

LOODUSLÄHEDASED SADEMEVEESÜSTEEMID:

# Eesti kliimasse sobivate säästvate sademeveelahenduste **KÄSIRAAMAT**



UrbanStorm

Käsiraamat on valminud projekti „**Jätkusuutlike ja kliimamuutustele vastupidavate linnaliste sademeveesüsteemide arendamine omavalitsustes – LIFE UrbanStorm**“ käigus Euroopa Liidu LIFE+ programmi ja Eesti Keskkonnainvesteeringute Keskuse rahalisel toel 2022. aastal.

Projekti eesmärk oli vähendada Eesti linnade ja linnaliste piirkondade **haavatavust kliimamuutuste mõjule ning suurendada omavalitsuste suutlikkust leevendada paduvihmadest tingitud üleujutusi**. Projekti viisid ellu Viimsi vald (juhtpartner), MTÜ Balti Keskkonnafoorum, Eesti Maaülikool ning Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalamet.

Koostajad:

**Gen Mandre** (Eesti Maaülikool)  
**Valdo Kuusemets** (Eesti Maaülikool)  
**Merle Kuris** (Balti Keskkonnafoorum)

Toimetaja:

**Alar Mik** (Viimsi Vallavalitsus)

Joonised:

**Gen Mandre** (Eesti Maaülikool)

Keeletoimetaja:

**Kaja Randam**

Kujundus:

**Disainiosakond**

Kaane fotod:

**Gen Mandre**

Käsiraamatu sisu väljendab üksnes autorite, mitte Euroopa Komisjoni seisukohti.

Lisateave projekti LIFE UrbanStorm ja looduslähedaste sademeveesüsteemide kohta: [urbanstorm.viimsivald.ee](http://urbanstorm.viimsivald.ee)

**ISBN 978-9916-719-00-8**

# SISUKORD

Mõisted ja lühendid	5
Sissejuhatus	7
1. Sademeveega seotud probleemid linnalistes piirkondades ja nende põhjused	9
2. Sademeveekäitluse õiguslik raamistik, suunised ja nende rakendamine Eestis	11
2.1 Sademevee tasustamine	16
3. Looduslähedased sademeveesüsteemid ja nende rakendamine	17
3.1 Valgala printsiip	19
3.2 Sademevee käitlusahel	20
3.3 SUDSi kujunduskriteeriumid	23
3.4 Sobiliku lahenduse valimine	24
3.4.1 Äravoolava vee koguse ja voolukiiruse reguleerimise kavandamine	25
3.4.2 Äravoolava vee kvaliteedi tagamise kavandamine	27
3.4.3 Planeerimine meeldiva elukeskkonna loomiseks	29
3.4.4 Elurikkust toetava elukeskkonna kavandamine	34
3.5 SUDSi rakendamine	37
3.5.1 SUDSi kavandamine ja eelprojekti koostamine	38
3.5.2 Sademevee vooluhulkade arvutamine	42
3.5.3 Põhilahenduse projekti koostamine	43
3.6 SUDS erakruntidel	43
3.7 SUDS tänavaruumis	46

<b>4. Eesti tingimustesse sobivad looduslähedased sademeveelahendused</b>	<b>55</b>
<b>4.1 Sademevee esmase käitlemise lahendused tekkeallika juures</b>	<b>55</b>
4.1.1 Rohekatus	57
4.1.2 Rohesein	69
4.1.3 Sademevee kogumine ja kasutamine	75
<b>4.2 Väiksemad keskjooksule sobivad viibeaega ja immutust suurendavad looduslähedased sademeveelahendused</b>	<b>81</b>
4.2.1 Kasvukast	83
4.2.2 Imbkaev	87
4.2.3 Vett läbilaskev katend	93
4.2.4 Täidisdreen	105
4.2.5 Puhverriba	111
4.2.6 Imbkraav	117
4.2.7 Nõva	123
4.2.8 Vihmapeenar	135
<b>4.3 Suuremad sademevett puhverdavad ja saastest puhastavad looduslähedased sademeveelahendused</b>	<b>147</b>
4.3.1 Imbväljak	149
4.3.2 Viibetiik	157
4.3.3 Tiik	165
4.3.4 Tehismärgala	175
<b>4.4 Sademevee käitlemise tavalahendused</b>	<b>187</b>
4.4.1 Liivafilter	187
4.4.2 Liiva-, muda- ja õlipüüdur	191
4.4.3 Sademeveetorustik	193
<b>Lisad</b>	<b>195</b>
<b>Kasutatud kirjandus</b>	<b>217</b>

# Mõisted ja lühendid

**Bioloogiline mitmekesisus ehk elurikkus** – erinevate elusorganismide rohkus maismaa- ja veeökosüsteemides ning neid hõlmavates ökoloogilistes kompleksides; see sisaldab ka liigisest, liikidevahelist ja ökosüsteemidevahelist mitmekesisust. Elurikkuse komponendid on ökosüsteemid, elupaigad/kasvukohad, liigid ja isendid (genotüübid).

**Elukeskkonna meeldivus** (ingl *amenity*) – omadus, mis viitab elukeskkonna suuremale esteetilisusele, atraktiivsusele või väärtusele, eriti kinnisvara või geograafilise asukoha korral (CIRIA 2007 järgi).

**LID** (ingl *Low Impact Development*) – vähese keskkonnamõjuga arendussüsteemid ja tavad, kus sademevett käideldes kasutatakse või jäljendatakse looduslikke protsesse, mille tulemuseks on sademevee imbumine, aurumine või kasutamine, et kaitsta vee kvaliteeti ja sellega seotud elupaiku. Mõistet kasutatakse peamiselt USAs.

**Looduslähedane sademeveesüsteem** – (ingl *Sustainable Urban Drainage System, SUDS*) – sademevee käitlemise meetodid ja tehnikad, mis jäljendavad sademevee ärajuhtimisel looduslike ökosüsteeme. Nende põhiline eesmärk on sademevesi kokku koguda, aeglustada selle voolukiirust, võimaldada veel maksimaalselt pinnasesse imbuda ja auruda, samal ajal puhastades seda saastest. Sagedamini kasutatavad lahendused on näiteks rohekatus, vihmapeenar, tehismärgala, viibe- ja puhverrajatised. Sünonüümid: looduspõhised/säästvad/säästlikud sademeveesüsteemid/sademeveelahendused. Sarnased ingliskeelsed mõisted: *Low Impact Development* ehk LID ja *Blue-Green Systems*.

**Looduslähedased ehk looduspõhised lahendused** (ingl *Nature-Based Solutions/Systems, NBS*) – looduslike süsteemide ja protsesside kasutamine ühiskonna- ja keskkonnaprobleemide lahendamiseks. Seda mõistet kasutatakse ka looduslähedaste sademeveesüsteemide (SUDS) kirjeldamiseks.

**Roheline infrastruktuur ehk rohetaristu** – looduslike ja poollooduslike alade ja muude keskkonnaelementide strateegiliselt kavandatud, ruumiliselt, funktsionaalselt ja ökoloogiliselt sidus ning erinevatel hierarhilistel tasanditel koos toimiv võrgustik, mis on loodud ja mida hallatakse selleks, et pakkuda mitmesuguseid ökosüsteemiteenuseid. Rohetaristu osa on ka ökosüsteemide elustikku ja ökosüsteemiteenuseid toetavad tehnilised rajatised, näiteks ökoduktid, rohekatused ja roheseinad. (Euroopa Komisjon 2013) Rohetaristu kandev element on rohevõrgustik.

**Roheline võrgustik ehk rohevõrgustik** – eri tüüpi ökosüsteemide ja maastike säilimist tagav ning asustuse ja majandustegevuse mõju tasakaalustav looduslike ja poollooduslike koosluste süsteem, mis koosneb tugi-aladest ning neid ühendavatest rohekoridoridest. Rohevõrgustik on rohetaristu kandev element.

**Sinine võrgustik ehk sinivõrgustik** – rohevõrgustiku koosseisu kuuluvad vee-ökosüsteemid ja nende kaldaalad, mis hõlmavad järvi, jõgesid, ojasid ja muid ökoloogiliselt toimivaid veekogusid.

**(Tee)kate** – (tee)katendi ühe- või mitmekihiline ülaosa, mis paikneb alusel ja võtab vahetult vastu liikluskoormuse. (Tee)kate on näiteks asfalt või betoon.

**(Tee)katend** – mitmekihiline konstruktsioon, mis võtab vastu liikluskoormuse ja jaotab selle muldkeha pinnasele. See koosneb kattest, alusest ja vajaduse korral drenkihüst (ehk põhikihtidest) ning lisakihtidest.

**Valgala ehk valgla** – maa-ala, millelt veekogu või selle osa saab oma vee.

**WSUD** (ingl *Water Sensitive Urban Design*) – veetundlik linnaplaneerimine, integreeritud keskkonnasõbralik multifunktsionaalne linnaplaneerimise ja -kujunduse käsitlus, mis hõlmab põhjavee, joogivee, sademevee ja roovee käitlust. Mõistet kasutatakse peamiselt Austraalias.

**Ökosüsteem** – isereguleeruv ja arenev tervik, mille moodustavad toitumissuhete kaudu üksteisega seotud organismid koos neid ümbritseva keskkonnaga. Ökosüsteemid on näiteks mets, niit, järv, meri ja jõgi.

**Ökosüsteemiteenused** – looduse hüved, mida ökosüsteemid pakuvad inimestele, näiteks puhas vesi, puhas õhk, aineringe, kliima- ja vee-regulatsioon, tolmeldamine, loodusvarad, puhkealad, pühapaigad jne.

# Sissejuhatus

Valitsustevahelise Kliimamuutuste Nõukogu (IPCC) 2021. aasta raporti andmetel on maakera keskmine temperatuur tööstusrevolutsiooni eelsest ajast alates tõusnud 1,1 °C võrra. See põhjustab meretaseme tõusu ning äärmuslike ilmastikunähtuste, näiteks paduvihmade, üleujutuste, tormide ja kuumalainete esinemissageduse kasvu. Kuumalained, mis varem leidsid aset kord poolsajandi jooksul, toimuvad nüüd kord kümne aasta jooksul. Ennustatakse, et meretase tõuseb sajandi kesksajaks 15–30 cm.

Kliimamuutused avaldavad otsest mõju ka sademete hulga: soojem kliima suurendab aurumist ja sellega kaasneb atmosfääri niiskustaseme tõus, mis põhjustab sademete hulga ja valingvihmade sageduse kasvu, mille tagajärjel suureneb üleujutuste sagedus ja ulatus. See pärast seisab kogu maailm üleujutustest põhjustatud katastroofidega kohanemise ja nende ennetamise vallas silmitsi suurte väljakutsetega.

Eestis on 20. sajandi teisel poolel aasta keskmine sademete hulk kasvanud 5–15% (Jaagus 2006). Teadlased prognoosivad kasvu jätkumist tulevikus: 10–14% aastatel 2041–2070 ning 16–19%

aastatel 2070–2100. Samuti on oodata valingvihmade esinemise kasvu, meretaseme tõusu ja tormide sagenemist (Keskkonnaagentuur 2015). See tähendab, et suureneb ka üleujutuste sagedus ja ulatus. Sellised muutused põhjustavad probleeme eelkõige linnalistes piirkondades, kus juba praegu esineb raskesti sademevee ärajuhtimisega eelkõige valingvihmade ajal.

Selles raamatus käsitletakse looduslähedaste sademeveesüsteemide (SUDS) kavandamise ja rakendamise põhimõtteid ning antakse ülevaade peamistest SUDSi lahendustest. Käsiaraamat on valminud projekti „Jätkusuutlike ja kliimamuutustele vastupidavate linnaliste sademeveesüsteemide arendamine omavalitsustes – LIFE UrbanStorm“ (september 2018 – veebruar 2023) raames. Projekti eesmärk oli vähendada Eesti linnade haavatavust kliimamuutuste mõjule ning suurendada kohalike omavalitsuste suutlikkust leevendada paduvihmadest tingitud üleujutusi. Käsiaraamat põhineb CIRIA (ingl *Construction Industry Research and Information Association*) 2015. aasta juhendi „The SuDS Manual“ materjalil ja projekti kestel kogutud teabel.





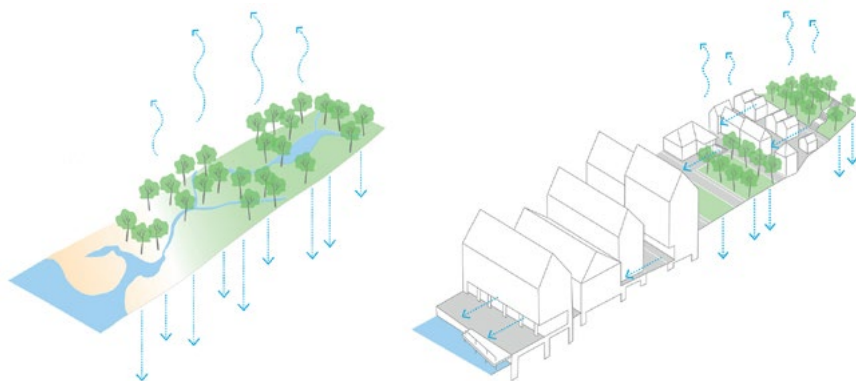
# 1. Sademeveega seotud probleemid linnalistes piirkondades ja nende põhjused

Veeringe on planeedil Maa üks olulisemaid eluks vajalikke protsesse ning maa peal on meie elus keskne tähtsus. Linnastumisega kaasnev reostus, loodusvarade ülekasutamine, looduslike lamide ja märgalade täisehitamine on põhjustanud märgalade, jõgede ja põhjaveevarude hävinemist või kahjustumist.

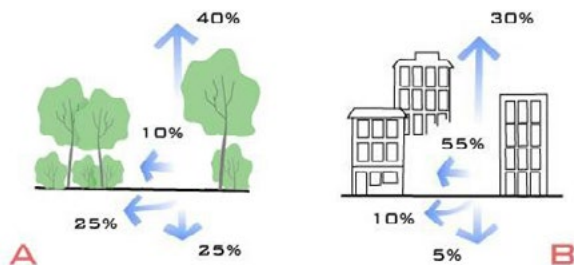
Loodusmaastikul imbub sademevesi maapinda (infiltratsioon), aurub (evaporatsioon), seda omastavad ja aurustavad taimed (transpiratsioon) ning osa jõuab lõpuks ojadesse ja jõgedesse. Arendatud linnalistel aladel on loomulik veeringe tavaliselt takistatud (joonised 1 ja 2). Seal on vähem infiltratsiooni võimaldavat vett läbilaskvat maapinda ja vähem taimestikku, mille kaudu toimub evapotranspiratsioon. Vett mitteläbilaskvatele pindadele langev sademevesi muutub palju kiiremini ja suuremas koguses pindmiseks äravooluks, mis võib põhjustada üleujutusi, reostust ja erosiooni-probleeme. Kui linnaliste piirkondade sademevee äravoolu kavandamise viisi ei muudeta, siis tulevikus sademete hulga kasvu arvestades need probleemid süvenevad.

Linnalises keskkonnas haarab pindmine äravool kaasa setteid, prügi ja inimtegevusega seotud saasteaineid. Kõvadelt katetelt, nagu katused, teed või parklad, pesevad sademed välja ja kannavad kaasa ka neile sadenenud õhusaastet, raskmetalle jm. Juhul kui protsessi ei sekkuta, jõuavad need lõpuks põhjavele ja pinnaveekogudesse, kus ohustavad keskkonda ja inimeste tervist. Selline suurelt alalt ja eri allikatest pärinev hajureostus võib kumuleerudes põhjustada olulist mõju põhja- või pinnavee kvaliteedile.

Sademeveekanaliseerimise projekteerides arvestatakse pinnakatte omadusi ja sademeveekanaliseerimise teenindatava valgala suurust. Vett mitteläbilaskva pinnakatte osakaal on linnastumise kestel ajas pidevalt kasvanud (foto 1) ning valingvihmadega kiiret ärajuhtimist vajava vee hulk suurenenud, seetõttu ei ole varem väiksemale veehulgale projekteeritud torustiklahenduste läbilaskevõime enam piisav. Tavapäraste sademete korral vastab senine sademeveekanaliseerimine vajadustele, kuid intensiivsemate valingvihmade ajal ei suuda see kogu vett vastu võtta ning tekivad üleujutused, koormatakse üle reoveekanaliseerimist, viiakse rivist välja reoveepuhastid ja reostatakse eesvoole.



**Joonis 1.** Linnastumise tagajärjel toimuvad veeringe muutused ([www.susdrain.org/delivering-suds/using-suds/background/sustainable-drainage.html](http://www.susdrain.org/delivering-suds/using-suds/background/sustainable-drainage.html) järgi).



**Joonis 2.** Sademevee pinnasesse imbumise, aurumise ja üleujutusi põhjustava pindmise äravoolu üldistatud suhe looduslikus (A) ja linnastunud keskkonnas (B) protsentides (Dunnet & Clayden 2007 järgi).



**Foto 1.** Pinnakatte muutused linnaruumis. Lõotsa tänav Tallinnas aastatel 2005 (vasakul) ja 2019 (paremal). Fotod: Maa-ameti kaardirakendus

Linnades on kõige haavatavamad need piirkonnad, kus vett mitteläbilaskva katte osakaal on suur.

PZU Kindlustuse kasko- ja liikluskahjude grupi juhi Jaanus Tanne sõnul on Tallinnas uputustega enim kimpus Ülemiste Keskuse, Tuukri, Veerenni ja Jõe tänava piirkonnad (Mägi 2016).

## 2. Sademeveekäitluse õiguslik raamistik, suunised ja nende rakendamine Eestis

Selleks, et tagada linnaliste piirkondade toimetulek suureneva sademevee hulga, on sademeveekorralduse valdkonnas vaja mõtteviisi muutust. Tuleb leida vahendid ja ideed, et linnaplaneerimises ja suurte alade projekteerimisel sademeveeprobleeme ennetada ning tekkinud kitsaskohtadele lahendusi leida.

Sademevee mõiste defineerib ja suublasse juhtimise tingimusi reguleerib Veeseaduse § 129 (RT I, 29.06.2022, 12). Ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni seadus (RT I, 30.12.2021, 20) reguleerib kinnistute veega varustamise ning kinnistute reo-, sademe-, drenaaživee ning muu pinnase- ja pinnavee ärajuhtimise ja puhastamise korraldamist ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni (ÜVVK) kaudu ning sätestab riigi, kohaliku omavalitsuse, vee-ettevõtja ning kliendi õigused ja kohustused. 24.01.2022 algatati uue Ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni seaduse eelnõu (523), milles muuhulgas täpsustatakse ÜVVK arendamise kava sisu ning nimetatakse üleujutusi ja reostust leevendavaid lahendusi (nagu imbkaevud, vett läbilaskvad katendid, taimkattega ribad, viibekraavid, imbkraavid, imbväljakud, puhveralad, viibetiigid ja vihmaaiad), millega tuleb sademeveesüsteemi planeerimise juures arvestada.

Kohalikul omavalitsusel on kohustus koostöös kohaliku vee-ettevõtjaga luua ÜVVK arendamise kava, mis peab olema kooskõlas piirkonna veemajanduskavaga. Veemajanduskavadega samal ajal koostatud vesikondade üleujutusohuga seotud riskide maandamiskavas on vesikonnaüleste leevendavate ehituslike tegevustena loetletud muuhulgas erinevad looduslähedased sademeveelahendused. Säästlikke sademeveelahendusi on käsitletud ka mitme kohaliku omavalitsuse ÜVVK või sademevee arengukavas või nendega seotud õigusaktides. Näiteks on Viimsi vallas kehtestatud sademeveesüsteemide kasutamise eeskiri, mille järgi on muuhulgas süsteemi rajamisel eelistatud looduslähedased lahendused.

Eesti seadusandlusele on üle võetud Euroopa Liidu direktiividest tulenevad üleujutusohuga tegelemise nõuded ning standarditesse ka Läänemere Merkeskkonna Kaitse Komisjoni (HELCOM) soovitusel. Reguleeritud on sademevee käitlemise nõuded, kuid seadused ei kohusta ega suuna rakendama säästlikke lahendusi.

Sademevee looduslähedaselt käitlemise juures on suunav roll [standardil EVS 848:2021 Väliskanaliseerimisvõrk](#),

milles nimetatakse parima võimaliku lahendusena (kus pinnas seda soosib) immutamist ning antakse sademeveelahenduste eelisjärjekord. See standard on standardi EVS 848:2013 edasiarendus, kus sademevee arvutuste aluseid on Eesti Maaülikooli koostatud uurimistöö „Sademeveesüsteemide projekteerimise aluste kaasajastamine“ (KIK projekt nr 15589, EMÜ 2020) põhjal uuendatud. Standardid ei ole Eesti õiguses õiguslikult siduvad.

**HELCOMi soovitus 23-5-1** (2021) antakse juhiseid, kuidas sademeveesüsteeme planeerida, asulate sademevee kogust sobiva sademeveekorralduse teel vähendada ning suure riskiga sademeveet käidelda:

### A. Sademeveekorralduse planeerimine

1. Linnalise keskkonna kvaliteedi parandamiseks tuleks sademeveesüsteeme planeerides rakendada ökosüsteemiteenustel põhinevat lähenemist. See tähendab, et sademevett tuleks vaadelda kui keskkonna ja inimeste heaolu suurendamise, bioloogilise mitmekesisuse säilitamise ning pinna- ja põhjavee hea seisundi toetamise ressursi.
2. Integreeritud sademeveekorraldust tuleks rakendada linnaarenduse kõigil tasanditel alates planeerimisest ja ehitamisest taristu käitamise ja hooldamiseni.
3. Sademeveesüsteemide planeerimine peaks põhinema valgaladel ja võtma arvesse looduslikke äravooluteid.
4. Linnalise ruumi (nagu teed, tänavad, platsid, avalik haljastus) rajamise või rekonstrueerimise raames tuleks sademeveesüsteeme süsteemselt üle vaadata ja täiustada.
5. Sademeveesüsteemid ja rajatised tuleks planeerida, projekteerida ja dimensioneerida kliimamuutuste tulevikustsenaariumidest lähtudes, kasutades parimaid teaduslikke teadmisi sademete hulga ja sademete intensiivsuse muutuste ning merede, järvede ja jõgede vee taseme tõusu kohta.
6. Suure intensiivsusega tormi arvestades tuleks ette valmistada sademevee sekundaarsed äravooluteed juhaks, kui ületatakse sademeveesüsteemide läbilaskevõime, kuid sekundaarsete äravooluteede kaudu äravoolava vee osakaal ei tohiks eelistatavalt ületada 30% hinnangulisest aastasest sademevee kogusest. Liigne sademevesi tuleks suunata sobivatele madalatele aladele, mida saab kasutada ajutiselt üleujutatavate viibealadena, võttes arvesse olemasolevat taristut, maakasutust ja alade looduslikke omadusi. Hooned ja taristu tuleks planeerida piisavale kõrgusele, et vältida üleujutustest tekkivaid kahjustusi.

7. Sademeveekorraldust toetavaid planeerimisvahendeid (näiteks planeeringuala rohefaktorit) tuleks rakendada linnaplaneerimise varastes etappides ja linnaliste piirkondade nüüdisajastamisel, kui kavandatakse vee ärajuhtimist.
8. Omavalitsused (või muud vastavad ametiasutused) peaksid välja töötama sademeveepoliitika ja/või -kavad, et sademeveeprobleemidele lähene-taks süsteemselt.
9. Sademeveekorraldust kavandades tuleks arvesse võtta kliimamuutuste mõju.

## **B. Linnaliste piirkondade sademevee koguse vähendamine sobiva sademeveekorraldusega**

10. Sademeveekorralduses tuleks läh-tuda eelisjärjekorrast, mis on kohan-datud kohalikele oludele. Üldine eelisjärjekord on järgmine:
  - I sademevee käitlemine ja kasuta-mine sademevee äravoolu tekke-kohas;
  - II sademevee ärajuhtimine tekke-kohast kogumis- ja viibesüsteemi-dega, mis vähendavad ja aeglus-tavad sademevee äravoolu;
  - III sademevee ärajuhtimine tekke-kohast sademeveekanaliseerimise abil avalikel aladel asuvatele kogu-mis- ja viibealadele ning seejärel veekogusse (näiteks oja);
  - IV sademevee juhtimine sademevee-kanaliseerimise kaudu otse vee-kogusse;
  - V sademevee juhtimine ühisvoolse kanaliseerimise kaudu reovee-puhastisse.
11. Eelistada tuleks üleminekut lahkvoole-tele süsteemidele ja/või madala keskkonnamõjuga arendussüsteemidele (ingl LID), et vältida kanali-satsiooni ülevoolu; võimaluse korral tuleks ühisvoolsele süsteemile integ-reerida LID-lahendused, et vähenda vooluhulkade tippu ja ülevoolu-juhtumeid intensiivsete sademete korral.
12. Ühisvoolse kanaliseerimise ülevool võib takistada suublaks oleva vee-kogu keskkonnaeesmärkide saavu-tamist. Ülevoolust tekkiva keskkonna-mõju vältimiseks tuleb kindlaks teha ülevoolu kohad ja rakendada meet-meid, nagu kohalik immutamine, viibealade rajamine, ülevoolava vee puhastamine või üleminek lahkvoole-tele kanaliseerimisele ja liigvee ümbersuunamine vaba läbilaske-võimega valgaladele.
13. Vajaduse korral tuleks veekogude valgalade kohta läbi viia kohalik sademevee mõju hindamine. Hinnan-gus tuleks määratleda ja eelisjärjes-tada sademeveekorralduse paranda-miseks kasutatavad meetmed.

14. Suure sademevee üleujutusriskiga alad tuleks kaardistada ning hinnata veekeskonna saastumise ohtu kemikaalide, õli või prüügiga, sealhulgas mikroprügiga.
15. Sademevee kvaliteedi halvenemise vältimise eest tuleks hoolitseda juba sademevee tekkekohas (näiteks teha tõhusat tänavate kuivpuhastust, et vähendada liiklusega kaasnevate mikroosakeste teket; käidelda sademevett ja jäätmeid ehitusplatsil).
16. Tänavatelt koristatud lume otse merre või muudesse veekogudesse uputamist tuleks vältida. Lumi tuleks viia selleks ettenähtud kohtadesse, kus sulavett käideldakse sademeveena linnaliste piirkondade sademevee ärajuhtimise vähendamise soovitude järgi.

### C. Kõrge riskiga sademevee käitlemine

17. Tugevalt saastunud aladelt pärit sademevett tuleks kohapeal eraldi töödelda (näiteks kasutades vee- ja tundliku linnaplaneerimise (ingl WSUD) meetodeid, õlipüüduid). Meetmed võivad põhineda kohalikel uuringutel ja neid tuleks kaaluda juhtumist lähtudes.
18. Tööstusalade, tootmisettevõtete, prügilate, teenindusjaamade, mehaanikatöökodade ja muude ettevõtete saastunud vett, samuti sademevett aladelt, kus käideldakse või hoitakse naftasaadusi, ei tohiks ilma tõhusaid veereostuse kontrolli- ja puhastusmeetmeid kasutamata juhtida sademeveekanaliseerimise ega suublasse.

## Looduslähedasi sademeveelahendusi on käsitletud ka järgmistes

**Kombineeritud sademevee strateegia projekt** (2018). Koostanud Eesti Vee- ja Kanalisatsioonikeskuse OÜ, AB Artes Terrae OÜ.

Töö eesmärk oli koostada soovitusel ja juhendmaterjalid sademeveelahenduste kavandamiseks planeerimisprotsessis ning anda ülevaade sademevee inseneritehnilistest lahendustest. Praktilise näitena koostati sademevee terviklahendus Elva linnale. Säästlike sademeveelahenduste kirjeldamise alusmaterjalina kasutati CIRIA 2015. aasta juhendit „The SuDS Manual“.

Töös järeldati, et looduslähedased sademeveesüsteemid ei asenda Eesti oludes tavapäraseid torustiklahendusi, vaid leevendavad olemasolevaid probleeme ja vähendavad sademetega seonduvaid riske. Sademevesi, mis ei ole aurunud või pinnasesse imunud, peab saama ära voolata torustiku abil. Praktikas on enamasti vaja kasutada kombineeritud lahendusi, näiteks filterriba imbakraavi juhitava vee eelpuhastamiseks. Samuti on looduslähedase sademeveesüsteemi meetmena käsitletud kõrgjaljastust (puud, põõsad), mis on aga praktiliselt alati kasutatav koos muude äravoolu aeglustamiseks kavandatavate ehitistega, samuti on see oluline elukeskkonna kujundamisel. Enamik lahendusi on taimestiku valiku ja hooldusega võimalik kujundada eriilmeliseks maastikuks.

Töös on kirjeldatud erinevaid looduslähedasi sademeveelahendusi: toodud eesti- ja ingliskeelne nimetus ning kirjeldus.

**Sademevee säästliku käitlemise põhimõtted Tartu linnas** (2018). Koostanud AS Kobras.

Töö eesmärk oli välja töötada sademevee säästliku käitlemise põhimõtted Tartu linna jaoks, et leevendada kliima soojenemise tõttu suureneva sademete hulgaga kaasnevaid riske. Töös antakse ülevaade Eesti ja Euroopa Liidu sademevee käitlemist puudutavatest õigusaktidest, kirjeldatakse sademevee säästliku käitlemise võimalusi ja sademevee senist käitlemist Tartus ning esitatakse sademevee säästliku käitlemise põhimõtted ja soovitusel nende rakendamiseks.

Töö valmis rahvusvahelise projekti iWater (*Integrated Storm Water Management*) raames, milles eesmärk oli pakuda tiheasustusaladel liigveest tekkitavatele probleemidele lahendusi.

## 2.1 Sademevee tasustamine

Sademevee tasu kujundamises seab peamise õigusliku raamistiku Ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni seadus (ÜVVKs), mis reguleerib, mille eest ja millistel alustel võib sademevee tasu võtta. Sademevee eest tasu võtmise metoodika kehtestamine on kohaliku omavalitsuse pädevuses. Veeteenuse eest võetavad tasud on sätestatud ÜVVKsi §-s 14. Vee-ettevõtja saab võtta tasu ka sademevee ärajuhtimise eest. Tasu suurus võib sõltuda sademevee reostatusest ja ka sellest, kas sademevesi juhitakse ühisvoolu- või sademeveekanalisatsiooni. Seadus sätestab ka Konkurentsiametiga kooskõlastamise nõuded. Konkurentsiamet on kehtestanud veeteenuse hinna arvutamise soovituslikud põhimõtted, mida saavad kasutada kohalikud omavalitsused ja amet ise.

Praegu võetakse Eestis sademevee eest tasu kolmes linnas: Narvas, Põlvas ja Kundas. Narvas lähtutakse sademevee tasustamise juures Narva linna ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni kasutamise eeskirjast. Põlvas on sademevee tasu arvestuse alused ette nähtud Põlva valla ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni kasutamise eeskirjas ning ASi Põlva Vesi korralduses sademevee ärajuhtimisest. Kundas ei ole sademevee hinna arvutamise metoodika regulatsiooni kehtestatud, metoodika on kirjas vee-ettevõtja ja kasutaja vahelistes lepingutes ning hind on kooskõlastatud Konkurentsiametiga.

Sademevee tasustamist on käsitletud Keskkonnaministeeriumi tellitud töös „Sademe- ja drenaaživee ning muu pinnase- ja pinnavee ärajuhtimise ja

puhastamise tasu arvestamise metoodika“ (EL Konsult 2011), kus metoodika järgi arvutatakse sademevee tasu kinnistult, avalikult teelt, tänavalt või väljakult ära juhitud mõõdetud või arvutusliku vooluhulga järgi, kusjuures sademevee tasu maksavad kõik sademevee teenuse piirkonnas olevate kinnistute või avalike teede, tänavate ja väljakute omanikud või valdajad. Sellele tööle viitab ka Tallinna sademevee strateegia aastani 2030, milles samuti tasustamise võimalusi käsitletakse. Samale tööle on viidatud ka Viimsi valla sademevee arengukavas, mis näeb võimalike lahendustena sademevee tasu arvutamist kinnistult, avalikult teelt, tänavalt või väljakult ära juhitud mõõdetud või arvutusliku vooluhulga järgi ning sademevee tasu maksimise kohustuse kehtestamist kõigile sademevee teenuse piirkonnas olevate kinnistute või avalike teede, tänavate, väljakute omanikele või valdajatele.

Tallinna linna sademeveekorralduse teenuse tasu kujundamise metoodika ettepaneku töötas CIVITTA välja 2020. aastal LIFE UrbanStormi projekti raames. Töös analüüsitakse õiguslikku raamistikku, antakse ülevaade mujal kasutatavatest sademevee tasu kujundamise metoodikatest ning pakutakse välja kolm eri keerukusastmega lähenemist sademevee teenuse tasu kujundamiseks. Euroopa Liidu õiguses ning HELCOMi soovitusel tasustamist ei käsitleta.



### 3. Looduslähedased sademeveesüsteemid ja nende rakendamine

Looduslähedased ehk looduspõhised ehk säästlikud sademeveesüsteemid (SUDS) on sademevee ärajuhtimisel looduslikke ökosüsteeme jäljendavad rajatised, mis võimaldavad sademevett tõhusalt ja keskkonnasõbralikult käidelda. Selliste lahenduste peamine eesmärk on sademevett võimalikult palju tekkekohas hajutada ja immutada vähendada selle kiiret jõudmist sademeveekanalisatsiooni. Selleks kasutatakse mitmesuguseid lahendusi, näiteks immutusribasid, kraave, nõvasid, vett läbilaskvaid kõnniteid ja parklaid ning rohekatuseid ja -seinu.

Paljud lahendused põhinevad taimedel ja maastikuelementidel. Seega tähendab säästlik sademeveekäitlus kogu ala tervikplaneerimist ja rohealade kujundamist; loodusliku mitmekesisuse, multifunktsionaalsuse ning esteetilise väärtuse suurendamist linnalises keskkonnas ning uutele arendustele võimaluse loomist piirkondades, kus sademeveetorstiku läbilaskevõime ei võimalda sinna rohkem vett juhtida. Samal ajal puhastab looduslähedane sademeveesüsteem vett settimise, filtreerimise ja lagundamise abil saasteainetest ning vähendab potentsiaalselt saastunud äravoolava vee kogust.

SUDS on tavaliselt paljudest eri suuruse ja funktsiooniga komponentidest koosnev süsteem, mis hõlmab sademevee kogumist, juhtimist, puhastamist ja parimat kasutamist – alustades sademete langemise kohast ja lõpetades punktiga, kus vesi juhitakse looduslikku vee kogusse.

Sademeveesüsteemi eesmärk on jäljendada arenduseelset looduslikku vee liikumist alal. Sarnaselt loodusliku valgala toimib SUDSi lahenduste (komponentide) kombinatsioon järjestikku, moodustades jada, mis reguleerib äravoolava sademevee kogust ja voolukiirust ning puhastab seda saastest. Samas võib kasutada ka üksikuid lahendusi. Põhiprintsiip on pindmise äravoolu aeglustamine või vee pinnasesse imbimise soodustamine ja puhverdamine, et vältida üleujutusi ja vähendada sademevee mõju valgala allavoolu.

Looduslähedaste sademeveesüsteemide kavandamiseks on palju võimalusi ja lahendusi. Mõned hõlmavad looduslike elemente (näiteks taimede istutamist), looduslähedasi maastikuelemente (väikestest veesilmadest suurte tiikide ja imbväljakuteni), teised tööstuslikult valmistatud tehiselemente (vett läbilaskvaid katendeid, rohekatuseid,

maa-aluseid sademevee kogumissüsteeme). Paljudes lahendustes kasutatakse tehislake süsteemide ja looduslähedaste maastikuelementide kombinatsiooni. Üldiselt on kõige tulemuslikumad pindmised (maapealsed, avatud) taimestikuga SUDSi, mis on rajatud sademevee kasutamiseks ja ärajuhtimiseks selle tekkekoha lähedal.

SUDSi projekteerimise juures arvestatakse harva esinevate äärmuslike sadudega ja pakutakse välja lahendusi, kuhu liigvesi ajutiselt juhtida, et vältida laialdasi üleujutusi linnalises keskkonnas, sealhulgas eelkõige hoonete vundamentide ja teede üleujutamist. Selliste puhveraladena kasutatakse näiteks puhkealad, jalgpalli- ja mänguväljakuid ning muid alasid, mida saju korral ei kasutata ja kuhu saab mahutada suurema hulga vett.

SUDSi kaudu võib parandada arendusalade elukvaliteeti, muutes need rohelisemaks ja suurendades elurikkust, luues ehitatud keskkonda meeldivaid puhkealad ja nähtavaid sademevee liikumisteid, parandades õhukvaliteeti, reguleerides temperatuuri ja vähendades müra. Hästi kavandatud ja arenduse terviklahendusse lõimitud looduslähedased sademeveesüsteemid võivad soodustada turismi ja investeringuid ning suurendada kinnisvara väärtust, toetades seega piirkonna majanduskasvu.

SUDSi saab kujundada sobivaks kõigi arenduste ja taristuprojektidega, kuna tänu laiale võimalustele valikule võib projekteerida süsteemi konkreetse ala vajadustest, võimalustest ja piirangutest lähtudes, olgu tegu siis uue projekti või olemasoleva arendus- või linnapiirkonnaga.

#### SUDSi rajamise positiivsed mõjud:

- olemasolevates veesüsteemides väheneb äravoolava vee hulk ja voolukiirus ning selle tulemusena on võimalik ennetada üleujutusi (või rajada uusi arendusi täiendava üleujutusriskita);
- vähenenud veemaht võimaldab rajada väiksema diameetriga, väiksemate pumplate ja muu taristuga ehk odavamalt traditsioonilist sademeveekanaliseerimist ning hoiab ära reoveepuhastite ülekoormuse ühisvoolse kanaliseerimisega aladel;
- kohtades, kus vesi läbib taimestikuga rohesüsteeme või spetsiaalseid vett puhastavaid SUDSi komponente, paraneb vee kvaliteet;
- imbsüsteemide kasutamine võimaldab taastada põhjaveevaru;
- olemasolevat linnalist keskkonda või uusarendusala rikastavad puhkealad ja maastikuelemendid, mis aitavad parandada elanike heaolu ja tervist;
- rohealad puhastavad linnaõhku ja vähendavad müra;
- suureneb elurikkus, täieneb rohevõrgustik ja tekivad elupaigad eri liikidele;
- kliimamuutustega suudetakse paremini kohaneda ja muutusi leevendada: nii rohe- kui ka veealad alandavad kuumalainete ajal linna õhutemperatuuri ning jahutavad soojustaari ja suurendavad süsiniku sidumist;
- suureneb piirkonna kinnisvara väärtus.

## 3.1 Valgala printsiip

Veekogu valgala ehk valgla on maa-ala, millelt vesi veekogusse voolab. Loodusliku jõe igal lisajõel on oma väiksem alamvalgala, mis kuulub valgala koosseisu.

Sarnane loogika kehtib ka linnalises keskkonnas. Sademeveesüsteem tuleb kavandada valgalapõhiselt: tänaval asuvat toru- või kraavivõrku saab käsitada jõena, millesse juhitakse „lisajõgedena“ kõvadelt katetelt ära voolav sademevesi. Tavapärase lahenduste korral paiknevad tänavatel restkaevud, mille kaudu juhitakse sademevesi torustikku. SUDSiiga saab vähendada „lisajõgedest“ tänavale juhitava sademevee kogust ja voolukiirust, et see ei ületaks torustiku vastuvõtu- ja läbilaskevõimet.

Kui sadu on väiksem, suudavad enamasti süsteemi alguses paiknevad SUDSi lahendused (näiteks rohekatus või vihmapeenar) sademevee äravoolu vähendada. Äärmuslikumate sadude korral on äravoolu vaja aeglustada ning vett jao kaupa järgnevatesse komponentidesse juhtida. Äravoolava vee viibeaega suurendades saab teha kogu süsteemi valingvihmadele vastupidavamaks: mida rohkem vee torru jõudmist looduslähedaste sademeveelahenduste abil viivitada, seda vähem tekib ummistusi ja üleujutusi ning seda paremini saab torustik tagada vee äravoolu. Erinevad stsenaariumid võiks eelnevalt läbi mängida, et olla valmis ohuolukordadeks. Kui võimalik, tuleks läbi mõelda ka tagavaralahendused, et sademeveesüsteemi tõrke korral oleks võimalik sademevesi inimeste vara ja ala ohtu seadmata siiski ära juhtida.

Omavalitsuste jaoks on oluline kõigepealt valgalade ja alamvalgalade piirid täpselt määratleda. Linnalistes asulates ei kattu valgalade piirid alati reljeefi kujundatud valgaladega, kuna valgala piiridest võivad kulgeda läbi torud, vett pumbatakse ühest alamvalgalast teise, valgala piiril võivad asuda kõva kattega pinnad, mis suunavad vee teise valgalsse jne.

Sademevee kogust arvutades tuleb lähtuda valgala printsiibist, milleks on vaja teada torustike täpseid asukohti, läbimõõtu ja täituvust eri veetaseme korral, mis võimaldab arvutada vee koguse ja kogunemise kiiruse ning kumuleerumise allavoolu. Omavalitsused peaksid spetsialistide abiga koostama valgala analüüsi, mis võimaldab leida, kui palju mingilt alalt ära voolavat sademevett tekib, kus on kõige kriitilisemad kohad, kuhu vesi koguneb ja kus tekivad üleujutused. Ideaalis tuleks koostada sademevee valgaladele mudelid, mis võimaldavad arvutada täpsed sademevee kogused ja neid prognoosida eri intensiivsusega sademete korral.

## 3.2 Sademevee käitlusahel

SUDSi keskne põhimõte on **sademevee käitlusahel** (ingl *SUDS Management Train*) ehk järjestikku paigutatud SUDSi komponendid, mis aitavad koos sademevee äravoolu kiirust ja mahtu kontrollida ning saasteainete kontsentratsiooni sobiva tasemeni vähendada.

SUDSi komponentidel on kuus spetsiifilist funktsiooni (tabel 1). Need ei ole üksteisest sõltumatud ning ühel komponendil võib olla ka mitu funktsiooni.

**Tabel 1.** SUDSi komponentide funktsioonid (CIRIA 2015 järgi)

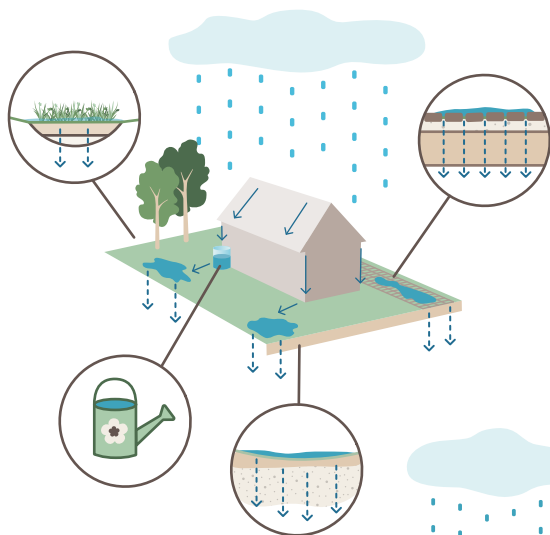
<b>Sademevee kogumine</b>	Lahendused, mis koguvad vihmavett ja hõlbustavad selle kasutamist hoones või ümbritsevas keskkonnas.
<b>Katendite/pinnakatete veeläbilaskvus</b>	Vett läbilaskvad pinnakatted, mis võimaldavad sademeveel pinnasesse imbuda, vähendades süsteemi järgmistesse komponentidesse juhitava vee kiiret äravoolu ja kogust (näiteks haljaskatused ja vett läbilaskev sillutus). Paljud süsteemid hõlmavad ka sademevee maa-alust säilitamist ja käitlemist.
<b>Immutamine</b>	Lahendused, mis hõlbustavad vee imbumist pinnasesse (näiteks ajutised puhveralad, mis mahutavad äravoolavat vett enne selle aeglast imbumist pinnasesse).
<b>Ärajuhtimine (äravoolusüsteemid)</b>	Lahendused, mis juhivad vee allavoolu järgnevasse komponentidesse. Mõningatel juhtudel võimaldavad need reguleerida ka vee voolukiirust ja mahtu ning vett puhastada (näiteks nõvad).
<b>(Ajutine) mahutamine (viibesüsteemid)</b>	Lahendused, mis reguleerivad äravoolava vee voolukiirust ja mõningatel juhtudel ka hulka, kogudes vett ja juhtides seda aeglaselt järgmistesse süsteemi osadesse. Need lahendused võivad aidata ka vett puhastada (näiteks tiigid, märgalad ja imbväljakud/puhveralad).
<b>Puhastamine</b>	Lahendused, mis eemaldavad äravoolavast veest saasteaineid või hõlbustavad nende lagunemist.

Hästi planeeritud SUDS võimaldab kasutada linnalise keskkonna vähest vaba ruumi tõhusalt, tagades samal ajal süsteemi multifunktsionaalsuse. SUDSi lahenduste jadaga saab luua rohekoridore, ühendada elupaiku ning suurendada keskkonna meeldivust ja hariduslikku väärtust.

Sademevee käitlusahel algab selle äravoolu tekkekohas (linnalises keskkonnas peamiselt hoonete katustel ja muudel vett mitteläbilaskvatel pindadel, nagu asfalt), kus seda esmaselt käideldakse ja ennetatakse selle äravoolu. Seejärel suunatakse sademevesi asukoha (näiteks tänava või kvartali) sademeveesüsteemi komponentidesse, kuhu koondub kõigilt selle asukoha katustelt ja kõva kattega

pindadelt ära voolav sademevesi. Enne sademeveekanaliseerimise või suublasse jõudmist läbib see piirkonna, kogu alamvalgala (näiteks linnaosa või kohaliku omavalitsuse) sademeveesüsteemi, kus käideldakse kogu piirkonna sademevett. Seega mida kaugemale sademevee äravoolu tekkekohast liikuda, seda suurema veekogusega peavad käitlusahela komponendid toime tulema, kuna igas etapis suureneb hallatav ala (joonis 3).

