seotud tiheasustusalal asuvat riskipiirkonda, mis kinnitati keskkonnaministri käskkirjaga nt 75 17. jaanuaril 2012. Lääne-Eesti vesikonnas toodi välja Paide linn kui riskipiirkond. Hinnangu alusel koostati riskipiirkondade kaardid⁵.

2018. aastal ajakohastati üleujutusega seotud riskide hinnang. Hinnangu ajakohastamiseks kaardistati aastatel 2011–2017 asetleidnud üleujutused Eestis, eristati neist olulised üleujutused ja hinnati tulevaste üleujutuste võimalikke kahjulikke tagajärgi ning esinemise tõenäosust, samuti vaadati läbi eelmisel tsüklil tehtud otsused ja ajakohastati riskipiirkonnad. Üleujutusega seotud riskide hindamise ajakohastamise tulemusel määrati 16 olulist riskipiirkonda.

Üleujutusega seotud risk on oluline, kui see asub tiheasustusalal, sest tihedama asustusega piirkondades võib korraga üleujutuse mõju alla sattuda suur hulk inimesi. Hajaasustatud aladel on mõju piisavalt väikse ulatusega, et nende osas ei teki toimetuleku riski. Riskipiirkonnaks määratakse alad, kus esineb oluline üleujutusega seotud risk. 2011-2017. aastatel Paides olulise kahjuga üleujutust ei toimunud⁶.

⁴ Üleujutusohuga seotud riskide esialgse hinnangu aruanne. Keskkonnaministeerium
<https://www.envir.ee/sites/default/files/yleujutusohugaseotudriskidearuanne.pdf> 2011

⁵ Üleujutusohupiirkonna ja üleujutusohuga seotud riskipiirkonna kaardid. Keskkonnaministeerium 2014
<https://www.envir.ee/sites/default/files/kokkuvote.pdf>

⁶ Üleujutusega seotud riskide hindamine. Ajakohastamine. Keskkonnaministeerium 2018
https://www.envir.ee/sites/default/files/uleujutusega_seotud_riskide_hinnang3.pdf

2.1. Looduskaitsetelised piirangud Paide üleujutusala piirkonnas

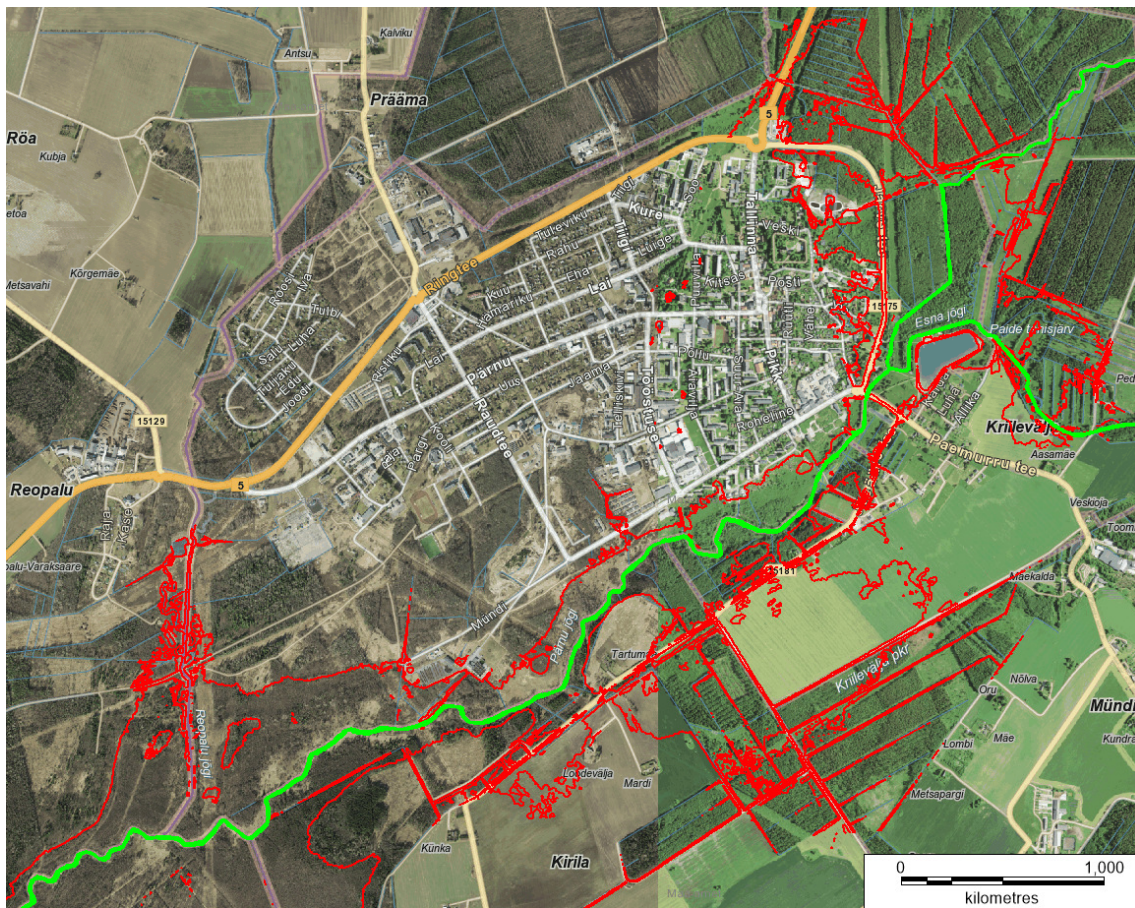
Praktiliselt kogu üleujutusala läbib Pärnu jõe lõik (ala läbib jõgi ülesvoolu kuni Vodja jõe suudmeni) on kaitstud **Pärnu jõe hoiualana**. Pärnu jõe hoiualasse kuulub ka kogu ala läbib Esna jõe lõik ning ala piiril kulgev Vodja jõgi.

Pärnu jõe hoiuala kuulub **Pärnu loodusalana** üle-Euroopalisel Natura 2000 alade võrgustikku.

Seega on praktiliselt kogu üleujutusala läbib jõestik kaitstud nii siseriiklikult kui ka Euroopa Liidu tasandil.

Pärnu jõe loodusala (EE0040345) kaitse-eesmärgiks on loodusdirektiivi I lisas nimetatud elupaigatüübid on jõed ja ojad (3260), lamminiidud (6450) ja puisniidud (*6530);

Kaitse-eesmärgiks on ka järgmised loodusdirektiivi II lisas nimetatud liigid, mille isendite elupaiku kaitstakse: harilik hink (*Cobitis taenia*), harilik võldas (*Cottus gobio*), jõesilm (*Lampetra fluviatilis*), lõhe (*Salmo salar*) ja paksukojaline jõekarp (*Unio crassus*).



Joonis 2.3 Pärnu jõe hoiuala ja samades piirides paiknev Pärnu jõe loodusala (rohelise joonega) Paide üleujutusala piirkonnas. Punase joonega on tähistatud käesoleva tööga määratud 1% tõenäosusega piir. (Alusplaanina on kasutatud Maa-ameti ortofotot)

Natura alade puhul ei ole lubatud nende oluline mõjutamine. Alade terviklikkusele ei tohi põhjustada olulisi mõjusid. Samuti ei tohi põhjustada olulisi ebasoodsaid mõjusid loodusala kaitse-eesmärgiks olevatele elupaigatüüpidele ja liikidele. Pärnu jõe loodusala puhul esineb üleujutusala kaitstav elupaigatüüp jõed ja ojad (3260) ning EELIS infosüsteemi andmetel kaitstav kalaliik võldas.

Lisaks on kõik üleujutusala läbivad jõed (Pärnu jõgi, Esna jõgi, Vodja jõgi) kaitstud nn **lõhejõgedena** ehk on kantud „Lõhe, jõeforelli, meriforelli ja harjuse kudemis- ja elupaikade nimistusse”. Looduskaitseaduse § 51 (1) kohaselt on lõhe, jõeforelli, meriforelli ja harjuse kudemis- ja elupaigana kinnitatud veekogul või selle lõigul keelatud olemasolevate paisude rekonstrueerimine ulatuses, mis tõstab veetaset, uute paisude rajamine ning veekogu loodusliku sängi ja veerežiimi muutmine. [RT I 2007, 25, 131 - jõust. 01.04.2007]. Loodusliku sängi, veerežiimi ning veetaseme muutmine paisude rekonstrueerimisel lubatud üksnes juhul, kui sellega parandatakse kalade kudemisvõimalusi. [RT I 2007, 25, 131 - jõust. 01.04.2007]

Jõesängi oluliselt muutvad tegevused nii sängi õgvendamise kui ka selle süvendamise kujul põhjustaks olulisi negatiivseid mõjusid nii Pärnu jõe hoiualale ja loodusale kui ka lõhejõena kaitstavatele jõgedele. Seetõttu oleks looduskaitsealadel põhjustel Pärnu jõe sängi veeläbilaskvuse suurendamine ja seeläbi üleujutuste taseme alandamine suhteliselt komplitseeritud. Olulisima takistuse selleks seab Natura ala olulise mõjutamisega seotud piirang, mille kohaselt on Natura ala oluline mõjutamine lubatud vaid ülekaaluka avaliku huvi korral. Sellisel juhul tuleb rakendada asendusmeetmeid parandades mõjutatavate elupaigatüüpide ja liikide seisundit mujal või võttes neid täiendavalt kaitse alla.

2.2. Mullastiku kaardi analüüs

Mullastiku kaardi kohaselt on üleujutusala (maksimaalsetes piirides ehk 1000 a tõenäosuse joone sees) esindatud järgmised mullatüübid: väga õhuke lammi-madalsoomuld (AM') õhuke lammi-madalsoomuld (AM''), sügav lammi-madalsoomuld (AM'''), sügav madal-soomuld (M'''), leostunud gleimuld (Go), lammi-gleimuld (AG) ja küllastunud turvastunud muld (Go1) (Joonis 2.3).

Lammi-gleimullad ja lammi-madalsoomullad kujunevad regulaarse (iga-aastase) üleujutuse tingimustes ning paiknevad üleujutusala lõunaosas Pärnu jõe lammil, samuti ala lääneosas Pärnu jõe kunagise sängi piirkonnas ning Esna ja Vodja jõgede kunagiste sängide piirkonnas. Lammimuldade ala on ka praegu suures osas sagedasti üleujutatav. Kuna uuritavas piirkonnas on jõgesid õgvendatud ja kaevatud uusi sängilõike, siis ei vasta muldade jaotus päriselt väljakujunenud mullastikule. Muldade jaotuses peegeldub osaliselt veel vooluvete reguleerimise eelne olukord.

Üleujutusala ulatub ka gleimuldade, madal-soomuldade ja turvastunud muldade alale. Nimetatud mullatüübid ei ole iseloomulikud regulaarselt üleujutatavatel lammidel ja nende tüüpide kujunemiseks pole üleujutused eelduseks. On täiesti loogiline, et väga harva esinevad üleujutused ei mõjuta ala taimkatet ega mullatekkeprotsesse oluliselt. Seega ei saa ka üksikud ekstreemsed üleujutused ehk üleujutuste maksimumpiir kajastada muldades. Küll aga kajastavad lammimullad regulaarsete üleujutuste ala.

