



Töö nr: IB 49/2015

Töö tellija:

Estonian, Latvian @ Lithuanian Environment
OÜ (ELLE OÜ)
Tõnismägi 3a-15, Tallinn 10119
e-post: elle@environment.ee

Inseneribüroo Urmas Nugin OÜ
Reg. nr. 10696600
Tähe 106, 51013 Tartu
Tel. 7 303 735; 50 78 277
e-post: ibun@ibun.ee
www.ibun.ee

EEG000179 11.06.2009

EO10696600-0001 05.02.2003

EP10696600-0001 05.02.2003

EK10696600-0001 05.02.2003

MATER: MK, MU, 03.11.2003

MO, MP 0019-00

Muinsuskaitseameti
tegevusluba 09.08.2010/

E518/2010 18.07.2011

Inseneritehniline sisend üleujutusohuga seotud riskide maandamiskavade ehituslikele üleujutust leevendavatele tegevustele

Juhataja:

Urmas Nugin
Vastutav spetsialist

Koostaja:

Lauri Lokko

Tartu, aprill 2016

Sisukord

1. Sissejuhatus.....	3
1.1 Üleujutuste üldkirjeldus ja meetmete valimine	3
1.2 Traditsioonilised sademeveesüsteemid või SUDS süsteemid?	6
2. Insenertehnilised meetmed üleujutuste leevendamiseks ja vältimiseks.....	8
2.1 Vihmaaiad (2.a.3, rain garden)	8
2.2 Imbkaevud (2.a.11, soakaways)	10
2.3 Vett läbilaskvad katendid tehispindadel	11
2.4 Taimestiku kattega ribad vett läbilaskmatute pindade vahel (2.a.4, filter strips)	13
2.5 Viibekraavid (2.a.6, swales)	14
2.6 Imbkraavid (2.a.7, infiltration trenches)	16
2.7 Imbväljakud (2.a.8, infiltration basins)	18
2.8 Puhveralad (2.a.9, detention basins)	20
2.9 Viibetiigid (2.a.10, retention ponds).....	22
2.10 Olemasolevate veekogude akumul eeriva mahu suurendamine (6.a.2).....	23
2.10.1 Jõe sootide taastamine (2.d.1, re-meandering/ reconnection of oxbow lakes and similar features)	24
2.10.2 Kaitsetammide rajamine (6.a.3), ajutiste veetõkkeseinte paigaldamine	25
3.Lõppsõna	30
Kasutatud kirjandus:.....	31

1. Sissejuhatus

Käesolev juhend annab ülevaate inimeste elusid, vara, või tegevust ohustavate või häirivate üleujutuste vältimiseks mõeldud insenertehnilistest meetmetest. Juhend on koostatud üleujutusohuga seotud riskide maandamiskavade meetmete koondtabeli insenertehnilise osa täpsemaks kirjeldamiseks. Kirjeldatakse 12 enam levinumat ja meie tingimustesse sobivat meetet. Ülejäänud meetmete kohta saab infot Maandamiskava meetmete koondtabelist. Juhend on koostatud töö „Veemajanduskavade, meetmeprogrammide ja üleujutusrisiki maandamiskavade koostamine“ raames. Lõpliku meetme valimiseks on vajalik kaasata töösse vastavat kompetentsi omavad ettevõtted.

Maandamiskava meetmete koondtabeli korrastamiseks ja käesoleva juhendi koostamiseks andsid oma panuse järgmised spetsialistid:

Nimi	Ametikoht	Eriala, spetsialiseerumine	Ettevõte
Urmas Nugin	vastutav spetsialist, kontrollija	hüdrotehnika, sisevete vesiehitised	Inseneribüroo Urmas Nugin OÜ
Lauri Lokko	koostaja	hüdrotehnika, sisevete vesiehitised	Inseneribüroo Urmas Nugin OÜ
Raul Tihane	konsultant, kontrollija	hüdrotehnika, sisevete vesiehitised, maaparandus	Inseneribüroo Urmas Nugin OÜ
Rauno Lõiv	kontrollija	hüdrotehnika, maaparandus	Inseneribüroo Urmas Nugin OÜ

1.1 Üleujutuste üldkirjeldus ja meetmete valimine

Keskonnaministeeriumi poolt tellitud ja AS Mavese poolt 2011 aastal koostatud uuringus „Üleujutusohuga seotud riskide esialgne hinnang“¹ kaardistati Eestis olulised üleujutusohuga seotud riskipiirkonnad. Kokku esineb olulise kahjuliku mõjuga üleujutus kahekümmes riskipiirkonnas. Ida-Eesti vesikonnas on need piirkonnad: Aardlapalu küla (Haaslava vald), Ilmatsalu alevik (Tähtvere vald), Tartu linn, Kohtla-Järve linn ja Võru linn. Lääne-Eesti vesikonnas on need piirkonnad: Papsaare küla tiheasustusala (Audru vald), Haapsalu linn, Virtsu alevik (Hanila vald), Häädemeeste alevik (Häädemeeste vald), Järvakandi alev, Kuressaare linn, Kärdla linn, Maardu linn, Nasva alevik (Kaarma vald), Paide linn, Pärnu linn, Paralepa ja Uuemõisa alevik (Ridala vald), Maidla tiheasustusala (Saue vald), Võiste alevik (Tahkuranna vald), Tallinna linn (Haabersti, Põhja-Tallinn, Kesklinna ja Pirita linnaosad). Üleujutusohuga seotud riskide esialgse hinnangu töös kirjeldatakse Eesti tingimustes esineda võivaid üleujutuste liike:

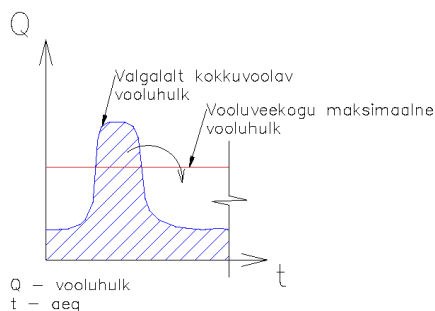
Nr.	Üleujutuse liik	Selgitus
1	Äkktulvad	Kiired üleujutused, mis on põhjustatud väiksemate jõgede ja ojade veetaseme tõusust, äkilisest tugevast tormisest vihasajust. Üleujutuse maksimum saavutatakse tundidega.

¹ Üleujutusohuga seotud riskide esialgse hinnangu aruanne. Keskonnaministeerium, 2011. <http://www.envir.ee/et/uleujutusohuga-seotud-riskide-esialgne-hinnang>

Nr.	Üleujutuse liik	Selgitus
2	Sujuvalt kujunevad üleujutused	Põhjustatud pikaajaliste rohkete sademete või lumesula tõttu üleajavatest väiksematest jõgedest, ojadest ja järvedest.
3	Sademevee üleujutus tiheasustusaladel	Põhjustatud veekindlatelt aladelt kiiresti äravoolavast vihmaveest või lumesulaveest; tavaliselt koostoimes tõrgetega sademeveekanalisisatsioon.
4	Vihmaveest või lumesulaveest põhjustatud üleujutus väljaspool tiheasustusalasid	Üleujutused aladel, mille reljeef ei võimalda tekkiva vee kiiret äravoolamist, mistõttu vesi jääb pikemaks ajaks paigale.
5	Põhjavee üleujutused	Põhjustatud maapinnale jõudvast põhjaveest.
6	Vooluveekogu sängi täitumisest põhjustatud	Põhjustatud vooluveekogu sängi mõõtmete vähenemisest erinevatel põhjustel, nt jää kogunemine mingisse punkti.
7	Järvede üleujutused	Põhjustatud näiteks tuulesuunast.
8	Rannikumere üleujutus	Põhjustatud meretaseme tõusust.
9	Avariidest põhjustatud üleujutused	Üleujutust tõkestavate rajatiste, nt paisu purunemisest põhjustatud üleujutused.
10	Teised inimtekkelised üleujutused	Maaomaniku (maavaldaja) ja veekasutaja tegevuse või tegevusetusega põhjustatud üleujutus, kaldakindlustuse, tammi, paisu ja muu rajatise purunemine; pinnase erosioon, maalihe või maa soostumine.
11	Teised looduslikud üleujutused	Maa soostumine.

Eelpool nimetatud üleujutuste liigid saab üldjoones jaotada kaheks: maismaal tekkivad liigvee probleemid ja merelt tulenevad rannikuala üleujutused.

Maismaal tekib liigvee probleem üldjuhul siis, kui mingil ajaperioodil peab palju vett kuhugi mahtuma.



Joonisel 1 kujutatakse vooluveekogu hüdrograafi, mille vertikaalsel teljel on vooluhulk ja horisontaalsel teljel aeg. Valgalt voolab kokku vesi, mis ületab ajahetkes jälgitava vooluveekogu maksimaalset vooluhulka. Üleujutuse vältimiseks tuleb osa veest ajutiselt mahutada ning juhtida suublasse siis kui vooluveekogu vooluhulk hakkab langema.

Joonis 1. Vee ajutine mahutamine

Merelt tulenevaid üleujutusi saab ennetada rajades rannikule kaitserajatisi, mille eesmärk on vee peale valgumise tõkestamine. Mõlemad probleemid on kas inimtegevuse tagajärg (nt

ehitatakse lammialadele ja/ või ei hooldata piisavalt sademeveekanaliseerimise süsteeme) või seotud meteoroloogiliste ja hüdrooloogiliste teguritega.

Maismaal koguneva liigveega tegelemiseks saab kasutada erinevaid meetmeid või meetmete süsteeme. Probleem taandub enamasti kas liigvee ajutisele mahutamisele (nt veekogude akumulereeruva mahu suurendamine, viibetiikide või viibekraavide rajamine) või selle kiiresti ära juhtimisele (nt tavaliste kraavide või sademeveesüsteemide rajamine).