Vee juhtimine SUDSi komponentide vahel peaks võimaluse korral toimuma pindmiste lahenduste abil. Kui linnalises keskkonnas ruumi napib, tuleb SUDSi lahendusi parima tulemuse saavutamiseks kombineerida torustiklahendustega.

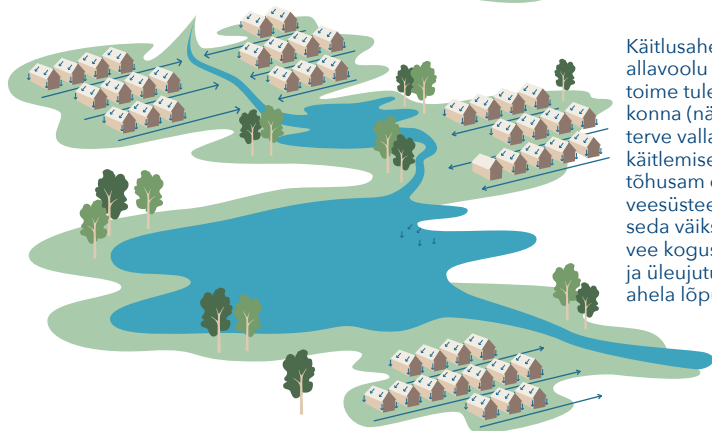


Sademevee esmane käitlemine **tekkeallika** juures. Iga kinnistu mängib olulist rolli äravoolava sademevee koguse vähendamises. Mida rohkem sademevett kinni peetakse, seda vähem jõuab seda sademeveesüsteemi järgnevatesse osadesse. Iga kinnistuomanik saab panustada, vähendades kinnistul vettpidavate pindade osakaalu ja kasutades looduslähedasi sademeveelahendusi.

Iga tekkeallika juurest juhitakse sademevesi edasi asukoha (näiteks tänava või kvartali) sademeveesüsteemi osadesse, kus toimub edasine sademevee koguse ja voolukiiruse vähendamine ning vee puhastamine saasteainetest.



Käitlushela lõpus ehk allavoolu peab süsteem toime tulema kogu piirkonna (näiteks küla või terve valla) sademevee käitlemisega. Mida tõhusam on sademeveesüsteem ülesvoolu, seda väiksem on sademevee kogus ning reostuse ja üleujutuste tõenäosus ahela lõpus.



**Joonis 3.** Käitlushela kolm tasandit, mille järgi valitakse sobivate funktsioonidega lahendused (Dickie et al. 2010 järgi).

### 3.3 SUDSi kujunduskriteeriumid

SUDSi abil linnalises keskkonnas saavutatavad hüved võib jagada nelja kategooriasse: veekoguse reguleerimine, vee kvaliteedi parandamine, elurikkuse soodustamine ja meeldiva elukeskkonna loomine. Neid nimetatakse ka SUDSi projekteerimise põhimõtete neljaks sambaks (tabel 2).

**Tabel 2.** SUDSi kujunduskriteeriumid (CIRIA 2015 järgi)

<b>Veekoguse reguleerimine</b>	• Sademevee kasutamine ressursina
	• Üleujutusrisi vähendamine valgalal
	• Suublaks olevate pinnaveekogude morfoloogia ja ökosüsteemide kaitse
	• Ala looduslike hüdrooloogiliste süsteemide säilitamine ja kaitse, põhjavee taastootmine
	• Ala tõhus kuivendamine
	• Kohaliku üleujutusrisi vähendamine
	• Süsteemi kujundamine paindlikuna ja kohanemisvõimelisena, et tulla toime tulevaste maakasutuse ja kliima muutustega
• Erosiooniohu vähendamine	
<b>Vee kvaliteedi parandamine</b>	• Pinna- ja põhjaveekogumite veekvaliteedi kaitsmine
	• Süsteemi kujundamine paindlikuna ja võimelisena reageerima tulevastele maakasutuse ja kliima muutustele
<b>Elurikkuse soodustamine</b>	• Kohalike looduslike elupaikade ja liikide säilimise ja kaitse toetamine
	• Panustamine kohalike elurikkuse eesmärkide saavutamisse
	• Panustamine elupaikade sidususse
	• Mitmekesiste ja säilienõtkete ökosüsteemide loomine
<b>Meeldiva elukeskkonna loomine</b>	• Maksimaalse multifunktsionaalsuse tagamine
	• Ala visuaalse atraktiivsuse suurendamine
	• Ohutu sademevee äravoolu juhtimise süsteemi kujundamine
	• Arendusala kohanemisvõime ja tulevastele muutustele vastupidavuse toetamine
	• Rohealade ja rekreatsioonivõimaluste loomine
	• Kogukonna keskkonnateadlikkuse toetamine ja suurendamine

Neid kujunduskriteeriume tuleb arvesse võtta igasuguse arenduse või ehitustegevuse juures. Iga kriteeriumi saavutamise ulatus ja viis sõltub ala omadustest, arendusprojekti kontekstist ja kohalikest eesmärkidest. SUDSi kujunduse määravad peamiselt vee koguse ja kvaliteedi kriteeriumid. Meeldivuse, elukvaliteedi ja elurikkuse kriteeriumide arvestamine aitab sageli saavutada ka muid soovitud eesmarke arendataval alal.

Võimalikult suure kasu saavutamiseks tuleb kriteeriume kaaluda varakult ning integreerida need täielikult sademevee juhtimise ja linnaplaneerimise protsessi. Selle tulemusena on süsteem multifunktsionaalne ning pakub arendajale ja kohalikule kogukonnale suurimat kasu.

Lisaks SUDSi kujunduskriteeriumidele tuleb ohutu, funktsionaalse ja kulutõhusa SUDSi saavutamiseks järgida üldisi hea disaini kriteeriume (tabel 3).

**Tabel 3.** Üldised SUDSi hea disaini kriteeriumid (CIRIA 2015 järgi)

SUDSi disain peab tagama, et ...	
<b>Ehitatavus</b>	seda saab lihtsalt ja ohutult ehitada
<b>Hooldatavus</b>	seda saab hõlpsalt ja ohutult hooldada
<b>Kulutõhusus</b>	sademeveesüsteem tagab tõhusa kuivenduse koos looduslähedaste lahenduste muude väärtustega ning on samas mõistliku hinnaga (arvestades rajamis- ja hoolduskulu)
<b>Tervis ja ohutus</b>	see on elanikele ja ala külastavatele inimestele ning süsteemi hooldajatele ohutu

### 3.4 Sobiliku lahenduse valimine

Erinevate võimaluste parimaks ärakasutamiseks ja maksimaalse kasu saavutamiseks tuleb planeerimisprotsessi alguses välja selgitada, missugused on peamised probleemid, millele soovitakse SUDSiga lahendust leida, ning kuidas tagada selle kujunduskriteeriumidest kinnipidamine. Suurt rolli mängib ka asukoha ehitusgeoloogiline eripära.

SUDSi lahendusi valides tuleks arvestada, et lahendused peavad algama võimalikult lähedal sademevee äravoolu tekkeallikale ning et oleks tagatud äravoolava sademevee viibeaja suurendamine.

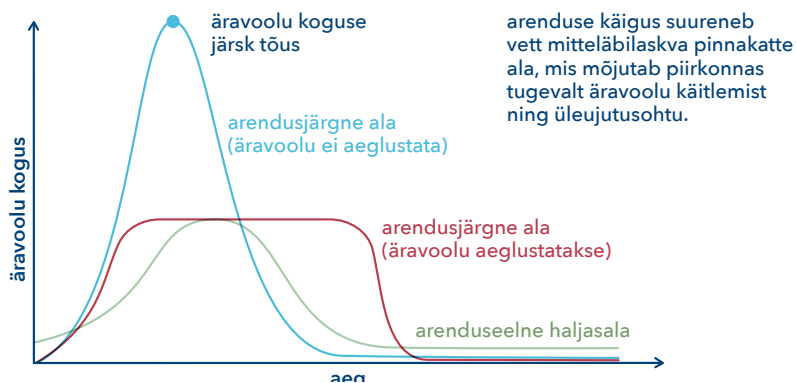


### 3.4.1 Äravoolava vee koguse ja voolukiiruse reguleerimise kavandamine

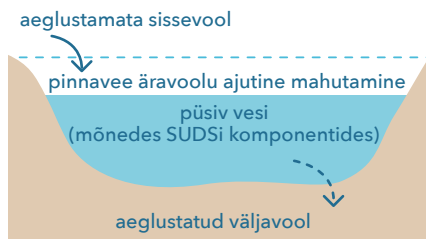
Eelkõige äravoolava sademevee koguse ja voolukiiruse reguleerimiseks mõeldud looduslähedased lahendused vähendavad arendusest tingitud üleujutuste tõenäosust ning sellega koos erosiooni- ohtu. Hästi planeeritud ja projekteeritud lahendused aitavad linnalises keskkonnas väga tõhusalt üleujutusohu leevendada, kuna võimaldavad sademeveel pinnasesse imbuda, seda koguda või suunata läbi SUDSi lahenduste, vähendades äravoolava vee kogust.

Looduslähedaste sademeveelahenduste eesmärk on jälgendada sademevee loomulikku liikumist ning viia sademevee pindmise äravoolu tekke- ja hajumiskiirus võimalikult arenduseelset meenu- tavaks (joonised 4 ja 5).

Nagu sademevee käitlusahela kirjelduses märgitud, kasvavad äravoolava vee kogused allavoolu, ning sellest lähtudes tuleb valida ka sademeveelahendusi.



**Joonis 4.** Sajujärgne pindmine äravool ja hajumine täisehitatud ning looduslikul alal. Kõva kattega alal, kus äravoolu ei aeglustata (sinine joon), kasvab äravoolava vee kogus kiiremini ja järsemalt ning põhjustab üleujutusi. Looduslikul alal (roheline joon) voolab vesi ära ja hajub väiksemas mahus ning sujuvamalt. SUDSi rakendamise korral ehitatud alal (punane joon) ei tõuse pindmise äravoolu kogus enam kiiresti nii kõrgele, aga suure vett mitteläbilaskva katte osakaalu tõttu kulub vee hajumiseks kauem aega kui looduslikul alal (CIRIA 2015 järgi).



**Joonis 5.** Äravoolava vee koguse reguleerimine viibeaga suurendavate SUDSi komponentidega (CIRIA 2015 järgi).

## Veekoguse reguleerimiseks sademeveesüsteemi planeerides tuleb tähelepanu pöörata kuuele aspektile:

### 1. Sademevee kasutamine ressursina

Kasulik on planeerida lahendusi, mis koguvad ja kasutavad sademevett, sest see aitab vähendada äravoolava sademevee mahtu ning võimaldab kasutada vett kui väärtuslikku ressursi. Sademevesi muutub tulevikus tõenäoliselt veel väärtuslikumaks, kuna kliimamuutuste ja rahvaarvu kasvu tõttu muutub magevesi defitsiitsemaks.

Sademevett saab kasutada kastmiseks või tualetis loputusveena. Seda pinnasesse immutades taastoodetakse põhjavee varusid ja luuakse soodsad kasvu-tingimused taimedele.

### 2. Suuremate sademeveega seotud probleemide ennetamine

Sademevee käitlemine võimalikult pindmise äravoolu tekkekoha lähedal aitab vältida suure koguse sademevee suunamist allavoolu ning järgnevate süsteemi osade ülekoormust.

### 3. Looduslike hüdrooloogiliste süsteemide säilitamine ja kaitse

SUDSi kavandades tuleb võimaluse korral säilitada ja kaitsta olemasolevaid looduslikke süsteeme, mis täidavad spetsiifilist hüdrooloogilist funktsiooni (näiteks looduslikud märgalad, ojad ja jõed, suure läbilaskvusega pinnased, kõrge veetasemega piirkonnad ja ka pikaajalised kraavid või kraavisüsteemid). Lisaks võib tänu looduslike hüdrooloogiliste süsteemide säilitamisele väheneda tehissüsteemide rajamise või mahukate torustike ümberehituseks investeerivate tegemise vajadus.

### 4. Ala tõhus kuivendamine

Sademevee käitlusahela peamisi eesmärke on ala tulemuslik kuivendamine. Selleks peab see olema projekteeritud nii, et kogu äravoolav vesi liigub iga saju korral süsteemist läbi. Et süsteem oleks tõhus, peab projekteerides arvestama ka võimalike järgmiste sajukordade äravoolava vee mahtudega, mis suurendavad juba kogunenud vee hulka ning pikendavad vee ärajuhtimise aega.

### 5. Üleujutusohuga arvestamine

SUDSi kavandades tuleb arvestada üleujutuse võimalusega ning pakkuda selleks lahendus. Sademeveesüsteem projekteeritakse kindlatest tippvooluhulkadest lähtudes ning üleujutuse puhuks peavad olema kavandatud alad, mida võib üle ujutada. Sellised puhveralad toovad hästi esile pindmiste lahenduste multifunktsionaalsuse, mis võimaldab neid kasutada kuival ajal hoopis teistel eesmärkidel (mänguväljakud, puhkealad, spordiplatsid, parklad jne). Lisaks on pindmiste lahenduste korral veetaseme tõus kohe märgatav ning nii saab ohule kiiresti reageerida.

### 6. Kohandatavaks kavandamine

Sademeveesüsteemi töökindluse tagamiseks peab see olema projekteeritud piisava suurusega (läbilaskevõime ja veemahutavusega) ja/või olema kohandatav, et tagada toimimine ka kliimamuutuste ja valgala linnastumise taseme tõusu tingimustes.

## 3.4.2 Äravoolava vee kvaliteedi tagamise kavandamine

Sademevee äravooluga kaasnev reostus ohustab põhja- ja pinnavett ning seejärel tuleb vältida saastunud sademevee suublasse juhtimist. Saaste võib sattuda äravooluvette mitmesugustest allikatest (tabel 4). SUDSi laialdasem kasutamine linnalises keskkonnas aitab vähendada äravoolava vee mahtu ja parandada selle kvaliteeti.

Torud on tavaliselt projekteeritud vee kiireks ärajuhtimiseks, et neisse ei koguneks setet ega tekiks ummistusi. Saastunud vesi liigub aga täiendavate puhastusseadmete puudumise korral edasi vastuvõtvasse veekogusse ehk suublasse. Seejuures sõltub settesüsteemide puhastuse tõhusus nende hooldusest. SUDS võimaldab äravoolavat sademevett puhastada, kaitstes keskkonda reostuse eest.

Reostusohu sõltub sademevee reostusastmest, suubla tundlikkusest ja vee puhastumisest äravoolamise kestel. Eri tüüpi saasteained võivad veekogudele põhjustada lühiajalisi ja pikemaajalisi mõjusid.

**Võimalikud mõjud vastuvõtvale pinnaveekogudele** hõlmavad pinnaveekogude täitumist setetega ja hõljuv-ainetest põhjustatud valgustingimuste halvenemist, mis avaldab negatiivset mõju ökosüsteemidele. Mõnel juhul võib see kaasa tuua bioloogilise mitme-

kesisuse aeglase vähenemise ja lõpuks veekogu elustiku hukkumise. Lahustunud saasteained ja süsivesinikud võivad põhjustada veekogude loodusliku hapnikusalduse vähenemist, mürgiste ühendite teket, metallide bioakumuleerumist, põhjaelustiku saastumist ning kalade ja teiste elusorganismide surma. Äärmuslikel juhtudel võib äravoolavas vees esineda ka märkimisväärset hulgal patogeene, mis võivad ohustada inimeste tervist.

**Põhjavee reostus** on vähem nähtav kui pinnavee reostus, kuid on sageli pöördu- matu ja püsiv. Põhjavee kvaliteeti ohustavad nii punkt-reostus (näiteks õlimahuti leke) kui ka hajureostus (näiteks lekkiv kanalisatsioon või saastunud äravoolu- vesi). Kvaliteetne põhjavesi on veest sõltuvate taimede ja loomade jaoks üli- oluline ning väga tähtis joogiveeallikas. Nitraadid, pestitsiidid, lahustid, metallid, süsivesinikud ja muud saasteained või- vad põhjavette sattuda siis, kui see paik- neb maapinnale lähedal või pinnasetüüp ei soodusta saasteainete lagunemist või kinnipidamist.

Sademeveesüsteemi kavandades on oluline pidada silmas nii pinnavee kui ka põhjavee kaitset: hinnata võimalikku reostusohu ja kasutada riskide vähenda- mise meetmeid, et SUDSist suublasse juhitud vesi vastaks õigusaktide nõuetele ja oleks piisavalt väikese riskiga.

Tabel 4. Sademevee saasteallikad (CIRIA 2015 järgi)

Allikas	Tüüpilised saasteained	Allika kirjeldus
<b>Atmosfäär (saasteainete sadestumine õhust)</b>	Lämmastik, väävel, raskmetallid <sup>1</sup> , süsivesinikud, tahked osakesed	Atmosfääri saastumisele aitavad kaasa liiklus, tööstus ja põllumajandus. Vihm seob saasteaineid õhust ning äravoolav sademevesi haarab kaasa katustele ja muudele pindadele sadestunud saasteaineid.
<b>Liiklus – heitgaasid</b>	Süsivesinikud, kaadmium, plaatina, pallaadium, roodium	Sõidukite heitgaasides sisalduvad polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud, põlemata kütus ja katalüsaatorite osakesed.
<b>Liiklus – kulumine ja korrosioon</b>	Osakesed, raskmetallid <sup>1</sup>	Rehvide kulumise ja sõidukite korrosiooni tõttu ladestub saasteaineid teedel ja parklates.
<b>Liiklus – lekked ja mahaloksumine</b>	Süsivesinikud, fosfaadid, raskmetallid <sup>1</sup> , glükoolid, alkoholid	Mootoritest lekib õli, hüdraulika- ja jäätumisvastaseid vedelikke ning tankimisel või mujal võib esineda juhuslikke mahaloksumisi. Määrdeõlid võivad sisaldada fosfaate ja metalle.
<b>Prügi ja loomade väljaheited</b>	Bakterid, viirused, fosfor, lämmastik	Prügi all mõistetakse tavaliselt joogipurke, paberit, toitu, sigarette, loomade väljaheiteid, plasti ja klaasi. Lemmikloomade väljaheited ja teedel lagunevad loomakorjused eraldavad saasteaineid, sealhulgas baktereid. Suurem osa prügist laguneb ja saasteained satuvad pindadelt äravoolavas sademevette.
<b>Taimestiku/maastiku hooldamine</b>	Fosfor, lämmastik, herbitsiidid, insektsiidid, fungitsiidid, orgaaniline aine	Orgaaniliseks saasteallikaks on lehed ja niidetud rohi. Lisaks kuuluvad siia herbitsiidid ja pestitsiidid, mida kasutatakse umbrohu- ja kahjuritõrjeks haljastatud aladel (näiteks aedades, parkides, puhkealadel, golfväljakutel jne).
<b>Pinnase erosioon</b>	Setted, fosfor, lämmastik, herbitsiidid, insektsiidid, fungitsiidid	Halvasti planeeritud aladelt äravoolav vesi võib kanda saasteaineid mitteläbilaskvatele pindadele ja põhjustada reostust.
<b>Jäätõrjega seotud tegevused</b>	Sõelmed, kloriid, sulfaat, raskmetallid <sup>1</sup> , glükool, fosfaat	Teede ja parklate jäätõrjeks kasutatakse tavaliselt soola, mis võib saasteaineid sisaldada või põhjustada nende teket.
<b>Puhastustegevused</b>	Sete, fosfor, lämmastik, detergendid, süsivesinikud	Sõidukite, akende, tänavate jne (surve)pesu tõttu satuvad muda, orgaanilised ained, pesuvahendid ja süsivesinikud äravoolavas sademevette.
<b>Kemikaalide ja õli ebaseaduslik utiliseerimine</b>	Süsivesinikud, mitmesugused kemikaalid	Saastet võib põhjustada kasutatud mootoriõlide või muude kemikaalide ebaseaduslik utiliseerimine.

<sup>1</sup> Raskmetallide hulka kuuluvad plii, kaadmium, vask, kroom, nikkel, tsink, elavhõbe.

Kõik raskmetallid pole kõigil juhtudel esindatud.

Pinna- ja põhjavee kvaliteedi tõhusaks kaitsmiseks ja riskide minimeerimiseks peab alalt ärajuhitava sademevee kvaliteet vastama nõuetele. Saaste levikut ära voolus on võimalik takistada ennetamisega ja SUDSi rakendamisega. SUDSi mitmes järjestikuses komponendis toimuvad puhastusprotsessid, mis parandavad järk-järgult vee kvaliteeti

ning toimivad puhvrina juhusliku lekke või ootamatu saasteainete suure koormuse korral. Põhjavee puhtuse tagamiseks peab pinnasesse immutamise korral põhjavee taseme ja SUDSi madalama osa vahe olema vähemalt meeter ja immutamine peab vastama Eesti Vabariigi õigusaktide nõuetele.

### 3.4.3 Planeerimine meeldiva elukeskkonna loomiseks

Hea linnakujunduse või planeeringu eesmärk on pakkuda atraktiivset, meeldivat, kasulikku ja ennekõike elamiskõlblikku keskkonda, mis toetab ja edendab kohalikke kogukondi.

SUDS annab võimaluse muuta vesi linnalises keskkonnas nähtavaks ja kuuldavaks ning kasutada seda puhkealade loomiseks. Leidlikult kujundatud peegeldustega veesilmad, tiigid ja purskkaevud, veeatraksioonid, taimestatud sademeveekraavid jms pakuvad suhtlemis-, sportimis- ja puhkamisvõimalusi, toetavad aktiivsete kogukondade teket ja tugevdavad ühtekuuluvustunnet. SUDS-iga kaasneb ka palju muid hüvesid, nagu ettevõtluse teke, keskkonda investeerimine, kuritegevuse vähenemine ja piirkonna populaarsuse kasv, mis viib kinnisvara väärtuse tõusuni.

Kõige rohkem toob SUDS kasu siis, kui see moodustab osa laiemast rohealade võrgustikust. Ühendatud rohetaristule saab rajada rohelist jalg- ja rattateid ning haljastatud puhkealasid. Rohealadel on suur roll mitmesuguste tervise- ja

sotsiaalsete probleemide ennetamisel (Bird 2007). On ka leitud, et inimesed liiguvad väljas rohkem turvaliste ja atraktiivsete haljasalade lähedal (Bird 2004).

SUDS võimaldab muuta ka tänavaruumi inimsõbralikumaks ning soodustada jalgsi ja jalgrattaga liiklemist. Autotumise tagajärjel on tänavatest saanud teed, mis on peamiselt mõeldud suurema hulga autode mahutamiseks ja liikumiseks, inimeste ruum on aina piiratun ja eraldatum. Laiemate ja kiiremate sõiduteede rajamisega koos suureneb ka vett mitteläbilaskva kõva katte osakaal. Avalikku ruumi peaks kujundama selliselt, et ruumi jääks kõigile ja välditaks konflikti – autoga liikumiseks sobiv linnaline ruum vs. meeldiv elukeskkond inimestele. Seejuures tuleb tähelepanu pöörata vett mitteläbilaskva katte osakaalule ja selle vähendamisele.

SUDSi rajamisega kaasneb elukeskkonna jaoks palju eeliseid (tabel 5).

**Tabel 5.** SUDSi rajamisega kaasnevad meeldiva elukeskkonnaga seotud eelised (CIRIA 2015 järgi)

Eelis	Näited
<b>Õhukvaliteedi parandamine</b>	Puudel ja muul taimestikul on õhukvaliteedi parandajatena tähtis roll, näiteks puud püüavad tänavatelt eralduvaid peeneid osakesi.
<b>Õhu ja hoonete temperatuuri reguleerimine</b>	Rohe- ja sinitaristu jahutab linnaõhku. See muutub tulevikus üha olulisemaks, kuna kliimamuutuste mõjul muutuvad linnalised keskkonnad kuumemaks.
<b>Elurikkuse toetamine</b>	Loomastikule ja taimestikule lisandub elu- ja kasvukohti.
<b>Süsinikuheite vähendamine ja sidumine</b>	Taimed ja pinnas seovad süsinikdioksiidi ja muid kasvuhoonegaase. Lisaks kulub SUDSi olelusringi kõigis etappides vähem energiat kui traditsioonilise torustiklahenduse korral.
<b>Kogukonna ühendamine ja kuritegevuse vähendamine</b>	Kui suurenevad suhtlemisvõimalused ja luuakse meeldivam keskkond, tunnevad inimesed tugevamat kogukonnakuuluvust ja on naabruskonna üle uhkemad. See kehtib eriti siis, kui kogukond on kaasatud SUDSi projekteerimisse ja elanikud saavad (kas või osaliselt) selle hoolduses osaleda.
<b>Majanduskasv ja nn sissepoole suunatud investeeringud</b>	Atraktiivsed kohad soodustavad ja toetavad sissepoole tehtavaid investeeringuid. On tõestatud, et rohelised looduslähedased sademeveelahendused lisavad ümbruskonnas olevale maale ja kinnistutele väärtust. Need aitavad kaasa ka turistide jaoks atraktiivsete kohtade loomisele.
<b>Hariduse toetamine</b>	SUDSi rajamine pakub võimalusi hariduse toetamiseks nii koolides kui ka kogukondades tervikuna.
<b>Tervise hoidmine ja heaolu loomine</b>	Rohetaristu võib vaimse ja füüsilise tervise säilitamise juures mängida olulist rolli, sest pakub puhke- ja lõõgastumispaiku.
<b>Müra vähendamine</b>	SUDS ning sellega seotud puud ja haljasalad kujutavad müra neelavaid tõkkeid ja pindu, rohekatused parandavad hoonete heliisolatsiooni.
<b>Joogivee säästmine</b>	Vihmavee kogumine ja kasutamine majapidamises või muul moel säästab joogivett ning pakub võimalikku veevaru taimede kastmiseks.
<b>Rekreatsiooni- võimaluste loomine</b>	SUDS võimaldab luua rohealasid, mida saab kasutada jalutamiseks, jalgrattasõiduks, mängimiseks, organiseeritud sportimiseks jne.

Selleks, et kavandada SUDSi kasutades meeldivat elukeskkonda, tuleb arvestada viit kriteeriumi ning kaaluda neid koos veekoguse reguleerimise, vee kvaliteedi ja elurikkuse kriteeriumidega:

### 1. Multifunktsionaalsuse suurendamine

Multifunktsionaalne maakasutus soodustab alati kulutõhusamaid ja kestvamaid lahendusi. SUDSi multifunktsionaalsus on seda olulisem, mida suurem on ala asustustihedus ja vett mitteläbilaskvate pindade osakaal. SUDSi rajamise võimalusi leiab ka kõige kitsamates tingimustes.

**Rekreatsioon** – SUDSi abil saab luua tingimused, kus inimesed on veega kontaktis, et lõõgastuda, meelt lahutada, end ergutada ja värskendada ning seda muul moel nautida. Suuremate avavee- ja märgalade juurde saab rajada radu jalutajatele, jalgratturitele, jooksjatele jne, suuremad tiigid võivad aga sobida näiteks eluslooduse vaatlemiseks. Ka SUDSi ja laste mänguväljakuid on väga edukalt võimalik ühendada (foto 2).

**Liikluskorraldus** – taimestikuga lahendusi saab kavandada parkimiskohtade kõrvale, et muuta keskkonda meeldivamaks nii parkla kasutajatele kui ka külgnevatele jalakäijate, äri- ja elamualadele. SUDSi saab integreerida ka tänavapilti ning toetada selle abil liikluskorraldust (näiteks tänaval parkimine, liikluse rahustamine, ülekäigurajad, eraldussaad, rattaparklad jne) ning alasid eraldada.

**Linnaaiandus** – SUDSi abil saab toetada linna- või kogukonnaaiandust, näiteks võib sademevett kastmiseks kasutada ja aedu SUDSi abil ühendada. Tugi on ka kaudne, sest ühistes aedades tegutsedes suurenevad kogukonna ühtekuuluvus, üksikisikute püüdlused ja tööhõivevõimalused ning linnalise keskkonna elurikkus.



Foto 2. Imbväljakul paiknev mänguväljak Soomes Helsingis. Foto: Gen Mandre

## 2. Avaliku linnalise ruumi välimuse parandamine

Linnaline ruum tuleb kujundada selliseks, et see pakub elanikele ja külatajatele kohti, mis on kvaliteetsed ja meeldivad. SUDSi komponente hästi planeerides võib parandada igasuguse arenduse või ehitise väljanägemist, see võib integreeruda ehitatud vormidega, luua uusi haljasalaseid ning toetada olemasolevat linnalist maastikku. Hoonete ja piirkondade visuaalse atraktiivsuse suurendamise ja meeldiva elukeskkonna loomise kaudu võib see aidata edendada piirkonna majandustegevust.

Iga SUDSi komponent peaks olema atraktiivne ning kui võimalik, tuleks süsteemi igas osas vett väärtustada ja eksioneerida. SUDSi kujundus peaks suurendama liikumis- või vaikuselamust ning stimuleerima meeli nii visuaalselt kui ka heli ja puudutuse kaudu. Kui soovimatud helid on välistatud ja asendatud näiteks voolava vee vulinaga, on ühendatud visuaalne ja kuuldav ning sünnivad nauditavad ja rahulikud kohad.

## 3. Ohutuse tagamine

SUDSi kavandades tuleb arvestada avaliku ruumi turvalisusega. Läbimõeldud projekteerimise korral ei ole SUDSi komponendid ohtlikumad kui looduslikud tiigid, märgalad, ojad ja jõed.

Lahenduse projekteerija peaks süsteemis maandama kõiki riske, et see oleks kogukonna, külatajate ja ka süsteemi hooldajate jaoks piisavalt ohutu. Juhul kui äravoolav vesi ei ole saastunud, saab seda kasutada laste mänguvõimalusena ja puhkealade kastmiseks. Elementide

kujundus peaks seejuures selgelt edasi andma infot, et vesi ei ole joogikõlblik. Saastunud vesi tuleb enne kasutamist puhastada või hoida süsteemides, kus inimesed sellega kokku ei puutu.

## 4. Linnaliste piirkondade kohanemise võime toetamine

Kohandatavuse nõue peaks kuuluma SUDSi projekteerimise protsessi.

Linnaliste piirkondade vastupanuvõime kliimamuutustele ja võimalikele ühiskondlikele arengutele sõltub sellest, kui lihtsalt saab kohaliku omavalitsuse taristut ja süsteeme kohandada. Pindmised sademeveelahendused (näiteks avatud kraavid, nõvad jms) võimaldavad lihtsalt ligi pääseda ja vajadusel muudatusi teha. SUDSi potentsiaalset kasutamist säästva arengu ja kliimamuutustega kohanemise peamiste eesmärkide saavutamiseks tuleks kaaluda projekteerimise alguses, et saada süsteemist võimalikult suurt kasu ja vähendada kulusid.

Rohe- ja sinialad tagavad jahutuse, mis võib aidata vähendada kuumalainete ajal linnalistel aladel tekkivat soojusaare efekti. Mida kõrgem on haljastus, seda tõhusam on jahutus. Seega on jahutuse mõttes kõige rohkem kasu kuuma päikese eest varju pakkuvatest puudest. Rohekatused ja muud taimestatud pinnad neelavad vähem soojust, selle tulemusena hoiavad need hooned suvel jahedamana ja vastupidi, pakuvad neile talvekuudel soojustust, see omakorda võib aidata energiat kokku hoida. Vihmavee kogumine ja kasutamine näiteks kastmiseks või majapidamisveeks võib aidata leevendada põua ajal veepuudust.



## 5. Teadlikkuse suurendamine

Kohalike kogukondade, külastajate ning taristut juhtivate ja hooldavate inimeste teadlikkuse suurendamine SUDSi eesmärgist, toimimisest ja olulisusest aitab seda kaitsta ja säilitada. Näiteks võib kasutada vabatahtlikke, kes hooldavad SUDSi ja tagavad selle turvalise toimimise. Pindmistes SUDSi lahendustes on lihtne märgata ja kõrvaldada ummistusi või muid probleeme. Sisse- ja väljalaskevavad ning voolu reguleerivad süsteemid on SUDSi tõhusa toimimise seisukohalt kriitilised. Nende asukoht ja funktsioon peaksid olema hooldustöötajatele kergesti arusaadavad.

SUDSi tuleks kasutada ka kogukonna keskkonnaõppeks, näiteks kaasata koole, sest nõnda on võimalik SUDSist saadavat kasu kogukonna jaoks veelgi suurendada ning kasvab ka üldine teadlikkus.

Taimestatud sademevee ärajuhtimis- ja/ või puhversüsteeme, nagu nõvad või tiigid, saab kujundada nii, et need pakuvad õuesõppe-, mängimis- ja meelelahutusvõimalusi. Headeks näideteks on nõvade labürindid ja tiigielustiku uurimise võimalused, aga ka sademevee kasutamise võimalusega õppe- ja mänguväljakud.

### Kogukondade ja üksikisikute teadlikkust SUDSist aitab suurendada:

- kogukonna kaasamine SUDSi kavandamisse, ehitamisse ja käigushoidmisse;
- sademeveesüsteemi kohta teabe pakkumine näiteks infotahvliitel, eriüritustel ja otsekontaktidena;
- laiemat huvi tekitamine SUDSi vastu näiteks õpilasekursioonide, õppeprogrammide ja harivate esitluste kaudu;
- SUDSi kasutamise soodustamine virgestus- ja muudeks tegevusteks nii laste kui ka täiskasvanute seas.

### 3.4.4 Elurikkust toetava elukeskkonna kavandamine

Erinevaid elupaiku ja nendega seotud ökosüsteeme toetavad maastikuelemendid pakuvad tervislikku ja stimuleerivat elukeskkonda ka inimestele ning võivad linnalises keskkonnas elamisele anda märkimisväärset lisaväärtust. Elurikkust on võimalik toetada ka väga väikeste isoleeritud lahendustega, kuid suurim kasu saavutatakse siis, kui SUDSi kavandatakse laiema rohealade võrgustiku osana, kus see aitab luua elupaikade vahel ühendusi (ühendada rohekoridore või rohevõrgustikku). Hästi planeeritud SUDS pakub taimedele, kahepaiksetele, selgrootutele, lindudele, nahkhiirtele jt liikidele elupaiku, toitu ja paljunemismõimalusi.

SUDSi kavandamine nõuab paljude eri valdkondade ekspertide koostööd, kuid kõik meeskonnaliikmed peaksid mõistma elurikkuse toetamise põhimõtteid ja sellest tulenevat kasu. Elurikkuse eesmärgid võivad olla määratletud valgala või kohaliku tasandi arengudokumentides (näiteks rohetaristu strateegias) ning neid tuleks arvestada juba SUDSi planeerimise varases staadiumis.

**SUDSi kavandades tuleb tähelepanu pöörata neljale elurikkusega seotud eesmärgile:**

#### 1. Kohalike looduslike elupaikade ja liikide toetamine ning kaitse

SUDSi projekteerides tuleb arvestada piirkonna elupaigatüüpe, et kasutatavad liigid ja loodavad elupaigad sobiksid kohalike tingimustega ning SUDS toetaks olemasolevaid elupaiku, arendatava või ümberehitatava piirkonna kasutamist ja tulevikueesmäärke.

#### SUDSi ökoloogilise planeerimise juures tuleb arvesse võtta:

- ala elurikkust ja olemasolevaid elupaiku;
- laiema piirkonna elurikkust ja elupaiku, mida SUDS saaks toetada elupaikade ühendamise (sidususe parandamise) kaudu;
- alal olevaid olulisi looduslikke elupaiku (näiteks märgalasid, mis on hävinud või killustunud) ning seda, kas oleks mõistlik neid sademeveesüsteemi rajamisel taastada või taasühendada;
- ala omadusi, mis mõjutavad taimestiku sobivust, elupaigatüüpe ja nendega seotud liike, näiteks reljeef, pinnas (ehitusgeoloogiline läbilõige), kohalikud kliimaatilised ja hüdro(geo)oloogilised tingimused;
- arendatava ala ja kohaliku kogukonna nõudeid, näiteks kavandatavat ja/või olemasolevat kasutust, mugavusi ja meeldivat elukeskkonda, arendatava maastiku iseloomu ja stiili.

## 2. Elurikkuse saavutamisele igakülgne kaasaaitamine

SUDSi saab ja tuleb sageli kavandada nii, et see tooks kasu esmatähtsatele (kõige ohustatumatele ja kaitsemeetmeid vajavatele) elupaikadele ja liikidele ning aitaks saavutada riiklikes ja kohalikes strateegiates ja tegevuskavades seatud elurikkuse eesmäärke. Kui SUDS toetab elurikkuse eesmäärke, võib olla võimalik kasutada selle rajamisel ka looduskaitse rahastust.

Lisaks tuleks teha ökoloogidega koostööd SUDSi hoolduskava koostamise juures, et säiliksid soodsad elupaigad kohalikule elustikule ning alal esinevad tundlikud ja kaitsealused liigid oleksid kaitstud.

## 3. Elupaikade sidususele kaasaaitamine

SUDSi kavandades tuleb arvestada olemasolevate või planeeritavate elupaikade koridoride ja rohevõrgustikega ning hinnata, kuidas SUDS saaks senist võrgustikku toetada, luues ühendavaid elupaiku või rohekoridore.

Rohetaristul on linnalise ruumi ökoloogilise funktsiooni tagamises ülioluline roll, sest see pakub elupaiku ja liikumisteid looma- ja taimeliikidele.

## 4. Mitmekesiste, isetoimivate ja vastupidavate ökosüsteemide loomine

SUDS võiks hõlmata eri elupaigatüüpe/kooslusi, et suurendada elurikkust ning luua isetoimivad ja vastupidavad ökosüsteemid.

Looduslikult ja struktuuriliselt mitmekesine sademeveesüsteem juhib ka sademevett tõhusamalt ning peab kliimamuutustele paremini vastu.

### SUDSi abil saab edendada piirkonna rohetaristut, kasutades näiteks:

- tänaväärseid puuderidu või -salusid, mis ühendavad rohealaseid ja loovad elupaiku;
- sademevett tänavahaljastuse kastmiseks;
- haljastuse osakaalu suurendamist, asendades näiteks tehistõkked hekkidega jne;
- rohekatuseid ja roheseinu;
- looduslähedasi sademeveelahendusi multifunktsionaalsete maastikuelementidena (näiteks nõva teerajana, viibetiiki mänguväljakuna jne);
- tugevdatud murupindu või murukivi kõva katte asemel;
- kasvukaste või vihmapeenraid liikluse eraldamiseks, aeglustamiseks, meeldiva elukeskkonna ja elupaikade loomiseks.

**Struktuuriliselt mitmekesise SUDSi loomiseks:**

- tuleks kasutada erinevaid SUDSi komponente ja ühendada need loodusliku pikisuunalise kaldega, mis on vajalik vee isevooleks juhtimiseks läbi maastiku;
- võiks väljakaevatud pinnast kasutada pervede, küngaste ja terrasside kujundamiseks, et luua mitmekesiseid pinnavorme ning märjema ja kuivema elupaiku;
- võiks kujundada rajatavate tiikide ja märgalade kaldad astmeliseks ja laueks (tänu sellele on neid ka parem hooldada ja need on ohutumad). Madalamad veekogud on küll turvalisemad, kuid mitmekesise maastiku loomiseks võiks võimaluse korral lisada ka sügavam veega alasid;
- võiks vältida siledaid viimistletud pindu, mida tavaliselt võib näha näiteks linnaliste alade veekogude juures, sest sellised kaldad või servad ei soodusta elupaikade kujunemist.

**SUDSi rajades tuleks kasutada mitmekesist taimestikku.****Elurikkust aitavad suurendada näiteks:**

- alale sobivate looduslike liikide kasutamine ja invasiivsete liikide vältimine;
- võimaluse korral kohalike liikide kasutamine, sest need on kohastunud kohaliku kliima, pinnase ja hüdroloogiliste tingimustega. Mõningatel juhtudel, näiteks elamute läheduses asuvate vihmapeenarde korral, võib kaaluda ka sobivate mittekohalike taimeliikide kasutamist, kuid sellisel juhul peaksid need olema suure esteetilise väärtusega või pakkuma nektarit tolmeldajatele ega tohi olla invasiivsed;
- selliste liikide eelistamine, mis üheskoos tagavad maksimaalse lehekatte, öitsemise ja viljumise kogu aasta/kasvuperioodi vältel, et pakkuda toitu ja varju selgrootutele ja lindudele;
- eri kõrgusega rohttaimestikuga alade rajamine, et luua elupaiku erinevatele liikidele;
- õistaimede külvamine või istutamine (näiteks lilleniiduna) või nende loodusliku leviku soodustamine, et pakkuda nektarit erinevatele putukatele/tolmeldajatele;
- nektaririkaste põua- ja tallamiskindlate taimedega (nagu kummel ja liivatee) kruusapindade taimestamine;
- haljastuses ka puude ja põõsaste ning märgade metsaelupaikade kasutamine, et luua elupaiku kahepaiksetele ja selgrootutele ning väärtuslikke varjulisi alasid;
- surnud/kõduneva puidu säilitamise võimaluste loomine, kuna see pakub elupaika ja toitu paljudele liikidele, muuhulgas sammaldele, samblikele, seentele ja selgrootutele. Püstiseivates surnud puudes asuvaid õõnsusi kasutavad näiteks linnud ja nahkhiired pesitsemiseks.

## 3.5 SUDSi rakendamine

Looduslähedasi sademeveelahendusi peab kohalikus omavalitsuses hakkama kavandama juba üldplaneeringu etapis. Omavalitsusel on soovituslik koostada kogu omavalitsuse territooriumit hõlmav sademevee arengukava, mis annab ülevaate valgalade jaotuse, sademeveetaristu, võimalike ülejutuste suhtes kriitiliste piirkondade jm kohta. Näiteks Viimsi vald on koostanud sademevee arengukava 2016–2027, mida toetab VAAL süsteemis ([vaal.viimsi.ee](http://vaal.viimsi.ee)) toodud sademevee taristu info. SUDSi rajamise kohustus on reguleeritud eeskirja ja omavalitsuse väljastatavate tehniliste tingimustega.

Sademeveelahendustega tuleb arvestada eri suurusega alade planeerimisel ja projekteerimisel. SUDSi saab rakendada eri tasanditel, alates üksikutest hoonetest ja lõpetades valgaladega. SUDS peaks parandama üksiku hoone vormi ja omadusi ning ühendama krundi

tasandi sademeveelahendused piirkonna sademeveesüsteemi ja maastikuga. Konkreetse ala sademevee põhimõtteline lahendus tuleks välja töötada juba detailplaneeringu käigus. Planeeringute etapis peavad lahenduste kavandamise juures olema kõik huvitatud osapooled, et sünniks parim lahendus, mis on sobiv kõigile ja mille juures arvestatakse ruumiliste vajadustega.

Suurte projektalade korral tuleb koostada kogu arendatava ala strateegiline sademevee käitlusplaan, mis võimaldab ala osi arendada etapiti. Strateegiline süsteem peab olema välja töötatud selliselt, et järgnevates arendusetappides oleks komponentide lisamine korral tagatud süsteemi toimimine suureneva veekogusega. Iga kujunduskriteeriumi täitmist tuleb kaaluda nii objekti kui ka arendusala tasandil, et saavutada maksimaalne kasu ja hoida ära võimalikke probleeme.

### Projekti koostamiseks ja ehitamiseks peab omavalitsus läbima kohustuslikud etapid:

- projekteerimistingimused omavalitsuselt;
- tehnilised tingimused tehnovõrkude haldajatelt, vajaduse korral keskkonna-, muinsuskaitse- jt asjasse puutuvatelt organisatsioonidelt;
- sademevee ärajuhtimise tehnilised tingimused;
- eskiis või lahenduse valik;
- projekteerimine;
- ehitusloa taotlemine;
- ehitamine koos ehitusjärelvalvega.

Ehitusteatise, ehitusprojekti ja ehitusloa kohustuslikkuse nõuded on toodud Ehitusseadustiku lisas 1 (RT I, 29.06.2022, 5).

Lisaks peaks tähelepanu pöörama võimalikele asukoha erinõuetele: muinsuskaitse, keskkonnakaitse, riigikaitse jms nõuetele. Näiteks muinsuskaitse nõuded vastavatel kaitse- või miljööväärtsel aladel (pargid jm kaitstavad alad) võivad mõjutada

kavandatud lahendusi. Väga oluline on koostada võimalikult täpne projekteerimise lähteülesanne, milles võetakse arvesse SUDSi kujunduskriteeriume ja tagatakse selle toimimine. Samuti tuleb tähelepanu pöörata ehitusjärelvalvele, sest SUDSi lahendused erinevad tavapärasest ehitusest ning ehitaja võib teha vigu, mille tagajärjel SUDS ei hakka toimima nagu planeeritud.

### 3.5.1 SUDSi kavandamine ja eelprojekti koostamine

SUDSi rajades kehtivad samamoodi tehnilised projekteerimispõhimõtted ja -standardid nagu traditsioonilise torustiksüsteemi puhul. Iga komponendi kavandamise ja ehitamise juures on ülioluline arvestada võimalike problee-

midega. SUDSi projekteerija peab tagama, et süsteemi oleks lihtne ehitada ja hooldada ning ka ehitajatele ja hooldajatele oleks selgitatud, kuidas komponendid toimivad.

#### Soovituslikud sammud lahenduse loomisel:

Vajadus → Kavand → Analüüs → Eelprojekt → Põhilahendus

SUDSi projekteerimise teeb eripäraseks see, et erinevalt torustiku rajamisest peab projekteerija olemasolevatest tingimustest lähtudes lahenduse välja valima ja seda kohandama. SUDSi rajamine on torustike projekteerimisega võrreldes palju loomungulisem. Selleks, et rajada hea SUDS, peavad projekteerimismeeskonda SUDSi tüübist lähtudes kuuluma peale vee- ja kanalisatsiooninseneride arhitektid, maastikukujundajad ja muud spetsialistid.

SUDSi kujunduskriteeriumid (tabel 2) ja üldised hea disaini kriteeriumid (tabel

3) annavad projekteerijale üldise raamistiku, kuid projekteerija otsustada jääb, kuidas neid kriteeriume konkreetsel alal rakendada. Seejuures on väga oluline varakult kaasata huvirühmad, teiste hulgas SUDSi rajamise otsustajad, omavalitsuse spetsialistid, haldajad, hooldajad, keskkonnaasutused, vee-ettevõtted, Transpordiamet jt ning avalikkus.