Kokkuvõttes kajastab mullakaart osalt ajaloolist (jõgede õgvendamise eelset) olukorda ning lammimuldade levik kajastab suhteliselt hästi regulaarsete üleujutuste ala. Samas jääb üleujutusala ka teisi mullatüüpe. Ohtlikult kõrged üleujutused on just need, mis ulatuvad lammimuldade alast väljapoole. Seega ei anna mullakaart olulist praktilist lisateavet maksimaalse üleujutusala piiri

Allikas: Maa-amet. (Alusplaanina on kasutatud Maa-ameti mullastiku kaardirakendust)

Tulevikus nähakse ette nii temperatuuri tõusu, tuule tugevnemist, sademete suurenemist, kuid samas ka väiksemaid maksimaalseid veetasemeid ja aasta jooksul ühtlasemalt jaotunud maksimaalseid ärahoole⁷. Kevade kõrval muutub oluliseks suurvee ajaks sügis. Suvise miinimumaravoolu perioodi pikemaks muutumise tõttu suureneb võimalus väikeste ojade ja jõgede ülemjooksude kuivamiseks. Siseveekogude veetase on seotud jõgede ärahoooluga. Prognoositud lumikatte vähenemise tõttu on tuleviku jaoks modelleeritud praegusest väiksemad ja aasta jooksul ühtlasemalt jaotunud maksimaalsed ärahooolud ja seega ka väiksemad maksimaalsed veetasemed.

[ud riskipiirkonna kaardid aruanne1.pdf](#)

3. Korduva üleujutusega ala piiri määramine

3.1. Hüdroloogilised arvutused

Lähteülesandes toodud ülesannete täitmiseks on vajalik määrata erineval perioodil ja erineva tõenäosusega esinev Pärnu jõe maksimumveetase erinevates punktides Paide linnaga külgnevas lõigus. Kokkuleppel tellijaga on käesolevas töös määratud 1%, 5%, 10% ja 25%-lise tõenäosusega aasta (kevadine) maksimumveetase ja septembrikuu maksimumveetase. Veetasemete saamiseks on eelnevalt arvatud vastava tõenäosusega aasta ja septembrikuu tippvooluhulgad.

Pärnu jõe pikkus on 170,1 km ning valgala pindala suurus on 6836,5km² (EELIS). Paide linnaga külgnevas lõigus suubub Pärnu jõkke mitu lisajõge (Vodja jõgi, Esna jõgi ja Reopalu jõgi), mistõttu jõe vooluhulk erinevates lõikutes on oluliselt erinev. Pärnu jõe maksimumvooluhulk erinevates punktides on arvatud Pärnu jõe Türi-Alliku hüdromeetriaama vaatlusandmete (1971, 1972, 1977...2019 a) põhjal. Aasta ja septembrikuu maksimaalse vooluhulga arvutus on toodud lisa 3 (tabel 1 ja tabel 2). Arvutustulemuste põhjal on koostatud tippvooluhulga tõenäosuskõverad (lisa 3, joonis 1 ja joonis 2), mille abil on määratud aasta ja septembrikuu tippvooluhulgad.

Türi-Alliku hüdromeetriaama vaatlusandmete põhjal arvatud tippvooluhulgad on ümber arvatud Pärnu jõe erinevatele punktidele Paide linnaga külgnevas lõigus. Igale valitud punktile on arvatud valgala suuruse suhte tegur k Türi-Alliku hüdromeetriaama valgala suhtes. Vooluhulk erinevates punktides on saadud Türi-Alliku hüdromeetriaama vooluhulga korrutamisel valgala suhte teguriga. Pärnu jõe valgala pindala erinevates punktides on saadud Eesti valgala kataloogist (Eesti Maaparandusprojekt, 1988). Valgala suurus punktidele, mille valgala ei ole kataloogis toodud, on saadud interpoleerimise teel. Erineva tõenäosusega esinev aasta (kevadine) tippvooluhulk igas valitud punktis on toodud tabelis 3.1 ja septembrikuu tippvooluhulk on toodud tabelis 3.2.

Tabel 3.1. Pärnu jõe aasta (kevadine) tippvooluhulk erinevates punktides Türi-Alliku hüdromeetriaama vaatlusandmete põhjal (1971-2019)

Arvutuspunkt	Valgala pindala A, km ²	Valgala suhte tegur k	Q _{a.maks.25%}	Q _{a.maks.10%}	Q _{a.maks.5%}	Q _{a.maks.1%}
Türi-Alliku	579,38	1	26,80	31,40	33,10	35,30
Reaopalu jõe suudmes	566,13	0,98	26,19	30,68	32,34	34,49
Reaopalu jõe suudmest ülesvoolu	425,88	0,74	19,70	23,08	24,33	25,95
Aasa tn kraavi suudmes	412,57	0,71	19,08	22,36	23,57	25,14
Tööstuse kraavi suudmes	414,13	0,71	19,16	22,44	23,66	25,23
Esna jõe suudmes	408,44	0,70	18,89	22,14	23,33	24,89
Esna jõe suudmest ülesvoolu	167,31	0,29	7,74	9,07	9,56	10,19
Vodja jõe suudmes	167,21	0,29	7,73	9,06	9,55	10,19
Vodja jõe suudmest ülesvoolu	84,14	0,15	3,89	4,56	4,81	5,13

Tabel 3.2. Pärnu jõe aasta (kevadine) tippvooluhulk erinevates punktides Türi-Alliku hüdromeetria-jaama vaatlusandmete põhjal (1971-2019)

Arvutuspunkt	Valgala pindala A, km ²	Valgala suhte tegur k	Q _{sept.maks.25%}	Q _{sept.maks.10%}	Q _{sept.maks.5%}	Q _{sept.maks.1%}
Türi-Alliku	579,38	1	8,50	14,50	19,20	27,30
Reaopalu jõe suudmes	566,13	0,98	8,31	14,17	18,76	26,68
Reaopalu jõe suudmest ülesvoolu	425,88	0,74	6,25	10,66	14,11	20,07
Aasa tn kraavi suudmes	412,57	0,71	6,05	10,33	13,67	19,44
Tööstuse kraavi suudmes	414,13	0,71	6,08	10,36	13,72	19,51
Esna jõe suudmes	408,44	0,70	5,99	10,22	13,54	19,25
Esna jõe suudmest ülesvoolu	167,31	0,29	2,45	4,19	5,54	7,88
Vodja jõe suudmes	167,21	0,29	2,45	4,18	5,54	7,88
Vodja jõe suudmest ülesvoolu	84,14	0,15	1,23	2,11	2,79	3,96

3.2. Pärnu jõe veetasemete arvutus

Pärnu jõe veetasemete määramiseks viidi läbi välitöö, mille käigus mõõdeti veetaseme kõrgus ja jõe põhja kõrgus ning mõnes kohas ristprofiil Pärnu jõe erinevates punktides Paide linnaga külgnevas lõigus. Välitöö tehti 16.11.2020. Välitöö tegi hüdrotehnikainsener Peeter Napp. Välitöö käigus saadud andmete põhjal on koostatud Pärnu jõe vastava lõigu pikiprofiil (lisa 6, joonis 2) ja määratud jõe sāngi lang erinevates lõikudes.

Pärnu jõe maksimumveetasemete määramiseks valiti neli arvutuspunkti uuritava lõigul. Arvutuspunktid valiti kohtadesse, mis on määravaks veetaseme kujunemisel vaadeldaval jõe lõigul. Arvutuspunktide asukohad on järgmised: 1) Reaopalu jõe suudmest vahetult allavoolu (vooluhulga muutus); 2) Tööstuse kraavi suudmest vahetult allavoolu (jõe langu muutus); 3) Esna jõe suudmest vahetult allavoolu (vooluhulga muutus); 4) Vodja jõe suudmest allavoolu (vooluhulga muutus). Iga arvutuspunkti kohta koostati jõe sāngi ristlõike (ristlõiked RL-1 kuni RL-4, lisa 6 joonis 7). Jõe sāngi ristlõiked on tehtud Maa-ameti Lidar andmete põhjal koostatud maapinnamudeli abil (punktide samm 5m). Jõe sāngi osas on arvutusristlõikeid täiendatud välitöö käigus tehtud mõõtmise andmete põhjal. Iga valitud arvutuspunkti kohta tehti avasāngi hüdrauliline arvutus (lisa 4, tabelid 1 kuni 5).

Veetaseme ja vooluhulga vahelise seose leidmiseks on ette antud veetasemele arvutatud vooluhulk vastavas jõesāngi ristlõikes, võttes arvesse sāngi langu ja sāngi karedustegurit. Arvutuse läbiviimisel on arvutusristlõigetes RL-2 kuni RL-4 jõe sāngi ristlõike jagatud kolmeks osaks (jõesāngi osa, parempoolne lammiala ja vasakpoolne lammiala). Igale osale on arvutatud osavooluhulk iga ette antud veetaseme korral. Jõe sāngi ristlõike iga ette antud veetaseme korral esinev koguvooluhulk on saadud osavooluhulkade liitmise teel. Arvutusristlõike RL-1 puhul on arvestatud ainult jõesāngi osa. Hüdraulilise arvutuse põhjal koostati vooluhulga ja veetaseme vahelise seose graafikud iga arvutuspunkti kohta (lisa 4, joonised 1 kuni 4).

Arvutuste kalibreerimiseks kasutati 16.11.2020 välitöö käigus tehtud veetaseme mõõtmise andmeid ja Raivo Vende poolt Aasa kraavi suudme juures ajavahemikul 02.12.2018 kuni 03.05.2019 pisteliselt tehtud veetaseme mõõtmise andmeid. Igale graafikule on kantud punkt, mis kajastab 16.11.2020 mõõdetud veetaset ja sellel kuupäeval esinenud vooluhulga vastavast arvutuspunktis. Arvutusristlõike RL-2 graafikule lisati Raivo Vende poolt tehtud mõõtmisandmed.

Arvutust ja graafikuid korrigeeriti vastavalt tegelikele mõõtmisandmetele karedusteguri muutmise teel. Arvutuse korrigeerimisel kasutatud tegelikud mõõtmisandmed on toodud lisas 4 tabelites 6 ja 7.

Saadaolevad mõõtmisandmed ei hõlma graafikute tippvooluhulga piirkonda, mistõttu võib maksimumveetasemete määramisel esineda ebatäpsusi. Täpsema tulemuse saamiseks on soovitatav edaspidi teha täiendavaid veetaseme mõõtmisi ekstreemse suurvee esinemise aegadel ning korrigeerida vooluhulga ja veetaseme seose graafikuid vastavalt mõõtmistulemustele.

Koostatud graafikute põhjal määrati 1%, 5%, 10% ja 25%-lise tõenäosusega aasta (kevadine) maksimumveetase ja septembrikuu maksimumveetase igas arvutuspunktis. Veetasemete kõrgused igas arvutuspunktis on toodud tabelites 3.3 ja 3.4. Graafikutelt määratud veetaseme kõrguste põhjal kanti pikiprofiilile erineva tõenäosusega esinev aasta (kevadine) maksimumveetaseme ja septembrikuu maksimumveetaseme jooned (lisa 6, joonis 2). Pikiprofiilile kantud aasta (kevadise) maksimumveetasemete joonte abil koostati erineva tõenäosusega esineva üleujutuse plaanid (lisa 6, joonised 3 kuni 6). Üleujutuse plaanid on koostatud Pärnu jõe veetaseme ulatuse kohta. Plaanidel ei kajastu Reopalu jõe, Esna jõe ja Vodja jõe poolt täiendavalt üle ujutatavad alad.