Soovides kogu vett kiiresti ära juhtida tuleb veejuhtmed maksimaalse vooluhulga järgi projekteerida ja ehitada, mis teeb ehitised suureks ja kalliks.

Vett ajutiselt mahutades saame säilitada olemasolevad vooluveekogud, kuid luua tuleb kohad, kuhu vesi ajutiselt mahutatakse. Mahutatud vesi juhitakse suublasse alles siis, kui suurvesi hakkab lõppema ja vooluhulgad langema. Vee ajutise mahutamise ja vooluhulga ühtlustamise võimalused on alljärgnevad:

- 1) vesi mahutatakse pinnasesse - immutamine;
- 2) osa veest mahutatakse olemasolevasse veekogusse – mahutina kasutatakse olemasoleva veekogu akumulereerivat mahtu;
- 3) vesi juhitakse madalamatele aladele, mille puhul võime ajutist üleujutust lubada (nt lammialad);
- 4) vesi mahutatakse ajutiselt tehislises mahutites;
- 5) suurendame vooluveekogude läbilaskevõimet neid laiendades ja süvendades;
- 6) vähendame vooluveekogude vooluhulka takistades vee voolamist (eesmärk vähendada ajahetkes vooluveekogu suubla vooluhulki).

Mõista tuleb üleujutuste tekke põhjuseid ning teada, et alati ei olegi võimalik neid vältida. Suurimad mõjutajad on kliima ning viimasel ajal üha sagedasemad ilma anomaaliad, millega kaasnevad tihtipeale sademete rohkus ja tuul. Aastaks 2100 prognoositakse Eesti rannikuvetes veetasemetõusu kuni 55 cm. Terve maailmamere veetaseme tõusu vahemikus 45...85 cm. Ilma anomaaliate puhul võivad üleujutused olla aga hoopis suuremad. Ennustuste kohaselt võib juhuste kokkulangemisel aastal 2100 "ideaalne torm" tõsta veetaset Pärnus ca 400 cm. (Kliimamuutuste üleujutusriskid Eesti rannikualadel, TÜ Geograafia osakond, 2015 a) Tuntuks saanud Jaanuaritorm tõstis Pärnus veetaset ca 290 cm üle Kroonlinna nulli.

Vahetevahel tekitavad inimesed endale liigveeprobleemi ise. Probleem tekib, kui keegi ehitab üleujutusala. Tulemuseks on lisakulutused, osapoolte rahulolematuse ning võimalik veekeskkonnareostus, ehitises hoiustatavatest majapidamisvahenditest, kodukeemiast.

Meetmete valimisel tuleb mõelda järgmistele küsimustele:

- 1) Millise veetaseme eest ennast kaitseme?;
- 2) Milline on vooluhulk ja sellest tulenev vee kogus mida ajutiselt tahame mahutada, immutada või kiiremini ära juhtida?

Tiheasustusaladel immutamisega peab olema ettevaatlik. Eriti piirkonnas, kus paiknevad vanemad hooned. Piirkonnas vett immutades tõuseb pinnaseveetase, millest võib tekkida olukord, et hoonete keldrisse hakkab imbuma vesi.

Saamaks vastuseid eelnevatele küsimustele on vaja läbi viia uuringud. Enamuse meetmete puhul on vaja samu uuringuid: valgala ja äravoolu analüüsi (sademeveest tuleneva üleujutuse korral), suubla maksimaalseid vooluhulki, merevee taseme tõusu prognoosi (merevee tasemest sõltuvate üleujutuste korral), geodeetilist mõõdistust, geoloogilist uuringut, hüdroloogilisi arvutusi. Enne asukohapõhiste uuringutega alustamis on alusmaterjalina soovitatav kasutada Keskkonnaministeeriumi poolt 2014 aastal koostatud uuringu „Üleujutusohupiirkonna ja üleujutusohuga seotud riskipiirkonna kaardid“², veetasemete aegriidade põhjal arvutatud tõenäosusstsenaariumeid, kus kogutud andmete alusel moodustati kaardikihid. Muuhulgas on välja toodud iga tõenäosusstsenaariumi kohta veetasemed, üleujutuse ulatus ning vooluveekogude korral vooluhulgad.

Mitmed meetmed eeldavad ka keskkonnamõjude hindamist. Võttes aluseks asukohapõhised põhjalikumad uuringud (nt geodeetilised uuringud, pinnase uuringud) ning üleujutusohuga seotud riskipiirkondade puhul lisaks ka üleujutusohuga seotud riskipiirkonna ja üleujutusohu kaardid (va Kohtla-Järve ja Järvakandi, nende piirkondade kohta kaarte ei koostatud), saame valida erinevate alternatiivide seast, mida konkreetses piirkonnas on võimalik teha. Sõltuvalt valitud insenertehnilisest meetmest võib vaja minna täpsustavaid uuringuid (nende vajaduse otsustab töösse kaasatud erialaspetsialist).

Ehitised mis on mõeldud tulvavete tõrjumiseks (nt kaitsetammid ja ajutised seinad) on enamasti väga kulukad. Odavam on inimesi üleujutusosalale elama mitte lubada. Meetmete maksumused sõltuvad suuresti asukohast ja asukoha spetsiifilistest keskkonnatingimustest. Hindamiseks investeeringute mahtu tuleb koostöös erialaspetsialistiga teha eelpool nimetatud uuringud.

Vältimaks tekkivaid probleeme, üleujutusosaladele ehitamisest, tuleb juba planeeringute käigus vältida neile ehitamine või planeeringuga ette näha meetmed võimalike üleujutustega seotud probleemide vältimiseks. Kuna arendajate surve ametnikele on suur tuleks inimestele teadvustada võimalikke tagajärgi, et ei tahetakski üleujutusosalale midagi ehitada.

Eesvoolude hetkekoormuste vähendamiseks tuleb soodustada valgalal sademevee immutamist ning ajutist kinnipidamist. Planeeringualasse tuleb sisse arvestada pindala immutusaladeks ning vooluveekogudele mõju avaldamiseks tuleb neist meetmetest moodustada ühtne süsteem kuni suublteni välja.

1.2 Traditsioonilised sademeveesüsteemid või SUDS süsteemid?

Maismaalt tulenevad liigveeprobleemid on enamasti seotud sademetega. Alljärgnevalt keskendume sademevee probleemidele tiheasustusalade või muudel hoonestatud aladel. Sademete ärajuhtimiseks kasutatakse sademeveesüsteeme, mis jagunevad üldpildis kaheks: traditsioonilised sademeveesüsteemid ja SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems, Eesti keeles: keskkonda säästvad sademeveesüsteemid) süsteemid. Tänapäeval peame traditsioonilisteks sademevee süsteemideks sademeveetorustikke, või ka tavalisi kraave, mille eesmärgiks on vesi kiiresti ära juhtida. SUDS süsteemide põhimõte on üldjoontes vastupidine

² Üleujutusohupiirkonna ja üleujutusohuga seotud riskipiirkonna kaardid. Keskkonnaministeerium, 2013. <http://www.envir.ee/et/uleujutusohupiirkonna-ja-uleujutusohuga-seotud-riskipiirkonna-kaardid>

– maha sadanud vett kogutakse ning hoitakse ajaks, kui väliskeskkond on kuiv ja kuum. Tänapäevani ei ole SUDS süsteemid Eestis väga laialt levinud, sest Eestis ületavad sademed aurumist ja kliima on üpris niiske. Nimetatud süsteemid on üldjoontes ka kallimad ning seetõttu ei ole neid Eestis ka eelistatud.

Erinevate prognooside kohaselt ennustatakse Eestisse sademete hulga suurenemist, kuid samas ka kuumapäevade arvu kasvu (Kliimamuutustega kohanemise klimatoloogilised aspektid, Mait Sepp, 2015). Sisuliselt vihmajärgsed intensiivistuvad, mis tähendab, et ajahetkes on vaja ära juhtida suuremaid vooluhulki ning samas on rohkem kuumi päevi, mil keskkond on kuiv ja kuum. Sellest tulenevalt on ka meie keskkonnas üha mõistlikum kasutada just SUDS süsteeme. Hoides vett linnapildis kinni, muudab see õhu niiskust suuremaks, mis teeb kuumadel päevadel keskkonna elusolenditele sõbralikumaks, suurte sademete ajal võimaldab mahutada liigset vett, ning seeläbi vähendab võimalikke üleujutusi. Ka äsja valminud sademeveetorustike puhul võib tulevikus tekkida moment, et nende projekteerimisel ei ole arvestatud sademevee hulkade suurenemisest tingitud vooluhulkade suurenemisega. Joonisel 1 kujutatud hüdrograafi alusel saab planeerida ka traditsiooniliste sademeveesüsteemide ümber ehitamist, kogudes suured veed näiteks asula kesksesse tiiki, millele rajatakse ülevool sademeveesüsteemi.