SUDSi kavandamise tulemusena tuleks saavutada nii sademevee käitlemise kui ka sellega kaasnevad multifunktsionaalsed eesmärgid.

**SUDSi kavandamise esimene ülesanne on seada eesmärgid sademevee käitlemisele projektala ulatuses, sealhulgas:**

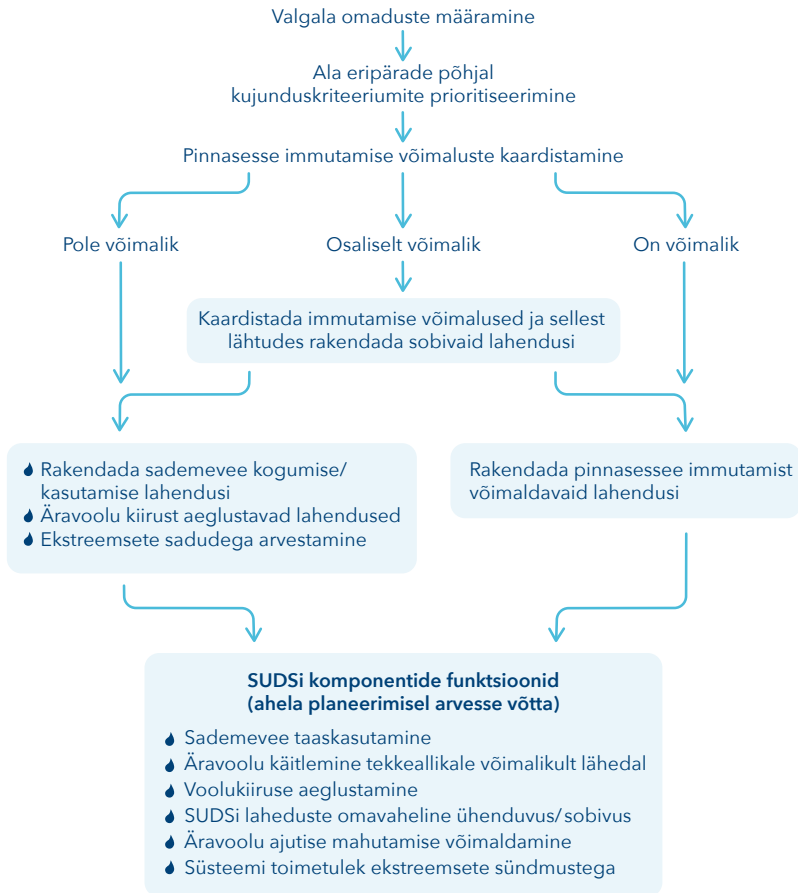
- üleujutusrisi vähendamise eesmärgid;
- vee kvaliteedi parandamise eesmärgid;
- elurikkuse eesmärgid;
- kogukonna sotsiaalse ajaveetmise eesmärgid;
- looduskaitse nõuded ja -vajadused;
- kavandatavate lahenduste hooldus- ja kasutusnõuded;
- kliimamuutustega kohanemise / kliimakindluse nõuded ja vajadused;
- veevarustuse eesmärgid ja piirangud.

SUDSi kavandamise teine samm on koostada ideekavand. Selle peamine eesmärk on valida ja hinnata potentsiaalseid SUDSi lahendusi, et töötada välja projektalale sobiv sademevee käitlusahel.

**Ideekavandi etapis tuleb kaaluda järgmisi võimalikke looduslähedaste lahenduste rajamise võimalusi:**

- kas alal on võimalik kasutada rohekatust;
- kas katuselt äravoolavat vett on võimalik ja mõistlik kasutada majapidamis- või kastmisveena;
- kas kogutud vihmavett saab kasutada muuks otstarbeks, näiteks mänguväljakutel, purskkaevudes või muudes veeatraksioonides;
- kas vett mitteläbilaskvaid pinna- katteid saab asendada läbilaskvate katetega;
- kas on võimalik juhtida vett rohe- või haljasaladele ning seda seal pinnasesse immutada;
- kas on võimalik kaasata eramaaomanikke, et nende kruntidele rajada looduslähedasi sademeveelahendusi.

SUDSi ideekavandi koostamise protsess on skemaatiliselt kujutatud joonisel 6.



Joonis 6. SUDSi kavandamise tegevusplaan.

Määrata tuleb ka süsteemi hoolduse eest vastutav isik/organisatsioon, kellel peab olema täielik ülevaade sademeveesüsteemist, selle toimimisest ja ohtudest, et oleks tagatud teadlik ning lahendustele sobiv hooldus.

Projektlahenduse loomist tuleks alustada ala hindamisega, kuhu SUDSi soovitakse rajada. Arvesse tuleks võtta kõiki olemasolevaid katuseid, vett mitteläbilaskvaid

pindu, pinnase hüdrogeoloogilist ise-loomu, maapinna reljeefi, ehitusgeoloogilist läbilõiget, SUDSiks kasutatava pinna suurust, haljasalasid, maakasutust ja maaomandi piire.

Projekteeritava ala omaduste analüüs hõlmab olemasoleva olukorra ja projekteeritava lahenduse kirjeldust. Nende kirjelduste põhjal sünnib lõplik SUDSi projekt.



### 1. Projektala olemasoleva olukorra kirjeldus peab hõlmama:

- projektala mõõdistatud alusplaani (geoalust);
- pinnasetüüpi / ehitusgeoloogilist läbilõiget;
- pinnase infiltratsiooni potentsiaali;
- olemasolevaid vooluteid ja väljalaskude/väljavoolude asukohti;
- pindmise äravoolu ärajuhtimise potentsiaali;
- üleujutusohu kohti projektalal;
- olemasolevat maakasutust;
- olemasolevat taristut (maa peal ja maa all);
- kohalikke elupaiku ja elustikku;
- kohalikku maastikku, linnalist ruumi ja avaliku ruumi taristut.

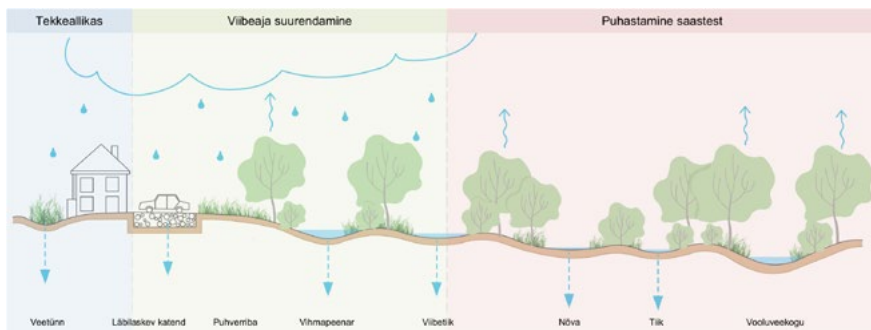
### 2. Projekteeritava lahenduse kirjeldus peab hõlmama:

- kavandatavat pinnamoodi, maakasutust ja maastiku omadusi;
- kavandatavat üleujutusrisiki vähendamise strateegiat;
- kavandatavat taristut;
- kavandatavat taimestust;
- kavandatavat hoonestuse stiili ja vormi;
- kavandatavat sademevee äravoolu korraldamist ja süsteemi hooldamist.

SUDSi lahenduste valik sõltub seatud eesmärkidest (SUDSi kujunduskriteeriumitest) ning sellest, kas ja kuidas on SUDS seotud ja integreeritud arenduse või ehitiste ning ümbritseva maastikuga.

SUDSi lahenduste paiknemine, põhi-funktsioon ja sobivus käitlusahelas on toodud joonisel 7 ja lisas 1.

Kui SUDSi kohta on koostatud algne projektalahenduse kirjeldus või eelprojekt, saab liikuda põhiprojekti koostamise juurde.



**Joonis 7.** Erinevate looduslähedaste sademeveelahenduste soovituslik paiknemine käitlusahelas.

### 3.5.2 Sademevee vooluhulkade arvutamine

Kui sobiv SUDSi lahendus on valitud, tuleb see projekteerimise käigus viia vastavusse arvutuslike vooluhulkade, pindmise äravoolu mahtude, pinnasesse immutamise võimaluste ja valingvihmade sagedusega. Sademevee mahu arvutuste tulemuste põhjal saab dimensioneerida SUDSi komponentide veemahutavuse ja nende suuruse. Arvutused peaks tegema pädev insener. Sademevee äravoolu arvutuste meetodika on toodud standardis EVS 848:2021 Väliskanaliseerimisnorm. V

Sademevee vooluhulk valgaladelt, mille suurus on kuni 80–100 ha, arvutatakse valemiga:

$$Q_{a,s} = q \times k_{\psi} \times A_a$$

kus:

$Q_{a,s}$  – pinnale langeva ja sealt ärajuhitava sademevee **arvutusäravool** [L/s];

$q$  – arvutusvihma keskmine intensiivsus [L / (s × ha)];

$k_{\psi}$  – keskmine äravoolutegur (määratav EVS 848:2021 tabeli 3 või 4 järgi);

$A_a$  – valgala suurus [ha].

#### Arvutuste eelduseks on:

- homogeenne valgala;
- väike sademeveesüsteemi maht;
- madal pinnase infiltratsioonivõime.

Nii tavapärase kui ka looduslähedaste sademeveesüsteemide õigeks dimensioneerimiseks on soovitatav kasutada dünaamilist hüdroloogilis-hüdraulilist arvutusmudelit, mis arvestab mitmeid hüdraulilisi protsesse, sealhulgas sademete hulga muutust ajas, aurumist, lume sulamist, pindmise äravoolu kogunemist lohkudesse, infiltratsiooni, filtratsiooni põhjavette ja põhjavee äravoolu.

Selle etapi lõpuks peavad SUDSi üksikud komponendid olema lõpliku kujundusega ja vastama arvutuste tulemusel saadud veemahtudele.

### 3.5.3 Põhilahenduse projekti koostamine

SUDSi projekt peab sisaldama süsteemi rajamiseks ja kooskõlastamiseks vajalikke spetsifikatsioone, sealhulgas:

- infiltratsiooni ja geotehniliste mõõdistuste tulemusi ja hindamist;
- kasutatud sademevee arvutusmeetodeid ja põhjendusi;
- mahuarvutusi kogu süsteemile tervikuna ja komponentidele eraldi;
- detailseid projektijooniseid;
- seletuskirja, vajaduse korral erilahenduste kirjeldust;
- materjalide spetsifikatsioone;
- haljastuse spetsifikatsioone (sh kasutatavaid liike, rajamise ja hooldamise juhiseid);
- ehitusvõtteid ebastandardsete lahenduste korral;
- hoolduskava koos arvestuslike kuludega.

Info peab olema mõistetav ja piisav kooskõlastamiseks ning ehitajale hinnapakumise koostamiseks või riigihankel pakumuse esitamiseks.

Aladel, kus sademeveeprobleemide oht on suur, soovitatakse stsenaariumid mudeldades läbi mängida, et olla ohuolukordadeks valmis. Võimaluse korral võiks mõelda ka tarkadele juhtimislahendustele, et olemasoleva sademeveesüsteemi tõrke korral oleks võimalik sademevesi inimeste vara ja ala ohtu seadmata ära juhtida.

## 3.6 SUDS erakruntidel

Tavaliselt saab kohalik omavalitsus SUDSi projekteerides arvestada vaid omavalitsusele kuuluva maaga, kuid see takistab terviklikku lähenemist ja piirab SUDSi rajamise võimalusi. Kui kaasata ka eramaaomanikud, on võimalik rajada tõhusam terviklik sademeveesüsteem, millest saab kasu kogu piirkond. Kaasamisel tuleb kindlasti kogukonnale selgitada sademevee käitlemise ahela kulgu ja selle olulisust. Lõplik ideekavand või eelprojekt peaks sündima piirkonna eripärasid ja võimalusi arvesse võttes.

Omavalitsusel on soovituslik nõuda kõigilt uutelt arendustelt olenemata liigist säästlike sademeveelahenduste rakendamist. Sellisel juhul ei ole sademeveesüsteemi võrguvaldajal üldjuhul vaja suurendada seniste süsteemide läbilaskevõimet.

Erakinnistu omanik peaks kasutama meetmeid, et aeglustada ja ühtlustada vee vooluhulka enne selle kinnistult avalikku sademeveesüsteemi juhtimist. Kinnistult vastuvõetavale sademeveele võib tehniliste tingimustega seada ka

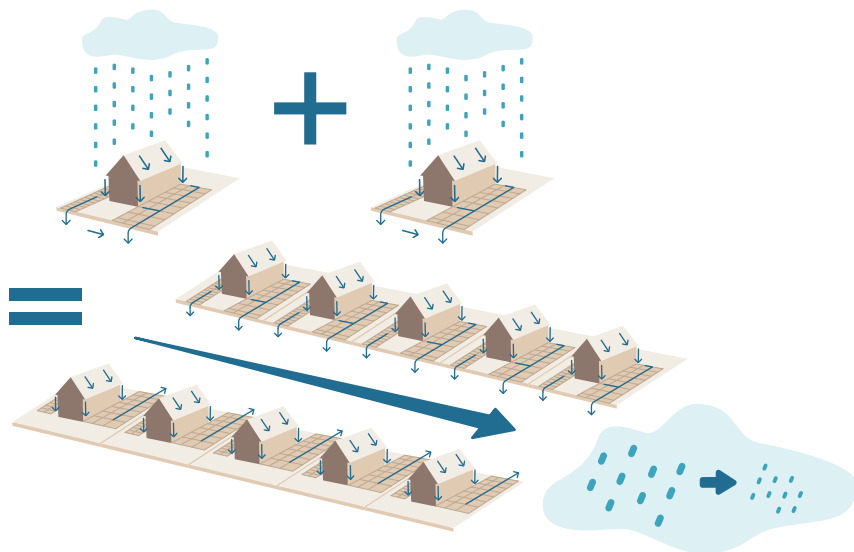
piirangud. Erakinnistule rajatav SUDS on soovitatav projekteerida võimalikult multifunktsionaalne, et see nii aeglustaks ja ühtlustaks sademevee äravoolu kui ka võimaldaks kinnistuomanikel sademevett kasutada (fotod 3 ja 4).

Erakrundile säästlike sademeveelahenduste rajamisega on igaühel võimalik kaasa aidata valingvihmadest tekkivate üleujutuste ärahoidmisele. Ühelt krundilt ärajuhitava sademevee kogus ei ole elukondlikul maal väga suur, kuid mitmelt krundilt või suurelt ärikinnistult, kaubanduskeskuse alalt äravoolav vesi moodustab juba arvestatava koguse (joonis 8).

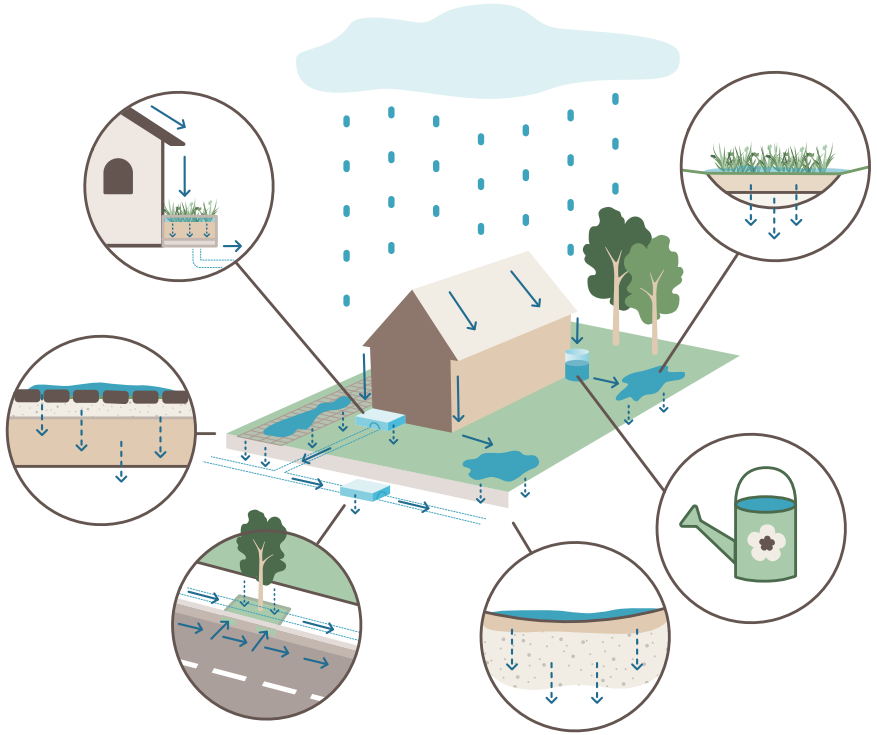
Krundi piires ei pea lahendused väikese sademevee hulga tõttu olema kuigi mahukad ega vaja palju ruumi. Eramukrundidele sobivad sademeveelahendused on toodud joonisel 9. Väikese

saastesisaldusega sademevett saab hõlpsasti kasutada näiteks kastmis- või majapidamisveeks või selle hoopis pinnasesse immutada. Krundidel, kus on reostusallikaid lihtne tuvastada ja kõrvaldada, saab ka ennetada äravoolava sademevee reostumist. Suurematel erakinnistutel, nagu tootmisterritooriumid, kaubanduskeskused, ärimajad jms, saab lähtuda tänavatele või avalikele aladele loodud lahendustest.

Omaavalitsus peaks erakrundide omanikke süsteemsemalt informeerima sademevee olemusest ja sellega seotud probleemidest, omaavalitsuse kehtestatud sademevee käitlemise nõuetest ja võimalustest sademevett oma krundil käidelda. Soovitatav oleks koostada informaterjalid SUDSi rakendamise võimalustest erakrundidel koos konkreetsete lahenduste kirjeldustega, milles arvestatakse piirkonna eripära.



**Joonis 8.** Eramukrundidele rajatud looduslähedased sademeveelahendused aitavad tänavale juhitava sademevee kogust ja voolukiirust vähendada ning allavoolu tekkivaid sademeveeprobleeme ennetada.



**Joonis 9.** Eramupiirkonna kruntidele sobilikud SUDSi lahendused (vihmapeenrad, kasvukastid, vihmavee kogumine kasutamiseks, vett läbilaskev kate jne).



**Foto 3.** Näide Hollandist Arnhemist, kus erakrundi võimalusi arvesse võttes osutus sobilikuks lahenduseks viibetüük.

Foto: Buro Lubbers ([www.archined.nl/project/28017-monnikenhuizen-arnhem/](http://www.archined.nl/project/28017-monnikenhuizen-arnhem/))

Erakruntide omanikke tuleb teavitada ja kaasata kogu piirkonna sademevee käitlemise eeskirjade ja lahenduste koostamise ning arengukavade protsessi. Erakruntidele planeeritavaid kõva kattega ehitiste (hooned, teed,

parklad) projekte menetledes tuleb muuhulgas leida lahendused ka sademevee käitlemisele. Täiendavat infot leiab projekti LIFE UrbanStorm veebilehelt [urbanstorm.viimsivald.ee](http://urbanstorm.viimsivald.ee).

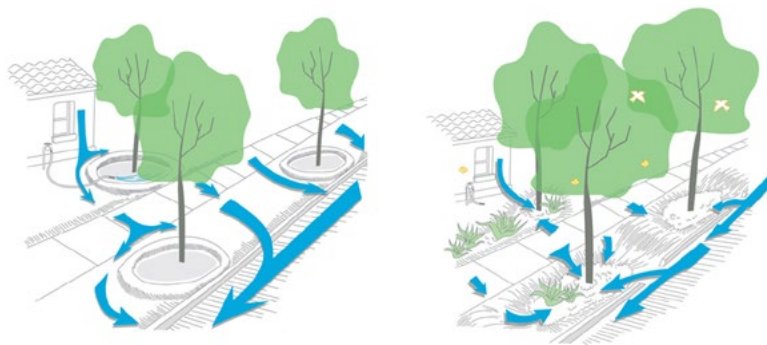


**Foto 4.** Näide Soomest, kus Scandic Grand Centrali hotelli sisehoovi on rajatud vihmapeenar. Foto: Nomaji maisema-arkkitektid Oy ([www.nomaji.fi/en/work/scandic-grand-central-helsinki-courtyard](http://www.nomaji.fi/en/work/scandic-grand-central-helsinki-courtyard))

### 3.7 SUDS tänavaruumis

Linnalises keskkonnas on ruum sageli piiratud ning planeerimisnõuded või projekteerimistingimused rangemad kui hajaasustusega piirkonnas. Praegu juhitakse sademevesi enamasti ehitistelt, kruntidelt ja kõnniteedelt sõiduteele, kus paiknevad restkaevud. Sealt suunatakse saastunud ja kiire vooluga sademevesi torustikku ning edasi looduslikesse vee kogudesse. Selle alternatiiv võiks olla

SUDSi lahendused. Sademevee sõiduteele suunamise asemel võiks lasta sellel hoopis tekkekohas või enne teele juhtimist imbuda ning reoveepuhastite koostamise vähendamiseks ühisvoolse süsteemi korral sõiduteelt ära juhtida (joonis 10).



**Joonis 10.** Sademevee liikumine praegu üldlevinud torustiklahenduse (vasakul) ja SUDSi lahenduse (paremal) korral (Lancaster & Lipkis 2019 järgi).

Tänavaruumi sademevee äravoolu planeerimist peaks alustama detailplaneeringut koostades, võttes arvesse kohalike tehnovõrkude (sealhulgas tänavate) projekteerimise juhiseid ja kaasates kohaliku vee-ettevõtte ning teede ja tänavate eest vastutavad spetsialistid või ametiasutused. SUDSi kavandades tuleb arvestada seniste torustiklahendustega ja võimalustega SUDSi nendega kombineerida.

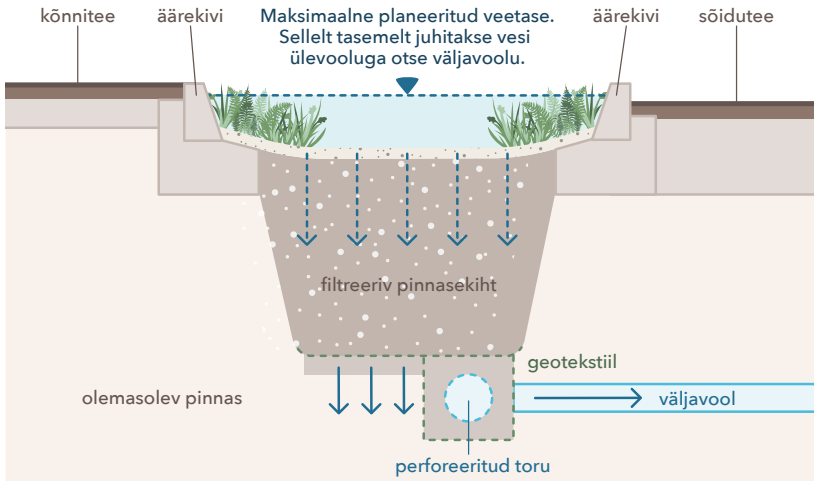
Hästi kavandatud SUDS võimaldab olemasolevat ruumi tõhusalt ja mitmekülgset kasutada ning pakub kuivenduse kõrval muid funktsioone, näiteks:

- vett läbilaskva katendiga ala saab kasutada parkimiseks ja see omakorda võimaldab linnalisse keskkonda luua rohekatteid;
- vihmapeenraid võib kasutada liikluse rahustamise meetmena või eraldus-saartena ning tuua samas avalikku ruumi lille- ja taimeilu;
- puhveralasid/viibealasid/imbväljakuid saab kasutada rekreatsiooniks ja maastiku mitmekesistamiseks;
- puud ja rohekatted aitavad reguleerida keskkonna ja hoonete temperatuuri ning luua rohelisemat elukeskkonda.

Erinevate SUDSi komponentide ja lahenduste kasutamine võimaldab vastavate ekspertide õigeaegse kaasamise korral leida tõhusa SUDSi skeemi mis tahes tingimuste jaoks, sealhulgas:

- suure tihedusega arendusaladele;
- järsu kaldega aladele;
- tasastele aladele;
- kõrge põhjavee tasemega aladele;
- lammidel asuvatele aladele;
- saastatud maa-aladele;
- madala imbumisvõimega aladele;
- ebastabiilse pinnasega aladele.

Pindmiste või avatud sademeveelahenduste projekteerimisel tänavaruumi tuleb tagada, et teetammid oleksid kaitsitud ning vesi ei saaks teekatet kuidagi kahjustada (joonis 11).

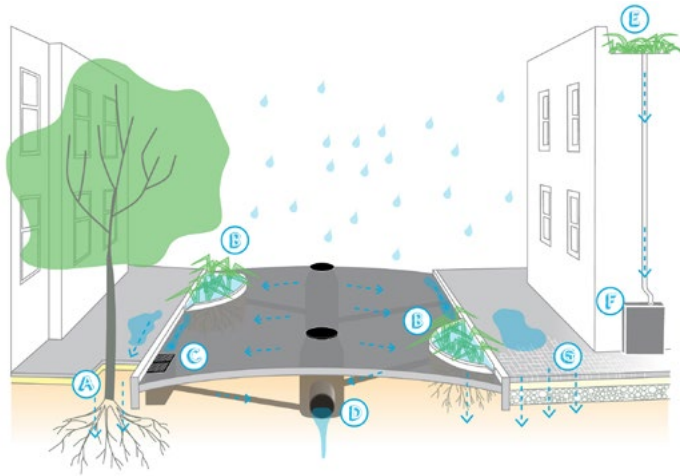


**Joonis 11.** Lõige tänava SUDSi süsteemist. Madal veetase SUDSi lahendustes võimaldab veel imbuda otse pinnasesse. Külgsuunas kõrvalasuvatesse teekonstruktsioonidesse imbumist võib lisaks toruga äravoolule takistada näiteks äärekiviga või vett mitteläbilaskva geomembraaniga (CIRIA 2015 järgi).

### Tänavaruumis sademevee ärajuhtimiseks sobivad looduslähedased sademeveelahendused (joonis 12):

- **vett läbilaskev kate** – sobib kergliiklustele, parklasse ja muudel erijuhtudel (mänguväljak, staadion jms), lahendustest kasutatakse näiteks poorset asfalti ja murukivikatet;
- **nõva** – äärmiselt kasulik pikkade teelõikude kuivendamiseks, kui tee on ääristatud rohealaga ja teenusepakkujate trassid rajamisel ette ei jää;
- **puhverriba** – sobib rajada näiteks enne nõva, et äravoolavat vett esmaselt puhastada;
- **täidisdrain ja imbkraav** – võtavad vähem ruumi, kuid mahutavad nõvaga võrreldes vähem vett ja ummistuse tekke tõenäosus on suurem. Vajaduse korral võib neid vooderdada vett mitteläbilaskva membraaniga, et vesi ei satuks külgnevatesse teekonstruktsioonidesse;
- **viibetiik, tiik ja tehismärgala** – sobivad näiteks ringristmikule või ristmiku ning sõidutee äärde, kui rajamiseks on piisavalt ruumi; võimalik kombineerida purskkaevu lahendusega;
- **vihmapeenar ja kasvukast** – sobivad tänavaruumi liiklust rahustama ja kõva kattega aladele, näiteks parklatesse meeldivust ja elurikkust lisama või ka alasid eraldama;
- **imbkaev** – sobib piiratud ruumiga alale, seda võib kombineerida näiteks nõva või vihmapeenraga.

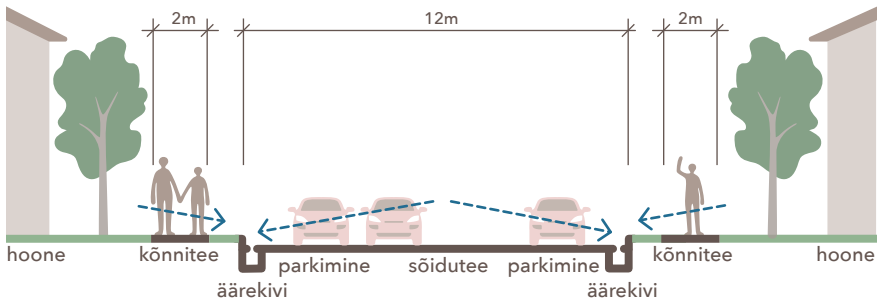




**Joonis 12.** SUDS linnalises keskkonnas. Looduslähedase sademeveesüsteemi peamine eesmärk on aeglustada sademevee kiiret jõudmist kanalisatsiooni ning hajutada ja imutada seda tekkekohas võimalikult palju.

- A – tänavapuu:** sademevesi juhitakse istutuspesasse, kus see pinnasesse imbib ja puu juuri niisutab;
- B – vihmapeenar:** puhastab vett, aeglustab selle äravoolu ja võimaldab sademeveel pinnasesse imbuda; juhul kui ulatub sõiduteele, rahustab ka liiklust, suurendab tänavaruumi meeldivust ja eraldab liiklusrume;
- C – restkaev:** restkaevu kaudu juhitakse sademevesi sademeveetorustikku;
- D – sademeveetorustik:** sademevesi koguneb torustikku restkaevudest ja juhitakse üldjuhul looduslikesse vee-koodesse;
- E – rohekatus:** vähendab katuselt ärajuhitava sademevee vooluhulka, rohestab linnalist tehiskeskkonda;
- F – sademevee mahuti:** kogunenud sademevett võib kasutada hoones majapidamisveena, krundil kastmisveena, katete pesemiseks vm moel;
- G – vett läbilaskev kate:** võimaldab sademeveel pinnasesse imbuda ning vähendab sellega üleujutuste tekkimise ohtu.

Linnaliste piirkondade suurenev autotumine tingib aina uusi ja laiemaid sõiduteid. Samal ajal on jalakäijatele ja ratturitele jäänud ruum üha vähenenud või liiklusrume eraldavad roheribad kadunud. Tihenenud liikluse ja suuremate kattega alade mõjul suurenevad õnnetuste arv, õhusaaste, süsinikdioksiidi heide ning tekivad ja laienevad soojusaared, mis kõik avaldab mõju ka tervisele. Samuti tähendab see vett mitteläbilaskva katte (peamiselt asfaldi) osakaalu märkimisväärset suurenemist, mis omakorda suurendab äravoolava sademevee kogust. Joonis 13 (Jennings & Jarnagin 2002 järgi), kus on toodud tüüpilise linnatänavä läbilõige ning sellega kaasnevad hüved ja probleemid, näitab, et sellised lahendused ei paku kaasnevaid hüvesid, vaid pigem suurendavad linnalise keskkonna probleeme.

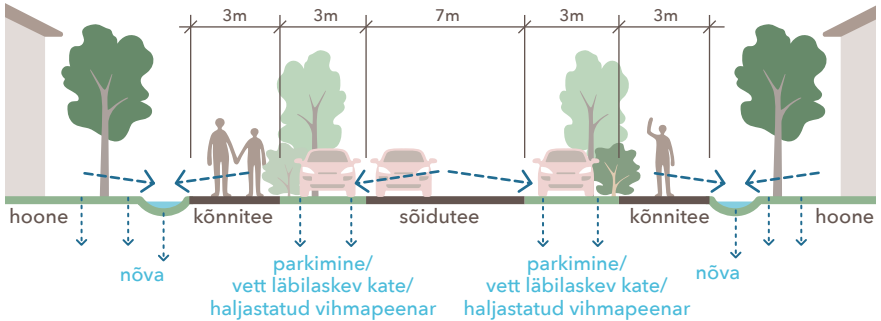


<b>Tegevusvõimalused</b>	Liikumine mootorsõidukiga, rattaga ja jalgsi
<b>Hüved</b>	Puuduvad, liikluskeskne ja autoliiklust soosiv
<b>Kultuurilised ja sotsiaalsed omadused</b>	Puuduvad
<b>Probleemid</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Palju õnnetusjuhtumeid</li> <li>Suur vett mitteläbilaskva katte osakaal</li> <li>Ebaturvalisus</li> <li>Tänava vähene esteetilisus</li> <li>Kehvad meelelahutus- ja sportimisvõimalused (mõju tervisele)</li> <li>Inimeste vähene sotsialiseerumine</li> <li>Saaste sagedasest sõidukite kasutamisest</li> <li>Sademevee saastumine</li> </ul>

**Joonis 13.** Läbilõige tüüpilisest tänavaruumist, kus sademevesi juhitakse vett mitteläbilaskvatelt pindadelt sademeveetorustikku. Kui torustikus tekib tõrge ning see ei suuda piisavalt vett vastu võtta, tekib tänaval üleujutus. Tabelis on toodud sellise lahendusega kaasnevad probleemid ([www.ramboll.com](http://www.ramboll.com) järgi).

Autostumise probleemide leevendamiseks pakkus Colin Buchanan 1950. aastate lõpus välja ühistänavate idee, kus tänavatel kasutatakse liiklust aeglustavaid kujunduselemente, et jalakäijad saaksid autodega turvaliselt tänavaruumi jagada. Ühiskasutatavate tänavate projekteerimisega sooviti suurendada jalakäijate domineerimist tänavaruumis, luues samal ajal turvalise ja atraktiivse

keskkonna, mis mahutab ka aeglaselt liikuvad sõidukid. Idee on laialdaselt omaks võetud ja arendatud näiteks Hollandis kui „woonerven“ (Karndacharuk 2014) ehk „elav tänav“ või „elukondlik tänavaruum“. Samuti on seda kasutatud muudes Euroopa riikides. Eestis on hakatud selliseid lahendusi kasutama alles viimastel aastatel.

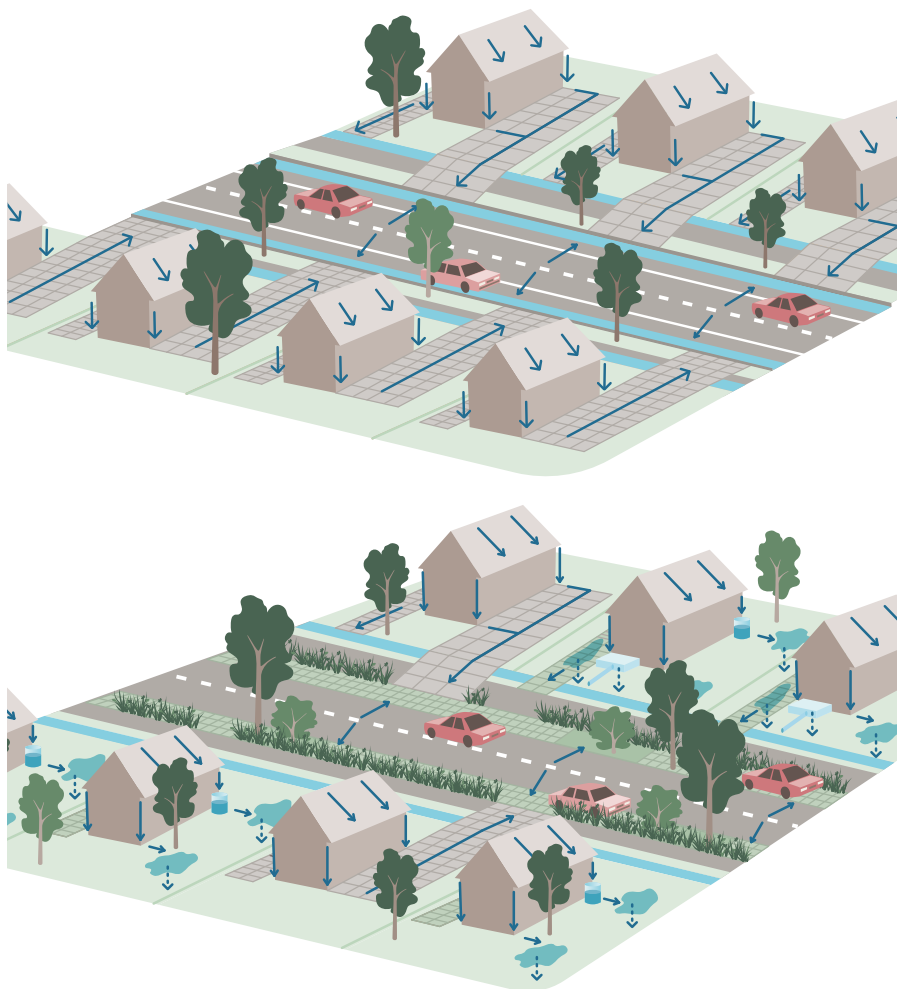


<b>Tegevusvõimalused</b>	Liikumine mootorsõidukiga, jalgrattaga ja jalgsi
<b>Hüved</b>	Paranenud kliimaolud (näiteks puhtam õhk taimestuse toel)
	Jätkusuutlikum sademevee äravoolu reguleerimine
	Vähem saastet tänu väiksemale sõidukite kasutamisele
<b>Kultuurilised ja sotsiaalsed omadused</b>	Suurenenud sotsiaalne aktiivsus
	Kohaidentiteet
	Meeldiv elukeskkond
	Head tingimused füüsiliseks aktiivsuseks
	Rekreatsioonialad
<b>Probleemid</b>	

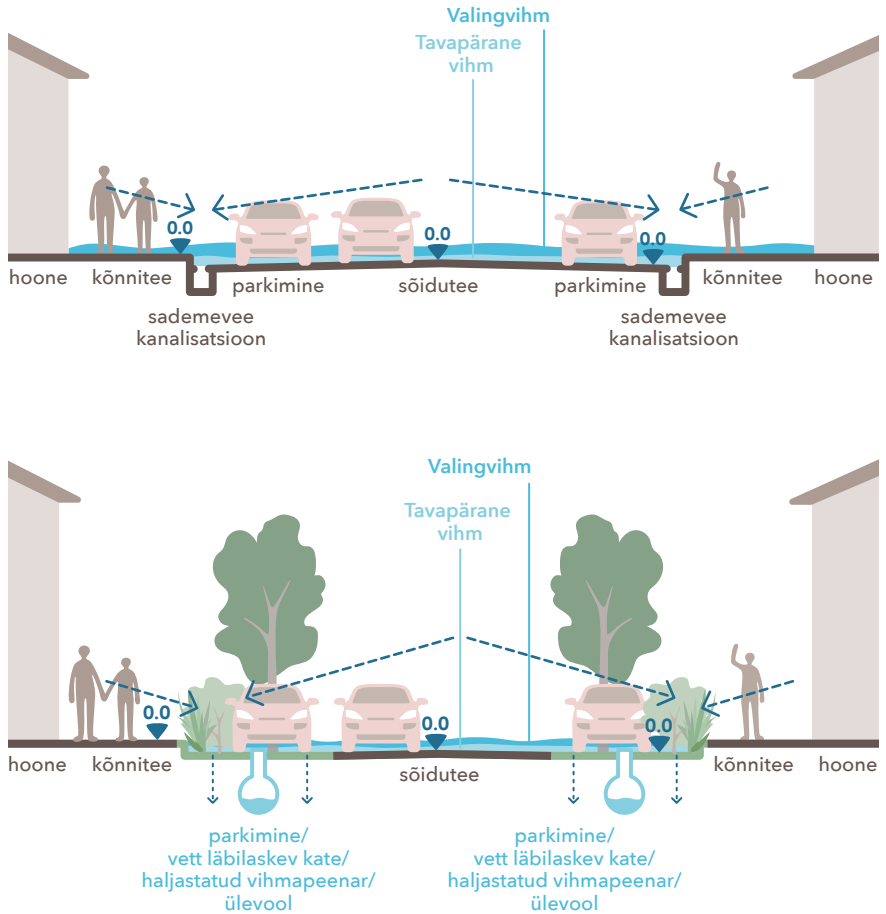
**Joonis 14.** Läbilõige tänavaruumist, kus on keskendunud selle meeldivamaks muutmisele. Sademevesi immutatakse suures osas pinnasesse, vajaduse korral saab seda kombineerida torustikuga, et liigvesi ülevooluga torustikku juhtida ja tänavaruumi kuivana hoida. Tabelis on toodud sellise lahendusega kaasnevad hüved ([www.ramboll.com](http://www.ramboll.com) järgi).

Tänavaruumi meeldivaks muutmise juures keskendutakse peamiselt liikluse aeglustamisele ning taimestikuga kaetud elementide lisamisele, näiteks looduslähedaste sademeveesüsteemide, laiemate jalgteede ja rattateede rajamisele. Sellise lähenemise abil on võimalik pakuda mitmesuguseid linnaruumi funktsioone, teenuseid ja hüvesid (joonis 14)

Ka kitsamas linnalises ruumis on võimalik SUDSi kasutamisega parandada sademevee äravoolu ning samal ajal suurendada rohelist ja muuta linna-keskkonda meeldivamaks (joonis 15).



**Joonis 15.** Sademevee lahendusvõimalused kitsamas linnalises keskkonnas.  
Joonised Gen Mandre ([www.ramboll.com](http://www.ramboll.com) järgi).



**Joonis 15.** Sademevee lahendusvõimalused kitsamas linnalises keskkonnas. Joonised Gen Mandre ([www.ramboll.com](http://www.ramboll.com) järgi).

Tavapärase restkaevudega tänavaruumi lahenduse korral võib torustiku ummistumise või ületäitumise tõttu tekkida üleujutus, mis põhjustab suurt varalist kahju.

Roheline, jalakäijasõbralik tänavaruum tuleb rajada koos väikesemahuliste looduslähedaste sademeveelahendustega

(nagu kanalid, sademeveepuhastid, vett läbilaskev sillutis jne). Sobivat kujunduslahendust välja töötades tuleb arvestada sademevee voolukiiruse aeglustamist, mahu puhverdamist ja saastest puhastamist enne selle torustikku või looduslikku veekogusse juhtimist.



## 4. Eesti tingimustesse sobivad looduslähedased sademeveelahendused

Looduslähedaste sademeveesüsteemide peamiseks eesmärgiks on sademevett immutades, puhverdades ja kogudes selle kogust vähendada ning äravoolu aeglustada. Eesmärkide saavutamiseks on välja töötatud mitmesuguseid eri tööpõhimõtete ja funktsioonidega lahendusi. Selles peatükis

tuuakse välja Eesti kliimasse sobivad looduslähedased sademeveelahendused ning tutvustatakse nende rajamise ja hooldamise põhimõtteid.

### 4.1 Sademevee esmase käitlemise lahendused tekkeallika juures

Looduslähedaste sademeveesüsteemide üks olulisemaid põhimõtteid on pindmise äravoolu tekke ennetamine. Seda aitavad teha lahendused, mis asuvad hoonetel või nende vahetus läheduses. Tähtis on, et esmase käitlemise lahendused asuksid tiikidest, märgaldest ja teistest suurematest looduslähe-

dase sademeveesüsteemi komponentidest ülesvoolu. Enamasti on esmase käitlemise lahendused piisavad, et leevendada väiksemate sadude (5-10 mm) äravoolu.



**Foto 5.** Rohekatuse ühistu elanikele vaba aja veetmiseks ja toidutaimede kasvatamiseks Rootsis Malmös. Foto: Gen Mandre





### 4.1.1 Rohekatus

Rohe- ehk haljaskatus (ka pinnas- või taimkatus) on hoone katus, mis on osaliselt või täielikult kaetud taimkattega. Katuseid taimestatakse mitmesugustel põhjustel, näiteks visuaalse ja/või ökoloogilise kasu saavutamiseks, hoone omaduste parandamiseks ning sademevee äravoolu vähendamiseks.

Rohekatuse laialdasem kasutamine linnas võimaldab energiakuludelt kokku hoida, parandada linnaruumi kvaliteeti ning tuua keskkonnale üldisemat kasu. Rohekatus seob ja puhverdab sademevett, vähendades selle kiiret äravoolu ja vooluhulga järsu suurenemise riski.

Kuigi rohekatust on tavakatusega võrreldes üldiselt kallim ehitada ja hooldada, pakub see pikemas perspektiivis palju hüvesid. See võib parandada hoonete termoisolatsiooni, aidates kaasa hoone energiakulude vähenemisele, kuna taimed ja substraat jahutavad suvekuudel tänu vee aurumisele katust. Talvised isolatsiooniomadused sõltuvad katusel oleva vee hulgast ning märgadel talvedel on kasu väike. Kui rohekatuseid leidub piirkonnas piisavalt palju, siis leevendavad need soojusaarte mõju ning puhastavad tolmuosakesi kinni püüdes õhku.

Kus kasutada sobib?	
Elamupiirkond:	<b>JAH</b>
Äri- või tööstuspiirkond:	<b>JAH</b>
Tiheasustus:	<b>JAH</b>
Sobitamine olemasolevale hoonele:	<b>JAH</b>
Saastatud alad:	<b>JAH</b>
Kaitsmata põhjaveega alad:	<b>JAH</b>
Suutlikkus	
Vooluhulkade järskude suurenemiste leevendamine:	<b>KESKMINE</b>
Äravoolava sademevee koguse/mahu vähendamine:	<b>KESKMINE</b>
Vee kvaliteedi parandamine:	<b>HEA</b>
Atraktiivsus:	<b>HEA</b>
Ökoloogiline potentsiaal:	<b>HEA</b>

## Rohekatused võib jagada kahte põhikategooriasse:

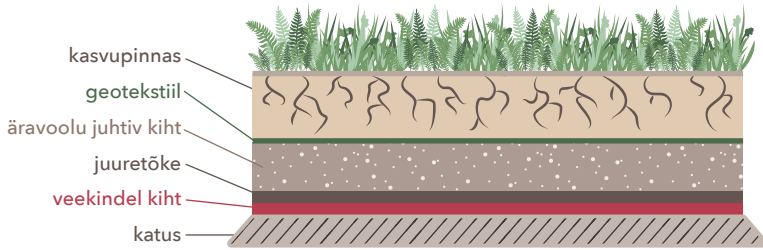
**Ekstensiivsed rohekatused** (kergetatud, murukatused) (fotod 6, 7, 8) on lihtsamad, kergemad ja õhemad, sest nende kasvusubstraat on kergem (kergetruus) ja paksusega umbes 150 mm või vähem. Enamasti on need haljastatud kuivalembeste, vähest hooldust vajavate ja aeglaselt kasvavate madalakasvuliste liikidega. Selliseid rohekatuseid rajatakse nii lame- kui ka kaldkatustele ning enamasti on need ligipäasetavad ainult hoolduseks. Kergema kaalu tõttu sobivad need paremini olemasolevatele ehitistele ning neid on odavam hooldada ja rajada.