Tabel 3.3. Pärnu jõe erineva tõenäosusega esinev arvutuslik aasta maksimaalne veetase

Jrk nr	Tõenäosus	RL-1		RL-2		RL-3		RL-4	
		Vooluhulk [m³/s]	Veetase [m abs]	Vooluhulk [m³/s]	Veetase [m abs]	Vooluhulk [m³/s]	Veetase [m abs]	Vooluhulk [m³/s]	Veetase [m abs]
1	25%	26,19	58,69	19,16	60,13	18,89	61,16	7,73	61,37
2	10%	30,68	59,09	22,44	60,28	22,14	61,26	9,06	61,44
3	5%	32,34	59,14	23,66	60,32	23,33	61,29	9,55	61,46
4	1%	34,49	59,20	25,23	60,38	24,89	61,33	10,19	61,49

Tabel 3.4. Pärnu jõe erineva tõenäosusega esinev arvutuslik septembrikuu maksimaalne veetase

Jrk nr	Tõenäosus	RL-1		RL-2		RL-3		RL-4	
		Vooluhulk [m³/s]	Veetase [m abs]	Vooluhulk [m³/s]	Veetase [m abs]	Vooluhulk [m³/s]	Veetase [m abs]	Vooluhulk [m³/s]	Veetase [m abs]
1	25%	8,31	58,14	6,08	59,24	5,99	60,48	2,45	60,76
2	10%	14,17	58,48	10,36	59,60	10,22	60,77	4,18	61,08
3	5%	18,76	58,69	13,72	59,82	13,54	60,95	5,54	61,23
4	1%	26,68	58,9	19,51	60,15	19,25	61,17	7,88	61,38

3.3. Jõel paiknevate rajatiste mõju veetasemele

Pärnu jõel paiknevad sillad

Paide linnaga külgneval lõigul paikneb jõel kaks sõidutee silda (Sillaotsa 1 sild ja Mündi sild) ning viis jalakäijate- või kergliiklussilda (vt lisa 6, joonis 1):

- 1) Sillaotsa 1 sõidutee sild
- 2) Mündi sõidutee sild
- 3) Mündi jalakäijate sild

- 4) Järve tee jalakäijate sild 1
- 5) Järve tee jalakäijate sild 2
- 6) Järve tee jalakäijate sild 3
- 7) Sillaotsa jalakäijate sild

Et hinnata sildade mõju kõrgveetasemele, tehti kontrollarvutus mõlemale maantee sillale (lisa 4). Arvutuse tegemiseks koostati lihtsustatud silla ava ristlõikega arvutusskeemid (lisa 6, joonis 7). Arvutus tehti 1%-lise tõenäosusega esineva maksimumvooluhulga olukorrale. Vastavalt arvutuse tulemusele tekitab 1% tõenäosusega olukorras Sillaotsa 1 maantee sild ca 1 cm-se paisutuse ja Mündi sõidutee sild ca 5 cm kõrguse paisutuse. Mündi sõidutee silla avas on jõepõhi suure languga, mistõttu 5 cm-ne paisutus jõe veetasemele sillast ülesvoolu märkimisväärselt mõju ei avalda.

Sillaotsa kergliiklussild (lisa 2, foto 2) on suure sildeavaga betoonsild, mis paikneb sellisel kõrgusel, et sild ei takista suurveeaegset veevoolu. Järve tee jalakäijate sild 2 ja 3 on teras-puit konstruktsiooniga sillad (lisa 2 foto 6 ja 7), mille teki keskosa paikneb ümbritsevast maapinnast ja maksimumveetasemest kõrgemal. Suurvee perioodil jäävad sillateki kaldapoolsed otsad vee sisse, kuid veevoolu see oluliselt ei takista – vesi saab voolata läbi silla ava ja silla kõrvalt.

Mündi jalakäijate sild ja Järve tee jalakäijate sild 3 on puit-metall konstruktsiooniga talasillad. Mõlema sillateki ülapind paikneb enam vähem samal kõrgusel septembrikuu 5%-lise tõenäosusega veetasemega. Mõlema silla tekk paikneb kogu sängi laiuselt horisontaalselt veepinna kohal ja keskmisest suurema kõrgvee korral jääb see osaliselt või täielikult vee sisse.

Mõlema silla asukohas on jõe säng sügavam kui üles või allavoolu lõikudes ning suurvee aegselt saab vesi voolata ka silla kõrvalt, mistõttu silla konstruktsioon otseselt veevoolu oluliselt ei takista. Oluline voolutakistus võib tekkida olukorras, mil sillateki taha kuhjub jää või ujupraht. **Täiendava paisutuse tekkimise ja konstruktsioonide purunemise vältimiseks on soovitatav need sillad ümber ehitada selliselt, et need jääksid kõrgemale arvutuslikust maksimumveetasemest.**

Mündi jalakäijate silla ümberehitamiseks on koostatud ehitusprojekt (Tilts Eesti Filiaal OÜ, töö nr K156/18). Projektlahendus näeb ette uue sillateki rajamist olemasolevatele betoonist sillasammastele. Sillasambad on ette nähtud kõrgemaks ehitada. Samuti on ette nähtud kõrgemaks ehitada sillaga külgnev teerada, mille tulemusena ei saa suurvee olukorras vesi voolata mööda lammiala silla kõrvalt, vaid kogu vesi peab mahtuma läbi silla ava. Mündi jalakäijate silla mõju hindamiseks suurveeaegsele veetasemele tehti silla avale kontrollarvutus (lisa 4). Vastavalt arvutusele tekitab Mündi jalakäijate sild maksimumvooluhulga ($Q_{a.maks.1\%} = 25,23 \text{ m}^3/\text{s}$) olukorras ligikaudu 3 cm kõrguse paiusutuse.

Esna jõel paiknevad sillad

Uuringuala piires paikneb Esna jõel üks jalakäijate sild (Tehisjärve jalakäijate sild, lisa 2 foto 7) ja kaks sõidutee silda (Allika sild ja Kriilevälja sild, lisa 2 fotod 9 ja 10).

Tehisjärve jalakäijate sild on teras-puit konstruktsiooniga kaarsild (lisa 2 foto 7), mille teki keskosa paikneb ümbritsevast maapinnast ja maksimumveetasemest kõrgemal. Suurvee perioodil jäävad sillateki kaldapoolsed otsad vee sisse, kuid veevoolu see oluliselt ei takista – vesi saab voolata läbi silla ava ja silla kõrvalt.

Allika sild on betoonsammastega ja betoonist sillatekiga plaatsild. Silla ava laius on 6,35 m ja ava kõrgus jõe põhjast mõõdetuna on 1,35 m. Silla konstruktsioonid on rahuldavas seisukorras. Tulenevalt Pärnu jõe mõjust on ekstreemsel kõrgveeperioodil Kriilevälja tee koos Esna jõel paikneva sillaga üle ujutatud. Silla konstruktsioon märkimisväärselt jõe veetaset ei mõjuta.

Kriilevälja sild koosneb kahest muhviga raudbetoonitorust ja kaldasammastest, millele toetub raudbetoonplaat. Sillatekiks olevas raudbetoonplaadis on mõrad. Raudbetoonplaadi pealispind on uuendatud betooni kihi peale valamise. Sillal on metallist ohutuspiirded. Sild ei ole otseselt avariohtlik, kuid silla konstruktsioon on selline, mis võib kergesti põhjustada jää või prahiga ummistumise ning seetõttu on soovitatav sild ümber ehitada.

4. Ehituskeeluvööndi ettepanek

Ehituskeeluvööndi täpsustamiseks on kaks põhimõttelist lahendust:

- 1) Vähendamine ja/või suurendamine ühtse vööndina;
- 2) Vähendamine ja/või suurendamine kindla kauguseni korduva üleujutusega ala piirist, sh kas kindel kaugus meetritest või mingi loodusliku või tehisliku piirini (tee, olemasolev elamukinnistu, õueala vms).

Paide linnas on üleujutusega seotud leevendusmeetmena mõistlik üldplaneeringuga kehtestada ehituskeeluvööndi ulatus, mis võimaldaks maakasutuse ja ehitustegevuse suunamisel linnas arvestada üleujutusohuga ning mitte lubada ehitustegevust piirkondadesse, kus see ei ole vältimatult vajalik. Samas tuleb ehituskeeluvööndi määratlemisel arvestada, et piirkonnas on väljakujunenud ehitusjoon(te)ga tiheasustusala, teatav reljeefsus (Pärnu jõgi asub linnast madalamal), teetammiid ning muud aja jooksul tekkinud tehislikud piirid, mis üleujutusi takistavad.

Antud töös on tehtud ettepanekud ehituskeeluvööndi suurendamiseks. Lähtuvalt Planeerimiseseaduse § 75 lg 1 punktist 12 on ranna ja kalda ehituskeelu vööndi suurendamine ja vähendamine üldplaneeringu ülesanne. Ehituskeeluvööndi suurendamist ja vähendamist reguleerib LKS § 40, mille sisuks kokkuvõtvalt on see, et ehituskeeluvööndit saab omavalitsus suurendada üldplaneeringu raames iseseisva otsuse alusel.

Käesolevas töös ei ole esitatud ettepanekuid ehituskeeluvööndi vähendamiseks, kuid vastav vajadus võib ilmned üldplaneeringu koostamise ajal. Vähendamiseks peab üldplaneeringu koostamise ajal omavalitsus küsima Keskkonnaameti luba.

Käesoleva tööga on tehtud ettepanek Paide jõe ehituskeeluvööndi suurendamiseks järgmistes piirkondades (Lisa 9. Ehituskeelu suurendamise ettepanek):

- Pärnu jõe paremkaldal Vodja jõest kuni Ringikraavini suurendada ehituskeeluvööndit kuni Järve tee teetammini, lähtuvalt suurest üleujutusohust;
- Pärnu jõe paremkaldal Mündi tn 5 KÜ-st (56701:001:0398) Aasa tn 17 KÜ-ni (56601:006:0021) Aasa tänava ja Paide jõe vahelisel alal.

Arvestades üleujutusala ulatust, tehakse antud tööga ettepanek ehituskeeluvööndi kehtestamiseks ka Kaevu ja Veski tänavate ning Järve tee vahelisele alale. Antud alal on ehitustegevus soovitatav vaid juhul, kui on tagatud kõrgvee kiire tagasivool Järve tee alt Pärnu jõkke läbi truupide vms lahenduse.

5. Soovitused maakasutus- ja ehitustingimuste määramiseks

Kuigi ka antud töös on tehtud ettepanekud ehituskeeluvööndi suurendamiseks, et vähendada üleujutusohuga seotud riskide realiseerumist ennekõike inimese tervise ja vara osas, on lisaks ehitamise keelamisele võimalikud ka mitmete maakasutus- ja ehitustingimuste rakendamine, mille kaudu üleujutusohu mõjusid leevendada, kui ehitamist üleujutusohuga piirkondades siiski võimaldada.

- Kavandada üldplaneeringuga täiendavaid elamu-, äri-, tootmis- ja ühiskondlike hoonete maa-alasid üksnes väljapoole üleujutusega ohuga alasid. Maakasutuse juhtotstarbe kavandamine tekitab maaomanikes õigustatud ootuse, et vastava juhtotstarbe realiseerimine juhtotstarbega toetatud maa-alal on kindlasti võimalik. Maakasutuse juhtotstarbe mitterääramisel üleujutuse ohuga aladele, ei anna maaomanikele õigustatud ootust ala realiseerimise osas.
- Üleujutuse ohuga aladele täiendavate juhtotstarvete kavandamine on õigustatud üksnes tingimusel, et on täidetud üleujutuse ohtu leevendavad meetmed, sh nt pinnase täitmine vajaliku kõrguseni.
- Uushoonestus kavandada kõrgematele kohtadele, sh võib maapinna soovitud kõrguse saavutada ka maapinna tehniliku tõstmise tulemusel.
- Olemasoleva hoonestuse vahele uushoonestuse kavandamisel tuleb arvesse võtta ka üleujutusega seotud riske. Piirkonnas väljakujunenud miljöo või arhitektuursete tingimuste kaalutlusel võib lubada olemasolevate hoonete vahele uue hoone ehitamist ka üleujutusohuga aladele, kui on täidetud üleujutuse ohtu leevendavad ehitustehnilised meetmed.
- Uushoonestuse kavandamisel või olemasolevate hoonete rekonstrueerimisel või ümberehitusel arvestada kõrgvee mõjuga konstruktsioonidele ja ehitusmaterjalidele. Üleujutusohuga piirkondades rajada kõrgveest mõjutatud ehitise osad veekindlate või hingavatena (vundament, elektrisüsteemid jm tehnovõrk).
- Üleujutusohuga aladel arvestada kõrgema sokli rajamise vajaduse ning vajadusel teiste meetmete rakendamisega – nt kõrgemad teetammid, pinnase kuhjamine vms. Taolistel aladel ehitamisel tuleb järgida ka keskkonnakaitselisi meetmeid, nt reovee, põhjavee kaitstuse vms aspektides.
- Üleujutusohuga ning ühiskanalisisatsioonita aladel on reoveekogumiseks lubatud üksnes kinnised mahutid.
- Uute ühenduste rajamisel tuleb arvestada võimaliku kõrgveetasemega. Teetammide rajamisel arvestada, et üleujutuse korral ei jääks vesi teetammide taha kinni. Vee tagasivooluks kavandada vajadusel truupe vms süsteeme.
- Teetammide projekteerimisel arvestada veevoolu võimaliku erosioonihuga.
- Säilitada või kavandada kõrghaljastus, et tagada pinnase kinnihoidmine.
- Tagada muuhulgas ka eraomandis olevatel maa-aladel sademevee- ja maaparandussüsteemide toimimine. Vältida kraavide kinniehitamist, ümbersuunamist mittesobivatele aladele vms.