SUDS süsteemidel on veel mitmeid muid positiivseid aga ka negatiivseid omadusi. Lähtuvalt piirkonna heakorrast ja vette sattuvast reostuskoormusest tuleb mõelda endiselt vee puhastamisele. Olemas on standardid ja seadused, mis annavad suublasle juhitud veele teatud tingimused, mis peavad olema täidetud. Seni kuni vett juhitakse ära torustikega läbi erinevate tehnilike puhastite on asja kerge kontrollida. Kuid kuidas kontrollida seda vee immutamisel? Kui sademevett juhitakse ära reostunud aladelt, sisaldab see lisaks orgaanilisele reostusele ka raskemetalle ja paljut muud, mille lagundamisega loodus suurtes kogustes hakkama ei saa. Nimetatud osakesed tuleb keskkonnareostuse vältimiseks kokku koguda. Erinevad uuringud näitavad, et SUDS süsteemides reostus väheneb oluliselt, kuid tõdetakse et otse maasse immutamisel tuleb siiski arvestada võimaliku põhjavee reostamisega. Selle riski maandamiseks tuleb vajadusel tehnilisi lahendusi modifitseerida tehnilike puhastitega. Tehnilise lahenduse valik sõltub konkreetsest keskkonnast ja piirkonna reostatuse tasemest. Immutamisele võib mõelda, kui on tegu näiteks katuselt koguneva veega. Kui vesi voolab kokku mööda asfaltkatteid ei ole otsejoones immutamine (nt imbkäevu kasutamine) soovitatav. Täpsemat infot SUDS süsteemide omaduste kohta leiad järgnevatelt aadressidelt: <http://www.ibun.ee/tegevusvaldkonnad/sisevete-vesiehitised/sademeveesusteemid/> <http://www.ibun.ee/traditsioonilised-sademeveesusteemid-versus-suds-susteemid/>

Meetmeid 2.a.3, 2.a.6., 2.a.7., 2.a.8., 2.a.9., 2.a.10 ja 2.a.11 kasutatakse ennekõike vee ajutiseks mahutamiseks. Nimetatud meetmed leevendavad sademevee ja lumesulaveest põhjustatud üleujutusi tiheasustusaladel ning võtavad koormust vähemaks sademevee torustike süsteemidel. Nendega on võimalik liigvee probleem lahendada kohtades, kus on probleeme vee kiire ära juhtimisega. Enamasti on sellisteks kohtadeks vett läbilaskmatute pindadega alad või liigniisked alad. Millist meetet konkreetselt kasutada sõltub valgala suuruselt ja kohalikest tingimustest.

2. Inseneritehnilised meetmed üleujutuste leevendamiseks ja vältimiseks

Alljärgnevalt on käsitletud inseneritehnilisi meetmeid üleujutuste ennetamiseks ja vältimiseks. Lisatud üleujutusohuga seotud riskide maandamiskava meetmete koodid ja ingliskeelsed nimetused:

- 1) Vihmaaiad (2.a.3, rain gardens);
- 2) Imbkaevud (2.a.11, soakaways);
- 3) Vett läbilaskvad katendid tehispindadel (2.a.5, permeable surfaces);
- 4) Taimestiku kattega ribad vett läbilaskmatute pindade vahel (2.a.4, filter strips);
- 5) Viibekraavid (2.a.6, swales);
- 6) Imbkraavid (2.a.7, infiltration trenches);
- 7) Imbväljakud (2.a.8, infiltration basins);
- 8) Puhveralad (2.a.9, detention basins);
- 9) Viibetiigid (2.a.10, retention ponds);
- 10) Olemasolevate veekogude akumulatsioonimahu suurendamine (6.a.2)
 - a. Olemasolevate veekogude laiendamine;
 - b. Jõe sootide taastamine (2.d.1, re-meandering/reconnection of oxbow lakes and similar features);
 - c. Kaitsetammid (6.a.3) ja ajutised veetõrjeseinad (7.a.2)

Meetmete kohta kirja pandud maksumused on orienteerivad. Konkreetsete näidete juures toodud hindu ei saa teistele näidetele kohandada tehes lineaarseid arvutusi. Konkreetse olukorras konkreetse maksumuse saamiseks tuleb kontakteeruda vastavat kompetentsi omava ettevõttega. Maksumust on võimalik täpsustada peale uuringute läbiviimist ja eelprojektide koostamist.

2.1 Vihmaaiad (2.a.3, rain garden)

Üldkirjeldus

Vihmaaiad on olemuselt sademevee kogumisalad, mille kujunduse elementideks on taimestik. Eesmärk on liigne vesi ajutiselt mahutada ning vees kaasas kantav reostus taimestikuga osaliselt lagundada ning sete kokku koguda. Sademete ajal meenutab see märgala, kuival perioodil näeb see välja nagu lohku või auku rajatud lillepeenar. Vihmaaedade suurus sõltub vee mahust, mida soovitakse ajutiselt mahutada, konstruktsioon sõltub keskkonnatingimustest: kas antud piirkonnas on võimalik vesi immutada või tuleb vesi ära juhtida vihmaaia aluskihis oleva dreni abil. Künklikel tiheasustus aladel, kus vihmaaia suuruse ja mahutatava vee hulga määrab suuresti maapinna kalle võib rajada vihmaaedade kaskaadi. Vihmaaedades kasutada taimestikku, mis sobib Eesti kliimaga. Meede sobib kasutamiseks üldiselt vaid väikeste veehulkade mahutamiseks. Rajamine ja hilisem hooldamine on üpris kallid. Seda võib kasutada nt katuselt või muult tehispinnalt voolava vee kogumiseks ja immutamiseks. Sõltuvalt vee hulgast võib seda kasutada ka ühe süsteemi osana. Meede aitab teoreetiliselt leevendada üleujutuse liike nr 1-4. Kuid kuna käesolev meede on mõeldud väikestele valgaladele, siis selle mõju üleujutuse liikidele 1,2 ja 4 on praktiliselt olematu. Seega võime väita, et meedet on mõtet

kasutada üleujutuse liigi nr 3 (sademevee üleujutus tiheasustusaladel) leevendamiseks. Konkreetsemalt öeldes on mõistlik seda kasutada kinnistusisese vee mahutamiseks aga ka immutamiseks, kui vesi ei ole väga reostunud.



Foto 1. [Vihmaaed](#)
[\(NWRM\)](#)

Meetme plussid ja miinused

- + Meetme kasutamisega lisatakse keskkonnale rekreatiivset väärtust;
- + Vegetatsioonil perioodil toimib taimestik puhastina;
- + Sõltuvalt taimestikust saab talviti kasutada lumeladustus kohana – sõltuvalt ladustatava lume puhtusest võib vajada kevadel eraldi hooldust, kui planeeritakse reostunud lume mahutamist, siis ei tohiks vihmaaed funktsioneerida imbsüsteemina ilma järelpuhastita;
- +/- Meetme kasutamisega luuakse keskkonda niiskem keskkond, mis kuiva ja kuuma ilma korral on hea, sest muudab keskkonna elustikule sobivamaks (ka. putukatele, kes võivad laialdasemalt levima hakata)

Vajalikud eeltööd

Ehitusprojekti koostamine, mis sisaldab alljärgnevat:

- 1) Hüdroloogilised arvutused – valgala ja vooluhulkade määramine, mida soovitakse mahutada või immutada;
- 2) Geoloogiline uuring – immutamise võimalikkuse analüüsiks;
- 3) Geodeetilise alusplaani koostamine on vajalik ehitise projekteerimiseks ja positsioneerimiseks;

Meetme maksumus

Maksumus sõltub vihmaaia suurusest, keskkonnatingimustest ja valitud konstruktsioonist. Oluline jooksev kulu on iga aastane vihmapeenra hooldamine. Seega ei saa tuua täpset näidet meetme maksumuse kohta kuna see on asukohaspetsiifiline.

Eestis teadaolevalt ei ole vihmaedu rajatud, sest selle rajamis maksumus ja hilisemad hoolduskulud on küllaltki suured. Näiteks saab tuua Nottinghamis (Inglismaa) rajatud 0,55 ha suuruse vihmaaia maksumusega 85 000 Eurot. Maksumusele lisandub igaaastased süsteemi hoolduskulud (nt taimestiku niitmine ja süsteemist setete eemaldamine). Rohkem informatsiooni meetme rakendamise kohta Nottinghamis saab http://www.nwrm.eu/sites/default/files/case_studies_research/cs-uk-04-final_version.pdf

Alternatiiv

Imbkaevu rajamine

2.2 Imbkaevud (2.a.11, soakaways)

Üldkirjeldus

Imbkaev on konstruktsioon, millega immutatakse liigne vesi. Imbkaevu juhatakse toru või kraavi abil sademevesi ning immutatakse see. Imbkaevu akumulatsioonivõime sõltub valgala suuruselt ja sellest tulenevast veehulgast, mida immutada soovitakse. Imbkaevu saab rajada siis, kui pinnasevesi on rajatava konstruktsiooni madalaimast punktist aasta ringselt sügavamal kui 1,2 m. Vastasel juhul tuleb imbkaev rajada muldesse või poolmuldesse. Imbkaev on mõeldud sademevee kogumiseks väikeselt valgalalt (kuni 0,1 km²). Meede aitab teoreetiliselt leevendada üleujutuse liike nr 1-4. Kuid kuna käesolev meede on mõeldud väikestele valgaladele, siis selle mõju üleujutuse liikidele 1,2 ja 4 on praktiliselt olematu. Seega võime väita, et meedet on mõtet kasutada üleujutuse liigi nr 3 (sademevee üleujutus tiheasustusaladel) leevendamiseks. Konkreetsemalt öeldes on mõistlik seda kasutada kinnistusesise vee mahutamiseks aga ka immutamiseks, kui vesi ei ole väga reostunud.



Foto 2. [Imbkaev \(NWRM\)](#)

Meetme plussid ja miinused

- Saju perioodidel võib pinnas vee küllastuda. Sellisel juhul süsteem ei tööta. Süsteem saab uuesti funktsioneerima asuda, kui pinnaseveetase alaneb (sama probleem esineb kõikidel imbsüsteemidel).

Vajalikud eeltööd

Ehitusprojekti koostamine, mis sisaldab alljärgnevat:

- 1) Hüdroloogilised arvutused – valgala ja vooluhulkade määramine, mida soovitakse mahutada ja immutada;
- 2) Geoloogiline uuring – immutamise võimalikkuse analüüsiks;
- 3) Geodeetilise alusplaani koostamine on vajalik ehitise projekteerimiseks ja positsioneerimiseks;

Meetme maksumus

Maksumus sõltub imbkaevu suuruselt, mis on sõltuvuses kaevu suuruselt. Imbkaev, mille mahuti suurus on 2 m³ maksab umbes 2000-6000 €.