**Intensiivsed rohekatused** (rasked katused) (foto 9) on raskema ja paksema, üle 150 mm kasvupinnase kihiga. Neil saab kasvatada mitmesuguseid taimi, sealhulgas väiksemaid puid ja pöösaid. Tavaliselt on need lihtsalt ligipäasetavad, kuna nõuavad regulaarset hooldust. Intensiivseid rohekatuseid saab kasutada katuseaedade või puhkealadena. Rajamise juures peab arvestama suurema koormusega hoone konstruktsioonidele.

Ekstensiivse ja intensiivse katuse omadusi võrreldakse tabelis 6.

**Tabel 6.** Ekstensiivse ja intensiivse rohekatuse võrdlus

	Ekstensiivne rohekatuse	Intensiivne rohekatuse
<b>Ligipääs</b>	Vaid hooldamiseks	Hooldamiseks, avaliku ruumi või aiana
<b>Kasvukihi paksus</b>	Õhuke kasvukiht (20-150 mm)	Paksem kasvukiht (üle 150 mm)
<b>Kastmine</b>	Ainult rajamise ajal	Aeg-ajalt kuni sageli
<b>Hooldus</b>	Minimaalne kuni mittevajalik	Vähene kuni sage
<b>Eelised</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kerge kaaluga</li> <li>• Sobib katustele, mille kalle on kuni 1:3</li> <li>• Puudub kastmise või eraldi drenaažisüsteemi loomise vajadus</li> <li>• Sobib sageli juba olemasolevale hoonele rajamiseks</li> <li>• Vähene hooldamisvajadus</li> <li>• Rajamine suhteliselt soodne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taimedele soodsamate tingimustega, mille tulemusena suureneb taimede ja elupaikade mitmekesisus</li> <li>• Hoone termoisolatsiooni paranemine</li> <li>• Sageli ligipääsuvõimalusega ja kasutatav katuseaia või puhkealana</li> <li>• Hea sademevee kinnipidamisvõimega</li> </ul>
<b>Puudused</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taimede jaoks stressirohkemad tingimused, mille tõttu sobivate taimeliikide valik on väiksem</li> <li>• Väiksem hoone soojusnäitajate parandamise võimekus</li> <li>• Väiksem sademevee kinnipidamisvõime</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suurem koormus katusekonstruktsioonile</li> <li>• Niisutus- ja drenaažisüsteemi vajadusega</li> <li>• Suuremad rajamis- ja hoolduskulud</li> </ul>



Joonis 16. Rohekatuse läbilõige.

## Rohekatuse projekteerimine

Rohekatuse kavandamise eelduseks on ehitusinseneride, arhitektide, maastikuarhitektide, ökoloogide, aiandusspetsialistide ja veeinseneride koostöö. Projekteerimisel tuleb tähelepanu pöörata ka juurdepääsule, et katust oleks lihtsam ja turvaline ehitada ning hiljem hooldada.

### Projekteerimisel tuleb arvesse võtta:

- rohekatuse märgkaalu ja hoone konstruktsiooni kandevõimet;
- hoolduse ja lumikattega kaasnevaid koormusi;
- katusel paiknevaid objekte (ventilatsioonitorud, kliimasüsteemid, päikesepaneelid jne);
- vajadust paigaldada katuse kaitseks veekindel membraan ja juuretõke;
- drenaaži, kasvupinnast ja sobilikke taimi;
- elurikkuse eesmärke;
- esteetilisi eesmärke ja soovitud visuaalset mõju;
- hooldusvajadust;
- ligipääsetavuse nõudeid;
- tuule- ja erosioonikindlust;
- vastavust Päästemeti tuleohutusnõuetele.

**Tähelepanu tuleb pöörata järgmistele aspektidele:**

**Taimestuse valik** – taimi valides tuleb arvestada katuse kõrguse ja tuulte mõjuga, katuse suunaga päikese suhtes ning ümbritsevate hoonete või puude varjuga. Kasvupinnast hoiab koos taimede juurestik, mis peab aasta ringi tuultele vastu pidama. Taimed imavad kasvupinnasest vett ja eraldavad seda aurumise teel, kuid peavad toime tulema ka põuaga.

**Rajamine olemasolevale katusele** – kui olemasoleva katuse kandekonstruktsioon on piisavalt tugev, siis saab sellele hõlpsasti rohekatuse rajada. Katusematerjali kaitseks tuleb paigaldada vastupidav hüdroisolatsioon ja juuretõke.

**Vooluhulkade ühtlustamine** – rohekatuse ühtlustab vooluhulki väga tõhusalt just suveperioodidel, kui esineb lühiajalisi tugevaid sadusid. Sügiseste ja kevadiste ulatuslikumate sadude korral on selle mõju väiksem. Vooluhulkade ühtlustamist mõjutavad saju intensiivsus ja kestus, rohekatuse kasvupinnase paksus ja niiskustase (palju sisaldab vett eelmisest sajukorrast), katuse kalle ning drenaažikihi veemahutavus.

**Tuleohutus** – rohekatuse servi peab tule leviku tõkestamiseks hooldama. Katuseaknaid, korstnaid jne peaks ääristama 0,5–1,0 m laiune kruusa- või kivide riba. Ka taimestust valides tuleks tuleohutusega arvestada (näiteks sukulendid ei sütti). Kui rohekatust nõuete järgi hooldada, siis on selle tulekahju risk võrdne kivikatuse omaga.

**Katusekalle** – rohekatuse saab rajada eri tüüpi ja suurusega katusele, kuid ehituse maht ja maksumus suurenevad koos katusekaldega. Suurema kaldega rohekatuse põhiprobleem on libisemine. Täiendavate stabiliseerimismeetmeteta pole mõtet rohekatust rajada kaldele, mis on järsem kui 2 : 12 (9,5° ehk 17%). Libisemist ja vajumist saab vältida horisontaalsete kinnitustega (latid, liistud, võrgud jne). Sellisel juhul on võimalik rohekatust rajada ka kaldele 7 : 12 (30° ehk 58%).

**Kandekonstruksioon** – ekstensiivse rohekatuse korral sõltub kandekonstruksioonile avaldatav lisakoormus katuse tüübist, kuid jääb tavaliselt vahemikku 0,7–5,0 kN/m<sup>2</sup>. Katuseaiana kasutatava intensiivse rohekatuse korral võib koormus ulatuda kuni 10 kN/m<sup>2</sup>. Paksema kasvupinnasega kohad on soovitatav paigutada kandvate seinte või sammaste kohale, et üldine kandevõime oleks suurem. Katuse nurgad on tuule suhtes kõige tundlikumad ja seetõttu võiks ka rohekatusel need taimestusest vabaks jätta. Arvestada tuleks sellegagi, et puud võivad vajada kaitset tuule eest ja/või ankurdamist.

**Ligipääs ja turvalisus** – kui rohekatusele on lubatud inimesed aega veetma või katust tuleb hooldada, siis peab turvalisuse tagama näiteks treppe, piirdeid,

ohutuid teid ja mõnel juhul ka valgustust kasutades.

**Väljavool** – väljalaskeavad peavad olema konstrueeritud nii, et ummistumise oht oleks minimaalne ja avadele pääseks hooldamiseks kergesti ligi. Väljalaskeavad tuleb kasvupinnasest eraldada, et taimejuurtest ja lahtisest pinnasest ei tekiks ummistusi. Väljalaskeavadele võivad olla lisatud äravoolu reguleerimise süsteemid.

**Visuaalne väärtus** – ligipäasetav rohekatuse pakub inimestele väärtuslikku lõõgastumisvõimalust (näiteks arihoonete katused lõunapausi kohana) ning ligipääsmatud või ümbritsevatel hoonetel paiknevad rohekatused kaunistavad vaadet. Mitmekesine taimestus ja elupaigad loovad värvilisema, esteetilisema ja looduslikuma keskkonna, eriti tiheasustusaladel.

**Elurikkuse toetamine** – rohekatust saab projekteerida linnakeskkonna elurikkust toetavana, pakkudes elupaika ja toitu paljudele liikidele ning luues haljasalade vahel koridore, mis ühendavad killustunud elupaiku. Minimaalse hooldusega rohekatusel häiritakse ka elustikku minimaalselt ning sobiva kujunduse korral võib see pakkuda elupaika paljudele ohustatud taime-, linnu- ja putukaliikidele. Elupaiku saab veelgi täiustada, näiteks lisada kunstlikud pesitsuspaigad, nagu pesakastid, mesitarud, putukahotellid jne.

**Täiendavad kasutusvõimalused** – rohekatust saab kasutada mitmesugusel moel: puhke- ja sportimisalana, intensiivkatust parklana, sinna saab paigaldada päikesepaneele, tuulegeneraatoreid jms.



**Foto 6.** Suuremõõtmeline rohekatus rongijaama hoonel Soomes Vantaas.  
Foto: Gen Mandre

## Rohekatus kihid ja materjalid

**Veekindel kiht/membraan** – vastupidav hüdroisolatsioonikiht on rohekatus juures eriliselt tähtis ning peab olema väga hoolikalt rajatud, sest hiljem on lekkekohti keeruline tuvastada. Veekindlat membraani valmistatakse mitmesugustest materjalidest: tugevdatud polüvinüülkloriidist, sünteetilisest kautšukist, termoplastsetest polüolefiinidest, suure tihedusega polüetüleenist, modifitseeritud asfaldist ja hüpaloonist. Hüdroisolatsioonikiht võib vajada tuule kergitamise vastu katuse külge ankurdamist. Veekindel membraan peab olema juurekindel (või kaetud juuretõkkega) ning piisavalt kaitstud temperatuurimuutuste ja mehaaniliste kahjustuste eest. Enne järgmiste kihtide paigaldamist tuleks kontrollida võimalikke lekkeid.

**Juuretõke** – juuretõke, mis pannakse veekindla membraani peale, aitab seda taimejuurte kahjustuste eest hoida. Juuretõkke kasutamise vajalikkuse asjus tuleb konsulteerida veekindla membraani tootjaga.

**Vett ärajuhtiv kiht/drenaazikiht** – drenaazikiht paikneb hüdroisolatsioonikihi ja juuretõkke peal ning teiste kihtide all. Selle põhiülesanne on juhtida katusele ära läbi kasvupinnase imunud liigne vesi, kuid seda saab kavandada ka nii, et see mahutab teatud veekoguse ära voolu viivitamiseks ja/või taimede veega varustamiseks kuival ajal. Katuse serva on soovitatav jätta umbes 300–400 mm laiune killustiku- või kivide kiht, mis takistab tuulekergetusi, pakub paremat drenaazi väljalaskeavade lähedal, võimaldab hooldamise jaoks ligipääsu ja takistab tulekahju korral tule levikut.

**Filterkiht/geotekstiil** – filterkiht asub allpool oleva drenaazikihi ja pealpool oleva kasvusubstraadi vahel. See puhverdab sademevett ning takistab kasvusubstraadi liigset kuivamist ja drenaazikihi ummistumist.

**Kasvupinnas/kasvusubstraat** – kasvupinnase tüüp ja paksus tuleks valida kavandatud katusetüübist ja kasutatavast

taimestikust lähtudes. Paksema kasvupinnase korral peab katuse konstruktsioon koormusele vastama. Tavaliselt on mõistliku taimede mitmekesisuse tagamiseks minimaalne paksus 80 mm, paksem substraadikiht suurendab rohekatuse tuulekindlust, isolatsiooniefekti ja veemahutavust ning kaitseb juuri külmakahjustuste eest.

Kasvupinnas peaks olema hea veesidumismisvõime ja mõistliku viljakusega, sobiv on orgaanilise ja mineraalse materjali (näiteks purustatud tellised või pimsskivi, kergkruus) segu. Rohekatuse kasvupinnase spetsifikatsioonid on toodud tabelis 7.

#### Sobiv kasvusubstraat:

- laseb piisavalt vett läbi;
- seob vett ja õhku;
- peab vastu lagunemisele, kuumusele, külmale ja kokkutõmbumisele;
- sisaldab sobival määral toitaineid;
- toetab hea juurekeskkonna kujunemist.

Tavaline kasvumuld on haljaskatus-süsteemides (eriti kergkatusel) kasutamiseks liiga raske ja liiga toitainerikas ning võib filterkihti ummistada. Kasvusubstraat tuleb hoolikalt koostada nii, et see oleks kerge, kuid tagaks taimede jaoks vajaliku hapniku, toitainete ja niiskussisalduse.

Rohekatuse ehitamisel kasutatavast kasvupinnasest ei tohiks sellest läbiimbuvale sademeveele lisanduda saasteaineid.

Rohekatuse läbilõige on toodud joonisel 16.

**Tabel 7.** Rohekatuse kasvupinnase spetsifikatsioonid (CIRIA 2015 järgi)

Füüsilised omadused	Ekstensiivne rohekatuse	Intensiivne rohekatuse
Osakeste suurus $\leq 0,063$ mm (väikseimad osakesed)	$\leq 15\%$ (massi järgi)	$\leq 20\%$ (massi järgi)
Osakeste suurus $> 4,0$ mm	$\leq 50\%$ (massi järgi)	$\leq 40\%$ (massi järgi)
Maksimaalne veemahutavus	$\geq 25\% \leq 65\%$ (mahu järgi)	$\geq 45\%$ (mahu järgi)
Õhusisaldus maksimaalse veemahutavuse juures	$\geq 10\%$ (mahu järgi)	$\geq 10\%$ (mahu järgi)
Veeläbilaskvus	0,6-70 mm/min	0,3-30 mm/min
pH väärtus	6,0-8,5	6,0-8,5
Orgaanika sisaldus	$\leq 65$ g/1	$\leq 90$ g/1

## Rohekatuse taimestus

Rohekatust kavandades on hädavajalik selle rajamise kogemusega maastikuarhitekti või sarnase spetsialisti nõuanne, sest katuse mikrokliima kujutab taimele keerulist keskkonda. Taimestik peab toime tulema vihasadudega, mis vahel-

duvad kuumade ja kuivade perioodidega. Taimed peavad taluma tugevat tuult ja madalaid talviseid temperatuure, mida ei leevenda tavaoludes maapinnasalvestunud soojus. Täpsemad taimede valiku põhimõtted on toodud tabelis 8.

**Tabel 8.** Rohekatusele taimede valiku põhimõtted (Dunnett & Kingsbury 2008 järgi)

Kasvu- substraadi paksus	Katuse juurdepääs ja nähtavus			
	Ligipääsmatu / pole nähtav	Ligipääsmatu / nähtav eemalt	Ligipääsmatu / nähtav lähedalt	Juurdepääsetav
0–50 mm	Lihtsad kukeharja/sambla kooslused	Lihtsad kukeharja/sambla kooslused	Lihtsad kukeharja/sambla kooslused	Lihtsad kukeharja/sambla kooslused
50–100 mm		Kuivad niidukooslused / madalakasvulised põuakindlad püsililled, kõrrelised ja kiviktaimla taimed, väikesed sibullilled	Kuivad niidukooslused / madalakasvulised põuakindlad püsililled, kõrrelised ja kiviktaimla taimed, väikesed sibullilled	Kuivad niidukooslused / madalakasvulised põuakindlad püsililled, kõrrelised ja kiviktaimla taimed, väikesed sibullilled
100–200 mm			Madala/keskmise kõrgusega kuiva kasvukoha lembesed püsi- kud, kõrrelised ja üheaastased taimed, väikesed põõsad, muru	Madala/keskmise kõrgusega kuiva kasvukoha lembesed püsi- kud, kõrrelised ja üheaastased taimed, väikesed põõsad, muru
200–500 mm				Keskmised põõsad, söödavad taimed, laia ökoamplituudiga püsi- kud ja kõrrelised
> 500 mm				Väikesed lehtpuud ja okaspuud, püsi- kud, kõrrelised jms

**Ellujäämiseks peaksid taimed olema:**

- mitmeaastased või isekülvavad;
- põuakindlad, vajama vähest kastmist või üldse mitte;
- kergesti kasvama minevad ning väetisi, pestitsiide ja herbitsiide mittevajavad;
- kuivemat kasvukeskkonda eelistavad;
- ilmastikukindlad: taluma kuumust, külma ja tugevat tuult;
- väheviljakat kasvupinnast taluvad;
- vähese hooldusvajadusega.

Mõned neist omadustest ei pruugi olla nii olulised intensiivsetel katustel, mida saab regulaarselt hooldada ja kasta ning kus kasvusubstraadi paksus on suurem. Taimede valik sõltub ka teistest rohekatuse kihtidest (ja vastupidi) ning päikese- ja varjutingimustest.

**Rohekatuse taimestamiseks on viis peamist moodust.**

1. **Ettekasvatatud taimematid.** Idandatud matid tagavad kohe täieliku taimkatte ja erosioonitõrje. Mattidel esineb minimaalselt umbrohuprobleeme ja need vajavad vähe hoolust, kuid neid võib olla tarvis rajamisperioodil kasta.
2. **Istikud või potitaimed.** Need pakuvad suuremat paindlikkust, kuid katvuse saavutamine võtab kauem aega. Istikuid ja potitaimi tuleb rajamise ajal kasta ja rohida ning võib esineda erosiooni.
3. **Pistoksad.** Taimedelt lõigatud okstel lastakse vees juurduda ning istutatakse käsitsi. Need nõuavad algul rohimist, erosioonitõrjet ja kastmist.
4. **Seemned.** Seemneid tuleb käsitsi või masinaga külvata. Algul vajavad need rohimist, erosioonitõrjet ja kastmist.
5. **Isekülv.** Rohekatuse võib jätta looduslikult arenema.



**Foto 7.** Ekstensiivne rohekatuse järgemata kaldega katusel Taanis Kopenhaagenis.  
Foto: Gen Mandre



## Rohekatuse rajamine

Ehitamise ajal tuleb tagada ohutu ligipääs kõikjale katusel ja selle all ning ladustada materjale nii, et oleks välis- ja katuselt tuule kergitamise ja katuselt alla kukkumise oht. Materjale ei tohi katusel kuhjata väikesele alale, sest see võib põhjustada konstruktsiooni ülekoormuse.

Rajamise ajal on rohekatuse kestvuse tagamiseks oluline paigaldada veekindel membraan õigesti, et lahendus oleks veekindel. Ehitamise ajal tuleb kasvusubstraati kaitsta liigse tihenemise eest ning kasutada multši, matti või muid kasvusubstraadi erosiooni vastaseid meetmeid, kuni saavutatakse 90% taimkattega kaetus.

## Rohekatuse eelised ja puudused

Eelised (+)	Puudused (–)
+ Vähendab ja aeglustab sademevee äravoolu, puhastab vett.	– Olemasolevale hoonele rajamise võimalusi võivad piirata katuse ise ja hoone konstruktsioon (kandevõime, tugevus, kalle jms).
+ Saab kasutada suure asustustihedusega aladel, kuna ei vaja täiendavat maad.	– Rajamine on tavakatusega võrreldes keerukam ja kulukam.
+ Ökoloogiline, esteetiline ja atraktiivne.	– Ei sobi üle 30° kaldega katustele.
+ Parandab ala õhukvaliteeti ja mikrokliimat.	– Katuse taimestikku tuleb hooldada.
+ Aitab vältida soojussaare efekti.	– Veekindla membraani vigastus võib põhjustada probleeme.
+ Toimib soojusisolatsioonina ja jahutajana.	
+ Vähendab katuse kattekihtide (membraanide) paisumist ja kokkutõmbumist.	
+ Summutab helisid ja müra.	
+ Vähendab hoone energiakulu.	
+ Pakub elupaika lindudele, putukatele ja muudele väiksematele elusolenditele.	
+ Saab kasutada katuseaia või puhkealana.	

## Rohekatuse hooldamine

Ekstensiivset rohekatust tuleb üldiselt hooldada kord või kaks aastas (tabel 9): koristada praht ja prügi, kontrollida tuletõkkeid ja äravoolu ning vajaduse korral eemaldada soovimatud ja invasiivsed taimed. Intensiivne rohekatust nõuab regulaarsemat kontrolli ja hooldust, peamiselt niitmist ja kasvuperioodil umbrohutõrjet.

Kõige järjepidevamalt tuleb rohekatust hooldada rajamise järel (esimesed 12–15 kuud) ning see on tavaliselt rohekatuse rajaja kohustus. Selleks, et tulemus oleks parim ja hooldamine ohutu, võiks kasutada vastava koolituse saanud hooldajaid, kes tegutsevad tervise- ja ohutuseeskirjade järgi.

Katuse juurdepääsuteed tuleb kavan-  
dada ja neid hooldada nii, et need oleksid  
ohutud ja tõhusad, ning hoida käigu-  
teed alati takistustest vabad.

Hooldustöid ja -graafikut tuleb jälgida  
ja kohandada vajadusest lähtudes. Igal  
rohekatusel on ainulaadne taimestus,  
vorm ja eesmärgid, seetõttu tuleks koos-  
tada just sellele katusele sobiv hoolduse  
spetsifikatsioon ja ajakava (hooldus-  
juhend).



**Foto 8.** Ekstensiivne rohekatust Rootsisis Malmös. Foto: Gen Mandre

Tabel 9. Rohekatuse hoolduskava

Hoolde liik	Tegevus	Sagedus
<b>Kontroll</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☛ Kõikide komponentide, sh kasvusubstraadi ja võimalike erosioonikahjustuste, taimestuse, äravoolu, niisutussüsteemide (kui asjakohane), membraani ja katusekonstruktsiooni nõuete kohasuse, hüdroisolatsiooni terviklikkuse ja konstruktsiooni stabiilsuse kontrollimine</li> </ul>	Iga-aastaselt ja pärast suuremaid torme
	<ul style="list-style-type: none"> <li>☛ Katuse lekkekontroll seestpoolt</li> </ul>	Iga-aastaselt ja pärast suuremaid torme
<b>Regulaarne hooldus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☛ Langenud lehtede, prahi ja prügi eemaldamine, et vältida äravooluavade ummistumist ning tagada taimedele head kasvutingimused</li> </ul>	Kord poole aasta jooksul või vajaduse järgi
	<ul style="list-style-type: none"> <li>☛ Surnud taimede asendamine aasta jooksul pärast rajamist</li> </ul>	Igakuiselt (tavaliselt vastutab rajaja)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>☛ Surnud taimede asendamine vajaduse järgi</li> </ul>	Kord aastas (sügisel)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>☛ Kastmine</li> </ul>	Vajaduse järgi (näiteks põua korral)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>☛ Invasiivse taimestiku, umbrohu ja kasvama hakanud soovimatute puude-põõsaste eemaldamine</li> </ul>	Kord poole aasta jooksul või vajaduse järgi
	<ul style="list-style-type: none"> <li>☛ Rohu niitmine, põõsaste kärpimine ja muu taimestiku hooldus vajadusest lähtudes, lõigatud okste eemaldamine</li> </ul>	Kord poole aasta jooksul või vajaduse järgi
<b>Parandusmeetmed</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☛ Erosioonikahjustuste ilmnemise korral nende stabiliseerimine originaalmaterjaliga ja võimaluse korral erosiooniohu vähendamine</li> </ul>	Vajaduse järgi
	<ul style="list-style-type: none"> <li>☛ Vihmaveerennide töökorras oleku tagamine</li> </ul>	Vajaduse järgi



Foto 9. Intensiivne rohekatus Rootsis Malmös. Foto: Gen Mandre



Foto 10. Konteinerhaljastusega rohekatus Rootsis Malmös. Foto: Gen Mandre



## 4.1.2 Rohesein

Rohesein ehk haljassein on taimedega kaetud sein, kus taimed kasvavad seinale paigaldatud konstruktsioonidel väikes-tes konteinerites või seina jalamile rajatud kasvualal. Taimede paigutamiseks kasutatakse ka tugiraame, sõrestikke, kaari jne, et taimedel oleks võimalik üles- või allapoole kasvada või rippuda.

Rohesein on peamiselt visuaalne element, mida kasutatakse roheluse toomiseks linnalisse tehiskeskonda. Samas on sel ka muid kasulikke omadusi: see vähendab soojussaare efekti, seob/ puhverdab vihmavett, soojustab/jahutab hoonet ja puhastab linnakeskkonna õhku. Lisaks otsestele tervisemõjudele parandab puhas õhk inimeste erksust ja kognitiivseid võimeid.

Roheseina saab rajada nii siseruumi kui ka välitingimustesse, sel võib olla erinev suurus, taimestik ja funktsioon.

Kus kasutada sobib?	
Elamupiirkond:	<b>JAH</b>
Äri- või tööstuspiirkond:	<b>JAH</b>
Tiheasustus:	<b>JAH</b>
Sobitamine olemasolevale hoonetele:	<b>JAH</b>
Saastatud alad:	<b>JAH</b>
Kaitsmata põhjaveega alad:	<b>JAH</b>
Suutlikkus	
Vooluhulkade järskude suurenemiste leevendamine:	<b>KESKMINE</b>
Äravoalava sademevee koguse/mahu vähendamine:	<b>KESKMINE</b>
Vee kvaliteedi parandamine:	<b>HEA</b>
Atraktiivsus:	<b>HEA</b>
Ökoloogiline potentsiaal:	<b>HEA</b>



**Foto 11.** Roheseinaga kaetud pumphahoone Roots in Helsingborgis. Foto: Eva Lie

## Roheseina projekteerimine

Tavaliselt on rohesein kinnitatud hoone seinale või sellele paigaldatud kande- konstruktsioonile, kuigi esineb ka eraldi- seisvaid ja kahepoolseid lahendusi.

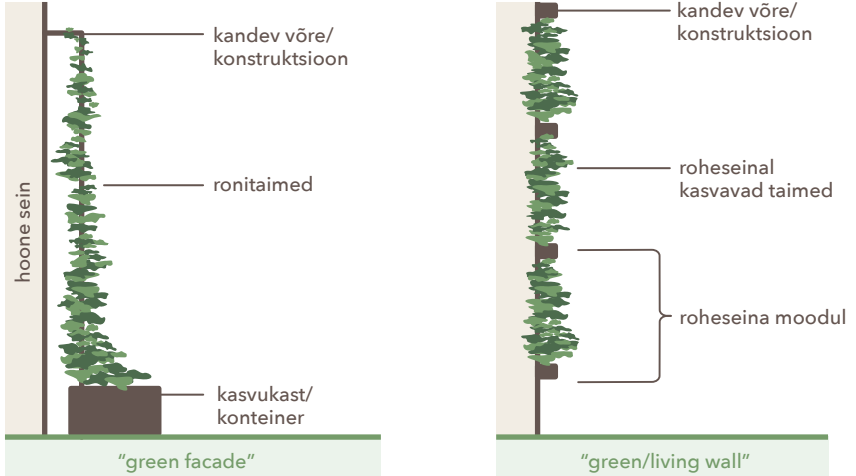
Eesti keeles nimetatakse roheseinaks nii ingliskeelset laiemat terminit *green facade* (tõlkes „rohefassaad“) kui ka kitsamat terminit *green/living wall* (tõlkes „rohesein“). Neid eristavad teineteisest taimede tüüp ja kasvutingimused: rohefassaadi korral kasutatakse ronitaimi, mille juured asuvad seinajalamil pinnases või kasvukastis ja mis ronivad üles mööda seinale paigaldatud tugikonstruktsiooni (joonis 17), rohesein kitsamas tähenduses kujutab endast konstruktsiooni, kus kasutatakse väikesekasvulisi

taimi ning kogu sein on kaetud kasvumati või konteineritega, kuhu taimed sisse istutatakse (joonis 18).

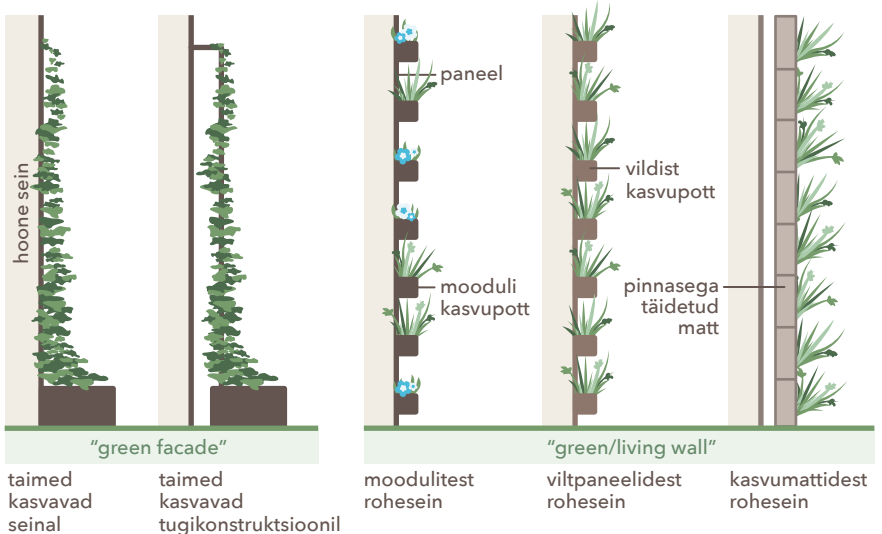
Seinu saab tulemuslikult ja ohutult haljastada taimede kasvamiseks sobivat ja õigesti paigaldatud tugisüsteemi pakudes. Maksimaalne kõrgus, mida saab haljastada, on 24 m ehk umbes kaheksa korrust.

Ajaloolistele hoonetele roheseina kavandades võib tekkida probleeme nii ehitustehnilisest kui ka muinsuskaitse seisukohast. Projekteerimise juures tuleb tagada, et taimed ei kahjustaks tugikonstruktsiooni, selle taga olevat seinat või vundamenti. Eriti suurt tähelepanu

peab pöörama liigse niiskuse kogunemise vältimisele ja õhu liikumise tagamisele. Roheseina kavandades tuleb läbi mõelda ka selle suurus; madalaid lahendusi on lihtsam hooldada kui kõrgeid.



Joonis 17. Rohefassaad (ingl *green facade*) vs. rohesein (ingl *green/living wall*).



Joonis 18. Erinevat tüüpi roheseinad.

## Roheseina materjalid

Nüüdisajal kasutatakse fassaadide haljastamiseks suure tõmbetugevusega terastrosse, võresid ja lisaseadmeid.

Traditsiooniliste materjalidega võib luua väiksemaid, kuni kahe-kolmekorruselisi projekte.

### Peamisi roheseinte tugikonstruktsioonide lahendusi on neli.

- ♣ **Puidust võre.** Puit võib võrematerjalina kesta aastaid, kui seda nõuete järgi töödelda. Puidu kasutamise korral tuleb suurt tähelepanu pöörata sellele, et õhk liiguks ja valitud puit sobiks ilmastikuoludega (head valikud on näiteks lehis, tamm, harilik robiinia ja jalakas).
- ♣ **Tross.** Trossi kasutamise korral tuleb tekitada piisav pinge, et tross oleks sirge, seetõttu on tähtis selle otstes kasutada pingutuskindust. Teiste materjalidega võrreldes on trossi väga lihtne transportida, rajamise ajal ja erilahenduste (eri vormide) korral käsitseda.
- ♣ **Metallist võre.** Korrosioonikindel metallist võre on puidule kauakestev alternatiiv ja võib anda omaette visuaalse efekti. Soovitav minimaalne metalli paksus on 55 mm ja tsinkkate 380 g/m<sup>2</sup>, mis peab vastu 10–20 aastat linnatingimustes ja tunduvalt kauem maal, kuid ainult 5–10 aastat saastunud tööstuspiirkondades või rannikul. (Köhler 1993) Korrosioonirikiga keskkonnas soovitatakse kasutada roostevaba terast või alumiiniumi. Metallist võre puudusteks on suur kaal ja kuumenemine soojas kliimas.
- ♣ **Köis.** Teiste materjalidega võrreldes pole köis ilmastikule kuigi vastupidav, seda sobib kasutada lühiajaliste projektide või installatsioonide korral. Samas on seda lihtne kasutada ning see on muudest materjalidest keskkonnasõbralikum ja soodsam.

Roheseina juures on väga tähtis tugikonstruktsiooni kinnituste kvaliteet ja koormustaluvus.

## Roheseina taimestus

Roheseinal kasvavad taimeliikide valik sõltub asukohast ja valitud tehnoloogias. Näiteks seinale, mis asub kuivemas piirkonnas ja millel puudub sisseehitatud kastmissüsteem, tuleks valida taimed, mis suudavad põuaperioodid üle elada. Arvestada tuleb sedagi, et kõrgetel fassaadidel võivad tuule-, päikese- ja

vihmaolud olla taimedele karmimad kui madalamatel.

Taimede valikust lähtuvad omakorda kasvusubstraadi valik ja kastmisvajadus. Näiteks ei pruugi mõne taime juured olla piisavalt suured ja tugevad, et areneda mujal kui mullas, teiste taimeliikide



jaoks on kiiresti kuivav kasvusubstraat aga optimaalsem valik kui muld. Taimede hea seisundi säilitamise võti on luua neile stabiilne keskkond. Äkilised muutused võivad põhjustada tarbetut stressi, mille tagajärjel võivad tekkida haigused või probleemid kahjuritega. Meie oludes peab arvestama talviste tingimustega, kui juured võivad jääda külma kätte. Roheseina taimed peaksid kasvama kiiresti ja seetõttu on kasvusubstraadi juures esmatähtis kasvu toetav väetise-

sisaldus. Kiiret kasvu soodustab ka ulatuslik juurestik, mida saab tekitada tagasilõikusega. Tagasilõikus soodustab noorte võrsete kasvu, mis aitavad ronitaimedel kandekonstruktsioonil kõrgemale ronida.

Taimedel aitavad roheseinal tervena püsida õige kastmine, regulaarne väetamine, sobiv valgus ja temperatuur. Taimede eluiga pikendab nende hooldamine ja kärpimine.

## Roheseina eelised ja puudused

Eelised (+)	Puudused (–)
+ Seob sademevett, vähendab ära-voolava vee kogust ja voolukiirust ning puhastab seda.	– Vajab sagedast hooldust.
+ Saab kasutada suure tihedusega arenduspiirkondades.	– Suhteliselt kulukas ehitada, haljastada ja hooldada.
+ Ökoloogiline, esteetiline ja atraktiivne.	– Valesti rajatuna võib kahjustada hoone seina (niiskus, taimede juured).
+ Võtab vähe ruumi.	– Võrreldes teiste lahendustega seob sademevett väiksemas koguses.
+ Parandab linnakeskkonnas õhukvaliteeti ja mikrokliimat.	
+ Aitab vältida soojussaare efekti.	
+ Parandab hoone soojusisolatsiooni ja jahutab.	
+ Summutab helisid ja müra.	
+ Vähendab hoone energiakulu.	
+ Pakub elupaika lindudele, putukatele ja muudele väiksematele elusolenditele.	

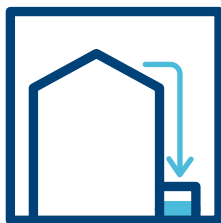
## Roheseina hooldamine

Roheseina hooldamine hõlmab regulaarset kastmist ja väetamist, surnud taimede asendamist, kuivanud lehtede eemaldamist, vajaduse korral taimede kärpimist jms. Et hooldamine oleks

hõlpsam, on enamikul roheseintel integreeritud kastmissüsteemid, mille kaudu taimi ka väetatakse.



**Foto 12.** Rohesein Hispaanias Madridis kultuurikeskuse ja muuseumi CaixaForumi hooneel.  
Foto: Jaana Ahlberg



### 4.1.3 Sademevee kogumine ja kasutamine

Sademevee kogumise ja kasutamise lahendus sobib olukorras, kus sademevee edasisuunamise võimalused on piiratud, sademevee juhtimine torustikku maksustatud või tekkinud vajadus vett kasutada (näiteks kastmiseks või tualetis loputusveena). See on hea valik ka kohas, kus puudub sademeveekanaliseerimine ning äärmuslikumate sadude korral jõuab äravoolav vesi reoveekanaliseerimisele. Sademevee kogumine võib olla alternatiiv näiteks maaomanikele, kelle krundi lähedal puuduvad sademevee kuivendussüsteemid, sademeveetorustik, kraavid või veekogud.

Tuleb siiski meeles pidada, et kui äravooluvee kogus on suur, ei saa sademevee kogumine ja kasutamine olla ainus lahendus, sest mahutid täituvad veega kiiresti ja tühjendamine kestab kauem. Kogumislahenduse juures tuleb arvestada ülevoolu võimalusega. Juhul kui ülevool puudub, tuleb hinnata, kas piirkonna pinnase filtratsioonimoodul võimaldab vajaduse korral immutada piisavas koguses sademevett.

Kogutava sademevee kasutamine sõltub ka reostuse sisaldusest sademevees ja süsteemi puhastusvõimekusest enne vee kasutamist. Näiteks vaske või tsinki sisaldav, fungitsiidide või herbitsiididega töödeldud katusematerjalidelt või

Kus kasutada sobib?	
Elamupiirkond:	<b>JAH</b>
Äri- või tööstuspiirkond:	<b>JAH</b>
Tiheasustus:	<b>JAH</b>
Sobitamine olemasolevale hoonele:	<b>JAH</b>
Saastatud alad:	<b>JAH</b>
Kaitsmata põhjaveega alad:	<b>JAH</b>
Suutlikkus	
Vooluhulkade järskude suurenemiste leevendamine:	<b>HEA</b>
Äravoolava sademevee koguse/mahu vähendamine:	<b>HEA</b>
Vee kvaliteedi parandamine:	<b>KESKMINE</b>
Atraktiivsus:	<b>KESKMINE</b>
Ökoloogiline potentsiaal:	<b>KESKMINE</b>

liiklusaladelt kogunev sademevesi ei pruugi kasutamiseks sobida.

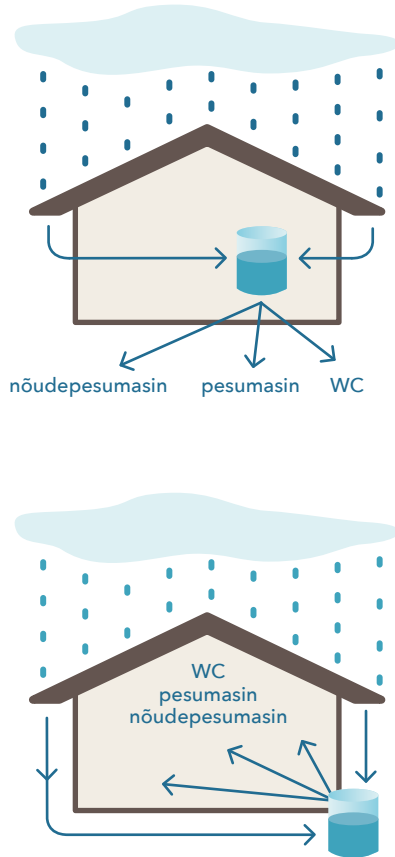
## Sademevee kogumismahuti lahendused

Sademevee kogumise süsteemid võib jagada kolmeks (joonis 19): gravitatsioonipõhised süsteemid, pumbaga süsteemid ja kombineeritud süsteemid.

**Gravitatsioonil** põhinevas ehk isevooles süsteemis paikneb kogumismahuti kõrrel (katusel, pööningul) ja vesi juhitakse gravitatsiooni abil sihtkohta. Hoones sobib vihmavett kasutada peamiselt tualetis, pesumasinas ja nõudepesumasinas, kuid sel juhul võib tekkida vajadus vett esmalt puhastada. Kõrgemale paigutatud mahutit kasutades tuleb pöörata tähelepanu hoone kandekonstruktsiooni tugevusele (tuleks konsulteerida inseneriga), mahuti paiknemisele kõrgemal kui väljalaskeava ning vee säilitamisele madalal temperatuuril (vältimaks eutrofeerumist).

Kõige levinum vihmavee kogumise süsteem on **pumbaga süsteem**. Selle korral pumbatakse vihmavesi maa alla, keldrisse või maa peale paigutatud mahutist hoones asuvatesse vihmavett kasutavatesse seadmetesse.

**Kombineeritud süsteemi** korral rakendatakse nii gravitatsioonil põhinevat kui ka pumbaga komponente.



**Joonis 19.** Lihtsustatud gravitatsioonil põhinev vs. pumbaga veekogumissüsteem.

## Sademevee kogumismahuti nõuded ja põhimõtted

### Kogumismahuti suuruse arvutamiseks võiks arvestada:

- sademevee kogust, mida plaanitakse koguda;
- keskmist aastast sademete hulka;
- igapäevast vajadust joogivee kvaliteedile mittevastava vee järele;
- hoone funktsiooni ja vee kasutajate arvu;
- ala pindala, kust vett kogutakse (üldiselt katuse pindala).

Sademevee kogumise ja kasutamise lahendus võib osana looduslähedasest sademeveesüsteemist kaasa aidata mahuti suuruse ulatuses vee mahu vähendamisele ning katuselt järgmisse süsteemi elementi suunatavate vooluhulkade puhverdamisele.

Majapidamises kasutamiseks tuleb sademevett puhastada. Eelneva puhastamise vajadus võib olla väiksem maa-aluses mahutis, kus vesi püsib jahe. Jahedas vees on suurem hapnikusisaldus ja see takistab bakterite arengut, valguse puudumine hoiab aga ära vetikate kasvu.

Ummistuste vältimiseks tuleb vesi puhastada lehtedest ja muust prahist. Näiteks katustel on soovitatav vihmaveetorude sissevooludesse paigaldada sõelalaadised filtrid.

Saju alguses peseb äravoolav vesi katuselt suurema osa sinna kogunenud mustusest, prahist ja saasteainetest (mh lindude väljajaidetest). Seetõttu tuleb

kaaluda esmase äravoolu mahutist kõrvale juhtimise võimalusi või selle puhastamist enne allavoolu juhtimist.

Mahutile on vaja sisselaskeventiili, mis sulgeb anuma täitumise korral voolu, või ülevoolu, mis juhhib liigse vee hoonest ära, seda seejuures kahjustamata.

Enamik vihmavee kogumismahuteid on valmistatud plastist, betoonist või terasest.

### Materjali ja mahuti tüübi valimisel tuleks arvestada:

- vajadusega kaitsta mahutit hoiustatava vee söövitava toime või kasutatud desinfitseerimisvahendite eest;
- mahuti kasutuseaiga;
- konstruktsiooni projekteerimise ja paigaldamise keerukusega;
- süsteemi hoolduse keerukusega ummistuse või saastatuse korral;
- välimusega, juhul kui paak asub nähtaval kohal.

Mahuti peab olema konstrueeritud nii, et vesi selles ei külmuks, või tuleb see enne külmade saabumist tühjendada. Tühjendamise ja talviseks perioodiks sulgemise korral peab veendumata, kas omavalitsuse väljastatud sademevee tehnilised tingimused lubavad sademevett haljasalale juhtida või peab projekteerimisel arvestama alternatiivsete lahendustega talviseks perioodiks. Maa-alune mahuti peab suutma taluda põhjavee, pinnase ja/või tagasitõite survet ning

maapinnale avaldatavat koormust (näiteks sõidukite näol). Maa-aluse mahuti peab olema projekteerinud ehitusinsener, et see oleks sobiva lahendusega,

turvaline ja töökindel. Projekteerides tuleb läbi mõelda ka olukord, kuhu pärast paagi täitumist juhtida ülevooluga liigvesi.

## Sademevee kogumismahuti eelised ja puudused

Eelised (+)	Puudused (–)
<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Vähendab äravoolava sademevee kogust selle tekkekohas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Süsteem võib olla keeruline ja kallis hoone jaoks kohandada.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Vähendab joogivee kvaliteediga vee kulu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kogumismahuti pole üldjuhul kuigi atraktiivse välimusega.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Sademevesi on pehme, mistõttu sobib hästi kastmisveeks ja säästab tehnikat (ei tekita katlakivi). Nutika doseerimissüsteemiga pesumasina korral võimaldab säästa ka pesuainet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Suure tõenäosusega tekib pumpamise vajadus.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hoones kasutamiseks võib vesi vajada puhastamist.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Võib tekkida ülevoolu rajamise vajadus.</li> </ul>

## Sademevee kogumismahuti hooldamine

Süsteemi paigaldamisega peavad kaasas käima töö- ja hooldusnõuded ning meetmed, kuidas võimalikku riket kõrvaldada (tabel 10). Süsteemide hooldusvajadus on väga erinev ja hooldamise juures tuleks alati järgida tootja juhiseid.

Hooldusnõuded sõltuvad suuresti sellest, kust sademevett kogutakse ja milleks

seda kasutatakse. Pumbaga lahenduse süsteem on kasulik varustada anduritega, mis annavad riketest ja mahutis oleva vee kogusest teada. Süsteem tuleb kavandada nii, et kui vihma ei saja või süsteem tuleb hoolduseks või remondiks lahti ühendada, oleks vesi kõikide seadmete jaoks siiski ohutult kättesaadav.

Tabel 10. Kogumissüsteemide hoolduskava

Hoolde liik	Tegevus	Sagedus
Kontroll	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mahuti puhtuse (sisse- ja väljalaskeava, ülevooluava, pumba ja filtri) kontrollimine</li> </ul>	Iga-aastaselt või vajaduse järgi
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mahuti, sisse- ja väljalaskude, rennide ja vihmaveetorude puhastamine prahist</li> </ul>	Iga-aastaselt või vajaduse järgi
Regulaarne hooldus	<ul style="list-style-type: none"> <li>Filtrite puhastamine ja/või asendamine</li> </ul>	Kolm korda kuus (või vajaduse järgi)
Parandusmeetmed	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ülevoolu, avade või paagi kahjustuste kõrvaldamine</li> </ul>	Vajaduse järgi
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pumba parandamine</li> </ul>	Vajaduse järgi



Foto 13. Sademevee kogumine mahutisse ning selle kasutamine majapidamises ja kastmisveena (Stormsaver Ltd, [www.stormsaver.com](http://www.stormsaver.com)).



**Foto 14.** Sademevee kogumise lahendus koduaias.  
Foto: Benoit Rochon, Wikimedia Commons



**Foto 15.** Innovaatiline sademevee kogumise muusikaks muutuv muusikute ja arhitektide ühislooming „Court of Water“ Saksamaal Dresdenis.  
Foto: Petra Deredimosova



## 4.2 Väiksemad keskjooksule sobivad viibeaega ja immutust suurendavad looduslähedased sademeveelahendused

Pärast kõvadelt katetelt sademevee kogumist on hoonete, teede ja muude voolava sademevee tekkekohtade läheduses võimalik kasutada väiksemaid lahendusi, mis aitavad suurendada äravoolu viibeaega ja soodustada immutust ning vähendada sademeveeekanaliseerimise koormust. Sellised lahendused sobivad sademevee valgala ülem- ja keskjooksu aladele.