6. Üleujutuse põhjused ja üleujutusega seotud probleemid

6.1. Üleujutuse põhjused

Üleujutusi uuringuala piirkonnas põhjustavad Pärnu jõe väike lang (0,05...1‰, keskmiselt ca 0,25 ‰) Paide linnaga külgnevas ja allavoolu jäävas lõigus ning jõega külgnevad madalad alad. Üleujutuse ohtu suurendavad Pärnu jõel paiknevad Mündi jalakäijate sild ja Järve tee jalakäijate sild 3 (lisa 6, joonis 1). Kriilevälja külas suurendab üleujutuse ohtu Esna jõel paiknev Kriilevälja sild.

6.2. Üleujutusega seotud probleemid ja mõju avalikele objektidele

Reoveepuhasti

Vastavalt veetaseme arvutustele (lisa 3) on 1% tõenäosusega esineva veetaseme kõrgus Paide linna reoveepuhasti juures ligikaudu 60.00 m abs. Reoveepuhasti heitvee väljavoolutorude põhja kõrgus on 59.00 m abs (lisa 6, joonis 10) s.t veetase võib tõusta toru põhja suhtes ca 1 m võrra kõrgemale ja toru lae suhtes ca 0,5 m kõrgemale. Reoveepuhasti projekteerimisel on arvestatud võimaliku kõrgveetasemega 60.50 m abs (Paide Vesi AS juhatuse liikme Jaan Madise käest saadud info), mis on 0,5 m võrra kõrgem, kui käesolevas töös arvatud kõrgveetase. Arvutuslik kõrgveetase reoveepuhasti toimimist ei takista.

Kavandatav matkarada

Paide linnavalitsus kavandab matkaraja ehitamist Pärnu jõe äärde Pikk tänav ja Raudtee tänav vahelises lõigus (Paide Pärnu jõe äärse matkaraja detailplaneering, Kobras AS joonised 19.06.2019). Matkarada on kavandatud kulgema valdavas pikkuses paralleelselt Pärnu jõega selle vahetus läheduses. Kogu Pärnu jõega vahetult külgnev lõik on sageli üle ujutatav ala. Matkaraja kavandamisel tuleb arvesse võtta, et matkaraja konstruktsioonid peavad vastu pidama üleujutuse mõjule.

Vestlusest kohaliku elanikuga on teada, et Aasa tänava ääres olevate aiamaadega külgnevalt on lammialale ladestatud pinnast, mis takistab aiamaade kuivenemist pärast suurvee taandumist. Vee ära juhtimiseks on rajatud madal kraav, kuid see ei taga aiamaade kuivendamist piisavalt tõhusalt.

Eeltoodust saab järeldada, et juhul kui lammialale ehitatakse jõega paralleelseid rajatisi, mis takistavad vee ära valgumist (nt matkaraja muldkeha), tuleb täiendavalt rajada suured ja sügavad kraavid, mis tagavad vee äravoolu lammialalt ning vajadusel ülepääsud kraavidest.

6.3. Mõju maaparandussüsteemidele

Pärnu jõkke suubuv Reopalu jõgi ja Vodja jõgi ning Pärnu jõgi Sillaotsa 1 sillast ülesvoolu on riigi poolt korrashoitav ühiseesvool.

Paide linna ümbritseb hulk maaparandussüsteeme, mis külgnevad nii Pärnu jõega kui ka Reopalu jõega (lisa 6, joonis 9). Valdavalt paiknevad maaparandussüsteemid Paide linna piirist väljaspool – Poaka, Kriilevälja, Prääma, Rõa ja Reopalu külas. Paar maaparandusehitist asub ka Paide linna territooriumil (Sillaotsa TP-8 maaparandussüsteemi osad). Peamiselt on tegemist metsa alade kraavkuivendusvõrkudega, kuid esineb ka drenaaživõrke (nt Kirila ja Kirila_4 maaparandus-

süsteemides). Pärnu jõega külgnevate maaparandussüsteemide (Reopalu, Epneri, Kirila, Kirila_4, Pärnu jõe äärne, Opmanisaare) alad on ulatuslikult mõjutatud kõrgveetaseme poolt s.t suurveeperoodil on need alad ulatuslikult üleujutatud. Suurvee ajal on maaparandussüsteemide toimimine pärsitud kuid see mõju on lühiajaline. Pärast suurvee taandumist maaparandussüsteemide toimimine taastub. Suurveega võib kaasa kanduda prahti ja setet, mis võib tekitada lokaalseid ummistusi ning samuti võib suurvesi tekitada rajatistele kahjustusi, mistõttu on vajalik üleujutuse mõjusse jäävate maaparandussüsteemide sagedasem ülevaatus ja hooldus.

6.4. Sademeveesüsteemide analüüs

Metoodika

Paide linna sademeveetorstiku kogupikkus on ca 11,1 km. Sademeveekanalisatsioon on välja ehitatud linna lõuna- ja edelaosa tööstus- ja korrusmajade piirkonnas ning Ristiku tänava korrusmajade ümbruses. Sademeveetorstikega on vähesel määral varustatud ka kesklinna piirkond (Paide bussijaama ja Paide Kultuurikeskuse lähiümbrus). Kokku kogutud sademevesi juhitakse Pärnu või Reopalu jõkke (Infragate Eesti AS töö nr 330-14, 2015). Valdav osa Paide linna sademevee süsteemidest suubub Pärnu jõkke. Paide linna sademeveesuublad on näidatud lisas 6, joonisel 9. Peamised Pärnu jõkke suubuvate sademevee kollektorite suudmed on kantud käesoleva töö käigus koostatud Pärnu jõe pikiprofiilile (lisa 6, joonis 2). Suudmete kõrgused on saadud varasemast sademeveevõrgu uurimistööst (Keskkonnaprojekt OÜ, 2017) või mõõdetud välitöö käigus (pikiprofiilil kujutatud rohelisena).

Keskkonnaprojekt OÜ on koostanud kogu Paide linna sademeveesüsteemide plaani ja süsteemide analüüsimiseks sademevee mudeli programmiga *Storm and Sanitary Analysis* (töö nr 1679, 2017). Sademeveemudelil selgusid kriitilised piirkonnad, kus esinesid uputused ning torustikud ei olnud piisava läbimõõduga ja torusiku lõigud, mis valingvihma korral töötavad osa ajast surveallikana. Mudelis andmete muutmise (torustiku läbimõõdud, uued eesvoolud) leiti lahendus kogu linnale nii, et süsteemid toimiksid ja sademevesi kõvakattega pindadelt saaks juhitud kraavidesse-jõgedesse.

Kirjeldatud töös ei ole sademevee süsteemide modelleerimisel arvesse võetud Pärnu jõe veetaseme mõju sademeveesüsteemide toimimisele. Käesoleva töö raames on mõõdetud veetaseme kõrgused sademeveesüsteemide suudmete asukohas ja täpsustatud erineva tõenäosusega esinevad kõrgveetasemed.

Uurimaks, kuidas Pärnu jõe veetasemed mõjutavad Paide sademeveesüsteemi, kasutati Pärnu jõe mõju analüüsimiseks nii kevadist kõrgvee (I stsenaarium) aega kui ka sügisest (septembrikuu) kõrgveetaset (II stsenaarium). I stsenaariumi puhul on huvipakkuvaks asjaolu, et jõe vesi tungib kevadel sademeveesüsteemi. Teadmata on, kui kaugele ulatub jõe kõrgveetaseme otsene mõju Paide linna sademeveesüsteemile erinevate veetasemete ületustõenäosuste korral. Lisaks pakub huvi, millise saju korral tekib kevadel uputus sademeveesüsteemis, tingituna kevadisest kõrgveetasemest Pärnu jões. Uuringus kasutatud veetasemed mõlema stsenaariumi korral ja ka sademete sisend, koos huvipakkuvate eesvooludega, on esitatud tabelis (Tabel 6.1).

I stsenaariumi uurimiseks viidi läbi olemasoleva sademeveesüsteemi stressi test, kus on rajatingimusena arvesse võetud huvipakkuvad teoreetilise esinemissagedusega kevadised kõrgveetasemed (Tabel 6.1). Nimetatud veetasemed sisestati varasemalt koostatud Paide linna sademeveemudelisse SWMM (Keskkonnaprojekt, 2017). Mudelis muudeti ainsa muutujana vihma intensiivsust, ülejäänud parameetrid (kokkuvooluaeg, lohkumahtuvus, äravoolutegur jne.) jäid samaks. Antud tingimustel teostati mudeliga stressi test – süsteem mudeldati läbi, alustades arvutusvihma keskmisest intensiivsusest 0,07 mm/min vihmakestusega 60 minutit, suurendades igas mudeli simulatsioonis intensiivsust, lõpetades arvutusvihma keskmise intensiivsusega 0,30 mm/min vihmakestusega 60 minutit (Tabel 6.2). Paide linna sademeveesüsteem on dimensioneeritud 60 minutilisele vihmale keskmise intensiivsusega 0,23 mm/min. Seega arvutusvihma keskmiste intensiivsuste 0,27 ja 0,30 mm/min korral tekib uputus

sademeveesüsteemis (seega ka SWMM mudelis) isegi olukorras, kus eesvoole takistavaid jõe veetasemeid ees ei ole.

II stsenaariumi uurimisel on huvipakkuvaks tingimused, millele vastavalt sademeveesüsteem on projekteeritud. Selleks on olukord, kus võib toimuda intensiivne valingvihm, mille tagajärjel on sademeveesüsteem oluliselt koormatud. Eelkõige toimuvad sellised intensiivsed vihmäsündmused just suvisel ajal, mil pilvedes on piisavalt niiskust. Samas on juunist-augustini tegu jõgedes suvise madalveeperioodiga, mil jõe veetaseme takistav mõju sademeveesüsteemile on väiksem, võrreldes sügisega. Kuna aasta suurimad vihmajärgsed sündmused võivad toimuda ka septembris, mil on jõgedes juba sügisene kõrgveeperiood (põhjustatud vihmast), on just septembrikuu kõige kriitilisem ja seega ka huvipakkuvaim. Võib väita, et kui süsteemi toimimine on tagatud septembrikuus, on see tagatud ka suvekuudel. Seega II stsenaariumis kasutati sademeveemudelil rajatõendatuna septembrikuust jõe veetaseme erinevatel ületustõenäosustel (Tabel 6.1).