Alternatiiv

Vihmaaia rajamine

2.3 Vett läbilaskvad katendid tehispindadel

Üldkirjeldus

Vett läbilaskvate katendite kasutamise eesmärk on osa maha sadanud veest immutada vähendades sellega suublas suuri vooluhulki. Vett läbilaskvaid katendeid on kahte tüüpi:

- Poorsed katendid – vesi imbub läbi tehismaterjali
- Läbilaskvad katendid – katend on laotud selliselt, et vesi saaks imbuda katendi konstruktsiooni vahedesse (vt foto 3).

Meedet on mõistlik kasutada valingvihmadest põhjustatud suurte vooluhulkade vähendamiseks. Meede ei funktsioneer talvisel ajal, kui katend ja maapind on jäätunud. Immutatava vee maht sõltub konkreetsest katendist ja selle all olevate pinnaste filtratsiooni tingimustest. Meede aitab teoreetiliselt leevendada üleujutuse liike nr 1-4. Kuid kuna käesolev meede on mõeldud väikestele valgaladele, siis selle mõju üleujutuse liikidele 1,2 ja 4 on praktiliselt olematu. Seega võime väita, et meedet on mõtet kasutada üleujutuse liigi nr 3 (sademevee üleujutus tiheasustusaladel) leevendamiseks. Konkreetsemalt öeldes on mõistlik seda kasutada kinnistusisese vee mahutamiseks aga ka immutamiseks, kui vesi ei ole väga reostunud.



Foto 3. [Vett läbilaskvad katendid tehispindadel \(NWRM\)](#)

Meetme plussid ja miinused

- + Aeglustab valgalal vee kokku voolamist, mis võimaldab vähendada sademevee kollektorite läbimõõte;
- Ei tööta talviti, siis kui pinnas on jääs, seetõttu võib sulade ajal vesi teele jääda;
- Talvise liivatamise ja soolatamise tõttu võib ummistuda;
- Vajab hooldust.

Vajalikud eeltööd

Tiheasustusaladel tuleks sademeveesüsteemid planeerida koostöös planeerijate, maastikukujundajate ja inseneridega juba detailplaneeringute käigus. Planeeringule peab järgnema vastav ehitusprojekt.

Ehitusprojekti koostamine, mis sisaldab alljärgnevat:

- 1) Hüdrooloogilised arvutused – valgala ja vooluhulkade määramine, mida soovitakse immutada või aeglustada;
- 2) Geoloogiline uuring – immutamise võimalikkuse analüüsiks;
- 3) Geodeetilise alusplaani koostamine on vajalik ehitise projekteerimiseks ja positsioneerimiseks;

Meetme maksumus

Meetme hind sõltub selle konstruktsioonist, mis omakorda sõltub aluskihtide filtratsiooni omadustest – kas saame vee otse immutada või tuleb rajada konstruktsioon vee mahutamiseks ja ära juhtimiseks mujale. Ka selle meetme puhul sõltub meetme maksumus asukohast ja milline lahendus täpsemalt valitakse. Euroopa Komisjoni dokument toob välja, et erinevate allikate andmetel vastava meetme keskmine rajamise maksumus on 40-90 eurot m² kohta ning aastane hooldamine 1-5 eurot m² kohta.

Rohkem informatsiooni meetme rakendamise kohta saab [http://www.nwrm.eu/sites/default/files/nwrm_ressources/u3 - permeable paving 0.pdf](http://www.nwrm.eu/sites/default/files/nwrm_ressources/u3_-_permeable_paving_0.pdf)

Alternatiivid

Vee suunamine teeäärde rajatavasse: viibekraavi, imbakraavi või taimestikkattega ribale.

2.4 Taimestiku kattega ribad vett läbilaskmatute pindade vahel (2.a.4, filter strips)

Üldkirjeldus

Taimkattega ribad eesmärk on aeglustada mööda pinda toimuvat veevoolu ning soodustada infiltratsiooni. Tiheasustusaladel kujutab see endast tavalisi muru või muu taimestikuga kaetud ribad, mis rajatakse samale tasapinnale kõvade katenditega. Meede on veevoolu takistamiseks tõhusam, kui haljasribasid rajatakse nõlvaga risti. Ribade laius sõltub valgala suurusel, kust vesi haljasalale voolab. Tegevus eeldab hooldustööd taimestiku hooldamiseks, sette ja muu prahi eemaldamiseks, kuid seda tuleb linnaruumi haljasaladel nagunii teha.

Meede on hõlpsasti kasutatav tiheasustusaladel, kus taimestikkattega ribad rajatakse teede äärde, sellest natuke madalamale. Vee juhtimiseks ribale jäetakse äärekivile madalamad kohad. Meede aitab teoreetiliselt leevendada üleujutuste liike nr 1-4. Kuid kuna käesolev meede on mõeldud väikestele valgalaaladele, siis selle mõju üleujutuse liikidele 1,2 ja 4 on praktiliselt olematu. Seega võime väita, et meedet on mõtet kasutada üleujutuse liigi nr 3 (sademevee üleujutus tiheasustusaladel) leevendamiseks.



Foto 4. Taimestikkattega ribad (NWRM)

Meetme plussid ja miinused

- + Võimaldab talviti lume paigaldamist;
- + Funktsioneerib sademevee puhastina;

- + vähendab üleujutuste riski;
- + mahutab ja aeglustab äravoolu;
- +/- tõstab pinnasevee taset, täiendab pinnasevee varusid;
- + kogub kokku sette ja reostusained;
- vajab aegajalt hooldust sõltuvalt piirkonna heakorrast ja sademevee reostatusest;
- Sõltuvalt kasutatavast taimestikust vajab hooldust.

Vajalikud eeltööd

Tiheasustusaladel tuleks sademeveesüsteemid planeerida koostöös planeerijate, maastikukujundajate ja inseneridega juba detailplaneeringute käigus. Planeeringule peab järgnema vastav ehitusprojekt.

Ehitusprojekt peab sisaldama alljärgnevat:

- 4) Hüdrooloogilised arvutused – valgala ja vooluhulkade määramine, mida soovitakse immutada või aeglustada;
- 5) Geoloogiline uuring – immutamise võimalikkuse analüüsiks;
- 6) Geodeetilise alusplaani koostamine on vajalik ehitise projekteerimiseks ja positsioneerimiseks;

Meetme maksumus

Meetme hind taandub üldiselt mulla ja haljastustöödele, kuid sõltuvalt eesmärgist ja filtratsiooni tingimustest võib vajalik olla riba alla dreeni paigaldamine. Maksumust mõjutab veel riba laius ning selle hooldus. Euroopa Komisjoni dokument toob välja, et erinevate allikate andmetel vastava meetme keskmine rajamise maksumus on 3-30 eurot m² kohta ning aastane hooldamine 0,5-6,5 eurot m² kohta.

Rohkem informatsiooni meetme rakendamise kohta saab http://www.nwrm.eu/sites/default/files/nwrm_ressources/u6_-_filter_strips.pdf

Alternatiivid

Vee mahutamine või immutamine imbkraavis või viibekraavis. Võimalik rajada vett läbilaskev tehiskatend

2.5 Viibekraavid (2.a.6, swales)

Üldkirjeldus

Viibekraavid on madalad laugete nõlvadega haljastusega kaetud vooluveekogud, mis rajatakse kogumaks liigvett väikestelt valgaladelt. Eesmärk on kogunev sademevesi ajutiselt mahutada, kraavis oleva taimestikuga osaliselt puhastada ning aeglaselt suublapoole juhtida – valingvihmade aegse hetkekoormuse vähendamine suublale. Kraavi mõõtmed sõltuvad ajutiselt mahutatava vee hulgast. Viibekraavi vee äravoolu kiirust on võimalik reguleerida voolutakistuste, taimestiku või kraavi põhja paigaldatava drenifiltri abil või konkreetse

suurusega väljavoolu toru abil, millest juhitakse vesi edasi näiteks sademevee kollektorisse. Viibekraavide kasutamine võimaldab projekteerida kollektorid väiksemat vooluhulka läbilaskvaks. Meedet saab kasutada ka siis, kui torustikud on valmis ehitatud, kuid valingvihmade puhul kogu vesi kollektorisse ära ei mahu või tahetakse kollektorile liita uue piirkonna (valgala) sademevett. Sellisel juhul tuleb enne vee suunamist kollektorisse mahutada see viibekraavis, kust vesi hakkab ära voolama siis, kui kollektori hetke koormus hakkab langema. Viibekraavide töökorras hoidumiseks tuleb neid hooldada: sette eemaldamine, prahist puhastamine, ummistuste eemaldamine, haljastuse hooldamine. Meede aitab teoreetiliselt leevendada üleujutuse liike nr 1-4. Kuid kuna käesolev meede on mõeldud väikestele valgalaadele, siis selle mõju üleujutuse liikidele 1,2 ja 4 on väga väike. Seega võime väita, et meedet on mõtet kasutada üleujutuse liigi nr 3 (sademevee üleujutus tiheasustusaladel) leevendamiseks.



Foto 5. [Viibekraav \(NWRM\)](#)

Meetme plussid ja miinused

- + Meede vähendab suubla vooluhulka;
- + Tõstab kanaleid ümbritseva kinnisvara väärtus, sest selle õigil hooldamisel näevad need head välja;
- + Kanaleid ja kraave saab kasutada talvel lume mahutitena, mis vähendab lume transpordiks tehtavaid kulutusi;
- + Lumega kokku kogutava linna reostuse paigutamisel taimestikuga kaetud kraavi, hakkavad kevadel tärkavad taimed reostust tarbima. Seetõttu vähendame keskkonna reostumise ohtu ning vee puhastamise vajadust;
- + Vesi püsib linnapildis kauem, mistõttu suurem osa veest jõuab auruda ning vähem vett suunatakse suublasse;
- + Linnapildis suurendab õhu niiskust, mis teeb kuumadel suveilmadel linnas viibimise nauditavamaks.
- Sõltuvalt konstruktsioonist või istutatavatest taimedest olenevalt vajavad hea välimuse säilitamiseks pidevat hooldust;

- Linnaruumi rajamiseks on vaja palju ruumi;
- Immutus funktsioon töötab seni, kuni vett mahutav osa ja ümbritsev maapind on veeküllastunud, seejärel tuleb oodata pinnaseveetaseme alanemist;
- +/- Tavalise kraavi rajamine on odavam, kui sademeveetorustike rajamine. Samas, kui imbakraavi istutada erinevaid taimi, kujundada see linnapilti sobivaks ja seda pidevalt hooldada, võib see hoopis kallimaks osutuda;
- +/- Pakub lisa töökohti haljastusfirmadele.