Infiltratsioonisüsteem hõlbustab sademevee immutamist pinnasesse ja lõpuks põhjavette. Seetõttu on ülioluline, et sademevee äravool oleks enne infiltratsioonikomponenti sisenemist piisavalt puhas, et põhjavesi ei saastuks.

Infiltratsioonisüsteemi toimivus sõltub ümbritseva pinnase infiltratsioonivõimest ja põhjavee sügavusest. Süsteemi ummistumise ja võimalike rikete ennetamiseks on tarvis seda hooldada, et eemaldada setted ja muda.

Infiltratsioonisüsteemi „põhja“ ja maksiimaalse töenäolise põhjaveetaseme vahe peab alati olema vähemalt 1,2 m. Sademevee immutamisel tuleb lähtuda Eesti õigusaktide nõuetest.

Infiltratsioonisüsteemi põhi peab olema tasane, et vesi jaguneks ühtlaselt ja infiltreeruks kogu pinna ulatuses.

### Infiltratsioonisüsteemi projekteerides tuleb arvestada:

- infiltratsioonist tingitud maapinna ebastabiilsuse, vajumise või tõusu ohuga;
- infiltratsioonist tingitud erosiooniohuga;
- põhjavee reostumise ohuga;
- infiltratsiooni soodustamisest tingitud üleujutuste ohuga või põhjavee tungimisega keldritesse, tunnelitesse vms rajatistesse.

Avaliku ruumi turvalisuse, juurdepääsu ja niitmise võimaldamise huvides ei tohiks infiltratsioonilahenduse külgmiste nõlvade kalle olla järsem kui 1 : 3. Sellele peab olema alati võimalik hooldamiseks ligi pääseda ning planeerides tuleb arvestada ka puude juurekaitsevõõnditega.

Infiltratsiooni soodustavaid lahendusi on võimalik rajada olemasolevasse linnalisse keskkonda. Kallakutel võib neid kavandada väiksemate üksustena, mitte ühe suure süsteemina. Neid saab ehitada erineva kuju ja suurusega ning mahutada ka suure tihedusega linnalisse keskkonda. Lahendusi tuleks planeerida siiski hoonetest vähemalt 3 m kaugusele, et need ei kahjustaks vundamenti. Infiltratsioonisüsteemi ei tohiks tavaliselt kasutada suure erosiooniohu ja koormuse all olevates piirkondades, et vältida komponentide ummistumist.



Foto 16. Pinnasesse süvistatud kasvukast USAs Portlandis. Allikas: [www.greatstreetsmv.org](http://www.greatstreetsmv.org)



## 4.2.1 Kasvukast

Kasvukast aitab vähendada äravoolava vee mahtu ja voolukiirust ning puhastab seda taimede abil ja läbi pinnase immutatades saastest. Kasvukasti lahendus võib olla pinnasesse süvistatud või asuda maapinnal. Süvistatud kasvukastiga on sarnane lahendus vihmapeenar (seda käsitletakse lähemalt peatükis lk 135). Tööpõhimõttelt on lahendused sarnased: pinnasest läbi filtreerunud vesi kogutakse drenaaži ja juhitakse edasi allavoolu paiknevatesse süsteemi osadesse.

Kasvukast ja vihmapeenar on atraktiivsed maastikuelemendid, mis loovad elupaiku ja bioloogilist mitmekesisust ning jahutavad aurumise kaudu kohalikku mikrokliimat. Neisse saab istutada ka puid, seega võib neid hõlpsasti siduda tänava- puude pesadega.

Nii kasvukast kui ka vihmapeenar on väga paindlikud SUDSi komponendid, mida saab materjale, taimestust, kuju ja mõõtmeid valides integreerida väga erinevatesse kohtadesse. Madala tihedusega arendustes sobib pigem pehmete/looduslike servade ja väikese külgakaldegaga vihmapeenar ning suure tihedusega arendustes vähem ruumi vajav tugevdatud vertikaalsete külgeintega kasvukast. Neid võib rajada erisugustesse asukohtadesse: elamu- ja äripiirkondadesse, parkidesse, sõidutee

äärtesse, parklatesse, põllumajandusmaale jne.

Kus kasutada sobib?	
Elamupiirkond:	<b>JAH</b>
Äri- või tööstuspiirkond:	<b>JAH</b>
Tiheasustus:	<b>JAH</b>
Sobitamine olemasolevale hoonele:	<b>JAH</b>
Saastatud alad:	<b>EI</b>
Kaitsmata põhjaveega alad:	<b>EI</b>

Suutlikkus	
Vooluhulkade järskude suurenemiste leevendamine:	<b>HEA</b>
Äravoolava sademevee koguse/mahu vähendamine:	<b>KESKMINE</b>
Vee kvaliteedi parandamine:	<b>KESKMINE</b>
Atraktiivsus:	<b>HEA</b>
Ökoloogiline potentsiaal:	<b>HEA</b>

## Kasvukasti tööpõhimõtted

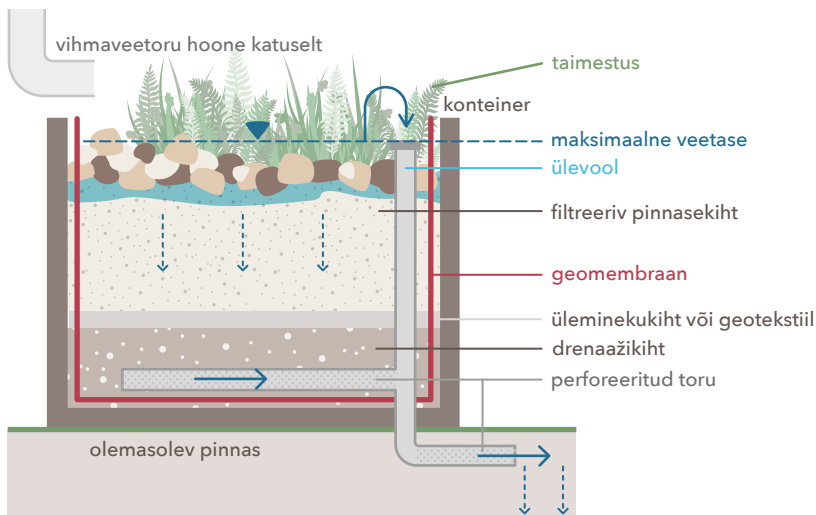
Kasvukastis juhitakse sademevesi läbi filtreeriva pinnasekihi ja üleminekukihi või geotekstiili dreanažikihti ning suunatakse sealt perforeeritud toru kaudu järgmisse süsteemi komponenti (joonis 20). Nagu nimetuski ütleb, on tegemist vett mitteläbilaskvast materjalist seintega kontaineriga, mida kasutatakse sageli kõrvalasuvatelt katustelt äravoolava sademevee vastuvõtmiseks, seega on see hea lahendus linnalistel tiheasustusaladel. Kasvukasti on hea eelistada siis, kui pinnasesse immutamine on ebaturvaline või pinnas ei suuda pealevoolavat vett piisavalt vastu võtta.

Olukorras, kus vett ei tohiks lasta lähedalasuvate rajatiste (külgnev vett mitteläbilaskev teekate, plats ja hoone seinad jne), järskude nõlvade (suur erosioonihoht), kõrge põhjavee taseme või põhjavee saastumise ohu tõttu olemasolevasse

pinnasesse imbuda, tuleb kasvukasti põhjas kasutada veekindlat vooderdust, näiteks geomembraani. Kui vee saab juhtida olemasolevasse pinnasesse, on soovitatav rajada kasvukasti põhi vett läbilaskvana, sellisel juhul ei ole vaja rajada ülevoolu.

Pinnasesse süvistatud kasvukasti on võimalik istutada ka puud ja suuri põõsaid. Sellel on palju eeliseid, kuna puud ja põõsad:

- seovad sademevett ja lehtede pinnalt toimub aurumine;
- soodustavad tänu ulatuslikumale juurestikule infiltratsiooni ja põhjavee taastootmist;
- pakuvad varju ja jahutavad linnalist ruumi;
- muudavad avaliku ruumi visuaalselt meeldivamaks ja soodustavad bioloogilist mitmekesisust.



Joonis 20. Maapinnal asuva kasvukasti läbilõige.

## Kasvukasti osad

Kasvukasti ülesanne on vett ajutiselt koguda ning seda läbi pinnase immutades aidata äravoolu aeglustada ja vett puhastada. Veekihi maksimaalne tase kasti on tavaliselt 150–300 mm. Taimestik ja kihid peavad taluma ajutist veekihi teket.



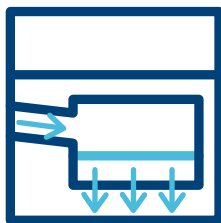
**Foto 17.** Maapinnal paiknev kasvukast Austraalias Melbourne'is.  
Allikas: [www.westtorrens.sa.gov.au](http://www.westtorrens.sa.gov.au)

### Kasvukasti kihid:

- **taimestik** – soodustab äravoolava vee puhastamist saasteainetest, vähendab erosiooniohtu ja suurendab pinnase veeläbilaskvust. Taimestik toetab bioloogilist mitmekesisust ja lisab kasvukastile visuaalset väärtust. Taimi valides tuleks eelistada kohalikke ja ajutist üleujutust taluvaid taimi.
- **drenažikiht** – kogub filtreerivast pinnasekihist läbi imuvat vett ja juhivad selle perforeeritud äravoolutorudesse. See peab katma perforeeritud toru (tavaliselt vähemalt 100 mm) ning olema piisava paksusega tagamaks filtreerivast ja üleminekukihist tuleva vee äravool.
- **filtreriv pinnasekiht** – tavaliselt 750–1000 mm paksune peamiselt jämedamast liivasest materjalist kiht, taimedele sobiv kasvusubstraat, mis ühtlasi filtreerib veest saasteaineid ja aeglustab selle voolukiirust.
- **perforeeritud torud** – koguvad süsteemist vett ja juhivad selle allavoolu. Kui süsteem on planeeritud nii, et vesi imub olemasolevasse pinnasesse, ei ole tarvis neid kasutada.
- **ülevool** – kasvukasti veetäituvusmahu ületamise korral juhatakse liigne vesi ülevoolutoruga otse perforeeritud torudesse ja sealt allavoolu järgnevatesse süsteemi osadesse.
- **üleminekukiht** (alternatiivina geotekstiil) – vähemalt 100 mm paksune üleminekukiht (filterkiht) aitab vältida peente osakeste sattumist drenažikihti.



**Foto 18.** Vett mitteläbilaskva katendi all asuva imbkaevu läbilõige.  
Allikas: [www.pipelife.com](http://www.pipelife.com)



## 4.2.2 Imbkaev

Imbkaev on poorse materjaliga (killustiku või kividega) või immutusplokkidega täidetud maa-alune ruum või mahuti, mis võtab sinna juhitud sademevett kiiresti vastu, mahutab seda ajutiselt ning laseb sel aeglaselt pinnasesse imbuda (foto 18, joonis 21).

Imbkaev on efektiivseima mahuga siis, kui see täidetakse vastavate tehismaterjalist immutusplokkidega (kärgplokkidega). Selle võib täita ka killustiku või kividega, kuid sellist lahendust on töömahukas rajada ja hiljem puhastada, sest see kipub ummistuma ning on seetõttu lühikese tööeaga. Sõltuvalt killustiku jämedusest on selles vee jaoks ruumi vaid kuni 20% ja aja jooksul see ruum väheneb killustiku tihenemise tõttu veelgi.

Imbkaev aitab vältida lompide teket vett mitteläbilaskvatel pindadel, puhastab äravoolavat vett, suurendab pinnase niiskustaset ja taastoodab põhjavett.

Kus kasutada sobib?	
Elamupiirkond:	<b>JAH</b>
Äri- või tööstuspiirkond:	<b>JAH</b>
Tiheasustus:	<b>JAH</b>
Sobitamine olemasolevale hoonele:	<b>JAH</b>
Saastatud alad:	<b>EI</b>
Kaitsmata põhjaveega alad:	<b>EI</b>
Suutlikkus	
Vooluhulkade järskude suurenemiste leevendamine:	<b>HEA</b>
Äravoolava sademeeve koguse/mahu vähendamine:	<b>HEA</b>
Vee kvaliteedi parandamine:	<b>MADAL</b>
Atraktiivsus:	<b>MADAL</b>
Ökoloogiline potentsiaal:	<b>MADAL</b>

## Imbkaevu tööpõhimõtted ja asukohavalik

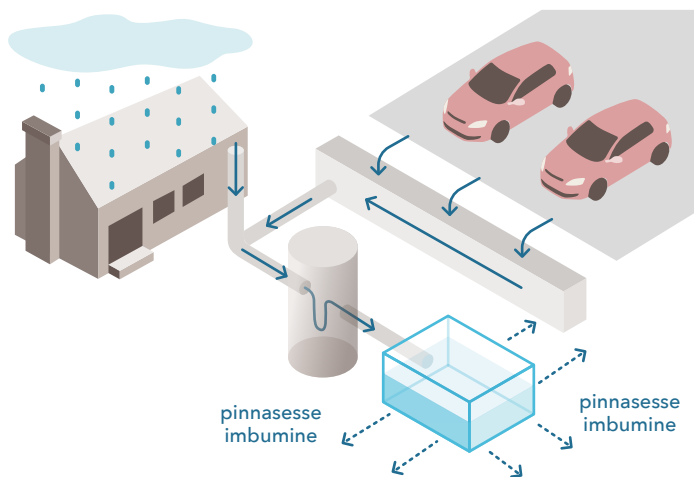
Imbkaevu saab üldiselt kasutada kõikjal, kus on tarvis sademevett puhverdada ja immutada. Kõige tähtsam asukohta valiku kriteerium on aluspinnase veeläbilaskvus. Imbkaevu ei ole võimalik projekteerida kohta, kus vesi ei saa pinnasesse imbuda (nagu savi või paene pinnas). Imbumise kiirus sõltub olemasoleva pinnase löümisest, näiteks liiv ja saviliiv sobivad immutamiseks paremini kui savine pinnas. Immutatava vee kogus sõltub ala suurusest ja pinnase poorsusest.

Imbkaevu kavandades peab arvestama hooldatavusega, kuna see paikneb maa all ning tõrkeid või ummistusi on keeruline tuvastada. Imbkaev ei ole tavaliselt kontrollimiseks või puhastamiseks kergesti ligipääsetav, seetõttu on ummistumise vältimiseks vaja väga tõhusat ülesvoolu paiknevat sademevee eelpuhastust. Liigse sette kogunemise vältimiseks on soovitatav imbkaevu kasutada väikese valgala sademevee käitlemiseks. Seega oleks parem kasutada mitut

väiksemat imbkaevu ühe suurema asemel. Lisaks peab imbkaev asetsema põhjavee tasemest vähemalt 1,2 m kõrgemal ning vastama sademevee pinnasesse immutamise nõuetele.

Imbkaev on linnalises ruumis ruumisäästlik, kuna seda saab paigaldada eri tüüpi rajatiste vahele ja alla. Kandevõimest lähtudes (mis sõltub täitematerjalist) sobib imbkaev mänguväljakute, puhkealade, spordiväljakute või avalike ruumide alla ning kandvam (immutusplokkidega täidetud) imbkaev ka näiteks parklate alla.

Imbkaev võib maasisese sademeveelahendusena osutada kallimaks kui pindmised. Saastunud pinnase või põhjaveega aladel tuleb enne selle rajamist teha riskianalüüs. Seda ei saa kasutada sellistes kohtades, kus ei tohi mitte mingil juhul tekkida üleujutus, näiteks ei tohi kasutada imbkaevu tee või parkla restkaevuna.



**Joonis 21.** Imbkaevu tööpõhimõte: sademevesi juhitakse läbi torude ja filterkaevu imbkaevu, kust see imub pinnasesse.



## Imbkaevu projekteerimine

Tavaliselt kasutatakse imbkaevus täitematerjalina immutusplokkke. Need on suure poorsusega (tavaliselt umbes 95%) plastmoodulid, millest saab ehitada efektiivse maa-aluse mahuti sademevee ajutiseks mahutamiseks enne selle pinnasesse imbumist. Moodulitest pannakse kokku vajaliku suurusega (mõnikord mitu kihti) imbkaev, mis ümbritsetakse geotekstiili või -membraaniga.

Imbkaevus kasutatakse mitmesugust tüüpi immutusplokkke, millel varieeruvad struktuur, omadused ja kandevõime.

Projekteerides tuleb tagada, et mahuti püsiks stabiilne ega liiguks ülemääraselt.

### Teha tuleb vähemalt kolm kontrolli veendumaks, et:

- konstruktsioon on tavalise töökoormuse korral stabiilne;
- konstruktsioon on juhuslike koormuste korral stabiilne (tuleks kontrollida mahuti kandevõimet aeg-ajalt esinevate äärmuslike koormuste suhtes);
- konstruktsioon on rajamistöõde ajal stabiilne. Selleks peavad olema teada ehituse ajal kasutatava tehnika eeldatavad koormused koos nende asukohaga mahuti suhtes. Need eeldused tuleks esitada projekti joonistel.

Mahuti projekteeritud tugevus peab olema suurem kui projekteeritud koormus. Enamikul objektidel on nõue kontrollida töökõlblikkust veendumaks, et horisontaalsed ja vertikaalsed läbipainded ei ole liiga suured ega mõjutaks imbkaevu katematerjale või lähedalasuvaid konstruktsioone.

### Peamised koormused, mida tuleb arvestada:

- imbkaevu peal oleva pinnase kaal;
- iseloomulikud liikluskoormused (sõiduki rataste punktkoormused ja üldine koormus);
- maapinna/põhjavee surved;
- hooldustöödeks kasutatavate masinate koormus.

Veevoolu suund immutusplokkides (imbkaevu täitumine) sõltub sisemisest struktuurist. Veevoolu alusel võib imbkaeve liigitada kaheks:

- kolmemõõtmelise (3D) vaba veevooluga – vesi siseneb sissevoolutorustikust ja väljub väljalaske- torustikust, mis on ühendatud immutusplokkidest moodustatud mahuti külgedega;
- kahemõõtmelise (2D) piiratud horisontaalse veevooluga – vesi siseneb mahutisse selle all, peal või sees paikneva perforeeritud jaotustorustiku kaudu.

Kõik suletud süsteemid vajavad mahuti täitumise korral õhurõhu hajutamiseks õhutusava. Üldine reegel on rajada iga 7500 m<sup>2</sup> valgala kohta üks 110 mm läbimõõduga õhuava.

Mahutit projekteerides tuleb vältida keerulisi kujundeid, kuna need võivad suurendada setete kinnijäämise ohtu ja raskendada geomembraani paigaldamist, suurendades lekete tekkimise ohtu. Mõned tootjad tarnivad spetsiifilisi mooduleid/immutusplokkke, mida kasutatakse paagi konstruktsioonis kontrolli- ja hoolduskambrite või setitina.

Immutusplokid (foto 19) või mõni muu täitematerjal (näiteks killustik) tuleb pinnasest eraldada geotekstiiliga, et pinnas ei satuks vett mahutavatesse pooridesse. Sademevesi tuleb enne imbkaevu suunamist juhtida läbi filterkaevu (puhastuskaevu), et vees olev tahke heljum ei vähendaks pinnasesse imbumist.

Väga tähtis on vältida äravoolava sademevee sattumist imbkaevu ehitusfaasis, kuna see sisaldab palju heljumit, sellel on väga suur settekoormus ja selles sisaldub ka muud prahti, mis võib imbkaevu töökindlust mõjutada.

Imbkaevu ummistumise vältimiseks tuleks sellele projekteerida settekaev/settepüüdur, kus toimub vee eelpuhastus (heljumi settimine). Settepüüduril ei tohi lasta ületäituda, kuna siis võivad setted mahutisse kanduda. Kui setet ei ole võimalik mahutitest kergesti eemaldada, tuleks kavandada tõhusam puhastussüsteem, mis ei sõltu nii palju hooldusest, näiteks kasutada filtreerimist läbi pinnase või

taimse filtri. Teine võimalus seetõttu tingitud probleemide (imbkaevu veemahutavuse/immutusvõime vähenemine) vähendamiseks või edasilükkamiseks on kavandada veidi suuremad mahutid.

Imbkaev peaks olema projekteeritud nii, et see hõlmab avari-ülevoolu või mööda viigustusüsteeme, mis võimaldab suurte sadude korral liigveel ohutult ära voolata. Ülevoolu kavandades tuleb arvestada seda, et liigvesi ei põhjustaks üleujutusi ega kahjustaks allavoolu asuvaid hooneid ja rajatisi.



**Foto 19.** Näide maa-aluse imbkaevu mahutavust ja kandevõimet suurendavast immutusplokist Pipelife Stormbox. Foto: Pipelife Eesti AS

## Imbkaevu materjalid ja taimestus

Imbkaevu kavandades on oluline rõhk kvaliteetsel täitematerjalil, et ümbritsev pinnas oleks piisavalt tihendatud ning sellesse ei jääks tühimikke, mis võivad soodustada vajumist ja sellest tulenevaid pinnase survete muutusi immutusplokkidele.

Imbkaevule eraldi taimestust ei rajata, tuleb vaid tagada, et immutusplokid oleksid puujuurte kahjustuste eest kaitsitud.

## Imbkaevu rajamine

Kogu imbkaevu konstruktsioon tuleb ehitada konkreetset tüüpi torude või materjalide juhendi ja standardsete äravoolunõuete järgi. Analüüs ja koge-

mused on näidanud, et süsteemi toimimine sõltub täitematerjali tüübist ja sügavusest ning paigalduse hoolsusest.

Materjali ja kvaliteeti tuleks kontrollida nii toodete kohaletoimetamise järel kui ka paigalduse ajal. Kahjustada saanud toodete korral võib geomembraan või -tekstiil rebeneda või torude ühenduskohtades tekkida leke. Materjale tuleks kohapeal hoiustada tasasel pinnal ja tootja soovitusi järgides (arvestada maksimaalset kihtide arvu, vältida pikaajalist kokkupuudet päikesevalgusega, kaitsta kahjustuste eest jne).

Ehitamise ajal ei tohi äravoolav sademevesi imbkaevu sattuda, välja arvatud juhul, kui see on lubatud ja setteid saab pärast eemaldada. **Kaevetööde ajal tuleb vältida nii pinnase- kui ka põhjavee sattumist kaevekohtadesse.** Immutusplokid ja plasttorud on väga kerged ja piisab vaid vähesest veest, et konstruktsioon enne pinnasega täitmist ujuma hakkaks.

Rajatava imbkaevu aluspind peab olema puhas, kindel ja tasane. Vastasel juhul võib konstruktsioon nihkuda ning selle

tagajärjel puruneda geomembraan või -tekstiil. Imbkaevu aluspind vooderdakse tasandava killustiku või liivakihiga. Kui immutusplokid on virnastatud rohkem kui ühe kihina, tuleks tagada, et need asetseksid üksteise peal õigesti ja koormus jaotuks ühtlaselt, sest muidu väheneb konstruktsiooni kandevõime.

Väga väikese koormuse korral saab kaevekohad üldjuhul täita väljakaevatud materjaliga, mis ei sisalda suuri osakesi ega teravaid materjale, ning seejärel tuleks see korralikult tihendada. Ebakvaliteetse täitematerjali korral võib pinnase külgmise surve immutusplokkidele märkimisväärselt suurened ja see võib lõppeda imbkaevu kokkuvarisemisega. Tihendades tuleks vältida raskeid vibreerivaid tihendajaid ja kasutada pigem kergeid plaattihendajaid.

Mahutit paigaldades tuleb olla ettevaatlik, et mahuti konstruktsioon ning seda ümbritsev geotekstiil ja/või -membraan ei saaks kahjustada (foto 20).

## Imbkaevu eelised ja puudused

Eelised (+)	Puudused (–)
+ Vähendab märkimisväärselt äravoolava vee mahtu ja voolukiirust.	– Ei sobi väikese veeläbilaskusega pinnasetüüpide korral.
+ Võtab maapinnal vähe ruumi ja annab võimaluse maad muul otstarbel kasutada.	– Pinnase sobivust tuleb testida ehitusgeoloogilise uuringuga.
+ Taastoodab põhjavett.	– Ei sobi saastunud sademevee korral, kuna puhastusvõime on väike.
+ Lihtne olemasolevasse keskkonda sobitada.	– Aja jooksul võib efektiivsus väheneda, immutamise suutlikkus võib suurte sadude korral väheneda.
+ Kogukondadele vastuvõetav lahendus.	– Tõrke korral raskesti ligipääsetav.

## Imbkaevu hooldamine

Imbkaevu tõhusa pikaajalise töö tagab korrapärane ülevaatus ja hooldus (tabel 11). Süsteemi hooldamise eest peaks vastutama pädev ettevõtte, mille töötajad on saanud vastava koolituse.

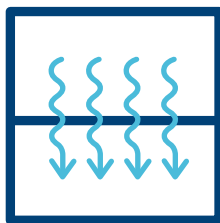
Hooldustegevuste kirjeldus ja ajakava tuleb välja töötada juba projekteerimisetapis ning hoolduse eest vastutav ettevõtte saab seda hiljem vajadusest lähtudes kohandada.

**Tabel 11.** Imbkaevu hoolduskava

Hoolde liik	Tegevus	Sagedus
<b>Pidev hooldus</b>	• Töökindluse kontrollimine ja vajaduse korral parandustööd	Igakuiselt umbes 3 kuud pärast rajamist, seejärel kord aastas
	• Prahi eemaldamine valgalalt	Igakuiselt
	• Ülejäänud taimestuse hooldamine ning invasiivse taimestiku ja umbrohu eemaldamine	Igakuiselt
	• Imbkaevu settest puhastamine	Igakuiselt või vajaduse järgi
<b>Pisteline hooldus</b>	• Kahjustunud sisse- ja väljalaskeavade, ülevoolude ja ventilatsiooniavade taastamine/parandamine	Vajaduse järgi
<b>Järelevalve</b>	• Kõigi sisse- ja väljalaskeavade, ventilatsiooniavade ja ülevoolude kontroll veendumaks, et need on heas korras ja töötavad planeeritult	Igakuiselt
	• Mahutisse kogunenud setete kontroll ja vajaduse korral eemaldamine	Kord 5 aasta jooksul või vajaduse järgi



**Foto 20.** Imbkaevu rajamine.  
Allikas: [www.pipelife.com](http://www.pipelife.com)



### 4.2.3 Vett läbilaskev katend

Vett läbilaskev katend on suure veejuhtivusega tehisk pinnakate, mis koosneb pealmisest vett läbilaskvast kattest (näiteks poorne asfalt või vett läbilaskev kivisillutis) ja selle aluskihtidest. Erinevalt tavalisest asfalt-, betoon-, kivi- vms katendist jäljendab vett läbilaskev katend looduslikku vee liikumist, ehk vesi imub katendist läbi sarnasel moel, nagu imbuks looduses maasse. Kui olemasolev pinnas ei võimalda vett suures koguses immutada, saab pealmise vett läbilaskva katte all olevaid kihte kasutada ka vee ajutiseks kogumiseks.

Kui immutada sademevett läbi katendi pinnasesse või koguda seda katendi alumistesse kihtidesse, väheneb äravoolava vee kogus ja äravoolu kiirus ning samas ei ole tarvis täiendavat maad sademeveesüsteemide ehitamiseks. Lisaks võib sellisel katendil masinaga liikuda ning seda saab kasutada kergliiklus- ja kõnniteena. Seetõttu sobib vett läbilaskev katend hästi tiheasustusaladele, kus ehitusmaa on piiratud.

Kus kasutada sobib?	
Elamupiirkond:	<b>JAH</b>
Äri- või tööstuspiirkond:	<b>JAH</b>
Tiheasustus:	<b>JAH</b>
Sobitamine olemasolevale hoonele:	<b>JAH</b>
Saastatud alad:	<b>JAH</b>
Kaitsmata põhjaveega alad:	<b>JAH</b>
Suutlikkus	
Vooluhulkade järskude suurenemiste leevendamine:	<b>HEA</b>
Äravoolava sademevee koguse/mahu vähendamine:	<b>HEA</b>
Vee kvaliteedi parandamine:	<b>HEA</b>
Atraktiivsus:	<b>KESKMINE</b>
Ökoloogiline potentsiaal:	<b>HEA</b>



**Foto 21.** Dreenasfalt (paremal) ja harilik vett mitteläbilaskev asfalt (vasakul) vihmajärgel Viimsi vallas Haabneemel. Foto: Taavi Valgmäe

### Vett läbilaskvaid katteid on nelja tüüpi.

1. Poorne kate. Suure poorsusega kate imab vett kogu pinna ulatuses. Selline kate on näiteks poorne asfalt (dreenasfalt) või poorne betoon.
2. Vett läbilaskev kivist sillutis. Vett võib läbi lasta ka harilik sillutuskivi, kui kivide vahele jäetakse tühimikud (vuugid), mille kaudu saab sademevesi pinnasesse imbuda. Vuugid võivad olla täidetud muru, killustiku või muu vett läbilaskva materjaliga.
3. Plastist või betoonist sillutuskärjed.
4. Puiste ehk killustikust, sõelmetest vms kate.

**Poorne asfalt (dreenasfalt) ja poorne betoon** sarnanevad tavalise asfaldi ja betooniga, kuid on suurema poorsusega, mis tagab veeläbilaskvuse (foto 21). Kui sademevesi imbib läbi poorse kate, jõuab see aluskihtidesse, kus imbib aeglaselt pinnasesse või juhitakse edasi järgmisse süsteemi ossa. Süsteemi põhi ja küljed eraldatakse filterkangaga, et pinnase ja katendi kihid ei seguneks. Poorsete kattematerjalide kulumiskind-

lus, vastupidavus ja koormustaluvus on väiksemate osakeste segust puudumise tõttu väiksem kui tavalisel asfaldil, samas vähendab poorne kate liiklusega kaasnevat müra.

### Poorset katet sobib kasutada:

- parklates;
- rattateedel ja kõnniteedel, kus koormus katendile on väiksem;
- väljakutel ja rekreatsioonialadel.

**Sillutuskivid** on tavaliselt betoonist ja sobituvad üksteisega tihedalt kokku. Kui kivide vahele on jäetud laiema vahed (vuugid), imbib sademevesi sillutise all paiknevatesse kihtidesse (foto 22). Toodetakse ka spetsiaalseid vett läbilaskva sillutise rajamiseks mõeldud sillutuskive (nn murukivi).

Võimalik immutatava vee kogus sõltub kivide all olevate kihtide paksusest, tihedusest ja materjalist, millega vuugid on täidetud. Tavaliselt koosneb tänavakivi sillutis aluskihiga, killustikukihiga, liivakihiga ja kattena sillutuskividest. Vuugid võib

täita peene fraktsiooniga killustikuga või mulla ja sellel kasvava muruga. Kiviridasid võib ka paigaldada vaheliti mururibadega ning suurendada sellega roheala osakaalu. täita peene fraktsiooniga killustikuga või mulla ja sellel kasvava muruga.

Kiviridasid võib ka paigaldada vaheliti mururibadega ning suurendada sellega roheala osakaalu.



**Foto 22.** Vuukidega sillutuskivid parkimiskohtades Soomes Helsingis. Foto: Gen Mandre

#### Sillutuskive sobib kasutada:

- parklates;
- elamupiirkondades tänavakattena väiksema liikluskoormusega teedel;
- kõnniteedel;
- väljakutel jm.

Sillutuskivide eluiga pikendavad ala õige ettevalmistamine, korrektne paigaldamine ja hooldus.

**Plastist või betoonist sillutuskärjed** on tavaliselt valmistatud taaskasutatud plastist või betoonist (foto 23). Neid võib täita killustikuga (killustikukärg) või külvata neisse muru (murukärg); killustikku võib eelistada suurema kasutuskoormuse korral.

Tänu plasti paindlikkusele saab plastkärge kasutada ka ebatasasel maastikul,

betoonist kärgede eeliseks on aga suurem tugevus. Plastkärgedel ei ole vaja täiendavaid kuivendussüsteemi elemente, toimiva süsteemi võtmesõnadeks on paigutus, teostus ja hooldus. Näiteks ei tohi suunata suuri koguseid sademevett külgnevatelt aladelt kärjega kaetud alale, sest see ummistaks kärjed ja põhjustaks soola ladestumise talvel. Kärge rajades tuleb jälgida, et pinnas ei oleks liialt tihendatud. Asukohta valides tuleb arvestada ka sellega, et kärgedel ei pruugi olla eri tüüpi jalanõudega ühtviisi mugav liikuda.

#### Kärge sobib kasutada:

- eelkõige aladel, kus murukate vajab toetavat tugevdust kaitseks tallamise eest;
- parklates;
- elamute sõiduteedel;



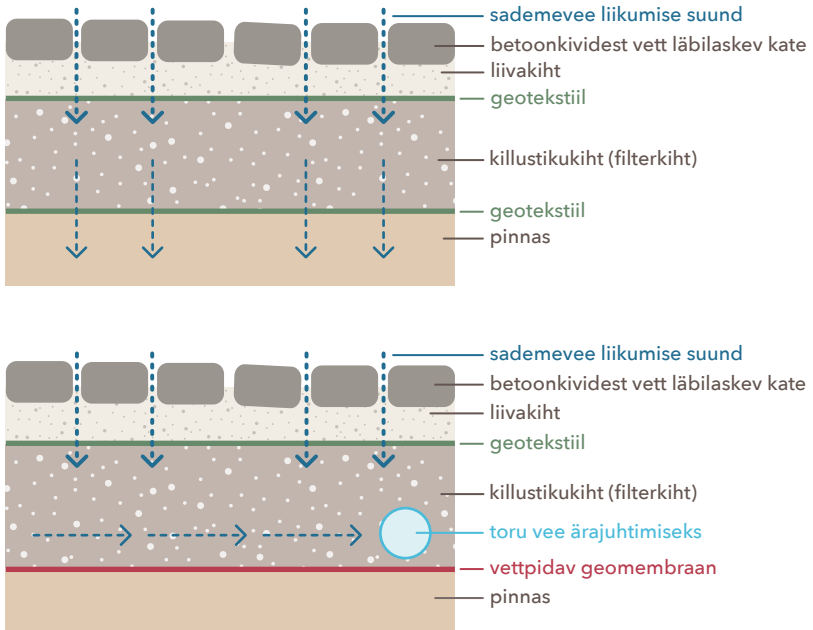
Foto 23. Plastist kärjed väikese koormusega autoparklas Põlvas. Foto: Gen Mandre

### Vett läbilaskav katend võimaldab vett ära juhtida neljal viisil.

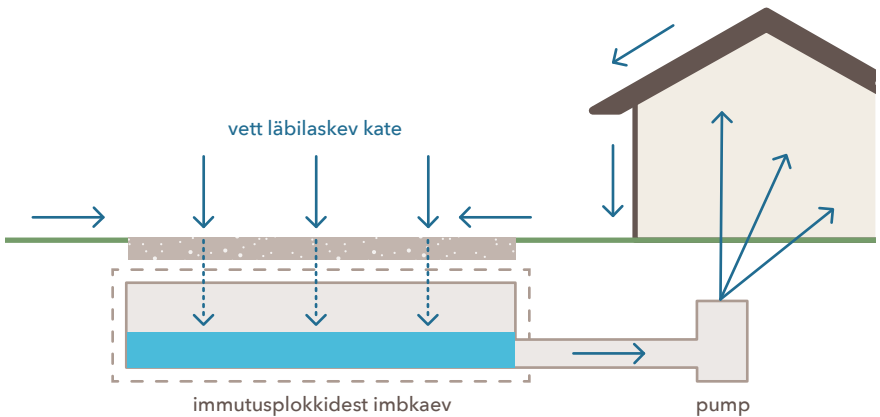
1. Vesi immutatakse läbi aluskihtide otse olemasolevasse pinnasesse. Kavandatud sadusid ületavatel juhtudel või ummistuse puhuks on lahendusel ülevool järgnevasse sademeveesüsteemi komponenti (joonis 22).
2. Osa vett imendub olemasolevasse pinnasesse ja liigvesi juhitakse perforeeritud torudega lahendusest välja.
3. Vett ei immutata olemasolevasse pinnasesse. Süsteem on ümbritsevast isoleeritud vett mitteläbilaskva membraaniga ning vesi juhitakse perforeeritud torude kaudu lahendusest välja (joonis 22).
4. Osa läbi filterkihi imendunud veest kogutakse hilisemaks kasutamiseks (joonis 23).

Vett läbilaskvat katendit on võimalik rajada ka saastunud sademeveega piirkondades. Sellisel juhul tuleb seda sagedamini hooldada. Äravoolu puhastamine algab katendi aluskihtides. Saastunud sademeveega piirkondades tuleb katendi aluskihid eraldada ümbritsevast pinnasest geomembraaniga ning sademevesi suunata toruga järgnevasse süsteemi komponenti või sademeveekanaliseerimise ja seal puhastisse.





Joonis 22. Sademevett otse pinnasesse juhtiv vs. eraldatud (isoleeritud) lahendus.



Joonis 23. Näide sademevee kogumise lahendusest läbi vett läbilaskva katendi. Vett saab kasutada majapidamises või näiteks kastmiseks.

**Lahendus tuleb isoleerida kui:**

- aluspinnas on väikese veeläbilaskvusega;
- vesi kogutakse ja kasutatakse täielikult ära;
- põhjavesi/veehorisont on maapinnale lähedal (vähem kui 1,2 m) ja kaitsmata;
- sademevesi on saastunud.

Selleks, et vett läbilaskva katendi aluskihid oleksid piisavalt tugevad/kandvad ja efektiivsed, tuleb need üksteisest eraldada geotekstiiliga. Geotekstiil parandab katendi konstruktsiooni kahel viisil: ei lase eri fraktsiooniga aluskihtidel üksteisega seguneda (vastasel juhul veeläbilaskvus väheneks) ning suurendab aluskihtide koormustaluvust.

## Vett läbilaskva katendi tööpõhimõtted ja asukohavalik

Vett läbilaskvat katendit saab kasutada peaaegu kõikjal, kus liikluskoormus ja selle tüüp seda lubab (fotod 24 ja 25). Selle kasutamist tuleks vältida seal, kus on suur ummistuse tekke oht ja suur liikluskoormus, sest sõidukite järsk pidurdus või pööre lõhub katendit.

Vett läbilaskev katend peab eelkõige täitma kahte funktsiooni: toimima tõhusalt vastavalt kavandatud sadude intensiivsusele ning juhtima vee kontrollitud viisil pinnasesse või järgmisse sademevee käitlemise lahendusse ja pidama vastu kavandatud liikluskoormusele.

Madalad temperatuurid ei ole vett läbilaskva katendi kasutamise takistuseks. Vett läbilaskvad katendid on näidanud head töökindlust kõigis Skandinaavia riikides, kus kliima on Eesti omaga väga sarnane. Seda kinnitavad ka Viimsi vallas asuva mitme katseala seire esialgsed tulemused. Viimsi lahenduse näide on esitatud lisas 3 (lk 204). Otse aluskihtidesse imbuv vesi ei kogune katendi pinnal, selle tulemusena on jäätumisoht väiksem ning kate on liiklejatele turvalisem.

Vett läbilaskva katendi juures peab arvestama, et selle läbilaskevõime väheneb ajaga ja see võib hakata ummistuma (tabel 12). Peamised ummistumise põhjused on tahkete osakeste ja prahi kogunemine vuukidesse või pooridesse ning liiva kasutamine sillutuskiivide vuugimaterjalina. Väga harva juhtub, et kogu pind on täielikult ummistunud, ja tavaliselt tagab katendi läbilaskev osa piisava immutusvõime.

Tabel 12. Vett läbilaskva kate ummistumise põhjused ja taastamismeetmed

Vett läbilaskva kate tüüp	Ummistumise põhjus	Tõenäolise ummistumise ulatus	Läbilaskvuse taastamine
<b>Plastist või betoonist kärg</b>	Liivaga täidetud tühimikud koos sinna istutatud muruga toimivad liivafiltrina ja püüavad setteid.	Ummistuse sügavus 6–12 mm (Urban Waterways 2011); simuleeritud 35aastase kasutuse jooksul 50–75% kaotust esialgsest infiltratsiooni mää- rast (Jayasuriya <i>et al.</i> 2007).	Ummistunud liiv või muru tuleb eemaldada ja asendada.
<b>Poorne kate</b>	Katte pooridesse jäävad kinni peened pinnaseosakesed ja sete.	Kehva projekteerimise ja hool- duse korral võib ummistus ula- tuda 25–75 mm sügavusele. USAs on tõestatud, et sellises olukorras kate on veel 8 aasta pärast kasutuskõlblik.	Survepesu ja mehaani- line tänavapuhastus.
<b>Vett läbilaskv kivisillutus</b>	Peened pinnaseosakesed ja sete jäävad kinni sillutuskivide vuukidesse.	Esimeste kasutusaastate jook- sul kaotab kate 70–90% infilt- ratsiooni mää- rast, mille järel see ühtlustub ja jääb kons- tantseks (Borgwardt 2006).	Pinda tuleb harjata ja imuriga puhastada, vuugimaterjali ülemine 20 mm asendada, teha umbrohutõrjet.

Uuringute tulemused on näidanud, et võrreldes vett mitteläbilaskva kate äravooluga on vett läbilaskva katendi dre-naaži korral vähenenud mitme sade-mevee saasteaine kontsentratsioon, sealhulgas raskmetallide, õli ja rasva, sette ja mõnede toitainete oma. (Pratt *et al.* 1995 ja 1999, James & Shahin 1998, Brattebo & Booth 2003, Bean *et al.* 2007, Drake *et al.* 2012)

Samuti on leitud, et teatud tüüpi vett läbilaskvates konstruktsioonides võivad vees sisalduvad õlid mikroorganismide toimel laguneda. (Pratt 1999) Saastunud äravooluvee korral tuleb vett läbilaskv katend isoleerida näiteks geomembraaniga ning vesi juhtida edasi järgne-vatesse puhastava funktsiooniga loodus-lähedastesse lahendustesse.

#### Vett läbilaskvas katendis toimuvad puhastusprotsessid hõlmavad:

- tahkete osakeste ja sellega seotud saasteainete filtreerimist – suurem osa seotakse filterkihi ülemises osas (30 mm ulatuses);
- orgaaniliste saasteainete (sh bensiini ja diislikütuse) biolagunemist;
- saasteainete adsorptsiooni (kinnitumist katendimaterjalide pindadele), mis sõltub kattematerjali tekstuurst ja täitematerjali struktuurist ning niiskussisaldusest;
- tahkete ainete (heljumi) settimist ja sidumist.

## Vett läbilaskva katendi projekteerimine

Vett läbilaskva katendi projekteerimine sõltub sademete omadustest (arvutusvihma intensiivsusest ja korduvusest), olemasoleva pinnase tüübist (immutamise võimekusest), äravoolu koefitsiendist ja valgala pindalast. Sademevee mahuarvutuste tegemisse tuleb kaasata pädev spetsialist.

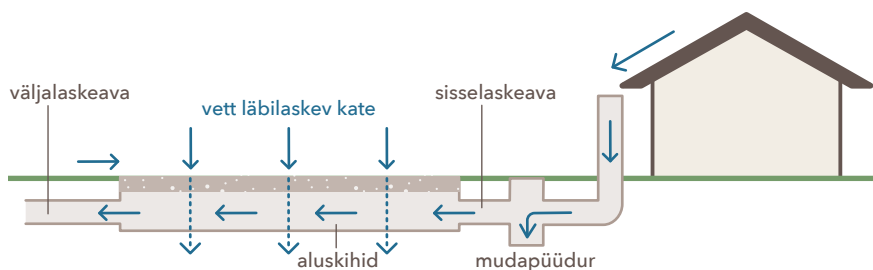
Projekteerimisel peab läbi mõtlema ka varulahendused, et vesi juhitaks aluskihtidest eemale, et need veega ei küllastuks. Levinuim väljavoolu lahendus on perforeeritud toru. See peab olema vähemalt 1 m sügavusel aluskihtide all ja olema kaetud geotekstiiliga, et sellesse osakesi ei satuks.

Teekatte all olev pinnas on tavaliselt palju väiksema kandevõimega kui teekattematerjalid ega talu otsest rattakoormust. Katendit projekteerides tuleb lähtuda põhiprintsiibist, et rajatud kihid jaotavad rataselt kontsentreeritud koormused

tasemele, mida tee all olev pinnas (aluskihid) talub ilma rikete ja liigsete deformatsioonideta. Selleks on soovitatav siduda kihid geotekstiiliga ning kattena valida liikluskoormusele sobiv materjal.

Veevool külgnevate sillutatud alade pinnalt tuleks jaotada mööda läbilaskva ala serva selliselt, et see valgus alale ühtlaselt, mitte juhtida seda ühte punkti, kuna see põhjustab pinna ummistumist.

Kõrvalasuvatelt katustelt äravoolava vee, kus on tõenäoliselt väga väike heljumisisaldus, saab juhtida otse aluskihtidesse. Sellisel juhul tuleb vesi suunata siiski läbi mudapüüdu, et katendi aluskihid ei ummistuks (joonis 24). Kui katend on projekteeritud nii, et kogu vesi imub maasse, ei ole konkreetset väljavoolu tarvis. Kui vett plaanitakse järgmisse lahendusse edasi juhtida, võib selleks kasutada toru.



**Joonis 24.** Näide hoone katuselt läbi mudapüüdu juhitava sademevee sisse- ja väljavoolust.

## Vett läbilaskva katendi materjalid

Vett läbilaskva katendi aluskihid on poor-  
sed, et vesi saaks seal vabalt liikuda.  
Selliste aluskihtide materjal erineb tava-  
lise katendi aluskihtide omast ning  
materjali tuleb planeerida nii, et sellel  
oleks piisav läbilaskvus, poorsus ja tuge-  
vus. Süsteemi jaoks sobiva materjali  
tüübi kohta tuleks küsida nõu tootjalt.  
Murukärje liivtäide peab olema vabalt  
kuivenev, kuid taimede kasvu toetami-  
seks piisava orgaanikasisaldusega. Hari-  
lik kasvumuld selleks ei sobi.