Tabel 6.1. Stsenaariumi I ja II ülesehitus koos veetasemete ja sademete kombinatsioonidega, uuritavates eesvooludes

Stsenaarium	Veetaseme ületus- tõenäosus p	Sademed	Tööstuse kraav	Aiavilja tn.	Aasa kraav	Ringi- kraav	Parkali
Kevadine, I stsenaarium	p1%	Stressi test	60,38	60,43	60,53	61,28	
	p5%		60,32	60,37	60,47	61,24	
	p10%		60,28	60,33	60,43	61,21	
	p25%		60,13	60,18	60,28	61,10	
Sügisene, II stsenaarium	p1%	Korduvus: P1, P2, P5, P10	60,15	60,20	60,30	61,12	
	p5%		59,82	59,87	59,97	60,90	
	p10%		59,60	59,65	59,75	60,72	
	p25%		59,24	59,29	59,55	60,43	

Tabel 6.2. Stressi testis kasutatud sademete intensiivsused Pärnu jõe kevadise kõrgveetaseme mõju uurimiseks Paide linna sademeveesüsteemile

Kogus (mm)	Vihma kestus (min)	Intensiivsus (mm/min)
4	60	0.07
6	60	0.10
8	60	0.13
10	60	0.17
12	60	0.20
14	60	0.23*
16	60	0.27
18	60	0.30

* olemasoleva sademeveesüsteemi projekteerimisel kasutatud intensiivsus

Tulemused

Pärnu jõe veetasemete mõju hindamiseks Paide linna sademeveesüsteemile analüüsiti esmalt olukorda, kus on arvestatud ainult jõe veetasemid erinevatel olukordadel (kevadine ja sügisene kõrgveetase) ja ületustõenäosustel – hinnati kui kaugele ulatub Pärnu jõe takistav mõju Paide sademeveesüsteemidele huvipakkuvate jõe veetasemete korral. Selleks kasutati veetasemete analüüsis arvatud veetasemid järgmistel valgaladel: Tööstuse, Aiavilja, Aasa, Ringikraav ja Parkali. Aiavilja ja Aasa valgala eesvoolud asuvad üsna lähedal üksteisele, seetõttu on arvutustes mõlema eesvoolu veetasemed samad. Lisaks on nii kevadine veetase ületustõenäosusega p25 (veetase, mille teoreetiline esinemise tõenäosus on iga nelja aasta järel) kui ka sügisene p1 (veetase, mille teoreetiline esinemise tõenäosus on iga saja aasta järel) praktiliselt samad, erinedes ainult 2 cm võrra. Veetasemete arvutuste järgi on erinevus kevadises suurvees ületustõenäosuse p5 ja p10 korral kõigest 4 cm. Seetõttu jäeti edaspidisest analüüsist p5 välja kuna erinevus 4 cm ei mõjuta analüüsi tulemusi olulisel määral. Koostati ülevaatlilik kaart nii kevadisele (Joonis 6.4) kui ka sügisele (Joonis 6.5) olukorrale, kus sisendina kasutati ainult Pärnu jõe veetasemid huvipakkuvatel ületustõenäosustel (Tabel 1).



Joonis 6.4. Pärnu jõe kevadise veetaseme mõju ulatus Paide linna sademeveesüsteemile.

Kaardilt on näha, et Pärnu jõgi võib Paide linna sademeveesüsteemi tungida olulisel määral. Enim on jõe veetasemest mõjutatud Tööstuse tänava sademeveesüsteem, kus sademeveekollektor on rajatud üsna sügavale (suudmes ligi 3 meetrit maapinnast). Tööstuse kraavi sademeveesuubla (VEE1177300) põhi asub kõrgusel 58.15 ja maapind on kõrgusel 61.14. Iga arvutatud huvipakkuva veetaseme korral (Tabel 1) on Tööstuse kraavi eesvool uputatud. Kõigi huvipakkuvate kevadiste veetasemete korral (Tabel 1) tungib jõgi mööda Tööstuse tänavat üles kuni Põllu tänava ristini,

seega on jõe veetaseme takistav mõju Tööstuse sademeveesüsteemi valgalale võrdlemisi suur. Aiavilja valgala on üsna väike, samas olles asukohast tulenevalt Pärnu jõe veetasemetest mõjutatud. Lihtsustatult võib väita, et kevadiste kõrgveetasemete korral on sademeveesüsteem oluliselt koormatud ja häiritud. Jõe veetaseme mõju Aasa valgalal on kuni Suur-Aia ja Rohelise tänava ristini. Võrreldes Tööstuse valgalaga on jõe takistav mõju märgatavalt väiksem. Kuigi Mündi-Aasa sademeveesüsteemi pole välja ehitatud, analüüsiti jõe mõju ka plaanitavale süsteemile. Planeeritav süsteem oleks kevaditi kogu ulatuses jõe veetasemest mõjutatud. Ringikraavi valgalas on jõe mõju kuni Mündi ja Pikk tänava ristini. Lisaks on nimetatud valgalas oluliselt häiritud ka Mündi tn 8 kinnistusesise sademeveesüsteemi toimimine.



Joonis 6.5. Pärnu jõe sügise veetaseme mõju ulatus Paide linna sademeveesüsteemile.

Parkali valgala sademeveesüsteem on enamuse lahendatud kraavidega, ainult Kevade tn on lahendatud torusüsteemiga. Parkali tänava kraavisüsteem on kevadel uputatud Parkali tn 32 kinnistuni. Lisaks tungib kevadel jõe vesi ka Kevade tänava torustikku kuni Kevade tn 4 kinnistuni. Sügised kõrgveetasemed on küll madalamad kevadistest, kuid just sügisel (september) esineb intensiivseid sadusid, mis koosmõjus sügise Pärnu jõe veetasemega võivad tekitada uputusi Paide linna sademeveesüsteemis. Eelnevast tulenevalt on selge, et sademeveesüsteemi kavandamisel pole arvesse võetud Pärnu jõe veetasemeid ega hinnatud jõe võimalikku mõju Paide sademeveesüsteemile. Kuigi on selge, et jõe veetasemel on olemas takistav mõju sademeveesüsteemile, ei ole teada kui suur on mõju huvipakkuvate veetasemete korral.

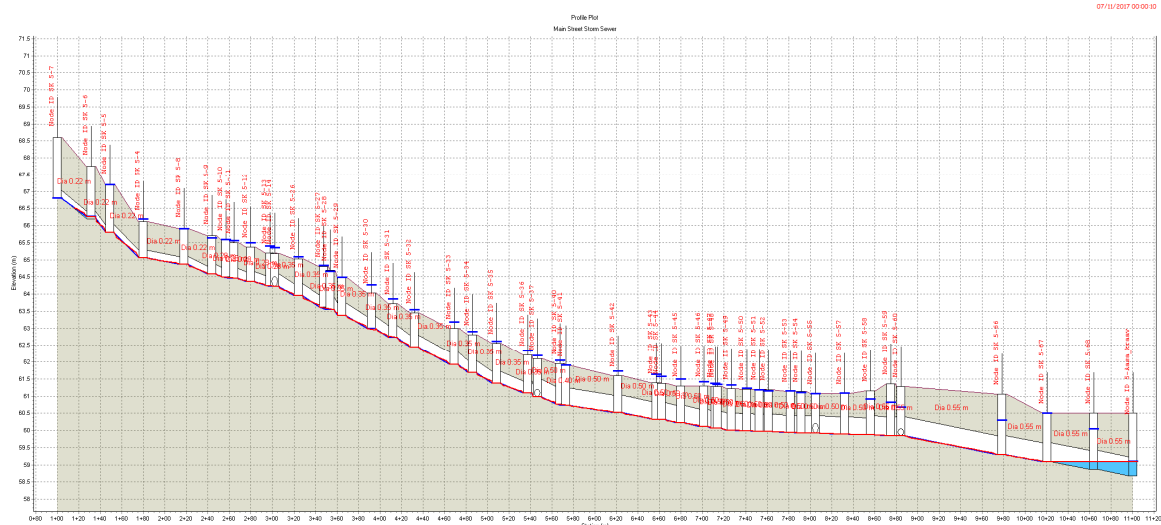
Seega uuringu põhieesmärk on analüüsida, mil määral takistab Pärnu jõgi erinevate veetasemete korral Paide linna sademeveesüsteemi täielikku toimimist uuritavates valgalades s.t kui suur on jõe

Veetaseme mõju hindamiseks sademeveesüsteemile viidi stsenaariumi I iga uuritava olukorra kohta (Tabel 1) läbi stressitest. Esmalt fikseeriti SWMM sademeveesüsteemi mudelis vastavalt olukorrale konstantne jõe veetase sademeveesüsteemis. Seejärel viidi läbi SWMM mudeliga modelleerimine, kus kasutati erinevaid vihmäsündmuseid ehk arvutusvihmasid (60 minutiga sajab 4 mm kuni 18 mm, Tabel 1). Tulemuste visualiseerimiseks koostati kaardid (lisa 7), kus on näidatud, milliste vihmade korral tekib kevadel uputus, mille tingib kevadine kõrgveetase. Üldiselt võib väita, et Paide linna sademeveesüsteem toimib kuni arvutusvihmaga 6 mm. Sellise vihma korral on väga vähestes kaevudes uputus. Alates arvutusvihma kogusest 8 mm on uputus märkimisväärne, kus peaaegu pooltes kaevudes tekib uputus (vesi tuleb maapinnani). Kui peaks kevadel toimuma sündmus, kus 60 minuti jooksul sajab koguseliselt 18 mm, siis on sisuliselt kogu Paide sademeveesüsteem uputatud ja ei tööta. Sellise sündmuse toimumine kevadel, samaaegselt kevadise kõrgveega on äärmiselt ebareaalne. Samas vihmäsündmuse (arvutusvihmaga 8 mm) toimumine sel ajal on võimalik. Seega alates sellisest vihmäsündmusest kevadel Paide linna sademeveesüsteem ei tööta.

Näitena on toodud mudelist väljavõtte arvutusvihma korduvusega P1, mille esinemise korral veetase kaevudes tõuseb maapinnani ja mõningates kohtades tekib uputus, vt joonis 3. Joonisel 4 on toodud Aasa tn sadameveesüsteemi olukord, kui esineb arvutusvihm korduvusega üks aasta ja jões on veetase 59.29. Jõe veetase mõjutab oluliselt sadameveesüsteemi tööd: kaevudes veetase tõuseb oluliselt, põhjustades uputusi.



Joonis 6.3. Aasa valgala sademeveesüsteem arvutusvihma korduvusega üks (P=1).



Joonis 6.4. Aasa valgala sademeveesüsteem arvutusvihma korduvusega üks (P=1) veetasemega 59.29 m abs.

Arvutades läbi huvipakkuvad jõe veetasemete olukorrad (p25 kuni p1) ja arvutusvihmad (arvutusvihma korduvusega P1, P2, P5), koostati ülevaatlilikud kaardid (lisa 8), millel on näha kui suur on sügisel Pärnu jõe veetaseme mõju Paide linna sademeveesüsteemile. Lisaks tekkis teadmine, milliste vihmasündmuste ehk arvutusvihmade korral tekib kevadel jõe takistava veetaseme tõttu Paide linna sademeveesüsteemi uputus. Siinkohal tuleb ära märkida, et see on ainult jõetaseme mõju hinnang sademeveesüsteemile. Kuna Paide sademeveesüsteemid on planeeritud arvutusvihmale arvutusvihma korduvusega P1, mis kestab 60 minutit, võib uputuse olukord tekkida juba enne lisanduvat veetaseme takistavat mõju.