Vajalikud eeltööd

Tiheasustusaladel tuleks sademeveesüsteemid lahendada koostöös planeerijate, maastikukujundajate ja inseneridega juba detailplaneeringute käigus. Planeeringule peab järgnema vastav ehitusprojekt.

Ehitusprojekt peab sisaldama alljärgnevat uuringuid:

- 1) Hüdroloogilised arvutused – valgala ja vooluhulkade määramine, mida soovitakse immutada või aeglustada;
- 2) Geoloogiline uuring – immutamise võimalikkuse analüüsiks;
- 3) Geodeetilise alusplaani koostamine on vajalik ehitise projekteerimiseks ja positsioneerimiseks;

Meetme maksumus

Ehitusaegne maksumus võib kõikuda suurtes vahemikes sõltuvalt mahutatava vee kogusest ja keskkonnatingimuste järgi valitud konstruktsioonist. Lihtsamatel juhtudel sisaldab hind kaevetöid ja hilisemaid haljastustöid, keerukamal juhul tuleb viibekraavile rajada ka drenifilter, voolutakistused ja ülevoolud. Peale valmimist tuleb viibekraave hooldada. Konstruktsioon sõltub veel piirkonna pinnasevee tasemest. Euroopa Komisjoni dokument toob välja, et erinevate allikate andmetel vastava meetme keskmine rajamise maksumus on 15-80 eurot m² kohta ning aastane hooldamine 0,5-4 eurot m² kohta.

Rohkem informatsiooni meetme rakendamise kohta saab [http://www.nwrm.eu/sites/default/files/nwrm_ressources/u4 - swales.pdf](http://www.nwrm.eu/sites/default/files/nwrm_ressources/u4_-_swales.pdf)

Alternatiivid

Filterkraavid ja haljasribad

2.6 Imbkraavid (2.a.7, infiltration trenches)

Üldkirjeldus

Imbkraavid on kivide või killustikuga täidetud kaevikud. Sadude ajal voolab vesi kividega täidetud kaevikusse, kust algab infiltreerumine pinnasesse. Kaeviku suurus rajatakse sõltuvalt mahutatavast vooluhulgast - mida rohkem vett tahame mahutada seda, suurem tuleb teha kaevik. Imbkraave on mõistlik rajada aladele, kus pinnaseveetase on sügaval. Imbkraavid ei

funktsioneerii siis kui maa on jääs, samuti ei funktsioneerii, kui maa on veega üleküllastunud. Sõltuvalt konstruktsioonist vajab rajatis rohkemal või vähemal määral hooldust. Konstruktsioon sobib hästi teede äärde kui ka igasuguste mänguväljakute ja muude avalike alade juurde, kus veega kaasa kantav osakeste arv on madal. Süsteem vajab pidevat hooldust. Kasutades seda aladel, kus vees on rohkelt tahkiseid, on oht imbkraavi ajutiselt vett mahutava osa ummistumiseks tahkistega, mistõttu tuleb kraavi sisu aegajalt vahetada. Meede aitab teoreetiliselt leevendada üleujutuse liike nr 1-4. Kuid kuna käesolev meede on mõeldud väikestele valgaladele, siis selle mõju üleujutuse liikidele 1,2 ja 4 on väike. Seega võime väita, et meedet on mõtet kasutada üleujutuse liigi nr 3 (sademevee üleujutus tiheasustusaladel) leevendamiseks.



Foto 6. Imbkraav (NWRM)

Meetme plussid ja miinused

- + Imbkraavidesse juhitakse vesi kohe selle maha sadamise kohas. Osa veest immutatakse. Veehulk, mis mööda kraavi suublasse voolab on väiksem, mis võimaldab projekteerida väiksemad ja odavamad kollektorid;
- + Talvel saab imbkraave kasutada linnapildis lumeladustamise aladena, mistõttu vähenevad kulutused lume linnast väljaveole;
- + Suviti toimivad imbkraavid maha sadanud vee puhastitena, kus kraavis elutsevad taimed ja bakterid kasutavad linna reostust elutegevuseks. Seetõttu väheneb linnast tuleneva sademevee puhastamiseks rajatud seadmete hooldamise vajaduse tihedus;

- Talviti, kui maa on jäätunud, siis imbkraavid ei funktsioneerid. Kevadise suurvee ajal, kui oleks enim vaja immutamist võivad imbkraavid veel endiselt jääs olla ning immutamine ei pruugi funktsioneerida;
- Märjal ja niiskel aastaajal on seda süsteemi kasutades keskkond veelgi niiskem ning liigne niiskus on pikaajalisem. Lisaks hakkavad levima erinevad veelembesed putukad (nt sääsed);
- Imbkraavide linnapilti rajamine nõuab üpriski palju ruumi;
- Funktsioneerib seni, kuni imbkraavi vett mahutav osa ja ümbritsev maapind on veeküllastunud;
- Sobib kasutamiseks kõrgematel aladel ning seal, kus maapind realselt vett vastu võtab. Kui pinnas vett vastu ei võta saab kraavi põhja dreeni panna, kust vesi kontrollitult suublasse voolab.

Vajalikud eeltööd

Tiheasustusaladel tuleks sademeveesüsteemid lahendada koostöös planeerijate, maastikukujundajate ja inseneridega juba detailplaneeringute käigus. Planeeringule peab järgnema vastav ehitusprojekt.

Ehitusprojekti koostamine, mis sisaldab alljärgnevat:

- 1) Hüdrooloogilised arvutused – valgala ja vooluhulkade määramine, mida soovitakse immutada või aeglustada;
- 2) Geoloogiline uuring – immutamise võimalikkuse analüüsiks;
- 3) Geodeetilise alusplaani koostamine on vajalik ehitise projekteerimiseks ja positsioneerimiseks;

Meetme maksumus

Maksumus sõltub mahutatava vee kogusest. Mida rohkem vett tuleb ajutiselt mahutada, seda suurem tuleb teha imbkraavi kivifilter. Maksumus sõltub asukoha tingimustest – kas immutamine on võimalik? Kui immutamine ei ole võimalik tuleb imbkraavile rajada dren.

Euroopa Komisjoni dokument toob välja, et erinevate allikate andmetel vastava meetme keskmine rajamise maksumus on 70-90 eurot m³ kohta ning aastane hooldamine 0,25-4 eurot m² kohta. Näiteks maksis Rootsis Kungsbackas 243 m³ imbkraavi rajamine kokku 19000 Eurot, mis teeb keskmiselt 78 eurot m² kohta. Rohkem informatsiooni meetme rakendamise kohta saab [http://www.nwrm.eu/sites/default/files/nwrm_ressources/u8 - infiltration trenches.pdf](http://www.nwrm.eu/sites/default/files/nwrm_ressources/u8_-_infiltration_trenches.pdf)

Alternatiivid

Kui eesmärk on vee ajutine mahutamine siis on alternatiiviks viibekraav. Kui eesmärgiks on vee kiire ärajuhtimine on alternatiiviks sademevee torustikud või tavalised kraavide süsteemid.

2.7 Imbväljakud (2.a.8, infiltration basins)

Üldkirjeldus

Imbväljakud on alad, kuhu kokku valgunud vesi juhitakse ära immutamise teel. Imbväljaku põhimõte on nagu ka imbakraavidel ja imbkaevul. Rajatakse konstruktsioon, mis mahutab vajalikul hulgal vett, millest vesi hakkab aegamööda pinnasesse imbuma. Immutamine funktsioneerib seni kuni maa on veega küllastunud. Seejärel tuleb oodata pinnaseveetaseme alanemist. Meetme kasutamise eelduseks on sügaval olev pinnaseveetase. Imbväljakute konstruktsioon tuleb rajada selliselt, et nende konstruktsioon ei jäätuks läbi, vastasel juhul ei saa neid talviti kasutada. Eksisteerima peab olukord, kus pinnaseveetase on aastaringselt imbväljaku konstruktsiooni madalaimast kohast sügavamal kui 1,2 m. Kui pinnaseveetase on kõrgemal kui 1,2 m tuleb imbväljaku konstruktsioon tõsta pool- või täismuldmesse. Imbväljakute suurus sõltub immutatava vee mahust. Olenevalt asukoha tingimustest võib võimalik olla immutamise ja väljavoolu koos kasutamine. Imbväljakute rajamistingimused tulenevad standarditest. Imbväljakutesse koguneb veega kaasas kantav reostus ja sete, mistõttu tuleb seda aegajalt puhastada ja korrastada. Õige dimensioneerimise korral toimub konstruktsioonis ka vee puhastumine. Meede aitab teoreetiliselt leevendada üleujutuse liike nr 1-4. Kuid kuna käesolev meede on mõeldud väikestele valgaladele, siis selle mõju üleujutuse liikidele 1,2 ja 4 on väike. Seega võime väita, et meetet on mõtet kasutada üleujutuse liigi nr 3 (sademevee üleujutus tiheasustusaladel) leevendamiseks.