Kui vett läbilaskva sillutise lähedusse  
istutatakse puid ja põõsaid, võib pinna  
infiltratsioonikiiruse

säilitamiseks tekkida vajadus sillutist  
regulaarselt puhastada, kuigi see ei erine  
tõenäoliselt ülemäära tavapärasest hool-  
dusest. Vett läbilaskev pind sobib suure-  
päraselt puude lähedusse, kuna laseb  
pinnasesse õhku ja vett. Kui pinnases on  
piisavalt õhku ja vett, ei tungi puude  
juured tõenäoliselt maapinnale ega kah-  
justa vett läbilaskvat katendit.

Vett läbilaskva kivisillutise täitepinnas  
peab asuma kivide tasapinnast mada-  
lamal ning muru valides tuleb arvestada,  
et see peaks olema väga kulumis- ja  
põuakindel.

## Vett läbilaskva katendi rajamine

Vett läbilaskva katendi rajamist tuleb  
alustada olemasoleva pinna tihendami-  
sega. Selleks võiks pinna katta õhukese  
kihi peene fraktsiooniga materjaliga, et  
filterkiht oleks stabiilne ja kandev. Alus-  
kihtide paksust arvutades tuleb seda  
kihti arvestada.

Filterkiht tuleks rajada 100–150 mm kih-  
tidena ja tihendada, et tagada materjali  
maksimaalne tihedus, vältides üksikute  
osakeste purustamist ja poorsuse vähen-  
damist allapoole projekteeritud väärtust.  
Vibreerivate tihendajatega võib see olla  
keeruline, kuna see toob kaasa pinna  
liikumise ja enamasti annavad tühi-  
massiga rullid parema tulemuse. Pärast  
paigaldamist ei tohiks filterkihil raskete

masinatega liikuda, et see liigselt ei tihe-  
neks ega ummistuks muda ja ehitusma-  
terjalidega.

Betoonist kivisillutis tuleks ehitada keh-  
tivate standardite järgi. Kihid tuleb eral-  
dada geotekstiiliga ja sillutuskiivide  
vahed täita peene fraktsiooniga mater-  
jaliga, mis laseb vett takistusteta läbi.  
Kivisillutise ja plastist sillutuskärje korral  
tuleb alusliiva paksus hoida minimaalne,  
maksimaalselt 20 mm. Kivide vahesid ja  
kärge ei tohi täita tasapinnani (vähemalt  
25 mm tasapinnast) ega liigselt tihen-  
dada.

## Vett läbilaskva katendi eelised ja puudused

Eelised (+)	Puudused (–)
+ Vähendab üleujutuse ohtu allavoolu, kuna tasandab vooluhulga järske suurenemisi.	– Vett läbilaskvate katendite projekteerimise ja ehitamise kogemus on väike.
+ Vähendab reoainete sisaldust äravoolavas vees.	– Võivad tekkida ummistused, kui lahendust on valesti ehitatud või hooldatud.
+ Kasutatav tiheasustusega aladel.	– Lahendust ei saa kasutada väga saastunud sademeveega piirkondades, vähese pinnase läbilaskvusega aladel, kõrge põhjavee tasemega piirkondades ja joogiveekaevude läheduses.
+ Võib vähendada vajadust sügavate kaevetööde järele, mis omakorda aitab ehituskuludelt säästa.	
+ Täiendab põhjaveevaru.	
+ Ei vaja täiendavat maad (olles ise sademeveelahendus).	
+ Vähendab üleujutusi ja pinna jäätumist.	
+ Vähendab vajadust kanalisatsiooni- ja restkaevude järele.	
+ Kogukondadele vastuvõetav lahendus.	



**Foto 24.** Vett läbilaskev katend (vuukidega sillutuskivid) elamukvartali sisehoovis Soomes Helsingis. Foto: Valdo Kuusemets

## Vett läbilaskva katendi hooldamine

Vett läbilaskva katendi tõhusaks toimimiseks tuleb seda regulaarselt kontrollida ja hooldada (tabel 13). Katendi ja seda ümbritseva ala hooldamise eest peaks vastutama kinnistu omanik või tema volitatud isik. Enne töö üleandmist tuleks see üle vaadata ummistumise, risu, umbrohu ja tekkivate loikude suhtes ning rikked kõrvaldada. Pärast üleandmist tuleks katendit regulaarselt kontrollida, soovitatavalt tugeva vihmajärgu ajal ja pärast seda, et olla kindel selle toimimises ning tuvastada kõik tõrked.

Vett läbilaskvat katet tuleb korrapäraselt puhastada mudast ja muudest setetest, et säilitada immutusvõime. Kogemused näitavad, et korrast aastas peaks piisama, et säilitada enamikus kohtades nõutav

infiltratsioonimäär. Puhastamise sagedust tuleks vajaduse korral suurendada.

Kui pind on ummistunud, võib vaja minna spetsiaalset survepesu, eriti poorse materjali korral, et taastada pinna imbumiskiirus vajalikule tasemele. Puhastusseadmed tuleks reguleerida nii, et need ei eemaldaks poorsest asfaldist sideainet.

Üldiselt vajab vett läbilaskev kate talvel harvem libedustõrjet. Samuti on pärast lume sulamist väiksem jää tekke oht, kuna sulavesi imbub katendi aluskihti- desse ning sellel ei ole võimalust uuesti külmuda.

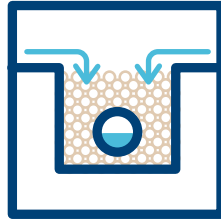


Foto 25. Vett läbilaskva katendiga parkimistasku Taanis Kopenhaagenis. Foto: Gen Mandre

Tabel 13. Vett läbilaskva katendi hoolduskava

Hoolde liik	Tegevus	Sagedus
<b>Pidev hooldus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sillutuskivide vuukide ja poorsete pindade pooride puhtana hoidmine, et ummistusi vältida</li> </ul>	Iga-aastaselt (hoida sügisel pinnad langevatest lehtedest puhtad)
<b>Pisteline hooldus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Külgnevate alade hooldamine</li> </ul>	Vajaduse järgi
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Umbrohu eemaldamine</li> </ul>	Vajaduse järgi (kord aastas harvem kasutatavatel katenditel)
<b>Parandusmeetmed</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Katkiste sillutuskivide asendamine ja vajaduse korral vuukidesse materjali lisamine</li> </ul>	Vajaduse järgi
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Filterkihtide ja aluskonstruktsiooni taastamine ning parandus</li> </ul>	10–15 aasta tagant või vajaduse järgi (kui infiltratsioonivõime oluliselt väheneb)





## 4.2.4 Täidisdreen

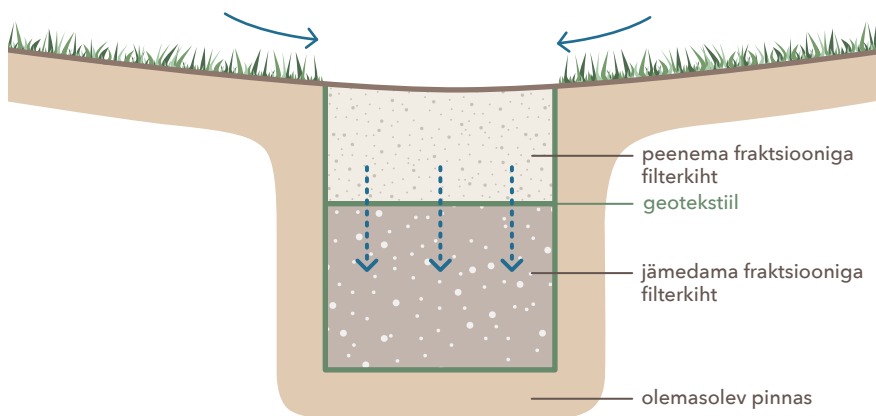
Täidisdreen (joonised 25 ja 26) on poorse materjaliga täidetud kaeve, kuhu suunatakse sademevesi selle voolu aeglustamiseks, filtreerimiseks, ajutiseks maaaluseks kogumiseks ja edasijuhtimiseks. Täidisdreen võimaldab immutada sademevett olemasolevasse pinnasesse (sellisel juhul tuleb kaeve vooderdada geotekstiiliga), kuid vajaduse korral saab selle põhjavee kaitseks ümbritsevast pinnasest isoleerida geomembraani või muu vett mitteläbilaskva materjaliga, näiteks betoonist renniga. Isoleerimise korral peab dreeni põhjas paiknema ka drenaažitoru, mis juhib vee allavoolu järgmisse süsteemi ossa.

Täidisdreen peaks asetsema äravoolava sademevee liikumise suunaga risti, et sissevool toimuks selle küljelt. Täidisdreen ei ole ette nähtud sette- ega mudapüüduriks ning peaks ummistuste vältimiseks paiknema puhastusfunktsiooniga sademeveelahenduste järel. Kui see pole võimalik, siis tuleb täidisdreeni pindmise filterkihi alla paigaldada geotekstiil. Samas ei tohi geotekstiil asuda väga sügaval, sest seda peab saama vajaduse korral eemaldada ja puhastada või välja vahetada.

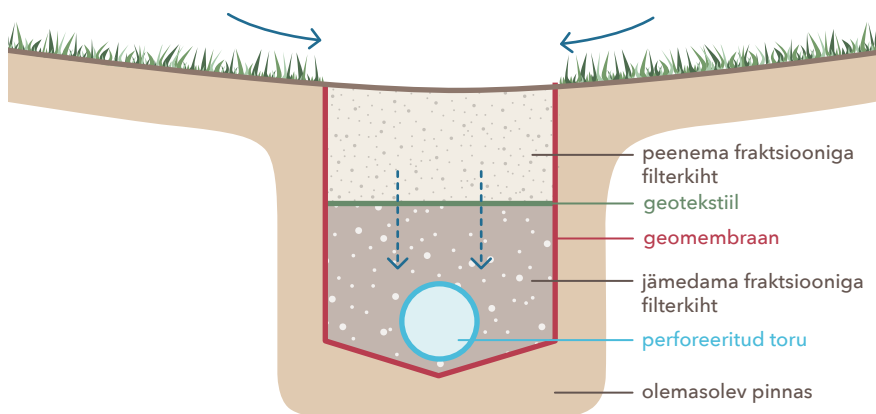
Täidisdreen võib edukalt asendada traditsioonilist torustikäravoolu ning selle kasutamine tee ääres kaotab vaja-

duse äärekivide ja sademeveeerennide järele. Lisaks vee ärajuhtimisele aitab täidisdreen vähendada saasteainete sisaldust äravoolavas vees, filtreerides välja peened setted, metallid, süsivesinikud ja muud saasteained. Samuti võib see soodustada adsorptsiooni ja biolagunemisprotsesse.

Kus kasutada sobib?	
Elamupiirkond:	<b>JAH</b>
Äri- või tööstuspiirkond:	<b>JAH</b>
Tiheasustus:	<b>JAH</b>
Sobitamine olemasolevale hoonele:	<b>JAH</b>
Saastatud alad:	<b>JAH</b>
Kaitsmata põhjaveega alad:	<b>JAH</b>
Suutlikkus	
Vooluhulkade järskude suurenemiste leevendamine:	<b>KESKMINE</b>
Äravoolava sademevee koguse/mahu vähendamine:	<b>MADAL</b>
Vee kvaliteedi parandamine:	<b>HEA</b>
Atraktiivsus:	<b>MADAL</b>
Ökoloogiline potentsiaal:	<b>MADAL</b>



Joonis 25. Täidisdreeni läbilõige.



Joonis 26. Isoleeritud täidisdreeni läbilõige.

## Täidisdreeni tööpõhimõtted ja asukohavalik

Täidisdreen sobib üldiselt väiksemale valgalale. Seda võib kasutada vett mitteläbilaskvate pindade, näiteks parklate, teede või hoonete kõrval kraavide asemel (kui ei soovita lahtise veega alasid) ning veekindla isolatsiooni korral sademevee ärajuhtimiseks suure põhjavee reostusriskiga aladelt. Arvestada tuleks, et täidisdreeni juhitud vesi ei kannaks

kaasas palju tahkeid osakesi. Selleks tuleks rajada täidisdreenist ülesvoolu eelpuhastuslahendus.

Täidisdreeniga saab kujundusprojektides luua eristuva ääri. Haljastatud alal võib täidisdreeni kaitsta geotekstiiliga ning katta pinnase ja taimestikuga, näiteks muruga. Ka sellisel juhul vajab

täidisdreen tõrgete ennetamiseks hooldest, ja hooldusjuhendis tuleks sellele erilist tähelepanu pöörata. Murukate võib aga aidata vähendada ummistumise ohtu täidisdreeni pinnal.

Täidisdreeni pikisuunaline kalle ei tohiks ületada 2%, kuna vee stabiileks liikumiseks ja saasteainete eemaldamiseks filterkihis peab vesi liikuma selles aeglaselt.

Täidisdreen võib osutada heaks sademevee ärajuhtimise lahenduseks kohas, kus taimkattega süsteem on ebapraktiline. Seda saab rajada vett mitteläbilaskva pinnakatte alla (isoleerituna) tingimusel, et sellele pääseb ülevaatuseks ja hoolduseks piisavalt hästi ligi, või taimestatud katte alla, juhul kui projektis on kavandatud vahendid dreeni tuvastamiseks ja asukoha määramiseks.

## Täidisdreeni projekteerimine

Selleks, et saasteained oleksid eemaldatud vajalikul tasemel, peaks täidisdreeni minimaalne filterkihi paksus olema 0,5 m. (Hatt *et al.* 2007) Kui pinnasesse immutamine (infiltratsioon) on võimalik, peaks põhi olema vähemalt 1 m kõrgemal kui põhjavee maksimaalne tase.

Täidisdreeni laius sõltub sellesse juhita vast veekogusest ja sisseehitatud toru läbimõõdust. Näiteks 150 mm läbimõõduga toru korral on vaja kummalegi poole toru 150 mm laiust ruumi, mis annab täidisdreeni kogulaiuseks 450 mm.

Täidismaterjali poorsus ja veeläbilaskvus peaksid olema piisavalt suured, et võimaldada piisavat imbumist, vältida ummistumist ning puhverdada äravoolu mahu järske tõuse.

Kui kasutatakse perforeeritud torusid, tuleb need paigaldada sobivale sügavusele.

Täidisdreeni juhitava vee kõige tõhusam eelpuhastuse võimalus on lasta sellel enne täidisdreeni juhtimist läbida puhverriba. Isegi 0,5 m laiune mururiba võib eemaldada märkimisväärse koguse

muda ja setet ning pikendada aega, kuni täidisdreen vajab puhastamist. Kui eelpuhastus ei ole võimalik, siis saab rajada ka mitme filterkihiga täidisdreeni, kus kihid on üksteisest geotekstiiliga eraldatud. Seda tuleks siiski kasutada ainult juhul, kui täidisdreeni hooldatakse korrapäraselt, kuna süsteem kipub kiiresti ummistuma. Sellisel juhul peab filterkiht olema lihtsalt eemaldatav, kuna seda tuleb regulaarselt välja vahetada.

Täidisdreeni kahjustumise peamine põhjus on sõidutee äärde rajatud täidisdreenil peatumine ja sellest tingitud filtermaterjali laialipaikumine, mis võib ohustada ka sõiduteel olevaid sõidukeid. Mõistlik on täidisdreen kavandada teest eemale või kui see pole võimalik, siis kasutada tõkkeid, nagu pollarid, suured kivid või madalad piirded.

Drenaažitorudega lahenduse korral tuleks perforeeritud torud paigutada kogumiskaevude vahele, et torusid saaks puhastada survepesu või trossidega (kaevud võiksid olla üksteisest kuni 90 m kaugusel). Kogumiskaevud peaksid olema alati ligipääsetavad ja selgelt eristatavad.

## Täidisdreeni rajamine

Ummistumise vältimiseks ei tohi täidisdreeni rajades ja pärast valmimist kasutada ehitusplatsi kuivendamiseks, kus äravoolav sademevesi sisaldab tõenäoliselt suures koguses muda, prahti ja muid saasteaineid ning võib dreni ummistada.

Tagasitäide tuleks asetada 100–150 mm kihtidena ja vajaduse korral kergelt tihendada.

Kõik filterkihid tuleb eraldada geotekstiiliga, et vältida filtermaterjali ummistumist setetega. Geotekstiil ja filtermaterjal peavad olema enne ehitamist puhtad.

## Täidisdreeni eelised ja puudused

Eelised (+)	Puudused (–)
<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Lihtne integreerida rohealadele ja sobib hästi teede kõrvale (foto 26).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Suur ummistumise oht, ei sobi peeneosakeseliste pinnasetüüpidega (savi, setted, muda jms) valgalale.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Kiire ja hea lahendus vee sõiduteedelt ärajuhtimiseks (foto 27).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Suur võimalus probleemide tekkeks kehva hoolduse, vale asukoha või suure reostatuse (praht) tõttu.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sobib ainult suhteliselt väikestele valgaladele.</li> </ul>

## Täidisdreeni hooldamine

Täidisdreeni tõhusus sõltub regulaarsest hooldusest. Pikaajalise hoolduse tagamiseks on projekteerijal vaja koostada hooldus- ja ajakava, kus ta esitab hooldustööde üksikasjalikud kirjeldused, muuhulgas teabe tööde sageduse ja hoolduseks vajalike seadmete kohta (tabel 14). Täidisdreeni peab hooldama ja selle eest vastutama pädev teenusepakkuja, kes on saanud vajaliku juhenduse. Süsteemi kontrollimiseks ja hoolduseks peab täidisdreenile alati juurde pääsema. Kui täidisdreen rajatakse era- maale, siis peaksid omanikud olema

teadlikud ala hooldusnõuetest ja nende täitmise vajadusest.

Elamualadelt, vähese liiklusega teedelt ja katustelt äravoolavast sademeveest kogunenud setted ei ole üldiselt saastunud ega ohtlikud ning seetõttu saab neid ohutult kasutada pinnase täitematerjalina või lisada kompostile.

Enne sette eemaldamist võib olla tarvis seda analüüsida, et määrata kindlaks selle edasine käitlemine. Tiheda liiklusega tänavatel või tööstusalalt koguneva

äravoolu korral on analüüs hädavajalik. Kõik setete eemaldamisest või erosioonist tingitud kahjustused tuleb kohe kõrvaldada ja hävinud taimestik asendada. Prügi ja prahi (sealhulgas puulehed) eemaldamine peaks toimuma ala üldise maastikuhoolduse osana.



Konkreetseid hooldusvajadusi tuleks jälgida ja hoolduskava vajadustest lähtudes kohandada.

**Foto 26.** Täidisdreen sõidutee ääres Inglismaal.  
Allikas: [www.carnellgroup.co.uk](http://www.carnellgroup.co.uk)

**Tabel 14.** Täidisdreeni hoolduskava

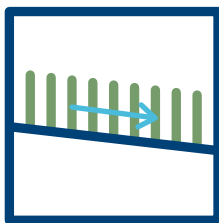
Hoolde liik	Tegevus	Sagedus
<b>Pidev hooldus</b>	• Prügi ja prahi eemaldamine	Igakuiselt (vajaduse järgi)
	• Sisse- ja väljalaskeavade kontroll ning vajaduse korral puhastamine ja ummistuste kõrvaldamine	Igakuiselt
	• Täidisdreenile eelnevate sademeveesüsteemi osade töökindluse ja puhtuse kontrollimine	2 korda aastas
	• Täidisdreenile eelnevatest sademeveesüsteemi osadest setete eemaldamine	2 korda aastas või vajaduse järgi
<b>Pisteline hooldus</b>	• Suure saastekoormusega kohtades geotekstiili eemaldamine ja asendamine ning pealmise filterkihi pesemine või asendamine	Kord 5 aasta jooksul või vajaduse järgi
	• Perforeeritud torude puhastamine ummistustest	Vajaduse järgi



**Foto 27.** Täidisdreen kortermaja vundamenti kaitseks sõiduteelt valguga sademevee eest Taanis Kopenhaagenis. Foto: Gen Mandre



**Foto 28.** Puhverriba enne järgnevat looduslähedase sademeveesüsteemi komponenti Taanis Kopenhaagenis. Foto: Gen Mandre



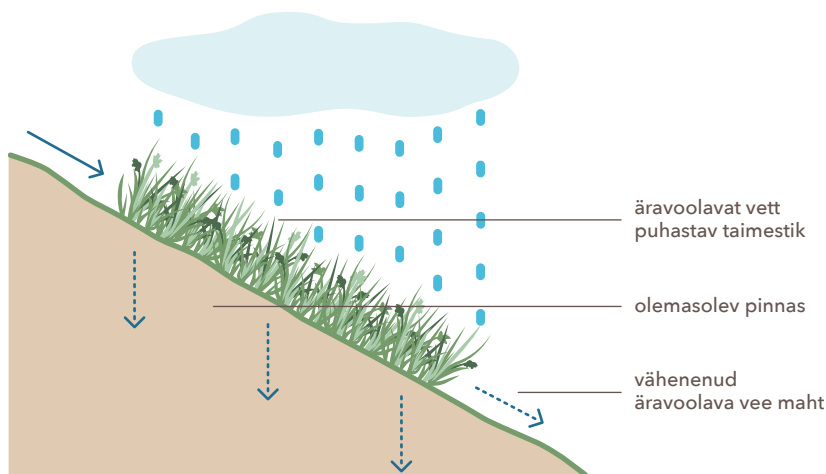
## 4.2.5 Puhverriba

Puhverriba on väikese ühtlase kaldega muru või muu tiheda taimestusega riba, mis on ette nähtud külgnevatelt vett mitteläbilaskvatelt aladelt äravoolava sademevee puhastamiseks, soodustades settimist, filtreerimist ja infiltratsiooni, kus pinnase tüüp seda võimaldab (joonised 27 ja 28). Puhverriba kasutatakse sageli eelpuhastuslahendusena enne teisi looduslähedase sademeveesüsteemi osi lahenduste eluea pikendamiseks. Selleks, et vesi puhastuks efektiivselt, peab äravool olema kavandatud voolama ühtse „kardinana“ piisavalt väikese kiirusega üle puhverriba. Tihti asub puhverriba vett mitteläbilaskva pinna (näiteks tee või parkla) ja loodusliku veekogu või järgneva sademeveesüsteemi osa vahel (foto 28).

Puhverriba puhastab väikese kuni mõõduka kiirusega äravoolavat sademevett taimse filtreerimise teel: taimed püüavad kinni setteid, toitaineid, tahkeid osakesi ja muid saasteaineid ning soodustavad aeglustunud äravoolu

imbumist pinnasesse, kus vesi puhastub pinnase ja juurte keskkonnas mikroorganismide abil.

Kus kasutada sobib?	
Elamupiirkond:	<b>JAH</b>
Äri- või tööstuspiirkond:	<b>JAH</b>
Tiheasustus:	<b>JAH</b>
Sobitamine olemasolevale hoonele:	<b>JAH</b>
Saastatud alad:	<b>EI</b>
Kaitsmata põhjaveega alad:	<b>EI</b>
Suutlikkus	
Vooluhulkade järskude suurenemiste leevendamine:	<b>MADAL</b>
Äravoolava sademevee koguse/mahu vähendamine:	<b>MADAL</b>
Vee kvaliteedi parandamine:	<b>KESKMINE</b>
Atraktiivsus:	<b>KESKMINE</b>
Ökoloogiline potentsiaal:	<b>KESKMINE</b>



Joonis 27. Puhverriba tööpõhimõte.

## Puhverriba tööpõhimõtted ja asukohavalik

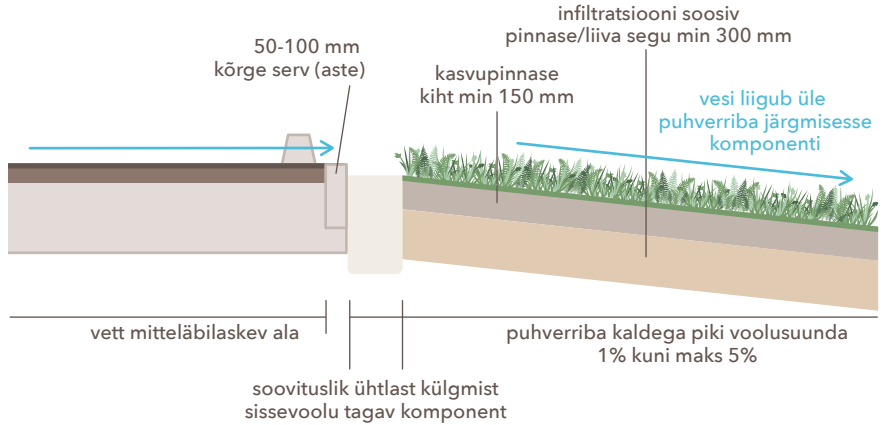
Suuremate sadude korral, kus vooluhulk ja voolukiirus on suured, on puhverriba võimekus väike; väiksemate sadude korral (mida esineb palju sagedamini) on see aga väga tõhus sademevee pinnasesse immutamise ja puhastamise lahendus.

Puhverriba saab kasutada erinevates kohtades, kuid see sobib eriti hästi teelt või parklast vee ärajuhtimiseks, kuna on lineaarne ja tee äärde hõlpsasti integreeritav. Puhverriba tuleb kavandada kuivendatava ala kogu pikkuses ning sobitada see haljastusse ja avalikku ruumi nii, et piirkonnas toimuv tegevus seda ei kahjustaks.

Puhverriba ülesandeks on peamiselt vee kvaliteedi parandamine/puhastamine (eelkõige setete allavoolu kandumise takistamine) ning tõhusus sõltub suuresti selle laiusest (voolusuunas). Puhverriba korral on väga lihtne nähtavat reostust ja selle allikaid tuvastada ning saastet eemaldada.

Suure saasteohuga ja/või vähekaitstud põhjaveega aladel, kus infiltratsiooni tuleks vältida, peaks puhverriba isoleerima vähemalt 0,5 m sügavuselt vett mitteläbilaskva geomembraaniga, kuid seejuures arvestada kehvade ehituse ja vettimise ohtudega.





Joonis 28. Puhverriba läbilõige (CIRIA 2015 järgi).

## Puhverriba projekteerimine

Puhverriba ei ole soovitatav kavandada kohta, kus olemasolevad puud või hoonestus tekitavad varjutingimusi, mis piiravad puhverribal taimede kasvu.

Puhverriba tööd mõjutavad peamiselt ummistused vett mitteläbilaskva pinna ja puhverriba piiril, mis häirivad ühtset „kardinana“ voolu üle riba, ning ebasobiv kalle, mille tagajärjel võivad tekkida erosioon ja lombid.

Isoleerimata puhverriba madalaim punkt peaks olema põhjavee tõenäolisest maksimaalsest tasemest vähemalt 1,2 m kõrgemal. Puhverriba kalle piki voolusuunda peab olema minimaalselt 1% (et vältida lompide teket) ja maksimaalselt 5% (et vältida voolukanalite teket ning vähendada erosiooniohtu). Selleks, et puhverribal ei tekiks erosiooni, ei tohiks maksimaalne voolukiirus puhverribal

ületada 1,5 m/s. Lisaks tuleb arvestada, et tõhusaks äravoolava sademevee puhastamiseks peab kiirus olema väike.

Puhverriba laius võiks olla vähemalt 2,5 m. Üle 5 m laiune puhverriba on osutunud väga efektiivseks vee puhastamisel (Barrett *et al.* 2004) isegi järsemate nõlvade korral, kuid seejuures on oluline taimestiku võimalikult suur tihedus.

Kui puhverriba asub tee või parkla kõrval, tuleks kaaluda madala, silmapaistmatu tõkke/takistuse paigaldamist, et sõidukiga ei oleks võimalik puhverribale sõita. Selline tõke ei tohiks aga samas takistada vee voolamist üle riba. Tõkkena võib kasutada näiteks puid, pollareid, pörkepiirdeid, piludega ääre-kive või haljastuslahendusse sobitatud kivirahne. Puhverriba ja sellega külgneva ala haljastus ja paigutus peab olema selline, et sellel ka tallutaks minimaalselt.

Selleks, et puhverriba ei oleks tarvis pidevalt korrastada ja taastada, võiks selle tähistada.

Puhverribasse tuleks tagada ühtlane külgmine sissevool kogu puhverriba pikkuses näiteks aukudega äärekivide, sõelmete/killustikuriba, betoonist renni vms abil.

Puhverriba tuleb taimestada tiheda, mulda siduva ja sügavalt juurdunud taimkattega, mis tuleb puhverriba funktsionaalsuse tagamiseks hoida 75–150 mm kõrgusena. Kõige parem on teha külvi/istutustöid kevadel ja suve alguses, et taimestik saaks kogu kasvuperioodi jooksul areneda. Talvekuudel regulaarselt soolatatavatesse kohtadesse võiks valida soola taluvad taimed. Mitmekesisem taimestik soodustab suuremat bioloogilist mitmekesisust.

## Puhverriba rajamine

Puhverriba ehitamise ajal peaksid kaeve-seadmed töötama ribaga külgnevalt alalt, et pinnas ei tiheneks. Kui pinnas seda siiski teeb, tuleks see 300 mm sügavuselt eemaldada ning asendada pinnase ja liiva seguga, et soodustada infiltratsiooni ja taimede kasvu. Ehitades peab tagama tasase pinnase, millele ei teki loike ja pinnaniresid/kanaleid.

Vastvalminud puhverriba tuleb kaitsta ümbritsevatelt aladelt tuleva veevoolu eest taimestiku väljakujunemiseni. Selleks tuleks:

- veevool puhverribast taimestiku tekkeni mööda suunata;
- kasutada ettekasvatatud siirdmuru/muruvaipa või külvimatte;
- katta puhverriba läbipaistva kilega, kuni taimestik on hästi juurdunud;
- asetada värskelt külvatud seemnesegu peale erosioonitõrjematt või paigaldada seemnematt.

Kui üle 30% pinnast on nelja nädala pärast taimedeta, tuleb teha uus külv või istutada uued taimed, et saavutada 90% katvus.

## Puhverriba eelised ja puudused

Eelised (+)	Puudused (–)
+ Sobib suure vett mitteläbilaskva pinna kõrvale.	– Ei sobi järskude nõlvadega aladele.
+ Soodustab aurumist ja pinnasesse imbumist.	– Ei sobi kiirevoolulise äravooluga aladele ja paikadesse, kus on põhjavee saastumise risk.
+ Sobib sademevee eelpuhastamiseks enne järgnevaid säästliku sademeveesüsteemi elemente.	
+ Lihtne ja soodne rajada.	– Ei vähenda oluliselt äravoolu voolukiirust erakorraliste sadude korral.
+ Esteetiline ja lihtne integreerida haljasaladega.	

## Puhverriba hooldamine

Puhverriba tuleb töökindluse tagamiseks regulaarselt hooldada (tabel 15). Projekteeija peab koostama üksikasjaliku hoolduskava, mis sisaldab ka teavet hooldustööde sageduse ja hooldamiseks vajalike seadmete kohta. Hooldust peab tegema ja selle eest vastutama teenusepakkuja, kes on saanud vastava juhenduse.

Kui puhverriba rajatakse eramaale, siis peaks omanik olema teadlik ala hooldamise nõuetest ja nende täitmise vajadusest.

Puhverriba hooldamine on suhteliselt lihtne ning nõuab tavaliselt lisaks tavapärasele avaliku ala hooldusele vaid vähest lisatööd. Hoolduseks peab alati olema tagatud juurdepääs.

Peamine puhverriba hooldusnõue on tavaliselt niitmine. Niites peaks ideaaljuhul säilima 75–150 mm kõrgune muru. Toitainete ja saasteainete eemaldami-

seks tuleb niidetud muru puhverriba allt kokku koguda ja ära viia. Lisaks peab vältima invasiivsete liikide levikut ning üldise maastikuhoiduse osana eemaldama prügi ja prahi.

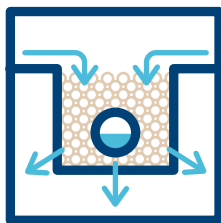
Aeg-ajalt tuleb eemaldada setted (näiteks kui kihi paksus ületab 25 mm). Elamualadelt, tavalistelt teedelt ja katuselt äravoolavast sademeveest kogunenud setted ei ole üldiselt mürgised ega ohtlikud ning seetõttu saab neid ohutult kasutada pinnase täitematerjalina või lisada kompostile.

Enne sette eemaldamist võib osutada vajalikuks teha analüüs, et määrata kindlaks selle edasine käitlemine. Tiheda liiklusega tänavatelt või tööstusalalt koguneva äravoolu korral on sette analüüs hädavajalik. Kõik setete eemaldamisest või erosioonist tekkinud kahjustused tuleb kohe kõrvaldada ja hävinud taimestik asendada.

Hoolduskava tuleks välja töötada projekterimisetapis, kuid hooldusvajadust tuleks jälgida ning vajaduse järgi graafikut kohandada.

**Tabel 15.** Puhverriba hoolduskava

Hoolde liik	Tegevus	Sagedus
<b>Pidev hooldus</b>	☛ Prügi ja prahi eemaldamine	Igakuiselt või vajaduse järgi
	☛ Muru niitmine, säilitades projektipõhise kõrguse	Igakuiselt või vajaduse järgi kasvuperioodil
	☛ Ülejäänud taimestiku hooldamine, invasiivse taimestiku ja umbrohu eemaldamine	Algul igakuiselt, hiljem 2 korda aastas
	☛ Puhverriba pinna kontrollimine erosiooninähtude, taimestiku vähese kasvu, pinnase tihenemise, loikude tekkimise, settimise või saastumise tuvastamiseks	Algul igakuiselt, hiljem 2 korda aastas
	☛ Puhverriba pinna ühtlase kalde kontrollimine	Algul igakuiselt, hiljem 2 korda aastas
	☛ Võimalike füüsiliste kahjustuste kontrollimine	Algul igakuiselt, hiljem 2 korda aastas
	☛ Sette ja surnud taimede kontrollimine ning vajaduse korral eemaldamine	Algul igakuiselt, hiljem 2 korda aastas
<b>Pisteline hooldus</b>	☛ Surnud taimede asendamine	Vajaduse järgi
<b>Parandusmeetmed</b>	☛ Erosioonikahjustuste kõrvaldamine taimestuse ja pinnase taastamisega	Vajaduse järgi
	☛ Pinnase ebatasasuste kõrvaldamine projekteeritud tasemele	Vajaduse järgi
	☛ Pinnase kobestamine ja sette eemaldamine infiltratsiooni parandamiseks	Vajaduse järgi
	☛ Õli- või bensiinijääkide eemaldamine ja utiliseerimine, kasutades ohutuid tavapraktikaid	Vajaduse järgi



## 4.2.6 Imbkraav

Imbkraav on madal kruusa või muu poorse materjaliga täidetud süvend, mis mahutab ajutiselt äravoolavat sademevett ja immutab seda oma põhja ja külgsseite kaudu pinnasesse. Suurema veehulga puhuks paigaldatakse poorse materjali sisse drenaažitoru ning juhitakse vesi edasi järgmisse sademeveesüsteemi komponenti.

Ideaalis peaks lähedal asuvatelt vett mitteläbilaskvatelt pindadelt äravoolav sademevesi sisenema imbkraavi külgsuunas, kuid sobib ka lokaalne sissevool. Vee imbumiskiirus sõltub ümbritseva pinnase infiltratsioonivõimest (läbilaskvusest).

Kus kasutada sobib?		Suutlikkus	
Elamupiirkond:	<b>JAH</b>	Vooluhulkade järskude suurenemiste leevendamine:	<b>KESKMINE</b>
Äri- või tööstuspiirkond:	<b>JAH</b>	Äravoolava sademevee koguse/mahu vähendamine:	<b>HEA</b>
Tiheasustus:	<b>JAH</b>	Vee kvaliteedi parandamine:	<b>HEA</b>
Sobitamine olemasolevale hoonetele:	<b>EI</b>	Atraktiivsus:	<b>MADAL</b>
Saastatud alad:	<b>EI</b>	Ökoloogiline potentsiaal:	<b>MADAL</b>
Kaitsmata põhjaveega alad:	<b>EI</b>		

## Imbkraavi üldpõhimõtted ja asukohavalik

Imbkraav soodustab äravoolava sademevee infiltratsiooni pinnasesse ja lõpuks põhjavette. Seetõttu on ülioluline, et imbkraavi sisenev vesi oleks piisavalt puhas. Imbkraavi setete ja mudaga ummistumise vältimiseks on vaja sellesse sisenev vesi tõhusalt heljumist puhastada. Selleks sobivad näiteks imbkraavile eelnevad SUDSi lahendused.

Imbkraavi põhi peab olema tasane (maksimaalne kalle 10 mm 3 m kohta), et vesi imbuks ühtlaselt kogu imbkraavi pinna ulatuses. Imbkraavi toimivus sõltub ümbritseva pinnase infiltratsioonivõimest ja põhjavee sügavusest. Imbkraavi põhja ja maksimaalse tõenäolise põhjavee taseme vahele peaks jääma vähemalt 1,2 m paksune pinnasekiht, et põhjavesi ei siseneks imbkraavi ja selle tagajärjel imbkraavi veemahutavus ei väheneks, lisaks aitab see tagada infiltratsiooniprotsessi toimimiseks piisava paksusega pinnasekihi ning kaitseb põhjavett saastumise eest.

Imbkraav sobib kõige paremini väikestelt aladelt, näiteks elamukatustelt või vähese liikluskoormusega teedelt äravoolava sademevee immutamiseks. Imbkraavi saab rajada olemasolevasse keskkonda eeldusel, et selle saab paigutada piisavale kaugusele ehitistest, nõlvadest jms. Kaldega aladel on soovitatav kavandada ühe suure imbkraavi asemel mitu väikest, mis asuvad tasastel pindadel (näiteks parkimisaladel). Neid saab edukalt kasutada ka sademevee kogumahutite ülevooluna.

Imbkraavi saab rajada erineva kuju ja suurusega ning seda on võimalik mahutada ka suure tihedusega linnalisse keskkonda.

## Imbkraavi projekteerimine

### Imbkraavi projekteerides tuleb hinnata ja maandada riske:

- maapinna ebastabiilsuse ohtu (infiltratsioonist tingitud vajumisi ja kerkeid);
- infiltratsioonist tingitud nõlva ebastabiilsuse või erosiooni ohtu;
- saastunud pinnasest tulenevat põhjavee reostuse ohtu;
- alalt äravoolava saastunud sademevee infiltratsioonist tulenevat reostusohtu;
- infiltratsioonist tingitud põhjavee üleujutuse ohtu;
- infiltreerunud vee sattumise ohtu sinna, kuhu seda ei soovita (nagu keldrid, tunnelid).

Imbkraavi suurus sõltub valgala suurusel, eelpuhastuse (septiku või puhasti) olemasolust ning aluspinnase poorsusest/infiltratsioonivõimest. Aluspinnasena sobivad hea infiltratsioonivõimega pinnasetüübid, savimullad on pigem sobimatud. Alati on soovitatav teha pinnase poorsuse test: kaevata katseaugud, täita need veega ning arvutada katseaugude tühjenemise aja põhjal pinnase veeläbilaskvus ja sellest lähtudes ka vajalik imbkraavi suurus.

Imbkraav peab mõistliku aja (24 h) jooksul tühjenema täis seisust pooleni, et see suudaks vastu võtta ka võimalike järgnevate sadude vee. Projekteeritud tühjenemisaeg võib olla ka pikem, aga see otsus peaks põhinema süsteemi toimimise ning järjestikuste sadude riski ja tagajärgede hindamisel.

Imbkraav ei ole tavaliselt kuigi atraktiivne, kuid võimaldab pinnasesisese lahendusena ruumi multifunktsionaalselt kasutada. Juhul kui ala kasutatakse intensiivsemalt, võib siiski suureneda imbkraavi hooldamise vajadus.

Imbkraavi filterkiht (liiv/killustik) on soovitatav eraldada ümbritsevast pinnasest geotekstiiliga, et eri materjalid ei seguneks.

Riskide vähendamiseks võiks imbkraavi sisenev vesi olla juba eeltöödeldud eelnevates voolukiirust aeglustavates, infiltratsiooni soodustavates ja vett puhastavates looduslähedase sademeveesüsteemi komponentides. Vajaduse korral tuleks kaaluda ka suuremate sadude korral ülevoolu kaudu täituvaid tagavaralahendusi. Ülevool lahendatakse tavaliselt imbkraavi maksimaalse veetaseme piiril paikneva toruga või paisülevooluga.

## Imbkraavi materjalid ja taimestus

Imbkraavi ehitamiseks kasutatakse peamiselt täitematerjale ja geotekstiile. Täitematerjalide juures on väga oluline nende poorsus ja veeläbilaskvus. Imbkraavile eraldi taimestust ei rajata.

## Imbkraavi rajamine

Imbkraavi töös tekivad probleemid tavaliselt kehva projekteerimise, sobimatu pinnase ja hooletu ehituse tõttu. Selle vältimiseks tuleb imbkraavi ehitus hoolikalt planeerida ja ellu viia. Protsessi tuleks planeerida etappide kaupa, hinnata ehitusriske ning riske ennetada ja vähendada.

Võimaluse korral tuleks imbkraav rajada pärast suuremate kaevetööde lõppu, et vältida imbkraavi ummistumist ehitusalalt äravoolava vee suure settekoormuse tõttu. Imbkraavi rajades tuleks kaevik täita liiva või killustikuga, et imbkraavi voolav vesi imbuks ühtlaselt pinnasesse või filterkihis paiknevasse perforeeritud torusse (foto 29). Tööde kestel tuleb jälgida, et pinnas liigselt ei tiheneks, sest selle tagajärjel võib väheneda infiltratsioonivõime.

## Imbkraavi eelised ja puudused

Eelised (+)	Puudused (–)
+ Vähendab märkimisväärselt äravoolava sademevee mahtu ja voolukiirust.	– Ummistumisoht, kui ümbritsevad alad pole piisavalt hooldatud.
+ Vähendab looduslikku veekogusse jõudva saaste kogust.	– Ummistumisohtu on raske märgata.
+ Lihtne haljastusega sulandada, sobib hästi teeservadesse.	– Kehva hoolduse, vale asukoha või suure reostatuse (praht) tõttu esineb sageli probleeme.
	– Sobib üksnes väikestele valgaladele.

## Imbkraavi hooldamine

Imbkraavi toimimiseks on tarvis seda regulaarselt hooldada (tabel 16). Projekterija peab koostama üksikasjaliku hoolduskava, mis sisaldab teavet hooldustööde, nende sageduse ja hoolduseks vajalike seadmete kohta. Hoolduskava tuleb välja töötada projekteerimisetapis ning seda tuleb vajaduse korral täiendada.

Imbkraavi pika eluea ja tõhusa toimimise tagamiseks tuleb vältida süsteemi ummistumist setetega. Imbkraavil peab olema projekteeritud seirepunkt (kontrollkaev), mis võimaldab jälgida või mõõta imbkraavi veetaset.



Hooldamine toimub tavaliselt käsitsi, kuid ulatuslike lahenduste korral saab setete/ prahi eemaldamiseks kasutada vastavat tehnikat. Kasulikum on korraliku hooldusega probleeme ennetada, kui süsteemi ummistumise tagajärgi kõrvaldada.



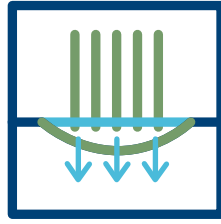
**Foto 29.** Imbkraavi rajamine.  
Allikas: Wikimedia Commons  
([www.commons.wikimedia.org/wiki/File:FrenchDrain-02.jpg](http://www.commons.wikimedia.org/wiki/File:FrenchDrain-02.jpg))

**Tabel 16.** Imbkraavi hoolduskava

Hoolde liik	Tegevus	Sagedus
<b>Pidev hooldus</b>	• Prügi ja prahi eemaldamine	Igakuiselt (vajaduse järgi)
	• Sisse- ja väljavoolude kontrollimine ning vajaduse korral puhastamine ja ummistuste kõrvaldamine	Igakuiselt
	• Süsteemis eelnevalt paiknevate lahenduste töökindluse ja puhtuse kontrollimine	2 korda aastas
	• Setete eemaldamine süsteemis eelnevalt paiknevatest sademeveelahendustest	2 korda aastas või vajaduse järgi
<b>Pisteline hooldus</b>	• Suure saastekoormusega kohtades geotekstiili eemaldamine ja asendamine ning pealmise filterkihi pesemine või asendamine	Kord 5 aasta jooksul või vajaduse järgi
	• Perforeeritud torude puhastamine ummistustest	Vajaduse järgi



**Foto 30.** Märg äravoolunõva Soomes Vantaas. Foto: Gen Mandre



## 4.2.7 Nõva

Nõva ehk viibekraav (joonis 29) on üks enamkasutatavaid looduslähedasi sademeveelahendusi, mis juhib ja puhastab sademevett pinnase ja taimestiku füsi-kalisi, keemilisi ja bioloogilisi omadusi ning protsesse ära kasutades. Sademevesi juhitakse ühtlase veekihina taimestatud nõlvu pidi nõvasse, mis koosneb erineva veeläbilaskvusega filterkihtidest: taimedega orgaanilisest kihist, kasvupinnasest, liivast või killustikust ning vajaduse korral drenitorust.