Järeldused ja ettepanekud

Analüüsi tulemused on esitatud ülevaatlikel kaartidel lisa 7 ja 8. Pärnu jõel on oluline takistav mõju Paide linna sademeveesüsteemile. Kevadise Pärnu jõe kõrgveetaseme korral (Stsenaarium I) võib stressitestist järeldada, et antud olukorras suudab Paide sademeveesüsteem vastu võtta sademevee koguse kuni 6 mm tunnis. Suuremate vihmakoguste korral on sademeveesüsteem oluliselt häiritud ja mudeli järgi tekivad kaevudes uputused, mille tõttu jääb/tungib sademevesi tänavatele. Kuigi Pärnu jõe veetaseme korral ületustõenäosusega p1 on kaevudes uputus ulatuslikum võrreldes sagedamini esinevate kevadiste veetasemetega, on kevadine jõe takistav mõju märkimisväärne. Seega tuleks võimalusel takistada kevadise kõrgvee ajal Pärnu jõe vee tungimist Paide linna sademeveesüsteemi. Juhul kui seda ei ole võimalik teha, on teoreetiliselt vähegi suurema vihmajärgi korral kevadel ($t=60$ min, >6 mm) uputus vältimatu. Siinkohal ei tohi ära unustada ka kevadise lumesula mõju olemasolevale sademeveesüsteemile, mille tulemusena on võimalik ka olukord, kus Paide linna sademeveesüsteem oleks häiritud veelgi väiksema vihmajärgi korral. Kevadised sademeveesüsteemi uputused on siiski pigem teoreetilist laadi, kuna tõenäosus, et kevadise kõrgvee ajal juhtub ka intensiivne vihmajärg, on vähetõenäoline, aga siiski võimalik.

Erinevalt kevadisest kõrgveeperioodist on sügisese kõrgveetaseme ja intensiivse saju (Stsenaarium II) esinemine samaaegselt palju tõenäolisem. Sõltuvalt uuritavast veetaseme kombinatsioonist ja vihmajärgist takistab Pärnu jõe veetaseme olemasoleva sademeveesüsteemi toimimist nähtavalt (lisa 8). Paide sademeveesüsteem on projekteeritud vihmajärgile korduvusega P1 ja vihma kestusele 60 minutit. Sellise vihmajärgi korral on sügisese kõrgvee mõju olemasolevale sademeveesüsteemile märgatav, kuigi mitte nii suur kui kevadise kõrgvee mõju. Analüüsis

kasutatud metoodika järgi on selge, et Pärnu jõel on negatiivne mõju Paide linna sademeveesüsteemi toimimisele, mille tagajärjel tekivad uputused Paide linna sademeveesüsteemis. Seega tuleks kaaluda võimalusi, kuidas oleks võimalik vähendada Pärnu jõe mõju Paide sademeveesüsteemile. Käesoleva aruande peatükis 8 on välja pakutud võimalikud tehnilised lahendused Pärnu jõe üleujutuste kahjulike mõjude leevendamiseks. Saadud tulemused ja järeldused põhinevad varasemalt koostatud Paide linna sademeveemudelil.

Käesoleva töö raames kasutatud sademeveesüsteemide mudel ei ole piisavalt detailne selleks, et selle alusel oleks võimalik välja töötada täpseid tehnilisi lahendusi. Tehniliste lahenduste välja töötamiseks on vajalik koostada Paide linnale detailne sademeveemudel s.t määratleda tuleb alamvalgalad sademeveekaevude põhiselt, kasutades detailset maapinna kõrguskaarti. Alamvalgalad tuleb määratleda kinnistute katustele, parklatele, asfaltkattele eraldi, defineerides valgala väljavoolu sademeveekaevudesse.

SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse rahastatud Eesti Maaülikooli uuringus „Sademeveesüsteemide projekteerimise aluste kaasajastamine“ on leitud, et Eestis on arvutusvihmad intensiivistumas, keskmiselt kuni 4% kümnendi kohta. Sademeveesüsteemide projekteerimisel peaks arvestama kliimakindlustegurit, sest sademeveesüsteemide eluiga on ca 50 aastat. Samuti leiti uuringus, et Paide arvutusvihmade keskmised intensiivsused arvutusvihma korduvusega üks ja kaks (P1, P2) on suuremad 29% kuni 7 % olenevalt vihma kestusest (10 kuni 60 minutit) võrreldes standardiga EVS 848:2013 "Väliskanalisatsioonivõrk". Kehtiva standardi arvutusvihmad on ligi 60 aastat vananenud ning neid ei ole tänaseni uuendatud. Tehnilise lahenduste tegemisel peab arvestama eeltooduga.

7. Võimalikud kõrgvee teket vähendavad lahendused

7.1. Tegevused jõe valgalal

Tarbija paisjärve kasutamine suurvee puhvrina

Käesoleva uurimistöö raames hinnati võimalust kasutada Tarbija paisjärve tippvooluhulga ümberjaotamiseks. Kuna Pärnu jõe valgala pindala Tarbija küla juures moodustab alla 1/5 (17,6 %) Pärnu jõe valgala pindalast Paide linna asukohas (Esna jõe suudmes), siis Tarbija paisjärve mõju tippvooluhulga ümberjaotamisele on väike. Teoreetiliselt on võimalik vähendada 1%-lise tõenäosusega esinev tippvooluhulk nt 5%-lise tõenäosusega tippvooluhulgani eeldusel, et 1%-line tippvooluhulk esineb ligikaudu ühe ööpäeva vältel. Tarbija paisjärve pindala on ca 179 500 ja paisutuskõrgus ca 2 m. Reguleeriva mahuna on tõenäoline ära kasutada paisjärve pindmist ca 1 m sügavust veekihti. Arvestades kalda nõlvust on paisjärve reguleeriv maht sellisel juhul ca 175 000 m³. 1%-lise ja 5%-lise tippvooluhulga vahe on ligikaudu 1,5 m³/s. Sellise vooluhulga kogumisel paisjärve täitub eeldatav reguleeriv maht ligikaudu 32 h jooksul.

Praktikas on sellist täpselt ajastatud tippvooluhulga kinni püüdmist väga keeruline rakendada. Selleks on vajalik olemasolev regulaator ümber ehitada ja paigaldada keerukas automaatne veetasemete (vooluhulga) seire ja reguleerimise süsteem. Lisaks sellele on veetaseme reguleerimisel negatiivne mõju jõe ja paisjärve elustikule) ning võib põhjustada häiringuid järve äärsele asustusele.

7.2. Pärnu jõe sängi õgvendamine ja süvendamine

Paide üleujutusosalal toimuvad üleujutused väljenduvad selles, et jõe veetase tõuseb nii kõrgele, et vesi ulatub voolusängist välja ning ujutab üle madalad jõeäärsed alad. Tegemist on tüüpilise lammialadel aset leidva protsessiga, mil suuremate vooluhulkade (tingituna suurest sademete hulgast või lume sulamisest) korral ei suuda jõesäng läbi juhtida kogu vooluhulka ning osa veest tõuseb sängist välja.

Kuna maksimumvooluhulgad on Eesti jõgedel kuni paarkümmend korda suuremad kui keskmised vooluhulgad, siis on madala sängiga jõgede puhul üleujutused tavaliseks looduslikuks protsessiks. Pärnu jõe keskmine vooluhulk Türi-Alliku hüdromeetriaajas on 5,27 m³/s ja maksimaalne mõõdetud vooluhulk 36,5 m³/s. Türi-Allikul on maksimaalne vooluhulk siiski vaid 6,9 korda suurem kui keskmine. Suhteliselt väikene erinevus keskmise ja maksimumi vahel on tingitud põhjavee suurest osakaalust jõe toites.

Jõe keskmiseks languks on piirkonnas ca 0,5 m/km. Antud langu puhul on tegu pigem keskmise kui väikese languga Eesti jõgede mõistes, mida kinnitab ka keskmise kiirusega jõevool. Ometigi ei suuda jõesäng kõrgvett ära juhtida. Pärnu jõe voolusängi laius on Esna jõe suudmest allavoolu keskmiselt ca 10 m, kitsamates kohtades, mis hakkavad voolu limiteerima, on sängi laiuks 9 m. Voolusängi keskmiseks sügavuseks põhjast pervedeni on ca 1,5 m, paiguti on säng ka madalam. Seega on sängi tüüpiliseks ristlõike pindalaks 15 m², kitsamates ja madalamates lõikudes vaid 12-13 m². Jõesängi läbilaskvus sõltub, lisaks ristlõike pindalale, ka voolu kiirusest. 2020. aasta oktoobris, keskmisele lähedase veeseisu puhul, oli voolukiirus ca 0,5- 0,8 m/s. Veetaseme tõusu korral voolukiirus mõningal määral suureneb, kuid mitte väga suurel määral, kuna jõe lang oluliselt ei muutu. Voolukiiruse 1 m/s korral suudaks jõesäng juhtida arvestuslikult 12-13 m³/s. Kui vooluhulk suureneb üle selle, siis tõuseb vesi sängist välja lammialadele. Koos sellega suureneb vee sügavus sängi kohal, suurendades selle läbilaskvust, lisaks hakkab voolamine toimuma ka sängi kõrval üleujutatud lammialadel. Kuna lammialad on enamasti taimestunud, siis takistab taimestik õhukese kihina toimuvat voolu ja vähendab selle kiirust. **Hooldatud (niidetud) lammialadel toimub vool paremini ning üleujutuse tase jääb mõnevõrra madalamaks.**

Voolu aeglustavaks teguriks on jõe looked ehk meandrid, mis pikendavad jõesängi ja vähendavad jõe langu. Samuti vähendavad voolukiirust sängi järsud suunamuutused.

Üleujutuste taset ja esinemise sagedust on võimalik vähendada, suurendades voolusängi ristlõiget ja seeläbi selle läbilaskvust. Seda saaks teha nii jõe laiemaks kaevates kui ka süvendades. Jõesängi pikkust saab vähendada ning seeläbi langu ja voolukiirust suurendada jõeloogete õgvendamisega ehk sängi sirgemaks kaevamisega (lisa 6, joonis 10). Näiteks jõesängi süvendamine 1 m võrra peaks suurendama selle läbilaskvust ligi 10 m³/s võrra. Jõe õgvendamise mõju on tõenäoliselt väiksem (kuid siiski arvestatav), kuna säng ei ole eriti looklev. Sängi süvendamise/laiendamise ja õgvendamise puhul tuleb silmas pidada, et tõenäoliselt on olulise positiivse efekti saavutamiseks vaja seda teha mitme kilomeetri pikkusel lõigul, maksimaalselt kuni Reopalu jõe suubumiskohani. Üksikute lühikeste lõikude süvendamine või õgvendamine ei pruugi omada piisavat mõju, kuna süvendatud/õgvendatud lõigu järel väheneb taas sängi läbilaskvus ning tekib paisutusefekt. Jõe süvendamise puhul tuleb arvestada võimaliku hooldusvajadusega, kuna süvendatud lõigul võivad hakata kogunema setted, mida tuleb teatud aja tagant eemaldada.

Käesoleva töö raames mõõdeti Pärnu jõe veetasemed ja põhja kõrgused sildade ja mõnede sademevee suublate asukohas. Mõõdistusandmete põhjal koostati Pärnu jõe Paide linnaga külgneva lõigu pikiprofiil (lisa 6, joonis 2). Pikiprofiilil joonistuvad välja sügavamad ja madalamad jõe lõigud. Pikiprofiilil eristub kaks lõiku (PK 31+00...56+00 ja PK 62+50...80+00), mille süvendamisega saab alandada jõe veetaset ja vähendada üleujutuse riski (võimalik süvendus on kujutatud punase katkendjoonega). Pikiprofiili põhjal on süvendamiseks valitud lõigud kujutatud põhikaardil (lisa 6, joonis 10). Lisaks süvendusele, on esimeses lõigus (PK 31+00...56+00) kavandatud jõe loogete õgvendamine.

Teadaolevalt esineb uuritavas piirkonnas aluspõhja kivimina paas. Maa-ameti geoloogiarakenduse kaudu saadaolevate geoloogiliste uuringute lähimate uuringu-punktide info alusel kanti pikiprofiilile paekivi lasuvussügavus. Olemasolevate geoloogiliste uuringute põhjal hinnates jääb valdavalt osas paekivi kavandatavast süvendussügavusest madalamale, kuid võib üksikutes kohtades ulatuda jõe põhjani (nt PK 35+50 juures). Pinnastest esineb valdavalt turvas ja saviliivmoreen.