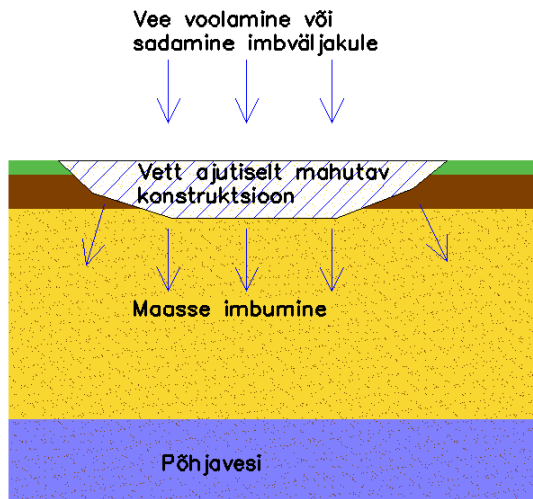


Foto 7.1. [Imbväljak \(NWRM\)](#)

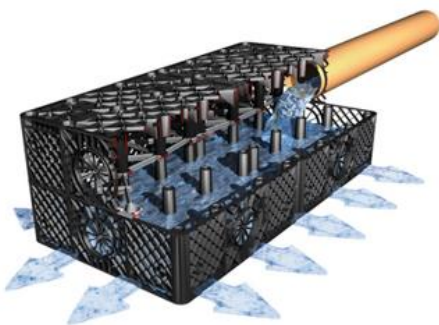


Foto 7.2. Sademevee immutusblokk ([Puhastid.ee](#))

Meetme plussid ja miinused

- + vähendab üleujutuste riski;
- + mahutab ja aeglustab äravoolu;
- +/- tõstab pinnasevee taset, täiendab pinnasevee varusid;

+ kogub kokku sette ja reostusained;

- vajab aegajalt hooldust sõltuvalt piirkonna heakorrast ja sademevee reostatusest.

Vajalikud eeltööd

Tiheasustusaladel tuleks sademeveesüsteemid lahendada koostöös planeerijate, maastikukujundajate ja inseneridega juba detailplaneeringute käigus. Planeeringule peab järgnema vastav ehitusprojekt.

Ehitusprojekti koostamine, mis sisaldab alljärgnevat:

- 1) Hüdroloogilised arvutused – valgala ja vooluhulkade määramine, mida soovitakse immutada või aeglustada;
- 2) Geoloogiline uuring – immutamise võimalikkuse analüüsiks;
- 3) Geodeetilise alusplaani koostamine on vajalik ehitise projekteerimiseks ja positsioneerimiseks;

Meetme maksumus

Maksumus sõltub mahutatava vee hulgast ning imbväljaku "skeleti" materjali valikust – kas imbväljaku mahutav osa rajatakse killustikust või kasutatakse selleks spetsiaalseid sademevee immutusblokke (Foto 7.2) Euroopa Komisjoni dokument toob välja, et erinevate allikate andmetel vastava meetme keskmine rajamise maksumus on 15-90 eurot m³ kohta ning aastane hooldamine 0,1-5,5 eurot m² kohta.

Rohkem informatsiooni meetme rakendamise kohta saab http://www.nwrm.eu/sites/default/files/nwrm_ressources/u12_infiltration_basins.pdf

Alternatiivid

Imbväljaku asemel võib kasutada puhverala, mis on kujundatud näiteks jalgpalli staadioniks või mänguväljakuks, mis suurte sadude korral mahutavad ajutiselt vett.

2.8 Puhveralad (2.a.9, detention basins)

Üldkirjeldus

Tegevuse eesmärk on luua või kasutada ära olemasolev süvend, kus liigne vesi ajutiselt mahutatakse. Puhveralad on süvendid või madalamad alad, kuhu liigne vesi kokku juhitakse. Puhveraladelt juhitakse kogunenud vesi ära kontrollitud äravoolu kaudu vastavalt suubla parameetritele. Puhveraladelt üldiselt vett ei immutata, kuid teatud tingimustel on võimalik ka immutamise ja äravoolu kombineerimine. Peale vooluhulkade reguleerimise võib puhveraladid kasutada ka setete ja pinnareostuse kokku kogumiseks. Sõltuvalt eesmärkidest on võimalik see katta taimestikuga, mis võimaldab vett osaliselt puhastada. Sadude välisel ajal võib ala olla kujundatud inimkeskkonna osa näiteks laste mänguväljak. Suuremate sadude korral koguneb sinna aga vesi, mis teatud aja jooksul sealt suublasse ära valgub. Puhveraladid tuleb aegajalt peale suuri sadusid korrastada eemaldades sinna kogunenud setted, muu reostus ning hooldada alale jäänud rajatised ja/või haljastus. Meede aitab teoreetiliselt leevendada üleujutuse liike nr

1-4. Kuid kuna käesolev meede on mõeldud väikestele valgaladele, siis selle mõju üleujutuse liikidele 1,2 ja 4 on väike. Seega võime väita, et meedet on mõtet kasutada üleujutuse liigi nr 3 (sademevee üleujutus tiheasustusaladel) leevendamiseks.



Foto 8. [Puhveralad \(NWRM\)](#)

Meetme plussid ja miinused

- + Vähendab üleujutuste riski aidates kontrollida tippvooluhulki;
- + Mahutab ja aeglustab äravoolu;
- + Kogub kokku sette ja reostusained;
- + Kujundusliku elemendina lisab rekreatiivset väärtust;
- + Talvisel ajal saab kasutada lume ladustus alana;
- Vajab aegajalt hooldust sõltuvalt piirkonna heakorrast ja sademevee reostatusest.

Vajalikud eeltööd

Tiheasustusaladel tuleks sademeveesüsteemid lahendada koostöös planeerijate, maastikukujundajate ja inseneridega juba detailplaneeringute käigus. Planeeringule peab järgnema vastav ehitusprojekt.

Ehitusprojekt peab sisaldama alljärgnevat:

- 1) Hüdroloogilised arvutused – valgala ja vooluhulkade määramine, mida soovitakse immutada või aeglustada;
- 2) Geoloogiline uuring – immutamise võimalikkuse analüüsiks;
- 3) Geodeetilise alusplaani koostamine on vajalik ehitise projekteerimiseks ja positsioneerimiseks;

Meetme maksumus

Sõltub suuresti sellest, kas on võimalik ära kasutada looduslikku lohku või tuleb see ise kaevata ja kujundada. Rajades see ühe osana avalikult kasutatava atraktsioonina näiteks jalgpalli

mänguväljakuna võib hakkama saada ainult väljaku rajamise maksumusega, sest jalgpalli staadioni näite puhul on sellel tõenäoliselt piisavalt hea drenaaži võrgustik, et veetaset kiiresti langetada. Euroopa Komisjoni dokument toob välja, et erinevate allikate andmetel vastava meetme keskmine rajamise maksumus on 10-110 eurot m³ kohta ning aastane hooldamine 0,5-5 eurot m² kohta.

Rohkem informatsiooni meetme rakendamise kohta saab [http://www.nwrm.eu/sites/default/files/nwrm_ressources/u10 - detention basins.pdf](http://www.nwrm.eu/sites/default/files/nwrm_ressources/u10_-_detention_basins.pdf)

Alternatiivid

Alternatiivina võib kasutada imbväljakut või viibetiiki.

2.9 Viibetiigid (2.a.10, retention ponds)

Üldkirjeldus

Viibetiigid on suure akumuleeriva mahuga veekogud. Viibetiikidel on kaks eesmärki: mahutada ajutiselt liigvett ja koguda voolus kaasas kantavaid setteid ja reostust. Viibetiike kasutatakse vahepuhvrina enne looduslikku veekokku vee juhtimist. Kasutamise eesmärk on reguleerida viibetiigi suublaks oleva veekogu vooluhulka ning säästa seda reostamisest ja täis settimisest. Viibetiigi suurus ja kuju valitakse vastavalt eesmärgile - kui palju on vaja akumuleerivat mahtu või/ja kui palju setet peab tiik mahutama. Sõltuvalt situatsioonist ja vee puhtusest võib saada vajalikuks selle ümbritsemine aiaga. Viibetiigid rajatakse sõltuvalt vajadusest kas valgala algusesse, kus on palju vett läbi laskmatut pinda või vahetult enne vete suubumist looduslikesse veekogudesse. Viibetiikideks võib kujundada ka vanu karjääre, millega saavutame piirkonnale iseloomuliku põhjaveetaseme taastumise. Viibetiikidena ei soovitata kasutada olemasolevaid looduslikke veekogusid, sest kannatada võib selle vee kvaliteet. Viibetiik võib olla SUDS süsteemide viimane lüli vahetult looduslikku veekokku voolamist, kuhu näiteks viibekraavidest ja muudest süsteemidest vesi kokku voolab. Meede aitab teoreetiliselt leevendada üleujutuse liike nr 1-4. Meetme mõju üleujutuse liikidele 1,2 ja 4 sõltub viibetiigi rajatavast suurusest. Mida rohkem on viibetiigil akumuleerivat mahtu seda suurem mõju üleujutuste vähendamisele on. Tõenäoliselt jääb meede suuremate veekogude üleujutuste vähendamiseks väheseks. Seega võime väita, et meedet on mõtet kasutada üleujutuse liigi nr 3 (sademevee üleujutus tiheasustusaladel) leevendamiseks.



Foto 9.
[Viibetiikide rajamine \(NWRM\)](#)

Meetme plussid ja miinused

- + Vähendab üleujutuste riski aidates kontrollida tippvooluhulki;
- + Mahutab ja aeglustab äravoolu;
- + Kogub kokku sette ja reostusained;
- + Kujundusliku elemendina lisab rekreatiivset väärtust;
- Vajab aegajalt hooldust sõltuvalt piirkonna heakorrast ja sademevee reostatusest.

Vajalikud eeltööd

Tiheasustusaladel tuleks sademeveesüsteemid lahendada koostöös planeerijate, maastikukujundajate ja inseneridega juba detailplaneeringute käigus. Planeeringule peab järgnema vastav ehitusprojekt. Töösse tuleks kaasata ka keskkonnaspetsialistid, kes aitaksid hinnata selle mõju keskkonnale.