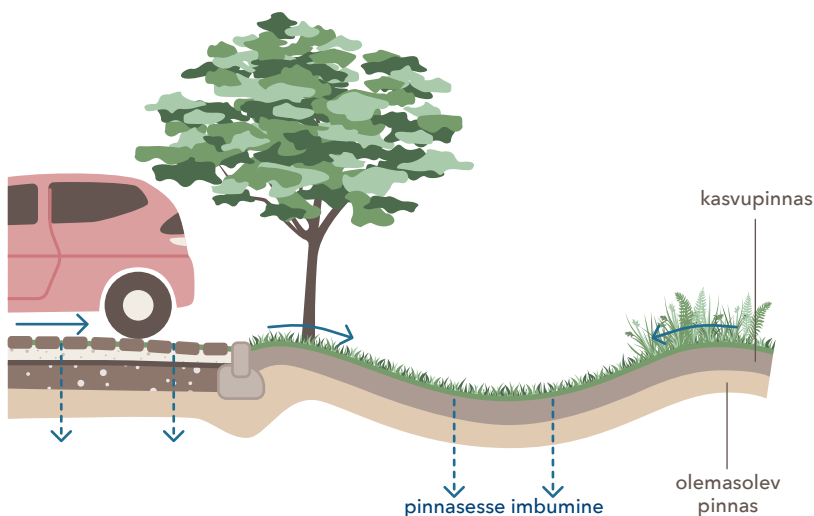
Linnalistel aladel nõva kasutades saab suurendada loodusmaastiku osakaalu, elurikkust ja esteetilist väärtust. Nõva sobib kergliiklusteede, sõiduteede või parklate sademeveelahenduseks ning võib asendada traditsioonilist sademeveetorustikku.

Kus kasutada sobib?	
Elamupiirkond:	<b>JAH</b>
Äri- või tööstuspiirkond:	<b>JAH</b>
Tiheasustus:	<b>PIIRATUD</b> (sõltub kujundusest)
Sobitamine olemasolevale hoonele:	<b>PIIRATUD</b> (sõltub kujundusest)
Saastatud alad:	<b>JAH</b> (pinnasest eraldatult)
Kaitsmata põhjaveega alad:	<b>JAH</b> (pinnasest eraldatult)

Suutlikkus	
Vooluhulkade järskude suurenemiste leevendamine:	<b>KESKMINE</b>
Äravoitava sademevee koguse/mahu vähendamine:	<b>KESKMINE</b>
Vee kvaliteedi parandamine:	<b>HEA</b>
Atraktiivsus:	<b>HEA</b>
Ökoloogiline potentsiaal:	<b>KESKMINE</b>

Standardne nõva on madal, lameda põhja ja laugete nõlvadega taimestikuga kaetud süvend, kus sademevesi imbub pinnasesse või juhitakse edasi. Taimestik filtreerib tahkeid osakesi. Järsema kaldega kohtades rajatakse nõva põhja veetõkked (paisud), mis aeglustavad voolukiirust ja soodustavad saaste settimist.

Nõva mõõtmeid arvestades kasutatakse seda tavaliselt väikesel alal. Suuremale alale võib paigutada mitu nõva väiksemate valgalade jaoks. Nõva suurus sõltub eesmärgiks seatud sademete hulga ja sageduse piirmäärdest, mille korral nõva peab olema võimeline vett mahutama või ära juhtima.



**Joonis 29.** Nõva läbilõige koos vee liikumissuundadega. Mööda laugeid nõlvu liikuva veepuudus väheneb ning äravool on terve nõva ulatuses ühtlane.

Eristatakse kolme tüüpi nõvasid: immutus- ja äravoolunõva, kuiva filtratsiooni nõva ning märga äravoolunõva. Nõva tüübi valik sõltub kohapealsetest tingimustest, pinnase omadustest ja äravoolu reostatuse tasemest.

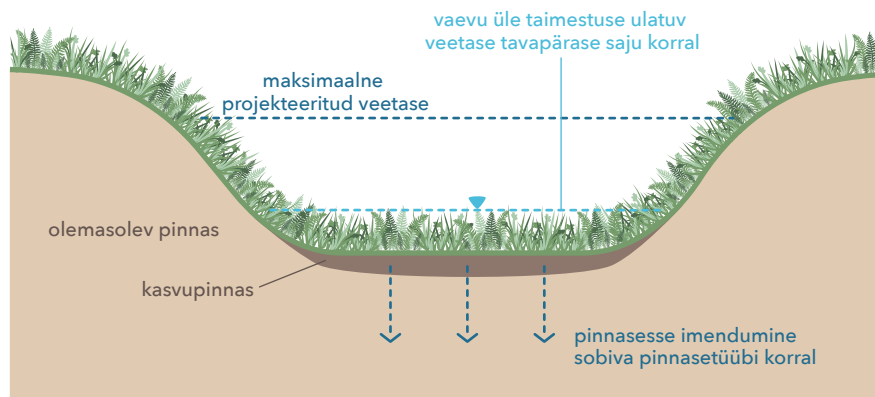
**Immutus- ja äravoolunõva** (joonis 30) sobib alale, kus äravoolava vee saastatuse tase on madal kuni mõõdukas (näiteks elamupiirkondadesse ja väikese liikluskooormusega teede äärde). Olemasolev pinnas peab projekteerimis-

protsessi ajal tehtud pinnasetesti andmetel olema suure veemamisvõimega. Ümbritseva pinnase imamisvõime ei tohi olla väiksem kui 13 mm/h ja optimaalne pinnase infiltratsiooni kiirus on 25 mm/h. Kasvupinnas võiks sisaldada 50–60% liiva, 20–30% mulda ja 20–30% lehekomposti. Olemasoleva pinnase ja kasvupinnase kihi vahele ei pea paigutama filterkanga kihti. Kasvupinnase umbes 0,06–0,1 m paksuse pealmise orgaanilise kihi korralik hooldamine suurendab nõva imamisvõimet.

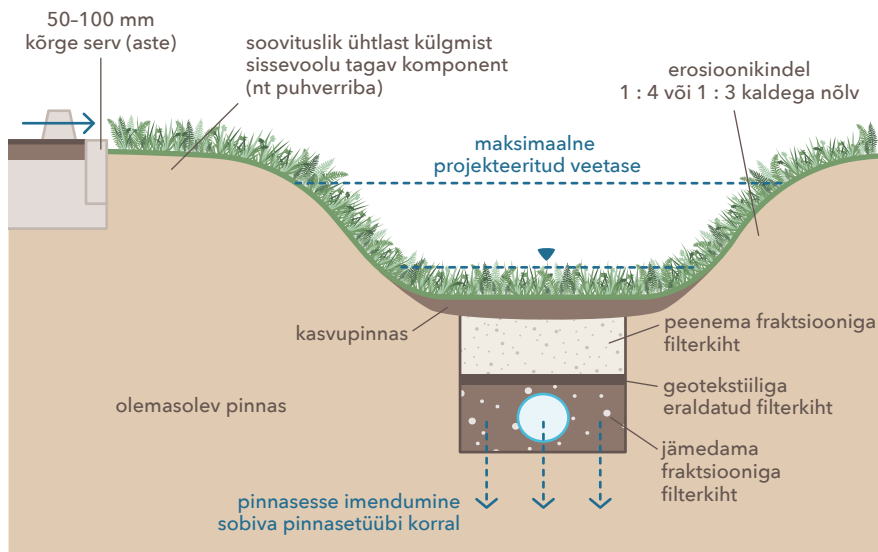
**Kuiv filtratsiooninõva** (joonis 31) sisaldab ka filterkihte ning sobib seetõttu alale, kus äravoolav sademevesi võib sisaldada rohkem taimetoitaineid ja raskmetalle (näiteks elamupiirkondadesse). Nõva põhja paigaldatakse drenitoru, kuid kuna nõva filterkihi ja olemasoleva pinnase vahel ei ole veekindlat kihti, siis imendub osa sademeveest pinnasesse ja põhjavette. Filterkiht võimaldab ajutiselt mahutada sademevett pooridesse. Selline lahendus aitab sademevee mahtu puhverdada ning vältida veega küllastumist nõva põhjas. Drenitoru ümbritsev killustikukiht tuleb peenema fraktsiooniga filterkihist eraldada geotekstiiliga, olemasoleva pinnase ja killustiku vahele ei pea filterkangast paigaldama. Ka selle nõvatüübi pealmine (orgaaniline) kiht peaks koosnema kvaliteetsest kasvupinnasest, et äravoolava sademevee saastetase väheneks.

Sademevee suure saastesisalduse või kõrge põhjavee taseme korral võib nõva olemasolevast pinnasest eraldada vett mitteläbilaskva geomembraaniga.

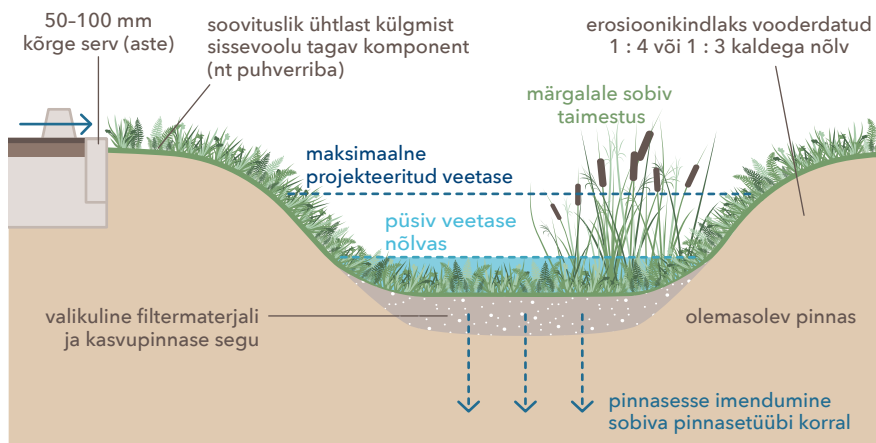
**Märg äravoolunõva** (joonis 32) sobib kõrge reostuspotentsiaaliga tasasele alale (näiteks suure liikluskoormusega piirkondadesse, bensiinijaamadesse, parklatesse jne). Seda tüüpi nõva ehitamiseks eraldatakse olemasolev pinnas ning puhastussüsteem (filterkihid ja drenitoru) veekindla kihiga, et vältida sademevee imbustumist pinnasesse. Sademevesi puhastub nõva filterkihtides. Niisugune lahendus võimaldab paremini kontrollida äravoolava vee kvaliteeti. Pidevalt märja nõva põhja tuleb istutada märgi olusid taluvad märgalade taimed.



**Joonis 30.** Immutus- ja äravoolunõva läbilõige (CIRIA 2015 järgi).



Joonis 31. Kuiva filtratsiooninõva läbilõige (CIRIA 2015 järgi).



Joonis 32. Märja äravoolunõva läbilõige (CIRIA 2015 järgi).

## Nõva üldpõhimõtted ja asukohavalik

Nõva saab rajada väga erinevatesse tingimustesse. Kuna nõva on lineaarne ja hõlpsasti teeäärsele ruumi integreeritav, sobib see hästi sademevee ärajuhtimiseks teedelt, parklatest ja muudelt vett mitteläbilaskvatelt pindadelt. Seda on raske sobitada tihedasse linnalisse keskkonda, kus ruum on piiratud.

Nõva sobib suurepäraselt tööstusaladele (isoleeritud ja täiendavate allavoolu asuvate puhastussüsteemidega), kuna tekkiva reostuse saab selles kinni püüda enne, kui see kahjustab vastuvõtvat vee kogu. Samuti on seda palju lihtsam hooldada kõrge settekoormusega kohtades kui mis tahes muud tüüpi SUDS-lahendust.

Kui põhjavee reostumise oht on selle vähese kaitstuse tõttu suur, siis ei tohi suure saastekoormusega aladel olemasolevast pinnasest isoleerimata nõva rajada.

Juhul kui infiltratsiooni vältimiseks kasutatakse vett mitteläbilaskvat isolatsiooni, peaks põhjavee maksimaalne tase olema allpool isolatsioonikihti. Kui infiltratsioon on lubatud, peaks maksimaalne põhjavee tase olema vähemalt 1,2 m lahenduse madalamast punktist allpool.

Nõva ei tohiks rajada kohtadesse, kus suured puud või kõrged hooned loovad varjutingimused, mis võivad piirata rohu (või muu taimestiku) kasvu.

## Nõva projekteerimine

Nõva peab olema projekteeritud sellisel, et see puhverdaks äravoolavat sademeveet, puhastaks vett saastest ning tagaks infiltratsiooni väikeste sadude korral ja äravoolu järgnevatesse süsteemi osadesse suuremate sadude korral. Nõva peab suutma 24 h jooksul vähemalt poolenisti tühjeneda, et ka võimalike järgnevate sadude vesi vastu võtta.

Nõva põhja laius peab võimaldama sademeveel aeglaselt voolata ja piisavalt puhastuda. Pikisuunaline kalle võiks jääda vahemikku 0,5–6%. Üle 3% kallakul on soovitatav veevoolu aeglustamiseks rajada nõvasse tõkkeid või paise, sellisel juhul saab nõva ehitada isegi kuni 10% kaldega alale. Väiksema kui 1,5% kalde korral tuleks eelistada kuiva filtratsiooni nõva või märga äravoolunõva.

Lauged külgmised nõlvad soodustavad külgmise sissevoolu puhastumist taimestuse abil, muudavad nõva ohutumaks ja hooldamise, näiteks niitmise lihtsamaks. Järsematel nõlvadel on külgmisest sissevoolust tingitud erosiooni oht oluliselt suurem. Nõva nõlvade kalle võiks olla maksimaalselt 1 : 3 (33%), eelistatavalt 1 : 4 (25%), kui ruum seda võimaldab.

Nõva maksimaalne sügavus võiks jääda 400–600 mm vahele. Rajada võib ka sügavama nõva, kui see on ohutuse seisukohast vastuvõetav. Sügavamad lahendused tähendavad tavaliselt ka sügavat veetaset ja kulukaid kaeveteid ning on ruumimahukamad. Võimaluse korral tuleks kaaluda alternatiivseid lahendusi, et tagada optimaalne sade-mevesüsteem.

**Immutus- ja äravoolunõvas** tuleks taimestik tavaliselt hoida 75–150 mm kõrgusena, et soodustada saastest puhastumist ka suuremate sadude korral. Ekstreemsete sadude korral peaks vee voolukiirus nõvas erosiooni ärahoidmiseks jääma alla 1,0 m/s (või 2,0 m/s, kui nõlvade stabiilsus, pinnase erosioon ja ohutusnõuded seda võimaldavad). Nõvasüsteemi hüdraulilise koormustaluvuse ja veepuhastusvõime parandamiseks võib kasutada tõkkeid või paise ja sobivaid eelpuhastussüsteeme, mis vähendavad vee voolukiirust, pikendavad viibeaega ning suurendavad infiltratsiooni.

**Kuiv filtratsiooninõva** (foto 31) võimaldab tänu filterkihile ja drenaažitorule suuremat puhverdusmahtu ja täiendavat infiltratsioonivõimet ning vähendab vee kogunemist nõvas. Nõvaaluse drenaaži läbilaskevõime peaks olema vähemalt 2 l/s hektari kohta, et süsteem töötaks erinevate sajutsenaariumide, muuhulgas järjestikuste sadude korral.

**Märg äravoolunõva** (foto 30) võimaldab kavandada peene heljumi eemaldamiseks aeglase vooluga ehk laiemaid ja sügavamaid tsoone, mis toimivad väikeste lineaarsete tiikide või märgalade süsteemina. Märgalade taimestiku kaitsmiseks erosiooni eest ja süsteemi piisava põuakindluse tagamiseks peaks vee sügavus olema vähemalt 150 mm. Maksimalne veesügavus tuleks kavandada objektipõhiselt, võttes arvesse nii tehnilisi kui ka meeldivuse, ohutuse ja elurikkuse kriteeriume.

Äravoolu- ja kuiv nõva tagavad hea vee infiltratsiooni. Vesi imbub taimkattega pinnasekihtidesse ja aluspinnasesse ning osa veest aurub. Äravoolava vee mahu vähenemise ulatus sõltub ümbritseva pinnase infiltratsioonivõimest, filterkihtide materjalide läbilaskevõimest, valgalast, nõva pindalast, taimestiku tüübist ja kliimast.

### Äravoolu- ja kuiv nõva võimaldavad eemaldada:

- keskmise kuni jämedama terasuurusega pinnaseosakesi ja nendega seotud saasteaineid (nagu toitained, õli/rasv ja metallid) filtreerimisega läbi pinnataimestiku;
- peenosakesi ja nendega seotud saasteaineid infiltratsiooni teel läbi aluspinnase ja/või filterkihtide;
- orgaanilisi saasteaineid lagundamise ja lendumise teel.

### Märg nõva võimaldab eemaldada:

- peenosakesi adsorptsiooni ja settimise teel;
- toitained ja lahustunud metalle biolagunemise ja taimede poolt omastamise teel.

Nõva projekteerides tuleks vältida järske käänakuid, kuna need võivad põhjustada erosiooni, küll aga võib planeerida järkjärgulisi looklevaid käänakuid, mida saab kasutada esteetilistel eesmärkidel ja voolu aeglustamise soodustamiseks (foto 32). Järskude käänakute korral tuleks käänakukohas nõva servad kindlustada. Haljasaladel peaksid need olema loodusliku ilmega servade ja voolavate vormidega, kuid tihedasse linnamaastikku võivad sobida ka kõvast materjalist servad ja sirgjoonelised vormid.





**Foto 31.** Kuiv filtratsiooninõva elumupiirkonna parkla ääres Taanis Kopenhaagenis.  
Foto: Gen Mandre



**Foto 32.** Voolukiirust aeglustavate takistustega (kivid) immutus- ja äravoolunõva Soomes Vantaas. Foto: Gen Mandre

Nõva on üldiselt madala veetasemega objekt, mis ei kujuta inimeste tervisele ja ohutusele suuremat ohtu. Kõiki riske saab maandada nõvale laugeid külgnõlvu ja väiksemat sügavust projekteerides. Mõningates kohtades võib olla tarvis rajada füüsiline tõke, näiteks taimestuse, pollarite või madalate piiretega, et nõva servadele poleks võimalik sõidukeid parkida. Suured kivid või rahnud võivad kahjustada muru ja takistada niitmist.

Vee võiks nõvasse suunata pigem külgedelt, sest nii on erosioonioht väiksem ja reostus hajutub üle kogu nõva taimestiku. Alternatiivina võib kasutada sagedaste vahemikega langetatud äärekive. Küll aga peaks jälgima, et vee läbipääsu äärekivide vahelt ei hakkaks takistama selle taga olev taimestik. Sisselaskekohtades suureneb erosiooni ja mudastumise oht, seetõttu tuleks minimeerida valgala suurust, millelt vesi nõvasse voolab, ning seda tuleks leevendada voolujaoturite ja erosioonitõkete ehitamisega koos asjakohase eelpuhastusega.

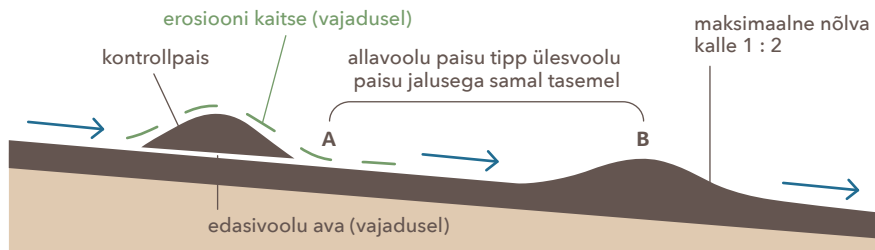
Projekteerides tuleb tähelepanu pöörata sisselaskeavade ja nõva põhja ning külgede õigele tasemele ja kaldele, et vesi ei voolaks sisselaskeavadest mööda, koguneks nõva põhjas ega tekiks pinnaniiresid/voolukanaleid. Isegi väiksemaid mittevastavused võivad voolutingimusi mõjutada.

Kohtades, mis asuvad teede ääres, võib teekatendi serva rajada killustikuga täidetud äravooluala, et vesi ei imbuks katendi kihtidesse ja aluspõhja, mis võib mõjutada tee konstruktsiooni tugevust. Madalad külgmised nõlvad või taimestatud puhverribad vett mitteläbilaskva pinna servas on efektiivsed nõvasse siseneva vee eelpuhastussüsteemina. Sillutise (või kõva kattega pinna) ja taimkattega ala üleminekukohta peaks jääma vähemalt 50 mm kõrgune serv (aste), et vältida setete kogunemist.

## Nõva materjalid ja taimestus

Vajaduse korral paigaldatakse nõvasse veetõkked või paisud. Nende vahemaa on tavaliselt 10–20 m, kusjuures iga järgneva tõkke hari peab olema eelneva tõkke jalamiga samal tasemel, nagu on kujutatud joonisel 33. Tõkked võivad olla ehitatud näiteks jämedast täitematerjalist, puidust, kividest või betoonist.

Kasutatav puit peab olema süvaimmutatud või veekindlast puuliigist. Tõkke peab ulatuma nõva ühest servast teiseni, et vesi sellest mööda ei voolaks. Tõkke põhjas olev väike ava või toru võimaldab ka väiksema vooluhulga korral vee nõvast allavoolu juhtida. Alati tuleb arvestada avade ummistumise ohuga.



**Joonis 33.** Tõkete/paisudega nõva läbilõige (CIRIA 2015 järgi).

Nõva taimestus võib kaasa aidata linnade elurikkuse suurenemisele, sest pakub elupaika ja toitu selgrootutele, lindudele ja teistele loomadele. Kasutada tuleks kohalikke taimeliike, mis võimaldavad rajada tiheda ja vastupidava taimestiku ning luua kohalikele liikidele sobivaid elupaiku.

Taimedest võiks eelistada pinnast siduva juurestruktuuri ja tiheda katvusega kõrrelisi ja rohttaimede liike, mis suurendavad infiltratsiooni, stabiliseerivad pinnast, filtreerivad saasteaineid ning soodustavad heljumi kinnipidamist. Kui nõva kasutatakse sademevee ärajuhtimiseks teedelt või parkimisaladelt, mida tõenäoliselt talvekuudel regulaarselt soolatakse, peaks taimestus olema soolataluv.

Nõva nõlvadel olev taimmaterjal peaks pikaajaliste põuaperioodide kõrval vastu pidama ka perioodilistele üleujutustele. Sobivate liikide hulka kuuluvad tugevad kõrrelised ja pinnakattetaimed, aga ka madalad põõsaliigid. Kohalikud liigid on üldiselt kõige sobivamad. Vältida tuleks väetamist, eriti kui eesvool või pinnas on toitainete suhtes tundlik.

Märga nõvasse võib istutada märgalataimi või laotada märgalalt toodud pinnast seemnepanga loomiseks. Tihedad istutamist tuleks siiski vältida ja lasta taimestikul mõningal määral looduslikult areneda. Märga nõvasse tuleks istutada eri liike, suurendamaks võimalust, et vähemalt osa liike leiab soodsad kasvu tingimused.

Kuiva nõva taimestamiseks kasutatakse siirdmuru või muruvaipa, külvatakse seemneid või harvem istutatakse taimi. Siirdmuru moodustab kohe taimkatte eeldusel, et ühenduskohad on kaitstud. Selleks tuleks ribad asetada veevooluga risti ja tihendada need pärast paigaldamist käsitsi. Muru tuleks kinnitada ka vaiadega, kui eeldatakse suurt voolukiirust, ja külgmiste nõlvade korral, mis on suurema kaldega kui 1 : 4.

Taimestust on kõige parem rajada kevadel ja suve alguses, et taimestikul oleks kasvuperioodi jooksul aega juurduda. Rohu kõrgus tuleb nõva toimimise jaoks hoida 75–150 mm juures.

## Nõva rajamine

Nõva asukoht tuleb enne ehitustööde algust selgelt märgistada ning kaitsta tähiste ja aiaga, et see ehituse ajal kahjustada ei saaks. Alale tuleks lubada ainult nõva rajamisega seotud masinaid ja liiklust. Kaeveseadmed peaksid töötama nõva küljelt, mitte põhjast. Pinnase tihenemise korral tuleks infiltratsiooni ja taimestiku kasvu soodustamiseks eemaldada pinnas vähemalt 300 mm sügavuselt ning asendada see pinnase ja liiva seguga.

Kui nõva pinnale on kogunenud ehitustöödest tekkinud sete, peab hooldustööde tegija nõva enne selle kasutusele võtmist puhastama ja täielikult taastama.

Istutustöid tuleks teha ajal, kus taimede idanemine ilma kastmata on kõige tõenäolisem (arvestades, et ajutine kastmine võib siiski vajalik olla, kui periood on

eriti kuiv). Kui nelja nädala pärast on üle 30% istutusala taimedeta, tuleks 90% katvuse saavutamiseks kaaluda uuesti külvamist või istutamist.

Nõvasse võib vee juhtida alles siis, kui taimestik on täielikult välja kujunenud ja ehitusplatsil on saavutatud olukord, kus settekoormus ei põhjusta nõva kiiret mudastumist. Selleks tuleks:

- suunata veevool nõvast mööda, kuni taimestik on hästi juurdunud;
- asetada värskelt külvatud seemneseгу peale erosioonitõkkematt (näiteks džuu, kookosmatid või geosünteesilised matid);
- märjal aastaajal jätta nõva haljastamata ning külvata sobiv rohusegu niipea, kui ilm soosib seemnete idanemist.

## Nõva eelised ja puudused

Eelised (+)	Puudused (–)
+ Puhastab vett filtreerimise, mikroorganismide ja taimede abil saasteainetest.	– Ei sobi piirkondadesse, kus põhjavee tase on maapinnale lähemal kui 1,8 m.
+ Saab lihtsalt sobitada rohealade, tänavate jne kujundusse.	– Ei sobi üle 20% kaldega nõlvadele.
+ Toob piirkonda rohelist ja suurendab looduslikku mitmekesisust.	– Sademevee suure settesalduse korral võib tekkida ummistumise probleem.
+ Väheneb vajadus sügavate kaevetööde järele, mis võib aidata ehituskuludelt kokku hoida.	– Väikesemahuline, sobib kohaliku meetmena.

## Nõva hooldamine

Nõva tuleb töökindluse tagamiseks regulaarselt hooldada (tabel 17). Projekteerija peab koostama hoolduskava, mis sisaldab hooldustööde üksikasjalikku kirjeldust, muuhulgas teavet hooldustööde sageduse ja nendeks kasutatavate seadmete kohta. Nõva kontrollimiseks ja hooldamiseks tuleb alale tagada piisav juurdepääs, sealhulgas peab ligi pääsema hooldusseadmete ja -sõidukitega.

Nõva hooldamine on suhteliselt lihtne ja üldjuhul on tavapärase avaliku ala hoolduse kõrval vaja vaid vähest lisatööd. Prügi ja prahi eemaldamine peaks toimuma ala üldise maastikuhoolduse osana. Taimestiku hoolduse juures tuleb tähelepanu pöörata bioohutusele ja invasiivsete liikide leviku vältimisele.

Kuiva nõva peamine hooldusnõue on tavaliselt niitmine. Niites peaks ideaaljuhul säilima 75-150 mm kõrgune muru, et soodustada saasteainete filtreerimist ja heljumi eemaldamist. Vajaduse korral võib taimestik olla ka kõrgem. Toitainete ja saasteainete eemaldamiseks tuleb niidetud muru nõva alalt kokku koguda ja ära viia.

Märja nõva korral ei ole tarvis märgala taimestikku niita. Väga tiheda taimestiku niitmine võib siiski olla soovitatav sügisel pärast taimede hävimist, et nõvasse ei satuks liiga palju orgaanilist materjali. Aeg-ajalt tuleb eemaldada setted (näiteks kui kihi paksus ületab 25 mm). Elamualadelt, tavalistelt teedelt ja katuselt äravoolavast sademeveest kogunenud setted ei ole üldiselt mürgised ega ohtlikud ning seetõttu saab neid ohutult kasutada pinnase täitematerjalina või lisada kompostile. Enne sette eemaldamist võib olla tarvis seda analüüsida, et määrata kindlaks selle edasine käitlemine. Tiheda liiklusega tänavatelt või tööstusalalt koguneva äravoolu korral on sette analüüs hädavajalik. Kõik setete eemaldamisest või erosioonist tingitud kahjustused tuleb kohe kõrvaldada ja hävinud taimestik asendada.

Tabel 17. Nõva hoolduskava

Hoolde liik	Tegevus	Sagedus
Pidev hooldus	• Prügi ja prahi eemaldamine	Igakuiselt või vajaduse järgi
	• Muru niitmine (säilitades projektis ette nähtud kõrguse)	Igakuiselt või vajaduse järgi kasvuperioodil
	• Ülejäänud taimestuse hooldamine ning invasiivse taimestiku ja umbrohu eemaldamine	Algul igakuiselt, hiljem vajaduse järgi
	• Erosiooninähtude, taimestiku vähese kasvu, pinnase tihenemise, loikude tekkimise, settimise ja saastumise kontrollimine	Algul igakuiselt, hiljem 2 korda aastas
	• Sette ja surnud taimede kontrollimine ja vajaduse korral eemaldamine	Algul igakuiselt, hiljem 2 korda aastas
Pisteline hooldus	• Surnud taimede asendamine	Vajaduse järgi
Parandusmeetmed	• Erosioonikahjustuste kõrvaldamine taimestuse taastamise ja pinnasetöödega	Vajaduse järgi
	• Pinnase ebatasasuste kõrvaldamine, nõva pinna taastamine projekteeritud tasemele	Vajaduse järgi
	• Pinnase kobestamine ja sette eemaldamine infiltratsiooni parandamiseks	Vajaduse järgi
	• Õlide või bensiinjääkide eemaldamine ja utiliseerimine, kasutades ohutuid tavapraktikaid	Vajaduse järgi

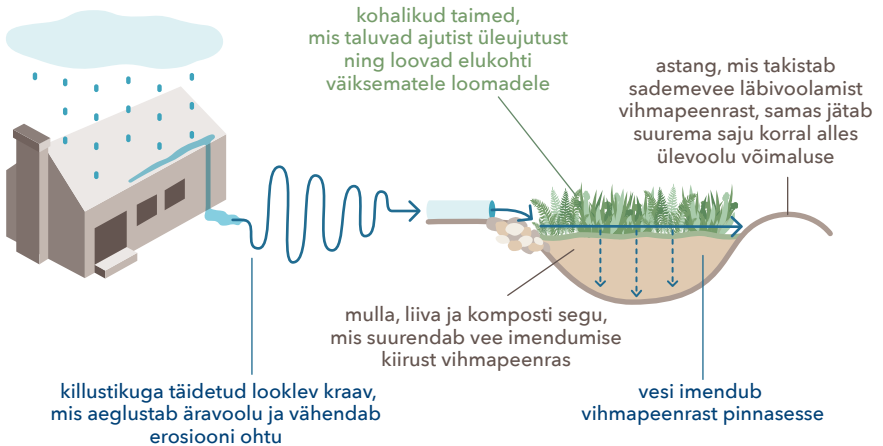


## 4.2.8 Vihmapeenar

Vihmapeenar on sademeveelahendus, mis kogub sademevett ning enamasti immutab selle pinnasesse ja sealt põhjavekke. Kõige lihtsam vihmapeenra vorm on lohk (nõgu), mis asub vettpidavast pinnakattest veidi madalamal (joonis 34). Vihmapeenar aitab lihtsal moel vähendada äravoolava sademevee kogust ja voolukiirust ning on atraktiivse keskkonnasõbraliku maastikuelemendina hea lahendus (isekastev lillepeenar) näiteks erakinnistutel. Tihti arvatakse, et

vihmapeenar on püsivalt märg või veega täidetud, kuid tegelikkuses on see enamasti kuiv ja üle ujutatud ainult sadude korral.

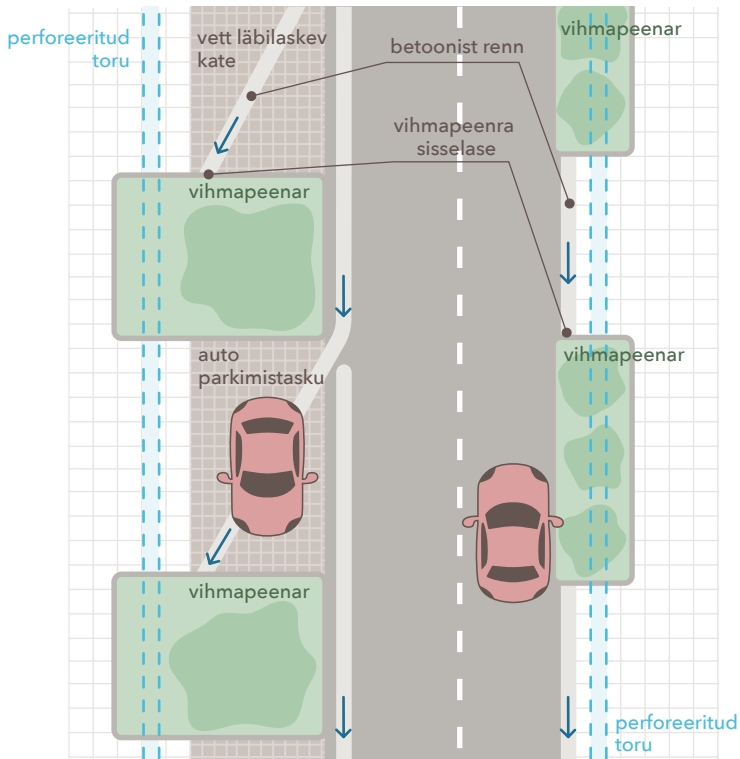
Vihmapeenar sobib mis tahes kliimasse, kus sajab vihma. See jäljendab looduslikku ökosüsteemi, taastades ala arendamise käigus halvenenud loomulikku veeringlust (foto 33). Väiksemad hajutatud vihmapeenrad on parem lahendus kui üks suuremahuline.



Joonis 34. Vihmapeenra tööpõhimõte.



Foto 33. Vihmapienar elamute sisehoovis Soomes Helsingis. Foto: Gen Mandre



Joonis 35. Näide vihmapienarde kasutamisest tänaval.



## Vihmapeenra kujunduspõhimõtted

Vihmapeenra ja taimestatud lohu lähendus töötab kõige paremini äravoolu tekkeallika lähedal ja sobib pigem väiksematele valgaladele. Suuremad alad võiks jagada väiksemateks alamvalgaladeks ja nendes planeerida vihmapeenarde jada, kus igas komponendis osa äravoolavast veest infiltreerub ning ülejäänud juhatakse ülevoolu kaudu järgmisse süsteemi ossa (joonis 35). Arvestada tuleb tõenäoliste sissevoolukiirustega ning kavandada sobivad meetmed voolu reguleerimiseks ja erosiooni vältimiseks.

Ideaalis peaks vihmapeenra pindala olema 2–4% kuivendatava ala üldpinnast (FAWB 2009), et seda mitte üle koormata.

Vihmapeenar peab olema projekteeritud selliselt, et see jõuaks sadude vahel kuivada ja hapnikuga rikastuda. See aitab ära hoida filterkihi ummistumist põhjustavate sammalde ja vetikate kasvu.

Kui põhjavesi on maapinnale väga lähedal, tuleb vihmapeenar põhjavee saastumise vältimiseks eraldada pinnasest geomembraaniga (et takistada vee imbumist põhjavette) ning juhtida äravoolav vesi toruga edasi. Põhja vooderdu (geomembraan) peab jääma maaalsetest põhjavee tasemest vähemalt 1,2 m kõrgemale.

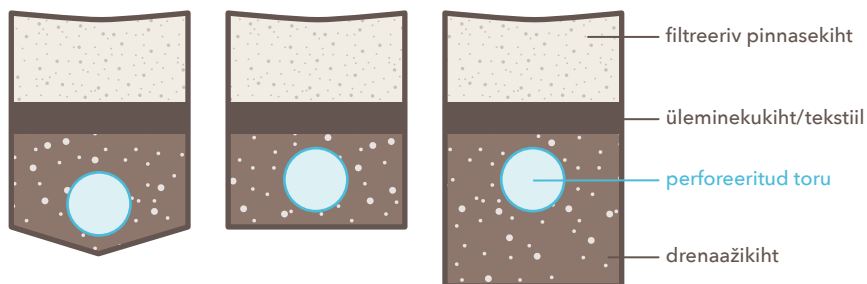
Vihmapeenra sisselasu korral on väga tähtis ennetada ummistumist (foto 34). Suure pinnaseosakeste koormuse korral tuleb need juba enne puhverriba, killustikuriba vms abil kinni püüda, et vihmapeenrasse tekiks võimalikult vähe setet. Sisselaskeavad peaksid olema märkamatud ning vastama vihmapeenra suurusele ja konstruktsioonile. Tihe taimestik ja vihmapeenra sisselaskeava juurde paigutatud takistused aitavad ka pinnaseosakesi püüda. Äärekivide vahelised avad on parimad sisselaskeavad teedelt ja muudelt kõva kattega pindadelt.



**Foto 34.** Sissevool on soovitatav projekteerida siseneva vee kiirust aeglustavana. Selleks võib kasutada mitmesuguseid takistusi. Allikas: [www.permaculture.org](http://www.permaculture.org)

Väljavoolu juures tuleb tagada, et filtermaterjal ei satuks vihmapeenra põhjas paiknevasse perforeeritud torusse. Selleks võiks toru katta geotekstiiliga. Kui lahenduse eesmärk on kogu filtreeritud vesi kokku koguda ja vihmapeenrast edasi juhtida, siis tuleb peenra põhi

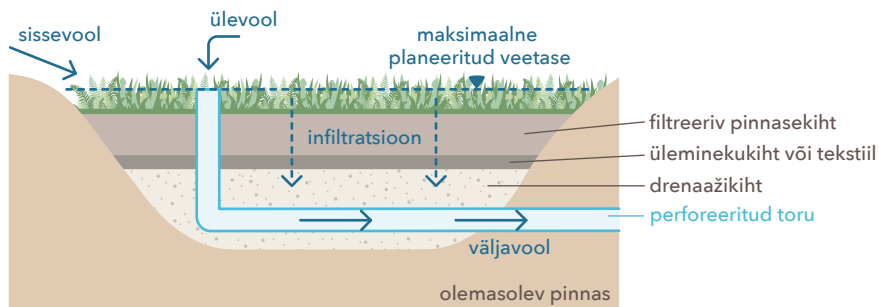
kujundada nii, et vesi voolaks toruga väljavoolu suunas (joonis 36, n-ö terava põhjaga näide). Kui aga eesmärk on hõlbustada infiltratsiooni olemasolevasse pinnasesse, peaks põhi olema tasane ning perforeeritud toru võib olla ka põhjast kõrgemale tõstetud.



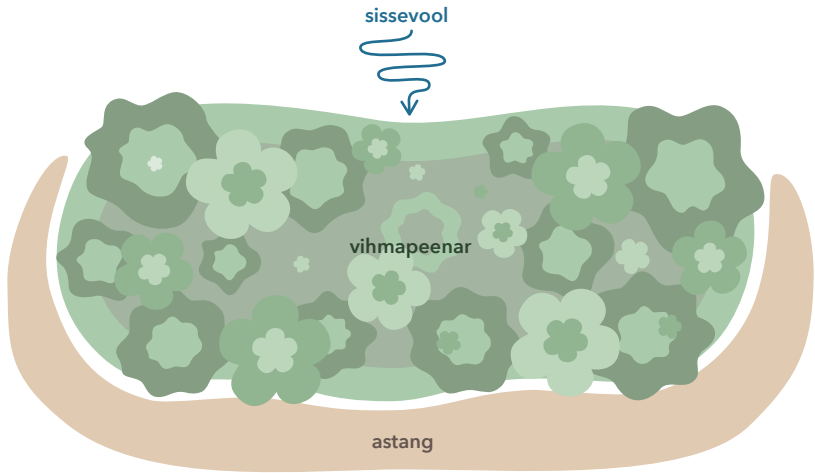
Joonis 36. Vihmapeenra võimalike väljavoolude tüübid.

Juhul kui pinnas on hea läbilaskvusega, võib vihmapeenra rajada ilma vee ärajuhtimiseks mõeldud perforeeritud toruta, kuid ka sellisel juhul tuleb siiski mõelda ülevoolule (joonis 37). Ülevoolu võib lahendada pindmiselt, näiteks astanguna vihmapeenra madalamas servas (joonis 38).

Astangu võiks ehitada sama kõrge, kui on vihmapeenra ülemine serv, kust sademevesi peenrassa siseneb, ning laiuses peaks see järgima vihmapeenra äärt, et mahutada soovitatav kogus sademevett. Astangu külgedele tuleks anda kerge kalle.



Joonis 37. Vihmapeenra läbilõige.



**Joonis 38.** Astanguga vihmapeenar pealtvaates.

Vihmapeenar ja kasvukast on taimestikuga lahendused, mis kaunistavad ja rikastavad linnalist keskkonda. Neid on võimalik teha väga erineva suuruse ja välimusega ning sobitada paljudesse kohtadesse. Neid saab kasutada sademevee käitlemiseks erakinnistutel, väiksematel avalikel aladel, parklate eraldussaalidel, ringristmikel, kõnniteedel, liiklust rahustavatel ja jalgteid

eraldavatel rohesaalidel ja -ribadel (fotod 35 ja 36) jne. Need sobivad puhveraladeks, privaatsuse suurendamiseks (eriti kasvukastid) ja väliruumi esteetilise väärtuse suurendamiseks ning on sageli tänu rajamise paindlikkusele kulutõhusad.

**Vihmapeenra loomise ja kujundamise näide on toodud lisas 2 (lk 198).**



**Foto 35.** Kõnni- või jalgrattateed sõiduteest eraldav lineaarne vihmapeenar Taanis Kopenhaagenis. Foto: Kopenhaageni Linnavalitsus



**Foto 36.** Liiklust aeglustav vihmapeenar sõiduteel Taanis. Allikas: [www.vandcenter.dk](http://www.vandcenter.dk)

## Vihmapeenra projekteerimine

Vihmapeenra hüdraulilise koormuse projekteerimisel peab arvestama vee hulgaga, mida peenra filterkihi pind on võimeline vastu võtma. Vihmapeenraste siseneva vee voolukiirus ei tohi olla liiga suur ning vesi peab jaotuma ühtlaselt kogu peenra pinnale. Sissevoolukiirus peaks olema alla 0,5 m/s (või 1,5 m/s 100aastase korduvusega arvutusvihma korral).

Vihmapeenrale eelnevates sademeveesüsteemi osades tuleb äravoolu kiirust tõkete vm moel aeglustada. Vihmapeenart kavandades arvestatakse üldiselt väiksemate sadudega, mille korral imub kogunev vesi pinnasesse. Suuremate sadude korral juhitakse liigne vesi ülevooluga järgnevasse komponentidesse. Vihmapeenart kavandades tuleb see ehitada piisavalt suur, et sellesse kogunev veekiht ei oleks sügavam kui

150–200 mm. See suurendab aurustumist ja piirab aega, mil vihmapeenar on üle ujutatud, et taimed ei jääks liiga kauaks vee alla. Vesi peaks vihmapeenras pinnasesse imenduma 24–48 h jooksul. Äravoolava vee mahu vähenemise ulatus sõltub pinnase läbilaskvusest, valgalast, vihmapeenra pindalast ja sügavusest, taimkatte tüübist ja kliimast. Vajaduse korral tuleks suurema veemahutavuse saavutamiseks suurendada vihmapeenra sügavust.

Väiksemate sadude korral suudab õigesti projekteeritud vihmapeenar kinni pidada kogu äravoolava vee. Sellisel juhul imub vesi pinnasesse (kui see on võimalik) ja aurub. Suuremateks sadudeks, kui sademevee kogus ületab vihmapeenra mahutavuse, tuleb vihmapeenrale rajada ülevool, mis juhib liigse vee järgnevasse süsteemi komponenti.

### Vihmapeenar projekteerides tuleb arvestada järgmist:

- kavandades tuleb välja selgitada vett mitteläbilaskvad pinnad, kust hakatakse sademevett vihmapeenrasse juhtima, ja vihmapeenra võimalik asukoht;
- vihmapeenra võiks rajada vähemalt 3 m kaugusele hoone vundamendist;
- asukohta valides tuleb arvestada ka vaadetega: vihmapeenar võiks asuda päikeselises või poolvarjulises kohas ja mitte puude all, et seda oleks sügiseti lihtsam hooldada;
- vihmapeenra suurus sõltub sademeeve kogusest, maapinna kaldest ja pinnasetüübist;
- vihmapeenra külgede kalle võib olla maksimaalselt 2 : 1, hoolduse lihtsustamiseks soovitavalt 4 : 1;
- maksimaalne vihmapeenra pinnal oleva veekihi paksus peaks olema 150–200 mm;
- filterkihi paksus peaks olema 450 mm (minimaalne) kuni 1200 mm (soovitav), kasutada tuleks materjali, mille infiltratsioonikiirus on üle 13 mm/h. Filtreeriv pinnasekiht võiks olla paksem, kui on plaanis istutada puid või kui kavandatud taimestik ei talu põuda;
- taimi valides tuleb arvestada tehniliste ja esteetiliste aspektidega. Kõige paremini sobivad kohalikud liigid, kuna need on kliimaga kohastunud. Oma juurestikuga soodustavad taimed vee infiltratsiooni, aitavad vältida erosiooni ja tekitavad pinnasesse orgaanilist materjali;
- kui olemasoleva pinnase infiltratsiooni kiirus ületab sissevoolava vee hulga, siis võib kaaluda vihmapeenra rajamist ka väljavooluta (perforeeritud toruta) selle põhjas. Pinnase läbilaskvust tuleb kindlasti enne projekteerimist testida.

Vihmapeenar võib äravoolavat sademevett üsna tõhusalt puhastada (tabel 18):

- eemaldada pinnase-, eriti peeneid osakesi ja nendega seotud saasteaineid (nagu toitained, õlid/rasvad ja metallid) pinnase filtreerimise kaudu ning taimede ja mullaelustiku kaasabil;
- siduda lahustunud saasteaineid filterkihti (sorptsioon).

Uuringute tulemused on näidanud, et õigesti kavandatud ja hooldatud vihmapeenar suudab ka jäätõrjesoola koostisosi sisaldavast sulaveest saasteaineid eemaldada (Muthanna *et al.* 2007).

**Tabel 18.** Saaste eemaldamise efektiivsus FAWB (*Facility for Advancing Water Biofiltration*) juhiste järgi rajatud vihmapeenras (Allikas: FAWB 2009)

Saasteaine	Puhastusfunktsiooni tõhusus
Heljum	> 90%
Üldfosfor	> 80%
Lämmastik	keskmiselt 50%
Metallid (tsink, plii, kaadmium)	> 90%
Metallid (vask)	kuni 60%

Kuigi taimekatte tüüp sõltub maastikust ja kliimast, tagab tihedam ja kõrgem taimestik üldiselt tõhusama filtreerimisprotsessi. Uuringutes on leitud, et saasteainete eemaldamine taime massiühiku kohta erineb liigiti märgatavalt.