Mõõdistatud jõe sängi ristlõigete põhjal (lisa 6, joonis 7) määrati ligikaudne süvenduse ja õgvenduse kaevetööde maht. Esimese lõigu (PK 31+00...56+00) süvendustöö maht on hinnanguliselt 8000 m³ ja õgvendatavate lõikude kaevetööde maht 28 000 m³, kokku 36 000 m³. Teise lõigu (PK 62+50...80+00) hinnanguline süvendamise maht on 9000 m³.

Pärnu jõe süvendamise või õgvendamise kavandamise korral tuleb arvestada mitmete võimalike piirangute või takistustega. Kogu käsitletav lõik on kaitse all Pärnu jõe hoiualana ja ühtlasi ka Natura 2000 võrgustikku kuuluva Pärnu jõe loodusalana. Lisaks sellele on Pärnu jõgi kaitstud nn lõhejõena ehk on kantud „Lõhe, jõeforelli, meriforelli ja harjuse kudemis- ja elupaikade nimistusse“. Nii jõesängi süvendamine kui ka õgvendamine võib avaldada olulist mõju hoiuala ja loodusala kaitse-eesmärgiks olevale elupaigatüübile (jõed ja ojad, 3260) ja kaitse-eesmärgiks olevatele liikidele. Looduskaitseseaduse kohaselt on lõhejõgedel muuhulgas keelatud loodusliku sängi ja veerežiimi muutmine.

Seetõttu on looduskaitsealadel põhjustel Pärnu jõe sängi veeläbilaskvuse suurendamine ja selle abil üleujutuste taseme alandamine komplitseeritud. Selle meetme rakendamine eeldaks esmalt põhjalikke uuringuid, tööde projekteerimist ning keskkonnamõju hindamist. Natura ala on lubatud mõjutada, kui selleks on ülekaalukas avalik huvi, kuid tuleb läbida mõjutamiseks erandi taotlemise protsess koos asendusmeetmete kavandamise ja rakendamise. Samuti tuleb lahendada õiguslik vastuolu, mis keelab lõhejõe sängi ja veerežiimi muutmise.

Seetõttu on soovitatav kaaluda antud meedet viimases järjekorras ning juhul, kui muude meetmetega ei ole võimalik olukorda vajalikul määral parandada.

8. Võimalikud tehnilised lahendused üleujutuse kahjulike mõjude leevendamiseks

8.1. Sademeveesüsteemide lahendused

Uuringu käigus tuvastati, et Pärnu jõgi mõjutab oluliselt Paide linna sademeveesüsteeme (jaotis 6.4). Sademeveesüsteemide probleemide leevendamiseks on kolm põhimõttelist võimalust:

- 1) Pumplate ehitamine sademeveekollektoritele;
- 2) Süsteemidesse juhitava sademevee hulga vähendamine;
- 3) Uputusohuga arvestamine.

8.1.1. Pumplate ehitamine sademevee kollektoritele

Variant 1. Pumbatakse ainult kõrgveeperioodil

Käesoleva töö raames läbi viidud analüüs näitas, et nii kevadine kui ka sügisene suurveeaegne Pärnu jõe veetase takistab oluliselt sademevee süsteemide toimimist. Uputuste vältimiseks tuleb takistada jõe vee tungimist sademevee süsteemi. Selleks on vajalik sademeveekollektorite suudmed varustada klapiga (automaatikal põhinev või mehhaaniline), mis takistab jõe vee tungimist sademevee kollektorisse ning rajada pumpla kõrgvee perioodil sademevee pumpamiseks kollektorist jõkke.

Variant 2. Pumbatakse aastaringselt (kogu sademevesi)

Mõningal juhul võib olla võimalik sademeveesüsteemi rajada (rekonstrueerida) selliselt, et pumpla ei ole paigutatud suudmesse, vaid suudmest kaugemale (nn vahepumpla). Sellisel juhul saab kollektori suudme ehitada jõe veepinna suhtes kõrgemale ja uputuse tõenäosus kollektoris on väiksem.

8.1.2. Süsteemidesse juhitava sademevee hulga vähendamine (keskkonda säästvad sademeveesüsteemid)

Laias laastus põhinevad kõik säästlikud lahendused sademevee äravoolu reguleerimisel. Olenevalt kasutuskohast tuleb säästvate sademevee süsteemide planeerimisel kaaluda erinevaid lahendusvariante kombineeritult. Peamised tehnilised võtted on järgmised:

Suublasse jõudva sademevee hulga vähendamine

- vett läbilaskvate pinnakatete osakaalu suurendamine
 - o murupinnad (vajadusel armeeritud)
 - o vett läbilaskvad teekatted
- sademevee kogumine ja taaskasutamine

Sademevee kokkuvooluaja pikendamine

- parklate ja platside asfaltkatte asendamine karedama ja vett läbilaskva kattega
- muru- ja haljaskatuste kasutamine

Sademevee ärajuhtimine tõkestava ja viivitava immutussüsteemiga

- tiigid
- märgalad (*bioretention cell*)
- kraavid ja haljaskanalid
- immutusplokkidest mahutid

Viivitavate rajatiste lisamine immutamiset

- viibemahutid
- üledimensioneeritud torustikud ja kaevud

Tehniliste lahenduste valik sõltub konkreetsest keskkonnast ja piirkonna reostatuse tasemest. Olenevalt kasutuskohast tuleb sademevee säästvate lahenduste planeerimisel kaaluda erinevaid lahendusvariante kombineeritult.

Paide linnas tuleb arvestada, et sademevee immutamise võimalused on piiratud. Olemasolevate ehitusgeoloogiliste uuringute info põhjal esinevad Paides peamiselt saviliiv- ja liivsavimoreen pinnased, mis raskendavad sademevee immutamist. Lisaks sellele takistab sademevee immutamist kõrge veetase pinnases, mis on tingitud Pärnu jõe veetaseme mõjust.

Pärnu jõkke suubuvate sademeveesüsteemide väljaehitamisel tuleks eelistada avakraave torustikele (võimalikult laiad ja sügavad kraavid). Võimalusel tuleks kinnistuseselt sademevett viivitada, kavandades selleks kinnistutele viibemahutid. Viibemahuti kasulikkuse ja ka suuruse arvutamiseks on vajalik lisaanalüüs, kus sisendina kasutatakse detailsemat Paide linna sademeveemudelit.

8.1.3. Uputusohuga arvestamine

Uputusohuga arvestamine hõlmab järgmisi tegevusi:

- uputusohuga piirkondade täpsustamine;
- elanike teavitust;
- eelhoiatussüsteemi rakendamine;
- arvestamine rajatiste ja hoonete planeerimisel ja projekteerimisel;
- probleemseimate kohtadega tegelemine lokaalselt (tagasivooluklapid, lokaalsed pumplad kinnistupõhiselt)

8.2. Sildade ümberehitamine

Vastavalt jaotises 3.3 toodule paiknevad Mündi jalakäijate sild ja Järve tee jalakäijate sild 3 liiga madalal ning võivad suurveeajal tekitada jää või prahi kuhjumist ja tõsta veetaset. Ekstreemsetes oludes võib jalakäijate sild puruneda. Täiendava paisutuse tekkimise ja konstruktsioonide purunemise vältimiseks on soovitatav need sillad ümber ehitada selliselt, et need jääksid kõrgemale arvutuslikust maksimumveetasemest.

Mündi jalakäijate silla rekonstrueerimiseks on koostatud ehitusprojekt (Tilts Eesti Filiaal OÜ töö nr K156/18, 2018). Projektlahendus näeb ette sillasammaste ümberehitamise ja uue sillateki rajamise olemasolevast kõrgemale. Samuti on ette nähtud kõrgemaks ehitada sillaga külgnev teerada, mille tulemusena ei saa suurvee olukorras vesi voolata mööda lammiala silla kõrvalt, vaid kogu vesi peab mahtuma läbi silla ava. Vastavalt arvutusele (lisa 5) kavandatava projektlahenduse puhul märkimisväärselt paisutust ei teki ja on soovitatav ellu viia.

8.3. Maaparandussüsteemide hooldus ja rekonstrueerimine

Üleujutuse negatiivset mõju maaparandussüsteemidele saab leevendada, kui on tagatud vee kiire äravool maaparandussüsteemide alalt. Vee kiire äravoolu tagamiseks on vajalik maaparandussüsteemide korrashoid s.t on vajalik tagada maaparandussüsteemide eelkõige eesvoolukraavide regulaarne hooldamine ja vajadusel remont (koprapaisude likvideerimine ja lagunenud rajatiste asendamine uutega). Kraavide hooldamisel tuleks teha valik, milliseid kraave on otstarbekas hooldada nn traditsioonilisel viisil (regulaarse niitmise) ja milliste kraavide puhul on otstarbekas rakendada nn ökoloogilist käitlust (lastakse kasvada puittaimest kalda äärde ja puittaimestiku raiet tehakse aeg-ajalt valikuliselt, vajalik on tagada voolutakistuste likvideerimine). Seejuures on

oluline hooldada (regulaarselt niita) eesvoolukraavidele juurdepääsuks vajalikke metsateid ja sihte. Mõningatel juhtudel on vajalik eesvoolukraavile juurdepääsemiseks rajada siht ja tasandada kraavi äärne mullavall, mis on jäänud pärast kraavi kaevamist tasandamata ning on võsastunud või metsastunud.

Maaparandussüsteemide rekonstrueerimise ning truupide ja sildade projekteerimisel on vajalik arvestada rajatiste vastupidavust kõrgveetasemele. Samuti on vajalik truupide ja silla-avade mõõtmete määramisel, et suurvee ajal töötavad need uputatud režiimis (truup töötab uputatud režiimis, kui veetase alaveetase on kõrgem kui kriitiline sügavus).

Eelnevalt kirjeldatu kehtib ka maaparandussüsteemide koosseisu mittekuuluvate sademevee- ja kuivenduskraavide kohta.

8.4. Muud lahendused

Madalate alade täitmine pinnasega

Ühe lahendusena linna arendamisel võib rakendada madalate alade täitmist pinnasega, mida saab kombineerida veekogude rajamisega maastikukujundus-elementidena. Näiteks võiks kavandada veekogude rajamist ordulinnuse ja Järve tee vahelisele madalale alale – veekogud (tiigid) peaksid olema ühendatud omavahel kanalitega ja Pärnu jõega. Veekogusid jõega ühendav kanal peaks olema piisavalt suur, et oleks tagatud elustiku ja vee vaba liikumine igal ajaperioodil (Järve tee alt läbi minekuks on vajalik rajada suur truup või sild). Veekogude kaevamisel ülejääva pinnase saab kasutada ümbritseva ala täitmiseks, mis võimaldab selle ala kasutusele võtta nt puhkealana. Kujundatavad veekogud moodustavad täiendavaid elupaiku jõe elustikule ning mingil määral toimivad suurvee puhvrina. Ala kujundamisel tuleb arvesse võtta jõe veetaseme kõikumise ulatust.

Parkali tänava sademeveesuubla ümberehitamine

Tulenevalt jõe sāngi langust ja sāngi kuju erinevusest Mündi sõidutee silla üla- ja alavee poolel on veetasemete vahe silla juures ligikaudu 0,5 m. Veetasemete vahe säilib ka suurvee olukorras. Parkali tänava sademevee kollektor suubub jõkke sillast ülesvoolu, kus veetase on kõrgem kui silla alavee poolel. Parkali tänava üleujutuse ohtu on võimalik vähendada, kui Parkali tänava kollektor ümber ehitada selliselt, et see suubuks jõkke sillast allavoolu. Parkali tänava üleujutuse ohtu saab vähendada ka jõesāngi süvendamisega (jaotis 7.2).