Ehitusprojekt peaks sisaldama alljärgnevat eeluuringuid:

- 1) Hüdroloogilised arvutused – valgala ja vooluhulkade määramine, mida soovitakse immutada või aeglustada;
- 2) Geoloogiline uuring – immutamise võimalikkuse analüüsiks;
- 3) Geodeetilise alusplaani koostamine on vajalik ehitise projekteerimiseks ja positsioneerimiseks;

Meetme maksumus

Viibetiigi maksumus sõltub selle suuruselt, ehk väljakaeve mahust ning tiigi nõlvade kindlustuse vajadusest. Sõltuvalt suuruselt võime tiigi kaevetööde maksumuseks arvestada 5-30 €/m³ (lisandub nõlvakindlustamise maksumus vastavalt olukorrale). Võimalusel kujundada viibetiigiks juba looduses olemasolev madalam ala.

2.10 Olemasolevate veekogude akumuleeriva mahu suurendamine (6.a.2)

Akumul eeriv maht on veekogus maksimaalse- ja normaalveetaseme vahele jääv vee maht. See on see lisa veemaht, mida veekogu või selle äärne ala on võimeline ajutiselt mahutama. Akumul eeriva mahu suurendamine tähendab veekogudele suurema veetaseme kõikumise lubamist, veekogude laiemaks kaevamist ja/või veekogu äärsete alade üle ujutamist. Sellisteks tegevusteks on: vooluveekogu lammi alade taastamine, jõe sootide taastamine, veekogudele kaitsetammide ja paisude rajamine või jõgede korrastamine. Akumul eeriva mahu suurendamine aitab leevendada üleujutuste liike 1-7 (vt lk 3-4). Meede aitab leevendada järgnevate üleujutuse liikide mõju 1, 2, 4, 6 ja 7. Merekallastel meetme põhimõtete kasutamine aitab üleujutuse liigi nr 8 vastu, kuid sellisel juhul ei ole õige rääkida akumul eeriva mahu suurendamisest. Meetme mõju sõltub selle rakenduse ulatusest – kui palju akumul eerivat mahtu suurendatakse.



Foto 10. [Jõgede korrastamine](#)
(Foto autor: Marko Kohv tehtud Eesti Loodushoiu Keskuse tellimusel)

2.10.1 Jõe sootide taastamine (2.d.1, re-meandering/ reconnection of oxbow lakes and similar features)

Üldkirjeldus

Jõesoot on jõe erodeerumise ja settimise tulemusel tekkinud vana jõesäng, kust jõgi enam läbi ei voola. Soodid tekivad jõe loogete kujunemise käigus. Jõe looked ajas suurenevad, sest jõe voolukiirus on suurem loogete väliskurvides, mis tekitab seal pinnase ärakannet. Soot tekib siis, kui erosiooni tulemusel uuristab jõgi endale lookest (ehk meandrist) läbi otsetee. Kuna uus kujunenud säng on enamasti suurema languga ja kiirevoolulisem hakkab enamasti jõe veest läbi uue sängi voolama, vana looge settib kinni ning tekib soot. Sootide taastamine tähendab jõe loogete taasavamist ning otseteede sulgemist, mille eesmärgiks on vooluhulkade suublasse jõudmise aeglustamine ning akumulatsioonimahu suurendamine. Selle tulemusel on suublasse suurveeajal jõudvad vooluhulgad väiksemad, kuid pikaajalisemad (suubla võimalikud üleujutused vähenevad). Sootide taasavamine tekitab lisa üleujutusi soodiga piirnevatel ning ülesvoolu jäävatel aladel, sest sealne keskkond on harjunud madalama vee tasemega. Seetõttu tuleb tegevus piirkonda jäävate huvigruppidega kooskõlastada. Tegevuse teiseks eesmärgiks võib olla jõeelustikule ummuksisse jäänud soodi taasavamine, mis teatud liikidele tähendab lisa elupaiku. Meede aitab teoreetiliselt leevendada üleujutuse liike nr 1, 2, 4, 6. Meetme mõju sõltub konkreetse soodi suurusest, ehk kui palju uut akumulatsioonimahu tekitab.

Foto 11.1. [Sootide taastamine - Enne \(NWRM\)](#)

Foto 11.2. [Sootide taastamine - Pärast \(NWRM\)](#)



Meetme plussid ja miinused

- + Jõe elustikule avatakse vana jõesäng, mis tekitab vee elustikule lisa elukohti;
- +/- Aeglustab jõe voolukiirust ja suurendab settimist, mis vähendab üleujutuste riski suudmeveekogule, kuid suurendab üleujutuste riski soodist ülesvoolu jäävatel aladel;
- + Suurendab jõe akumulatsioonivõimet.

Vajalikud eeltööd

Töösse tuleks kaasata nii keskkonnaspetsialistid, kes aitaksid hinnata meetme mõju keskkonnale kui ka vesiehitisi projekteerivad insenerid, kes koostavad ehitusprojekti meetme täideviimiseks.

Ehitusprojekt peaks sisaldama alljärgnevat eeluuringuid:

- 1) Hüdroloogilised arvutused – valgala ja vooluhulkade määramine, mida soovitakse immutada või aeglustada;
- 2) Geoloogiline uuring – hüdrotehniliste ehitiste rajamise korral;
- 3) Geodeetilise alusplaani koostamine on vajalik ehitise projekteerimiseks ja positsioneerimiseks;

Meetme maksumus

Maksumus sõltub eelkõige soodi avamiseks tehtavast kaevetööde ja raietööde mahust. Töö on kallim, kui tuleb rajada ehitusmasinatele tee avatava soodi juurde. Puhas kaevetööde maht jääb vahemikku 5-30 €/m³, millele lisandub sõltuvalt keskkonnast kõik muu.

Alternatiivid

Alternatiiv puudub

2.10.2 Kaitsetammide rajamine (6.a.3), ajutiste veetõkkeseinte paigaldamine

Üldkirjeldus

Kaitsetammide rajamisel on kaks eesmärki: suurendatakse veekogude akumulatsioonivõimet ning kaitstakse objekte veetaseme tõusust tingitud kahjustuste vältimiseks. Kaitsetamme võib

ehitada ka üksikobjektide kaitseks. Kaitsetammide süsteemid on ehitiste kompleksid, mida kasutatakse ohtu ennetava meetmena. Nende suurus, massiivsus ja maksumus sõltub üleujutusala tõenäosuslikust veetasemest, mida kaitsetamm tõrjuma peab. Sõltuvalt piirkonnast võivad kaitsetammide süsteemi kuuluda väga erinevad ehitised (nt pumplad ja regulaatorid). Statsionaarsed kaitsetamid on kujutatud fotodel 12.1, 12.2, 12.5 ja 12.6.

Ajutisi veetõkke seinu kasutatakse üleujutuste vältimiseks enamasti tiheasustusaladel, seal kus ei ole ruumi pinnasest kaitsetammidele. Kui ennustatakse üleujutust ja vesi hakkab tõusma paigaldatakse veekogu äärde kaitseseinad, millest ühel pool veetase võib edasi tõusta, kuid teisel pool seina saab elutegevus jätkuda.

Ajutiste veetõrjeseinte kasutamine eeldab seinte asukohtade planeerimist, projekteerimist ja seinte vundamentide valmis ehitamist, millele hiljem seinad paigaldatakse. Planeeringutega tuleb tagada sellele asukohale vaba läbipääs ning vältida igasugune alale ehitamine. Peab omama tehnilist tuge ja vahendeid, et ajutised seinad kiiresti paigaldatud saaks. Ajutised seinad peavad olema varasemalt valmis, neid peab kuskil ladustama. Meeskond, kes seinu paigaldama hakkab tuleb eelnevalt koolitada ja nad peavad igal hetkel valmis olema võimalikule üleujutusele kiiresti reageerima. Eelhoiatussüsteemi olemasolu, et tagada õigeaegne käsk paigaldusmeeskonnale seinte paigaldamiseks.

Ajutisi kaitseseinu võib kasutada vooluveekogude ääres kaitsmaks tervet asustuspiirkonda. Samas võib kaitsta sellega ka ainult üksikehitisi, paigaldades seinad ümber konkreetse hoone või objekti. Ehitades hoone konstruktsioonid kohe vettpeidavateks siis üleujutustest tulenevate kahjustuste vältimiseks võib piisata vaid hoone uste ja muude avade ette paigaldatavatest ajutistest veetõkke seintest. Fotodel 12.3 ja 12.4 kujutatakse ajutiste veetõkkeseinte paigaldamist Prahas, kus 2002 a suvel olid laiaulatuslikud üleujutused Vltava jõe ümbruses, mis oli tingitud Kesk-Euroopa tugevatest vihmasadudest. Loe täpsemalt toimunud üleujutuste kohta: <http://floodlist.com/europe> ja <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/european-past-floods>

Kaitsetamme tuleks rajada sellistesse riskipiirkondadesse, kus veetase tõuseb oluliselt nt Tartus Emajõe ümbrusesse või Pärnu ja Haapsalu rannikule.

Nii kaitsetamid, kui ka ajutised veetõkkeseinad aitavad teoreetiliselt leevendada üleujutuse liike nr 1, 2, 6, 7 ja 8. Äkktulvade puhul võib ajutiste kaitseseinte paigaldamine jääda aeglaseks. Nende kasutamine nimetatud üleujutuste puhul tuleb sõltuvalt piirkonna võimalustest läbi kaaluda.

Kaitsetamme ja ajutisi filtratsiooniseinu saab rajada ka üksikobjektide kaitseks (6.a.4). vt fotosid 12.2 ja 12.5.



Foto 12.1. Kaitsetamm Põhja Saksamaal



Foto 12.2. Sulundseinana rajatud veetõkkesein üksikobjekti kaitseks (Foto: Google)



Foto 12.5. Kaitsetamm üksikobjekti kaitseks (Foto: Google)



Foto 12.6. Purunenud kaitsetamm (Foto: Google)

Meetme plussid ja miinused

Kaitsetammid

+ Massiivsetele kaitsetammidele võib kujundada parke, puhkealasid või promenaade ning planeerida muid väikeehitisi;

- Meetme miinusteks võib nimetada varasema "miljonivaate" kadumist, mis nüüd varjatakse kaitsetammiga (sõltub kõrgusest);
- Sõltuvalt konstruktsioonist kallis.