Poldrialade rajamine

Üksikutel juhtudel võib kaaluda mõne piirkonna üleujutuse eest kaitsmiseks poldri rajamist. Üleujutuse eest kaitsstav ala tuleb piirata tõkkesammidega (või kasutada ära olemasolevaid teetamme), mis on arvutuslikust kõrgveetasemest kõrgemad. Piirdetammi muldes olevad avad (truubid) tuleb varustada klapi või siibriga. Ala madalaimaase punkti tuleb ehitada pumppla. Jõe veetaseme tõus korral tuleb klapp või siiber sulgeda ja alale kogunev sademevee või pinnavesi ära pumbata. Poldri rajamine võib olla alternatiivne lahendusvariant nt eespool kirjeldatud ordulinnuse ja Järve tee vahelise ala või üleujutuse riskipiirkonnas asuvate elumajade (Parkali tn 42, 44 ja 46) üleujutuse eest kaitsmiseks.

Soovitused matkaraja ehitamiseks

Matkarada on kavandatud Pärnu jõe äärde, kõrgvee poolt üle ujutatavale alele, Pika ja Raudtee tänava vahelises lõigus. Matkarada on kavas kujundada võimalikult looduslik. Raja konstruktsiooni valiku jaoks tuleks teha pinnaseuuring, mis selgitab välja erineva kandevõimega lõigud.

Lõikudes, kus pinnase omadused seda võimaldavad, tuleks matkarada kujundada looduslikule pinnasele niidetava heintaimede kattega. Tasandatud pinnasele tuleks külvata heintaimed ja tagada raja regulaarne niitmine. Nõrga kandevõimega lõikudes (nn pehmetes kohtades) võib kasutada pinna tugevdamist geosünteedidega armeeritud pinnase ja/või murukärje abil. Geosünteedidega armeeritud konstruktsiooni rajamisel peab konstruktsiooni ülapind jääma samale

kõrgusele ümbritseva reljeefiga (võimaluse korral väike põikkalle jõe suunas), s.t konstruktsiooni rajamisel on vajalik ära koorida konstruktsiooni paksune pinnase kiht (arvestada tuleks ka võimaliku aluspinnase vajumisega konstruktsiooni pinnase tihendamisel).

Matkaraja kavandamisel tuleb pöörata tähelepanu sellele, et kogu matkaraja ulatuses oleks matkaraja pind enam-vähem samal kõrgusel s.t et matkarajal ei oleks madalaid kohti, mis jäävad vee alla varem, kui ülejäänud matkarada. Vajadusel tuleb kujundada alternatiivsed rajalõigud madalatest kohtadest möödaminemiseks. Vältida tuleks madalate kohtade täitmist pinnasega. Madalast kohast ülepääs on soovitatav teha nt laudteena, mis ei takista vee ära valgumist lammialalt kõrgvee taandumise järgselt.

Matkaraja kujundamisel tuleb vältida materjale või konstruktsioone, mis võivad kõrgvee tingimustes saada kahjustada või veega kaasa kanduda (nt puitlaast).

Ülepääsud kraavidest tuleb teha sellised, et nende mõju veevoolule oleks võimalikult väike (ei tekitaks täiendavat paisutust kraavis). Eelistatud on ülepääsud kraavidest kujundada silla või purdena.

9. Sademeveesüsteemide tehniliste lahenduste võrdlus

Uurimistöö põhjal selgus, et üleujutusi uuringuala piirkonnas põhjustavad Pärnu jõe väike lang Paide linnaga külgnevas ja allavoolu jäävas lõigus ning jõega külgnevad madalad alad. Kõrgvee tekke vähendamiseks puuduvad realistlikud ja võrreldavad tehnilised alternatiivid. Peamised üleujutuse mõju leevendavad tehnilised lahendused on seotud sademeveesüsteemide ümberehitamisega ja üleujutuse alal olevatele jõgedele jäävate rajatiste rekonstrueerimisega. Sademeveesüsteemide ümberehitamise detailseks tehniliste lahenduste võrdlemiseks on vaja teha täiendavaid mahukaid uurimis- ja projekteerimistöid, mis ei mahu käesoleva töö raamesse. Eeltoodust tulenevalt ei ole käesoleva töö raames tehtud detailset alternatiivsete lahenduste võrdlust, mis võtaks arvesse alternatiivide maksumust, eksploatatsiooni-kulusid ja tehniliste lahenduste rakendamise mõjusid, vaid tööga tehakse ettepanek esimeses etapis rakendada tehnilise meetmena voolutakistuste likvideerimist (jaotis 8.2 sillad) ja preventiivseid meetmeid (nt viibemahutite kasutamine, sademeveesüsteemidesse suunavatava vee mahu vähendamine jmt). Kuna detailset lahenduste võrdlust ei olnud võimalik teha, on käesolevas töös tehtud sademeveesüsteemide analüüs (jaotis 6.4). Käesolevas jaotises on käsitletud sademeveesüsteemide ümberehitamise üldiseid põhimõtteid.

Tehniliste lahenduste valikul sademeveesüsteemidega seotud probleemide lahendamisel sõltub tehniliste lahenduste valik piirkonnast. Tehniliste lahendusete kaalumisel võib käsitleda kolme tüüpi piirkonda:

- 1) Hoonestusega alad, kus sademeveesüsteemid on välja ehitatud;
- 2) Hoonestusega alad, kus sademeveesüsteemid on välja ehitamata;
- 3) Uusarendused.

Kõige keerulisem on leida sobivaid tehnilisi lahendusi piirkondades, kus sademeveesüsteemid on juba välja ehitatud. Lahenduste valikul tuleb arvestada konkreetseid tingimusi ja võimalusi iga piirkonna või tänava kaupa. Peamine kaalumise koht on see, kas sademevee ärajuhtimine lahendada pumpamise abil või piirata torustikku juhivat sademevee hulka ja lahendada ärajuhtimine isevooolt. Kumba lahendusvarianti kasutada saab otsustada siis, kui iga süsteemi kohta on tehtud täpne arvutus (nt täpse mudeli abil), mille abil on võimalik hinnata erineva lahenduse tõhusust. Seejärel teades konkreetse piirkonna tehnilise lahenduse maksvust ja tõhusust, on võimalik otsustada milline neist on antud piirkonnas kuluoptimaalne.

Sademevee hulga piiramiseks saab eelkõige kaaluda erinevaid viivitamise lahendusi, kuna immutamise võimalused on tulenevalt looduslikest oludest piiratud. Sademevee viivitamise tehnilised lahendused, mida Paide linna tingimustes on reaalne kasutada on sademevee viivitamine ja kokkuvooluaja pikendamine. Selleks saab rakendada erinevaid lahendusi nagu viibemahutid, ja üledimensioneeritud torustikud, vähemal määral ka viibetiigid ja märgalad.

Mõnevõrra lihtsam on leida lahendusi piirkondades, kus sademeveesüsteemid ei ole veel välja ehitatud. Uute sademeveesüsteemide kavandamisel tuleks võimaluse korral eelistada avakraave torustikele (võimalikult laiad ja sügavad kraavid). Nt Mündi tn 5 ja Aasa tänava piirkonda kavandatud sademeveesüsteemi puhul on soovitatav vähemalt osa süsteemist välja ehitada avakraavidena. Samuti on uute süsteemide kavandamisel rakendada sademevee viivitamise ja hajutamise lahendusi, alustades kinnistustisestest lahendustest.

10. Kokkuvõte

Käesoleva töö raames on läbi viidud väliuurimistöö ning tehtud hüdroloogilised ja hüdraulilised arvutused erinevatel perioodidel ja erineva tõenäosusega esineva Pärnu jõe maksimumveetaseme määramiseks Paide linnaga külgnevas lõigus. Arvutusliku veetaseme põhjal koostati kevadise 1%, 5%, 10% ja 25%-lise tõenäosusega esineva üleujutuse ala kaardid. Arvutusliku veetaseme ja koostatud kaartide põhjal hinnati üleujutuse mõju erinevatele objektidele ja rajatistele. Koostatud üleujutusala kaardid on abiks linna arendustegevuste planeerimisel.

Uurimistöö tulemuste põhjal on analüüsitud erinevaid kõrgvee teket vähendavaid ja üleujutusest tingitud kahjulike mõjude leevendamise tehnilisi lahendusi ning antud soovitusi ehituskeeluvööndi muutmiseks. Uurimistöö käigus selgus, et peamine Paide linnaga seotud üleujutuse kahjulik mõju on Pärnu jõkke suubuvate sademeveesüsteemide toimise takistamine. Eeltoodust tulenevalt tehti täiendav sademesüsteemide toimimise analüüs Pärnu jõkke suubuvatele sademeveesüsteemidele, et hinnata sademeveesüsteemide toimimist kõrge veetaseme tingimustes. Sademeveesüsteemide toimimise hindamiseks kasutati Keskkonnaprojekt OÜ poolt varasemalt koostatud Paide linna sademeveesüsteemide mudelit. Mudeli abil hinnati kevad- ja sügisperioodil esineva kõrgeveetaseme mõju Pärnu jõkke suubuvatele sademeveesüsteemidele kombinatsioonis erineva tõenäosusega (intensiivsusega) sademete esinemisega. Analüüsi tulemusena tehti kindlaks kui kaugele ulatub erineva tõenäosusega kõrgveetaseme sademeveesüsteemides ning millistes kaevudes tõuseb vesi maapinnani erineva intensiivsusega sademete esinemise korral. Analüüsi tulemused on esitatud ülevaatlikel kaartidel lisas 7 ja 8. Kasutatud mudel on üldine ja selle alusel ei ole võimalik välja töötada konkreetseid tehnilisi lahendusi üleujutuste tingimustes sademeveesüsteemi toimimise tagamiseks. Selles osas on konkreetsete tehniliste lahenduste väljatöötamiseks soovitatav koostada täpne mudel (kogu linnale ühekorraga või valgalade kaupa), mille põhjal saab kaaluda erinevaid lahendusvariante sademeveesüsteemide toimise tagamiseks. Küll aga annab tehnilistest lahendustest kohese leevenduse käsitletud alal vee äravoolu takistavate sildade ümber ehitamine ning preventiivsete lahenduste rakendamine (sh sademevee avakraavide säilitamise tagamine, sademevee viivitamise ja hajutamise meetmete rakendamine (viibemahutid jmt), sademeveesüsteemidesse juhitava veehulga vähendamine jt).

Kasutatud materjalid

1. Looduskaitseseadus, RT I, 06.05.2020, 17 <https://www.riigiteataja.ee/akt/106052020017>
2. Veeseadus RT I, 06.05.2020, 44 <https://www.riigiteataja.ee/akt/106052020044>
3. Üleujutusohuga seotud riskide esialgse hinnangu aruanne. Keskkonnaministeerium <https://www.envir.ee/sites/default/files/yleujutusohugaseotudriskidearuanne.pdf> 2011
4. Mündi jalakäijate silla rekonstrueerimise põhiprojekt. Tilts Eesti Filiaal OÜ 2018
5. Üleujutusega seotud riskide hindamine. Ajakohastamine. Keskkonnaministeerium 2018 https://www.envir.ee/sites/default/files/uleujutusega_seotud_riskide_hinnang3.pdf
6. Üleujutusohupiirkonna ja üleujutusohuga seotud riskipiirkonna kaardid. Keskkonnaministeerium 2014 <https://www.envir.ee/sites/default/files/kokkuvote.pdf>
7. Paide sademeveetrasside uuring. Keskkonnaprojekt OÜ töö nr 1679. 2017
8. Eesti sisevete hüdroloogilised ajaloolised vaatlusandmed <http://www.ilmateenistus.ee/siseveed/ajaloolised-vaatlusandmed/vooluhulgad/> 01.11.2020
9. Paide linna ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni arendamise kava aastateks 2015-2027. Infragate Eesti AS töö nr 330-14. 2015
10. Sademevee säästliku käitlemise põhimõtted Tartu linnas. Kobras AS töö nr 2018-004.