Foto 12.4. Ajutine veetõkke sein Prahlas (Foto: Google)



Foto 12.3. Ajutise veetõkke sein paigaldamine Prahlas (Foto: Google)

Meetme plussid ja miinused

Ajutised veetõkke seinad

- + Ei võta niipalju ruumi kui kaitsetammid
- Vajalik eelhoiatus süsteem;
- Vajalik paigaldusmeeskonna olemasolu;
- Sõltuvalt konstruktsioonist kallis.

Vajalikud eeltööd

Töösse tuleks juba planeerimise käigus kaasata vesiehitiste projekteerijad. Peale planeerimist tuleb koostada ehitusprojekt. Ehitusprojekt peaks sisaldama alljärgnevaid eeluuringuid:

- 1) Hüdroloogilised arvutused – siseveekogude puhul;
- 2) Rannikumere veetaseme analüüs, sh arvestada lainete mõju – merelt tuleneva üleujutuse puhul;
- 3) Geoloogiline uuring – hüdrotehniliste ehitustingimuste selgitamiseks;
- 4) Geodeetilise alusplaani koostamine on vajalik ehitise projekteerimiseks ja positsioneerimiseks.

Meetme maksumus

Kaitsetammide maksumus sõltub suuresti nende massiivsusest, mis on sõltuvuses tõenäosuslikust veetasemest ja paisu rajamise materjalist – mida paremini pinnas vett läbi laseb seda massiivsem tuleb teha tammi muldkeha. Tammi mõõtmete vähendamiseks on võimalik muldkeha konstruktsioonis kasutada erinevaid filtratsioonitõkke süsteeme. Konkreetne konstruktsiooni valik sõltub konkreetsetest asukoha tingimustest – näiteks kas piirkonnas on piisavalt ruumi ehitamiseks kaitsetammi tervenisti pinnasest, või tuleb ruumi kokkuhoiuks kasutada filtratsioonitõkkeid, mis lubab selle muldkeha mõõtmeid vähendada, kuid mille ehitamise maksumus võib olla suurem. Transpordi kulude vähendamiseks on soovitatav kaitsetammid rajada kohapealt kättesaadavast materjalist. Alljärgnevalt näide Tartu linnas paikneva Emajõe kaitsetammi kohta tänapäevaste hindadega. Kaitsetamm on pealt umbes 4 m lai ning sõltuvalt asukohast on see keskmiselt üks meeter kõrge. Arvestades tammi nõlvuseks 1:1 saame umbkaudse pinnase mahu 100 m pika tammi kohta 500 m³. Sellise ehitise maksumus sisaldab pinnase kohale vedu, tammi kujundamist ja tihendamist, mille maksumus 100 m pikkuse kaitsetammi puhul maksab suurusjärgus 30000 €. Kaitsetammide maksumuse kohta Ameerika näidetel, loe lisaks: http://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1609-20490-5083/fema_551.pdf

Kaks meetrit kõrge **ajutise veetõkkeseina** materjali maksumus on umbes 2000 €/jm. Sellele lisanduvad projekteerimis- ja ehituskulud, vundamendi maksumus, kokkupaneku maksumus ja teenindava personali koolitus. Kaks meetrit kõrge sein komplekshinnaks võib arvestada 4000-8000 €/jm millele lisandub käibemaks. Arvestades üleujutuste prognoosi aastal 2100 ideaalse tormi korral Pärnus, ennustatakse veetaseme tõusu ca 4 m, st et 2 m kõrgune sein jääb sinna madalaks. Suurema surve tõttu tuleb sein kõrgemaks ehitada ja ka maa-alune filtratsiooni tõke sügavamale rajada, mis võib hinda tõsta veel poole võrra. Loe lisaks Ühendkuningriigis tehtud uuringu „Temporary and Demountable Flood Protection Guide“ näitel erinevate ajutiste veetõkkeseinade paigaldamise maksumuse kohta siit: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/290837/scho0711buak-e-e.pdf

Alternatiivid

Alternatiiviks on üleujutusala ehitamise vältimine või kui see on juba tehtud siis ehitiste lammutamine, mis tihtipeale on odavam, kui kaitsetammide rajamine. Üleujutuste korral, kus veetase ujutataval alal on kuni 1m on võimalik kasutada ka liivakotte. Loe lisaks alatiste kaitsetammide ja ajutiste üleujutuse tõkete kohta: <http://challengeforsustainability.org/resiliency-toolkit/temporary-flood-barrier/>

3.Lõppsõna

Meetmete planeerimisel ja valimisel on oluline teostada vajalikud uuringud ja eeltöö, et rakendatav meede oleks võimalikult efektiivne ning keskkonnale ohutu. Uuringutest selguvad mitmed keskkonnatingimused (nt vooluhulgad, geoloogilised tingimused valgala reostatuse analüüs), mille alusel saab valida meetmete ja konkreetsete projekt lahenduste vahel. Arvestada tuleks kindlasti prognoositud kliimamuutustest tulenevate muudatustega, mis kergitavad ka Läänemere taset ning muudavad sademete hulga suuremaks.

Riski piirkondades asuvad KOVid peaksid lähtuvalt kohalikest prioriteetidest mõtlema, milliseid objekte soovitakse üleujutuse eest kaitsta, milleks peaksid ennekõike olema elutähtsaid teenuseid pakkuvad asutused (näiteks reoveepuhastid, haiglad jne). Seejärel tuleb konsulteerida eriala spetsialistiga, kes teeb lähtuvalt konkreetsest asukohast ettepaneku lisa uuringuteks ja projektiks, meetmete rakendamisest tulenevate kulude ja tulude hindamiseks.

Muutuva kliima ja sademete suurenemise valguses tuleks analüüsida olemasolevaid sademevee ärajuhtimise standardeid ja viia need vastama tuleviku prognoosidega. Riiklikul tasemel tuleks mõelda veel säästlike sademeveesüsteemide kasutamise standardiseerimise peale. Tuleks mõelda kas odavam on valminud sademeveesüsteeme ümber ehitama hakata või rajada neile juurde säästlikud sademeveesüsteemid vee ajutiseks mahutamiseks. Lähtuvalt reostuskoormusest tuleks uurida ja paika panna normid, millistes tingimustes võime säästlike sademevee süsteemidesse juhivat vett immutada ning millal mitte. Suure reostuskoormusega alade puhul tuleb arvestada, et vee otsene immutamine võib reostada põhjavett, seetõttu tuleb arvestada vee puhastamise vajadusega. Reoained, mida loodus oma elutegevusega lagundada ei suuda tuleb kokku koguda. Arvestada tuleb jäätmeseaduse nõuetega.

Kasutatud kirjandus:

- A.Roose. Kliimamuutustega kohanemine Eestis – valmis vääramatuks jõuks? Tartu 2015.
- A. Rosentau, E. Karro, M. Muru. 2015. Kliimamuutuste üleujutusriskid Eesti rannikualadel. Kliimamuutustega kohanemine Eestis – valmis vääramatuks jõuks? lk 86-98
- Challenge for Sustainability. 2016. Flood/Sea level rise. <http://challengeforsustainability.org/resiliency-toolkit/temporary-flood-barrier/>
- E.Nilsson , A.Stigsson 2012. Pollutant Removal Efficiencies and Flow Detention of Infiltration Trenches An investigation of an Infiltration Trench in Kungsbacka <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/167229.pdf>. CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
- Defra. 2011. Temporary and Demountable Flood Protection Guide. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/290837/scho0711buak-e-e.pdf
- Euroopa Keskkonnaagentuur. 2016. Euroopas toimunud üleujutused. <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/european-past-floods>
- FEMA. 2007. Selecting Appropriate Mitigation Measures for Floodprone Structures. http://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1609-20490-5083/fema_551.pdf
- Floodlist. 2016. Euroopa üleujutused. <http://floodlist.com/europe>
- Inseneribüroo Urmas Nugin OÜ. 2015-2016. <http://www.ibun.ee/tegevusvaldkonnad/sisevetevsiehitised/sademeveesusteemid/>
- Inseneribüroo Urmas Nugin OÜ. 2015-2016. <http://www.ibun.ee/traditsioonilised-sademeveesusteemid-versus-suds-susteemid/>
- Inseneribüroo Urmas Nugin OÜ. 2016. <http://www.ibun.ee/laeva-joe-taastamisest-ja-uleujutusohuga-seotud-riskide-maandamiskava/>
- Keskkonnaministeerium. 2011. Üleujutusohuga seotud riskide esialgne hinnang. <http://www.envir.ee/et/uleujutusohuga-seotud-riskide-esialgne-hinnang>
- Keskkonnaministeerium. 2013. Üleujutusohukaardid ja üleujutusohuag seotud riskipiirkonna kaardid. <http://www.envir.ee/et/uleujutusohupiirkonna-ja-uleujutusohuga-seotud-riskipiirkonna-kaardid>
- Keskkonnaministeerium. 2016. Üleujutusohuga seotud riskide maandamiskavad. <http://www.envir.ee/et/uleujutused>
- Keskkonnaministeerium. 2016. Üleujutusohuga seotud riskide maandamiskavade juurde kuuluv meetmete koondtabel. <http://www.envir.ee/et/uleujutused>
- M. Sepp. 2015. Kliimamuutustega kohanemise klimatoloogilised aspektid. Kliimamuutustega kohanemine Eestis – valmis vääramatuks jõuks? lk 20-37
- Natural Water Retention Measures. 2013-2015. <http://www.nwrm.eu/>
- Puhastid OÜ. <http://www.puhastid.ee/imbsusteemid/>