**Taimestust kavandades tuleks arvesse võtta:**

- kõige tõhusamad on ulatusliku juures-tikuga taimed, mis taluvad nii lühiajalist üleujutust kui ka põuda ning on lämmastiku eemaldamisel tõhusamad;
- alaliselt veega täidetud tsoonide kasutamine suuremates vihmapeenardes aitab säilitada taimestikku ja vältida lämmastiku väljakandumise suurenemist pärast põuda.

## Vihmapeenra rajamine

Idealis tuleks vihmapeenar rajada ehituse lõpufaasis, et minimeerida erosiooni ja setete teket, ning enne äravoolu juhtimist vihmapeenraste tuleks rajada tihe ja elujõuline taimestik.

**Vihmapeenart rajades tuleks arvestada järgmist:**

- vihmapeenart rajades tuleb kasutada võimalikult kerget tehnikat või väiksemate lahenduste korral kaevata käsitsi, et pinnas ei tiheneks ning infiltratsioonivõime ei väheneks;
- kui vihmapeenar kaetakse multšiga, siis tuleb see enne istutamist peale laotada, mitte kuhjata taimede ümber, sest see soodustab taimehaiguste teket ja kahjurite levikut. Kihi paksus võiks olla 50–75 mm ja taimede varte ümber tuleks jätta 50 mm ulatuses multšivaba ala, et varte ümber ei tekiks liigset niiskust;
- vältida tuleb geotekstiili ummistumist ja rebenemist ehitamise ajal;
- vihmapeenart ei tohiks rajada liigniiskele alale;
- taimed tuleb istutada kohe pärast vihmapeenra rajamist ja need vajavad hooldust kuni korraliku juurdumiseni;
- vihmapeenar peab olema tasane, et vesi valguks selles ühtlaselt.

## Vihmapeenra kihid ja materjal

**Filtreeriv pinnasekiht** (pealmine kiht) peab olema piisavalt läbilaskev, et vesi sellest läbi pääseks ning kiht ei küllastuks veega. Samuti peab see sisaldama piisavalt orgaanilist materjali ja taimetoitaineid, et toetada kavandatava taimestiku kasvu. Filtermaterjali valides tuleb arvestada kohaspetsiifilisi nõudeid ja piiranguid. Vale materjali tõttu võib tekkida liigtihenemine, mis võib põhjustada hüdraulilise juhtivuse vähenemist või struktuuri lagunemist ning selle tagajärjel väheneda puhastusvõime, tekkida lombid, hävida taimkate vms. Peale materjali valiku on väga tähtis ka õige paigaldamine.

Tihendamata filterkihi hüdrauliline juhtivus on esialgu väga suur, kuid väheneb seejärel kiiresti. Seega on enne filterkihi rajamist hädavajalik testida materjali hüdraulilist juhtivust tihendatud olekus.

Seejuures tuleks arvestada järgmist.

1. **Küllastunud hüdrauliline juhtivus** (veega täitunud pinnase läbilaskvus) peaks olema vahemikus 100–300 mm/h. Seda tuleks kontrollida koha-peal, nagu on kirjeldatud näiteks standardis BS EN ISO 22282-5-2012.
2. **Üldpoorsus** peaks olema > 30%, kui seda testitakse vastavalt standardile BS 1377-2: 1990.
3. **Materjalide osakeste suurused ja veeläbilaskvus:**  
savi ja muda ( $\varnothing < 0,063$  mm) < 5%  
peenliiv ( $\varnothing 0,063$ – $0,2$  mm) < 20%  
keskmeline liiv ( $\varnothing 0,2$ – $0,6$  mm) 35–65%  
jäme liiv ( $\varnothing 0,60$ – $2,0$  mm) 50–90%  
peenkillustik ( $\varnothing 2,0$ – $6,0$  mm) < 100%

Vihmapeenra filtreerivat pinnasekihti kokku segades tuleb arvestada selle veeläbilaskvust ning kasutada liiva (50–60%), komposti (20–30%) ja olemasoleva pinnase (20–30%) segu.

**Üleminekukiht või geotekstiil** (filterkihti ja drenaazikihti eraldav kiht) hoiab ära filtreeriva kihi osakeste sattumise drenaazikihti.

**Drenaazikiht** (alumine kiht) peab olema palju suurema läbilaskvusega kui filtreeriv kiht. Drenaazikihis paiknev perforeeritud toru võiks väiksemate osakeste toru sattumise vältimiseks olla ümbritsetud geotekstiiliga.

## Vihmapeenra taimestus

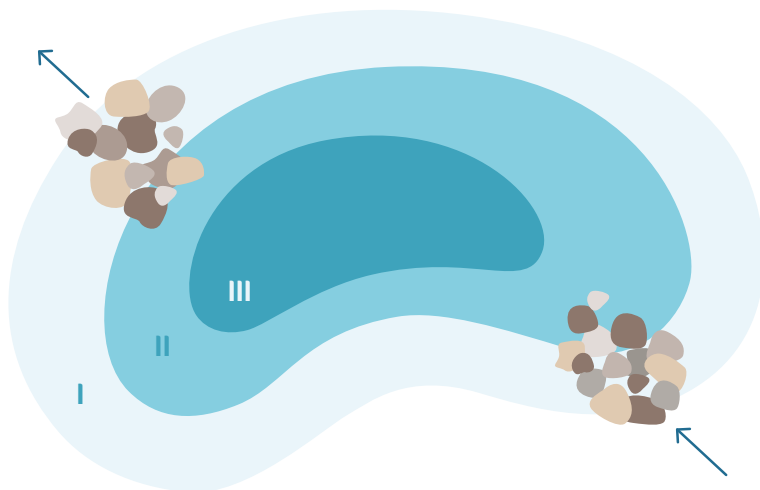
Vihmapeenrasse taimede valimine sõltub lahenduse eesmärkidest. Taimestus vähendab äravoolava vee kogust, puhastab seda, soodustab filterkihi hüdraulilise juhtivuse pikaajalist säilimist ning aitab vältida erosiooni.

Taimed tuleb istutada võimalikult tihedalt, et toetada tihedat juurestikku ning selle kaudu säilitada pinnase veeläbilaskvust. Hea on valida põõsad, kuna neil on mõõdukalt tihe narmasjuurestik. Põõsaid saab kasutada ka näiteks ligipääsu takistamiseks avalikes kohtades ning nad vähendavad umbrohu levikut. Võimaluse korral tuleks kasutada erinevaid kasvuvorme. Pinnakattena sobivad hästi rohttaimed, sest nad kasvavad kiiresti, neil on tihe narmasjuurestik ning

nad eemaldavad tõhusalt saasteaineid. Muru pole hea valik, sest see pole põua-kindel.

Vihmapeenrasse, kuhu istutatakse ka puid, ei tohiks paigaldada perforeeritud toru, sest siis liiguks vesi peenrast kiiresti läbi ning selle tõhusus väheneks.

Taimi valides tuleb arvestada vihmapeenra ulatuses erineva veeküllastusastmega. Külgmised nõlvad on tavaliselt enamiku ajast kuivad, kuid isegi hea läbilaskvuse korral esineb põhjas niiskust ja veega küllastunud osi. Seetõttu võiks vihmapeenra jaotada tsoonideks ja valida taimed neist lähtudes (joonis 39).



**Joonis 39.** Tsoonideks jaotatud vihmapeenar. Harvem üle ujutatud või veega küllastunud tsoon (I), keskmine tsoon (II) ning sagedamini üle ujutatud või veega küllastunud põhi (III).



**Peamised taimede valiku kriteeriumid:**

- sobivus ümbritsevasse maastikku, kõige paremini sobivad ja tulevad oludega toime juba seal kasvavad liigid;
- soovitatavalt kohalikud liigid, kuid võib kaaluda ka sissetooduid, eelistatavalt narmasjuurestikuga taimed;
- kättesaadavus kohalikest aianditest/ puukoolidest;
- põuataluvus, elamaks üle pikad kuivad perioodid;
- suure veeläbilaskvusega liivase pinnase taluvus;
- ajutise üleujutuse taluvus;
- sademevee äravooluga kaasneva reostuskoormuse taluvus;
- varjutaluvus ja kõrgusepiirangud (näiteks et ei piiraks vaatevälja kiirteedel);
- hooldusvajadus, seejuures sagedast hooldust vajavate taimede korral võib tekkida oht metsistuda.

**Istutusala tüübid võib jagada kaheks:**

4. **dekoratiivne istutusala** – vihmapeenar, kus esteetika on võtmetähtsusega. Taimestus võiks katta kogu vihmapeenra pinna ning peenar püsida dekoratiivne aasta ringi. Kõige sobivamad on vähese hooldusvajadusega dekoratiivliigid.
5. **avalik niit** – vähest hooldust nõudev vihmapeenar, kus kasvavad peamiselt kohalikud kõrrelised ja metsikud niidulilled.

## Vihmapeenra eelised ja puudused

**Eelised (+)**

- + Võtab vähe ruumi.
- + Atraktiivne, rikastab avalikku ruumi.
- + Vähendab äravoolava vee mahtu ja vähesel määral voolukiirust, puhastab vett.
- + Hea planeeringu korral sobib hästi vett mitteläbilaskvatele aladele.
- + Lihtne hooldada.
- + Lihtne sobitada olemasolevasse linnakeskkonda.
- + Vähendab pinnase kastmise vajadust.
- + Parandab linnalise ala mikrokliimat.

**Puudused (–)**

- Ummistumise oht, kui ümbritsevad alad pole piisavalt hooldatud.

## Vihmapienra hooldamine

Vihmapienra kõige sagedasem probleem on pinnase ummistumine, kuid erinevalt дренаazikihi või torude ummistumisest on seda kerge tuvastada. Operatiivse hooldamise tarbeks tuleb vihmapienart projekteerides kavandada ligipääsud, muuhulgas hooldamiseks vajalikule tehnikale.

Kõige intensiivsem hooldus on vajalik rajamisperioodil ning hooldustöid peaks tegema pädev teenusepakkuja hoolduskava alusel (tabel 19).

**Tabel 19.** Vihmapienra hoolduskava

Hoolde liik	Tegevus	Sagedus
<b>Pidev kontroll</b>	• Veetaseme ja filterkihtidesse imbumise kiiruse kontrollimine	Kord kvartalis
	• Vee sisse- ja väljavoolude kontrollimine ning vajaduse korral ummistuste kõrvaldamine	Kord kvartalis
	• Taimede seisundi hindamine ja vajaduse korral asendamine	Kord kvartalis
	• Prahi, prügi ja umbrohu eemaldamine	Kord kvartalis (või esteetilisuse ja töökindluse tagamiseks sagedamini)
	• Taimede asendamine istutustiheduse säilitamiseks	Vajaduse järgi
<b>Juhuslik hooldus</b>	• Erosioonikahjustuste kõrvaldamine ja vajadusel erosiooni vähendavate meetmete tõhustamine	Vajaduse järgi
	• Filtreeriva kihi töö tõhustamine seda rehaga kobestades ja multšikihti värskendades	Vajaduse järgi
<b>Parandusmeetmed</b>	• Filtreeriva pinnase ja taimestiku eemaldamine ning asendamine	15 aasta tagant või vajaduse järgi (kui infiltratsioonivõime oluliselt väheneb)

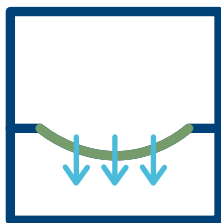
### **4.3 Suuremad sademevett puhverdavad ja saastest puhastavad looduslähedased sademeveelahendused**

Sademevee valgala alamjooksule kogunev veehulk on suurem ja põhjustab sageli üleujutusi. Seepärast on vaja kasutada suurema mahuga vee äravoolu puhverdavaid ja ühtlustavaid süsteeme.

Looduslähedased sademeveelahendused võimaldavad lisaks vee koguse puhverdamisele vett saasteainetest puhastada. Sellised süsteemid aitavad ennetada üleujutusi ja tagada vee kvaliteeti.



Foto 37. Imbväljak Taanis Kopenhaageni elamupiirkonnas. Foto: Gen Mandre



### 4.3.1 Imbväljak

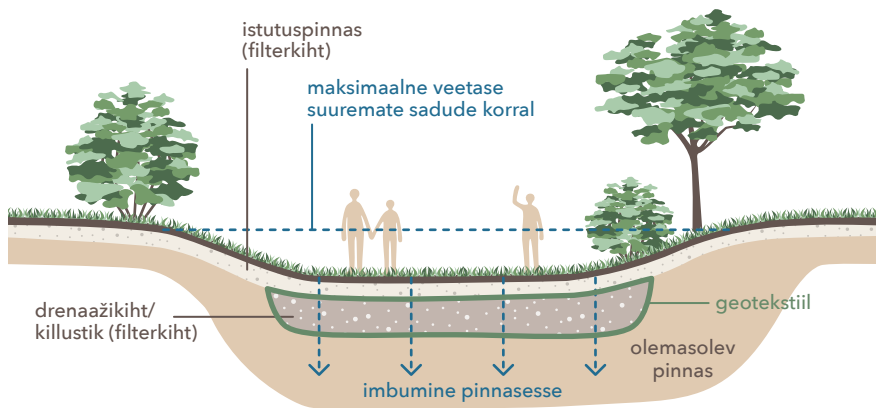
Imbväljak ehk immutusala on lameda põhjaga madal nõgu, mida kasutatakse äravoolava sademevee ajutiseks kogumiseks ja pinnasesse immutamiseks ning vee kvaliteedi parandamiseks (joonis 40). Erinevalt viibetiigist kogub imbväljak äravoolavat vett, kus see pinnasesse imbib, mitte ei juhi seda edasi järgmistesse sademeveesüsteemi osadesse. Üleujutuse vältimiseks kasutatakse ohutusabinõuna siiski ka ülevoolu.

Kuna imbväljak hõlmab ulatusliku ala, võimaldab see korraga käidelda suurt hulka äravoolavat vett. Vee kvaliteet on seejuures väga tähtis, et saastunud vesi ei satuks põhjavette. Mõningates piirkondades võib vajalikuks osutada vee eelpuhastus enne pinnasesse immutamist.

Sadudevahelisel ajal on imbväljak kuiv ja seda saab kasutada muul moel, kuid siiski tuleks arvestada ajutiste üleujutustega. Imbväljaku ala sobib hästi mänguväljakuks, puhkealaks või muuks avalikuks ruumiks. Haljastades selle puude, põõsaste ja muude ajutist üleujutust taluvate taimedega, saab luua puhkealaid inimestele ja elupaiku elusloodusele.

Kus kasutada sobib?	
Elamupiirkond:	JAH
Äri- või tööstuspiirkond:	JAH
Tiheasustus:	EI
Sobitamine olemasolevale hoonele:	EI
Saastatud alad:	EI
Kaitsmata põhjaveega alad:	EI

Suutlikkus	
Vooluhulkade järskude suurenemiste leevendamine:	HEA
Äravoolava sademevee koguse/mahu vähendamine:	HEA
Vee kvaliteedi parandamine:	HEA
Atraktiivsus:	HEA
Ökoloogiline potentsiaal:	HEA



Joonis 40. Imbväljaku läbilõige.

## Imbväljaku tööpõhimõtted ja asukohavalik

Imbväljak soodustab äravoolava sademevee infiltratsiooni pinnasesse ja lõpuks põhjavette. Seetõttu on ülioluline, et imbväljakule sisenev vesi oleks piisavalt puhas. Selleks, et imbväljak ei ummistuks setete ega mudaga, on vaja sellesse sisenevat vett heljumi eemaldamiseks tõhusalt eelpuhastada, näiteks sellele eelnevates SUDS-lahendustes.

Imbväljaku põhi peab olema tasane, et vesi jaotuks selles ühtlaselt ning imbuks kogu ala ulatuses. Väljaku toimivus sõltub ümbritseva pinnase infiltratsioonivõimest ja põhjavee sügavusest. Imbväljaku põhja ja maksimaalse tõenäolise põhjaveetaseme vahele peab jääma vähemalt 1,2 m paksune pinnasekiht, et põhjavee tase ei tõuseks imbväljakuni ega vähendaks ala veemahutavust, pinnasekiht oleks infiltratsiooniprotsessi toimimiseks piisava paksusega ning põhjavesi oleks saastumise eest kaitstud.

Imbväljaku maksimaalne veesügavus ja veega täitumise kiirus (suurte sadude korral) ei tohi olla väga suur, et ala oleks ohutu kasutada. Imbväljaku veega täitumise kiirus ja maksimaalne veesügavus ei tohi ala kasutajatele kuidagi ohtu kujutada.

Imbväljakut projekteerides tuleb tagada juurdepääs hooldustöödeks, nagu muru niitmine ja settest puhastamine. Juhul kui imbväljakule istutatakse puid, ei tohiks need takistada juurdepääsu ega edaspidist hooldust (näiteks juurekaitsevõõndite tõttu).

Imbväljakut saab rajada olemasolevasse keskkonda eeldusel, et see asub ohutul kaugusel ehitistest, nõlvadest jms. Kaldega aladel on soovitatav ühe suure imbväljaku asemel kavandada mitu väikest tasastele pindadele, näiteks parkimisaladele.

## Imbväljaku projekteerimine

### Imbväljakut projekteerides tuleb hinnata ja maandada riske:

- maapinna ebastabiilsuse ohtu (infiltratsioonist tingitud vajumisi ja kerkeid);
- infiltratsioonist tingitud nõlva ebastabiilsuse või erosiooni ohtu;
- saastunud pinnasest tulenevat põhjavee reostuse ohtu;
- saastunud sademevee infiltratsioonist tulenevat reostusohu;
- infiltratsioonist tingitud põhjavee taseme tõusuga kaasnevat üleujutuse ohtu;
- infiltreerunud vee sattumise ohtu sinna, kuhu seda ei soovita (nagu keldrid, tunnelid).

Riskide vähendamiseks võiks imbväljakule sisenev vesi olla juba töödeldud eelnevates voolukiirust aeglustavates, infiltratsiooni soodustavates ja vett puhastavates looduslähedase sademeveesüsteemi komponentides. Imbväljaku sissevoolu juures peaks olema veejaotussüsteem, et vesi valguks ühtlase õhukese kihina üle kogu imbväljaku, sest see soodustab saasteainete eemaldamist ja vähendab erosiooniohtu. Vajaduse korral tuleks kaaluda ka suuremate sadude korral ülevoolu kaudu täituvaid tagavara-lahendusi. Liigvee ülevool lahendatakse tavaliselt toru või paisülevooluga.

Imbväljaku suurus sõltub valgala suurus-est, eelpuhastuse (septiku või puhasti) olemasolust ja aluspinnase poorsusest/ infiltratsioonivõimest. Aluspinnasena sobivad hea infiltratsioonivõimega

pinnasetüübid, savimullad on pigem sobimatud. Pinnase sobivust immutamiseks peaks kinnitama ehitusgeoloogilise uuringu tulemused. Alati on soovitatav teha pinnase poorsuse test: kaevata katseaugud, täita need veega ning arvutada aukude tühjenemisaja põhjal pinnase veeläbilaskvus ja selle alusel imbväljaku suurus. Imbväljaku filterkiht (liiv/killustik) on soovitatav eraldada ümbritsevast pinnasest geotekstiiliga, et vältida materjalide segunemist.

Imbväljaku külgmised nõlvad ei tohiks tavaliselt olla järsemad kui 1 : 3, et taimkate püsiks stabiilne, pinda oleks võimalik niita ning see oleks ohutu. Kui imbväljak on väga väikese sügavusega (näiteks alla 500 mm), võib seda nõuet siiski leevendada.

Nagu mainitud, võimaldab imbväljak ruumi mitmeti kasutada, näiteks kuival ajal puhkeala või mänguväljakuna (fotod 37 ja 38). Juhul kui ala kasutatakse intensiivsemalt, võib seda olla tarvis rohkem hooldada.

Imbväljaku kujundus sõltub konkreetse asukoha tingimustest, kohaliku kogukonna huvidest ja projekti eesmärkidest. Kui on tarvis kasutada piirdeid, peaksid need olema madalad (väikelapsekindlad) ning mitte takistama elustiku liikumist. Imbväljaku ökoloogilist väärtust saab suurendada mitmekesise taimestikuga, näiteks puude, põõsaste, metsalillesegude, kohalike taimedega jm.

## Imbväljaku materjalid ja taimestus

Imbväljaku rajamiseks kasutatakse materjalidest peamiselt täitematerjale ja geotekstiile. Täitematerjalide juures on väga oluline veeläbilaskvus.

Imbväljak on tavaliselt rohuga kaetud rajatis, kuid täiendav taimestik parandab selle välimust, aitab nõlvu stabiliseerida ja erosiooni vältida ning pakub elupaiku. Taimestik soodustab ka infiltratsiooni, aeglustades vee voolu üle ala ja suurendades vee imbumist pinnasesse.

Imbväljakule taimeliike valides tuleks eelistada kohalikke liike, sest need on muutlikele kasvutingimustele vastupidavamad. Hooldusvajaduse vähendamiseks ning esteetilise väärtuse ja elurikkuse suurendamiseks võib kaaluda

niidulillede seemnesegu külvamist. Imbväljaku niiskele pinnasele võivad tungida ka selle ümber kasvavate taimede juured. See on mõneti kasulik, kuna taimejuured eemaldavad süstee- mist vett ja soodustavad infiltreerumist, kuid suuremate puude ja põõsaste juuri tuleks siiski kontrollida ja vajaduse korral ohjeldada, kuna need võtavad palju ruumi ja võivad kahjustada imbväljaku struktuuri.

Tihe taimestik, põõsad ja multšimine vähendavad ka pinnase ummistumise ohtu. Väetamisest ja herbitsiidide kasutamisest tuleb hoiduda, et saaste- ja toitainete põhjavette sattumise oht oleks minimaalne.

## Imbväljaku rajamine

Imbväljaku toimimisega võib probleeme tekkida kehva projekteerimise, sobimatu pinnase ja hooletu ehitamise tõttu. Selle vältimiseks tuleb ehitusprotsess hoolikalt planeerida ja teostada. Protsessi tuleks planeerida etappide kaupa ning ehituse riske hinnates, ennetades ja vähendades. Võimaluse korral tuleks imbväljak rajada pärast kaevetööde lõppu ja pinnase stabiliseerumist, et see ehitusalalt ära- voolava vee setterikkuse tõttu ei ummis- tuks.

Imbväljakut rajades täidetakse kaeve liiva või killustikuga, et imbväljakule voolav vesi hakkaks ühtlaselt pinnasesse või filterkihti paigaldatud perforeeritud torudesse imbuma. Kasvupinnast imbväljakule laotades ei tohi kasvupinnas

ega imbväljaku aluspinnas olla veega küllastunud. Tööde kestel tuleb vältida pinnase liigset tihendamist, kuna see võib vähendada infiltratsioonivõimet. Imbväljaku põhi tuleb hoolikalt tasandada.

Pärast ehitustööde lõppu tuleb imbväljaku pinda umbes 150 mm sügavuses kobestada, et tekiks õhurikas poorne pinnasetekstuur. Külgnõlvade viimistlemiseks kasutatav pinnas peab olema taimestiku kasvuks sobivalt viljakas, poorne ja piisava sügavusega. Vahetult pärast ehitustöid tuleb kogu imbväljaku pind stabiliseerida tiheda taimestusega, näiteks muruga.



## Imbväljaku eelised ja puudused

Eelised (+)	Puudused (–)
+ Eemaldab tõhusalt saasteaineid (läbi pinnase filtreerides).	– Ebasobiva asukohavaliku, kehva planeeringu või sademevee eba-piisava eelpuhastuse korral on suur probleemide tekke oht.
+ Mahutab ajutiselt ja peab kinni äravoolavat sademevett.	– Ehitusgeoloogilise uuringu tulemused peavad kinnitama pinnase tüübi sobivust immutamiseks.
+ Vähendab äravoolava vee mahtu.	– Ei sobi äravoolava sademevee suure saastatuse korral.
+ Taastoodab põhjavett.	– Ulatuslike mõõtmega.
+ Tulemuslikkust on lihtne jälgida.	
+ Lihtne ja soodne rajada.	

## Imbväljaku hooldamine

Imbväljak vajab regulaarset hooldust (tabel 20). Projekteerija peab koostama hoolduskava, milles kirjeldab nõutavad hooldustööd, täpsustab hooldustegevuste sagedust ja nimetab hooldamiseks vajalikud seadmed. Hoolduskava tuleb välja töötada projekteerimisetapis ning hooldamise kestel tuleb seda vajaduse korral kohendada. Lisaks tuleb imbväljakule tagada juurdepääs, et seda saaks kontrollida ja hooldada. Ligi peaks pääsema ka asjakohaste seadmete ja sõidukitega, nagu niitmisseadmed.

Imbväljakul tuleks regulaarselt muru niita ainult seal, kus see on tõesti vajalik, näiteks teedel ja hooldusaladel, ülejäänud ala tuleks hooldada kui harvaniidetavat niitu. Tähelepanu tuleb pöörata bioohutusele ja invasiivsete liikide leviku tõkestamisele.

Enne sette eemaldamist võib olla tarvis seda analüüsida, et määrata kindlaks selle edasine käitlemine. Tööstuspiirkonnas on analüüs hädavajalik. Elumipiirkonnas asuva imbväljaku pinnalt eemaldatud setted ei ole üldiselt saastunud ning seetõttu võib neid ladustada näiteks imbväljaku lähedal maapinnal, kui selleks on olemas sobiv koht.

Tabel 20. Imbväljaku hoolduskava

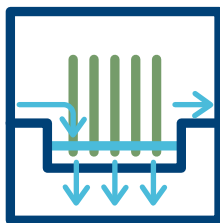
Hoolde liik	Tegevus	Sagedus
Pidev hooldus	• Prügi ja prahi eemaldamine	Igakuiselt
	• Muru niitmine sissevoolualal ja juurdepääsuteedel	Igakuiselt või vajaduse järgi kasvuperioodil
	• Niidualade niitmine imbväljakul ja selle ümbruses	Kevadel ja sügisel
	• Taimestuse hooldamine	Vajaduse järgi
	• Sisse- ja väljavoolude kontrollimine ning vajaduse korral puhastamine	Igakuiselt
	• Võimalike füüsiliste kahjustuste kontrollimine	Igakuiselt
	• Sette ja surnud taimede kontrollimine ja vajaduse korral eemaldamine	Kord aastas
Pisteline hooldus	• Surnud taimede asendamine	Vajaduse järgi
	• Puude ja põõsaste kärpimine ning lõigatud okste eemaldamine	Kord 2 aasta jooksul või vajaduse järgi
Parandusmeetmed	• Erosioonikahjustuste, sisse- ja väljavoolude ning ülevoolude parandamine või taastamine	Vajaduse järgi



**Foto 38.** Imbväljak avalikul jalgpalliväljakul Taanis. Foto: Gen Mandre



Foto 39. Viibetiik avalikul rohealal Inglismaal. Allikas: [www.susdrain.org](http://www.susdrain.org)



## 4.3.2 Viibetiik

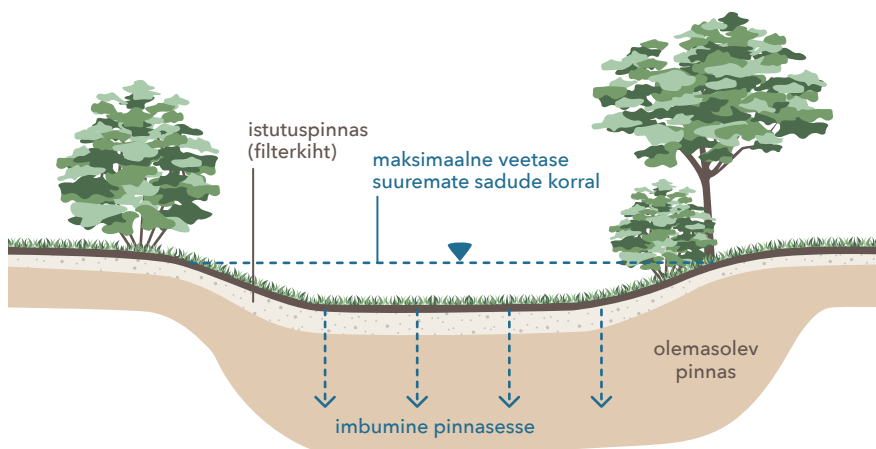
Viibetiik ehk kuivitiik on haljastatud reljeefi madalam ala, mis on tavaliselt kuiv, välja arvatud suuremate sadude ajal ja vahetult pärast neid (joonis 41).

Viibetiik võib olla looduslähedase sademeveesüsteemi komponent, kust äravoolav sademevesi läbi suunatakse. Kui vooluhulk suureneb ning viibetiigi äravooluava ei jõua juurdevooluga võrdselt vett edasi suunata, ujutub viibetiik ajutiselt üle ning sellega aeglustub äravool süsteemi järgmistesse osadesse. Viibetiik võib olla ka eraldiseisev sademeveesüsteemi toetav komponent, kuhu vajaduse, näiteks suuremate sadude korral saab suunata liigse vee.

Viibetiiki jõudnud vesi peetakse ajutiselt kinni ja see puhastub seal osaliselt. Vesi imbub mõningal määral ka maapinda ning aurustub veepinnalt ja taimestiku kaudu. Taimed ja mikroorganismid aitavad vähendada saasteainete ja toitainete sisaldust ning heljum settib viibetiigi põhja.

Kuival ajal on viibetiigi ala võimalik kasutada näiteks puhke- ja virgestusalana või multifunktsionaalse rohesaarena (fotod 39, 40 ja 41).

Kus kasutada sobib?	
Elamupiirkond:	JAH
Äri- või tööstuspiirkond:	JAH
Tiheasustus:	EI
Sobitamine olemasolevale hoonetele:	EI
Saastatud alad:	EI
Kaitsmata põhjaveega alad:	EI
Suutlikkus	
Vooluhulkade järskude suurenemiste leevendamine:	HEA
Äravoolava sademevee koguse/mahu vähendamine:	HEA
Vee kvaliteedi parandamine:	HEA
Atraktiivsus:	HEA
Ökoloogiline potentsiaal:	HEA



Joonis 41. Viibetiigi läbilõige.

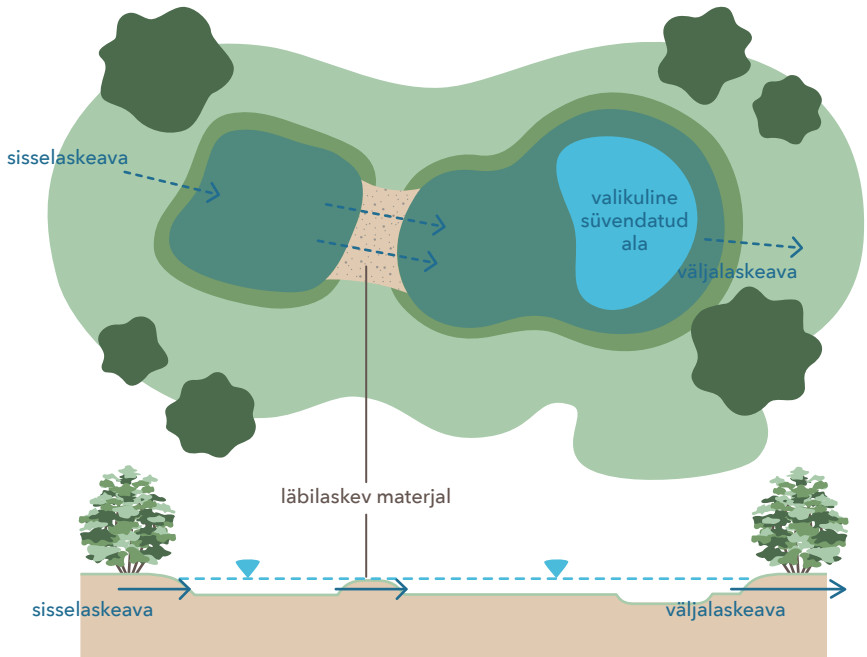
## Viibetiigi tööpõhimõtted ja asukohavalik

Kui viibetiigist ülesvoolu vett ei eelpuhastata, peaks selle juurde kuuluma setete kogumiseks mõeldud eraldatud sügavam nn eelpuhastusosa, mida saab vajaduse järgi tühjendada ja puhastada (joonis 42). Seda, et sellest osast ei kujuneks kasutuskõlbatu ja visuaalselt ebaatraktiivne ala, saab ennetada kujundusprojektis.

Suurema arendusala jaoks kavandatud viibetiigi korral parandab setete eelpuhastusosa viibetiigi veekvaliteeti ja vähendab pikaajalist hooldusvajadust. Eelpuhastuseks mõeldud ala peaks moodustama viibetiigi kogupindalast vähemalt kümnendiku ning see võib olla eraldiseisev basseini või muldvalli, kivide või gabioonidega eraldatud ala viibetiigi sissevoolu poolses otsas.

Taimkattega viibetiigis tuleks saasteainete võimalikult tõhusaks eemaldamiseks jaotada vesi ühtlaselt kogu viibetiigi laiuses. Viibetiigi võib projekteerida ka selliselt, et väiksemate sadude korral ujutub üle ainult piiratud süvendatud osa alast ning intensiivsemate sadude korral terve viibetiik. Nii ei muutu kogu ala märjaks ja soiseks.

Viibetiik sobib eri tüüpi aladele, sealhulgas nii elamupiirkondadesse kui ka mujale, kuid seda kavandades tuleb arvestada ruumimahukusega. Viibetiigi saab sageli kujundada multifunktsionaalseks avatud alaks, millest osa võib kasutada vaba aja veetmiseks. Ka ringristmike ümbrus, mis üldiselt ei sobi muuks tegevuseks, võib sobida viibetiigiks. Viibetiigi väärtust saab sageli suurendada jalg- või rattateedega, struktuursete ja mitmekesiste taimedega; seda saab kasutada ka parkla, mängu- või spordiväljakuna.



Joonis 42. Viibetiik pealtvaates ja läbilõikenähtuna (CIRIA 2015 järgi).

## Viibetiigi projekteerimine

Viibetiigi kujundus sõltub konkreetse ala omadustest ja seatud eesmärkidest.

Taimkattega viibetiik ei tohiks üldiselt olla geomeetrilise kujuga, välja arvatud siis, kui seda kasutatakse kuival ajal näiteks spordiväljakuna. Looduslähedasem ja huvitavam on ebakorrapärase, maastikku sobiva kujuga viibetiik.

CIRIA 2015 järgi ei tohiks viibetiigi maksimaalne veesügavus olla üle 2 meetri, kuid sageli on turvalisuse eesmärgil maksimum veel väiksem. Arvestada tuleb, et maksimaalne veesügavus ei tohi

ala kasutajatele olla ohtlik. Põhi peaks olema üsna tasane ja väikese kaldega väljavoolu suunas, et äravoolav vesi puutuks taimedega võimalikult palju kokku, kuid ei jääks seisma. Selleks, et pind oleks kindel ja kuiv, võib viibetiigi põhja katta hea infiltatsioonivõimega materjaliga ning paigaldada дренаaži.

Viibetiigi külgnõlvade kalle ei tohiks tavaliselt olla suurem kui 1 : 3, välja arvatud erandjuhtudel ja tingimusel, et see on ohutu. Nõlva kalle 1 : 3 võimaldab seda ka ohutult hooldada, näiteks niita.

Viibetiigi sisselaskeavade, väljalaskeavade ja muude oluliste struktuuride hooldamiseks tuleb tagada juurdepääs. Juurdepääsu saab sageli ühildada inimestele mõeldud juurdepääsuradadega ning sellega koos vähendada nõlvade kasutamisest tekkivat erosiooniriski.

Viibetiigi sisse- ja väljalasketorud ning truubid ei tohi olla inimestele ligipääsetavad. Ligipääsu tõkestamiseks võib kasutada piirdeid või ka võresid, kuid viimased kipuvad kiiresti prahiga ummistuma, mistõttu vajavad sagedast hoolust, et säiliks viibetiigi hüdrauliline läbilaskevõime. Sisse- ja väljavoolutorud võiks kindlustada kividega. Kindlustus tuleks rajada püsivalt, kasutades tsementi vm materjali, mis tagaks kivide püsivuse.

Sissevool tuleks hajutada, et minimeerida erosiooniohtu. Seda saab saavutada sissevoolukanalite tugevdamise ja tõkete rajamisega. Väljavool toimub väikese vooluhulga korral reguleeritavate avade kaudu, mida saab suuremate vooluhulkade puhuks kombineerida ülevoolukanalite, ülevoolupaisude ja/või truupidega. Samuti võib väljalaskeavana kasutada mitut toru.

Projekteerides tuleb arvestada ka maksimumalset põhjavee taset. Kõrge põhjavee tase ei pruugi alati viibetiigi toimimist takistada, kuid selle tõttu võib viibetiigi põhi muutuda mudaseks ja ebaatraktiivseks.

Äravailav sademevesi puhastatakse viibetiigis sissevoolu ühtlase jaotamisega kogu tiigi ulatuses, puhverdamise ja taimede abil. Väljavoolu juurde võib lisada väikesed tiigid (sügavamad alad), et suuremate sadude korral heljum settiks. Voolava vee tase tuleks hoida allpool taimestiku kõrgust (muru korral < 100 mm).

Kasvupinnase sügavus sõltub taimestusest: lilleniitudele võib sobida 100 mm, muru jaoks on tarvis 150 mm ja suuremate taimede istutusaladel 450 mm pinnast.

Kui viibetiiki on kavandatud väikesed settebasseinid või -tiigid, istutatakse neisse tavaliselt märgalade taimeliigid, mis taluvad pikemat üleujutust. Sette- tiikide sügavust ja taimestikku kavandades tuleb arvestada ka võimaliku kuivamisohuga suvekuudel.

## Viibetiigi rajamine

Viibetiigi põhi ja nõlvad tuleb hoolikalt ette valmistada, et need oleksid tugevad, sobiva kalde ning ühtlase ja sileda pinnaga, sest muidu hakkab vesi lohkudesse kogunema, tekivad vooluteed ja suureneb erosioonioht. Sisse- ja väljalaskekonstruktsioone ehitades tuleb jälgida, et ei tekiks settimist ega erosiooni.

Külgnõlvadel kasutatav kasvupinnas peab olema sobiva viljakuse ja poorsusega ning piisava paksusega, et taimestik sel kiiresti kasvaks. Vett mitteläbilaskvat vooderdust kasutades tuleb tagada, et seda ehituse kestel ei kahjustataks.

Rajamisetapis tuleb minimeerida sademevee juhtimist rajatavasse viibetiiki.



## Viibetiigi eelised ja puudused

Eelised (+)	Puudused (–)
+ Peab äravoolavat vett ajutiselt kinni ja säilitab seda.	– Ebasobiva asukohavaliku, kehva planeeringu või vähese äravoolu eelpuhastuse korral suur probleemide tekke oht.
+ Vähendab äravoolava vee kogust.	– Ei sobi väga saastunud sademeveega aladele.
+ Eemaldab tõhusalt saasteaineid.	– Katab suure maa-ala.
+ Taastoodab põhjaveevaru.	
+ Lihtne ja soodne rajada.	
+ Tulemuslikkust on lihtne jälgida.	
+ Saab kuival ajal kasutada puhkeala, spordi- või mänguväljakuna.	

## Viibetiigi hooldamine

Viibetiiki tuleb regulaarselt hooldada. Projekteerija peab koostama hoolduskava, mis sisaldab hooldustööde kirjeldust ja sagedusi (tabel 21). Viibetiiki peab hooldama ja selle eest vastutama kompetentne, selle kohta juhendust saanud teenusepakkuja. Kontrollimise ja hooldamise jaoks tuleb viibetiigi juurde tagada piisav ligipääs, sealhulgas hooldusseadmetele ja -sõidukitele. Prügi ja prahi eemaldamine peaks toimuma ala üldise maastikuhoiduse osana. Kui viibetiik on rajatud eramaale, peab omanik olema teadlik ala hooldusnõuetest ning nende täitmise vajadusest.

Peamine hooldustöö on tavaliselt niitmine. Regulaarselt on vaja niita eelkõige teid, vaba aja veetmiseks mõeldud alasid ja põhilist veekogumisala. Ülejäänud ala saab käsitleda harvaniidetava niiduna.

Niitmisel peaks ideaaljuhul säilima 75–150 mm murukõrgus, et saasteained filtreeritaks ja heljum settiks. Toitainete ja saasteainete eemaldamiseks tuleb niidetud rohi kokku koguda ja ära viia. Kui viibetiigi väljavoolu juures on väike alaline settetiik, tuleks selle taimestikku hooldada samamoodi nagu tiigi või märgala oma. Tähelepanu tuleb pöörata bioohutusele ja invasiivsete liikide leviku tõkestamisele.

Aeg-ajalt tuleb eemaldada setted (näiteks kui settekihi paksus ületab 25 mm). Viibetiigi elamupiirkondadest või tavalistelt teedelt ja katustelt äravoolavast sademeveest kogunenud setted ei ole üldiselt mürgised ega ohtlikud ning seetõttu saab neid ohutult kasutada pinnase täitematerjalina või lisada kompostile. Enne sette eemaldamist võib olla tarvis

seada analüüsida, et määrata kindlaks selle edasine käitlemine. Tiheda liiklusega tänavatelt või tööstusalalt koguneva äravoolu korral on analüüs hädavajalik. Kõik setete eemaldamisest või erosioonist tingitud kahjustused tuleb kohe parandada ja hävinud taimestik asendada.

Paljusid viibetiigi hooldustöid saab teha üldise maastikukorralduse osana ning seetõttu ei tohiks viibetiigi rajamise järel juba nagunii hooldatavale alale lisanduda suuremaid lisahoolduskulusid.

**Tabel 21.** Viibetiigi hoolduskava

Hoolde liik	Tegevus	Sagedus
<b>Pidev hooldus</b>	♣ Prügi ja prahi eemaldamine	Igakuiselt
	♣ Niitmine juurdepääsuteedel, ülevoolu- jm olulistel aladel	Igakuiselt või vajaduse järgi kasvuperioodil
	♣ Niitmine niidualadel viibetiigi põhjas ja ümbruses	Kevadel ja sügisel
	♣ Taimestuse hooldamine	Vajaduse järgi
	♣ Sisse- ja väljalaskevade kontrollimine ning vajaduse korral puhastamine	Igakuiselt
	♣ Võimalike füüsiliste kahjustuste kontrollimine	Igakuiselt
	♣ Sette ja surnud taimede kontrollimine ning vajaduse korral eemaldamine	Kord aastas
<b>Pisteline hooldus</b>	♣ Surnud taimede asendamine	Vajaduse järgi
	♣ Puude ja põõsaste kärpimine ning lõigatud okste eemaldamine	Kord 2 aasta jooksul või vajaduse järgi
<b>Parandusmeetmed</b>	♣ Erosioonikahjustuste kõrvaldamine, sisse- ja väljalaskevade ning ülevoolude parandamine	Vajaduse järgi



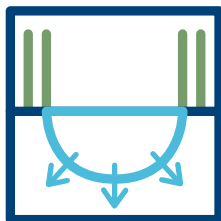
**Foto 40.** Viibetiik Taanis Kopenhaageni tänavaruumis. Foto: Kopenhaageni Linnavalitsus



**Foto 41.** Viibetiik avalikul lõkkeplatsil Rootsis Malmös. Foto: Gen Mandre



Foto 42. Tiik korteriühistu territooriumi rohealal Rootsis Malmös. Foto: Gen Mandre



### 4.3.3 Tiik

Tiik on püsivalt veega täidetud veekogu, mille veetase muutub suuremate sadude korral. Tiik toimib kõige optimaalsemalt siis, kui sellesse sisenev sademevesi on juba eelnevatel looduslähedase sademeveesüsteemi osades puhastatud ja selle voolukiirus aeglustunud ning tiigis toimub selle viimane puhastus.

Tiik aitab vähendada üleujutusohu, vähendades äravoolava sademevee voolukiirust ja kogust, ning puhastab settimise, filtreerimise ja bioloogiliste protsesside abil vett, lisaks mitmekesistab avalikku ruumi ja toetab elurikkust.

Tiigi peamine ülesanne on mahutada liigvett. Veetase tõuseb ajutiselt sadude korral, aga erinevalt viibetiigist, mis enamiku ajast on kuiv, on tiigis alati vesi. Saju korral peetakse äravoolav vesi ajutiselt kinni ja see puhastub. Kui põhjavee saastumise oht puudub, võib tiigis äravoolu ka immutada.

Tiik pakub mitmesuguseid maastiku kujundamise võimalusi. Kavandatavast alast lähtudes võib tiike planeerida kaskaadina, piklike kitsaste serpentiinidena või suuremate veesilmadena.

Kus kasutada sobib?	
Elamupiirkond:	<b>JAH</b>
Äri- või tööstuspiirkond:	<b>JAH</b>
Tiheasustus:	<b>VÄHETÕENÄOLINE</b>
Sobitamine olemasolevale hoonele:	<b>VÄHETÕENÄOLINE</b>
Saastatud alad:	<b>JAH</b> (pinnasest eraldatult)
Kaitsmata põhjaveega alad:	<b>JAH</b> (pinnasest eraldatult)

Suutlikkus	
Vooluhulkade järskude suurenemiste leevendamine:	<b>HEA</b>
Äravoolava sademevee koguse/mahu vähendamine:	<b>MADAL</b>
Vee kvaliteedi parandamine:	<b>HEA</b>
Atraktiivsus:	<b>HEA</b>
Ökoloogiline potentsiaal:	<b>HEA</b>

Arvestada tuleb sedagi, et tiigist saab lindude ja loomade elupaik ning selle vett on võimalik kasutada kastmiseks või muuks otstarbeks.

## Tiigi tööpõhimõtted ja asukohavalik

Tiik tuleks kujundada nii, et sellesse sisenev vesi valguks ühtlaselt laiali. Nõnda puhastub vesi ühtlasemalt, heljum settib kogu tiigi pindala ulatuses ning nurkades ei teki nn surnud tsoone, kus vesi ei liigu (joonis 43). Tiigi kuju vormides ning veetõkkeid ja saari lisades saab suurendada vee voolutee pikkust ja tõhustada puhastamist veelgi.

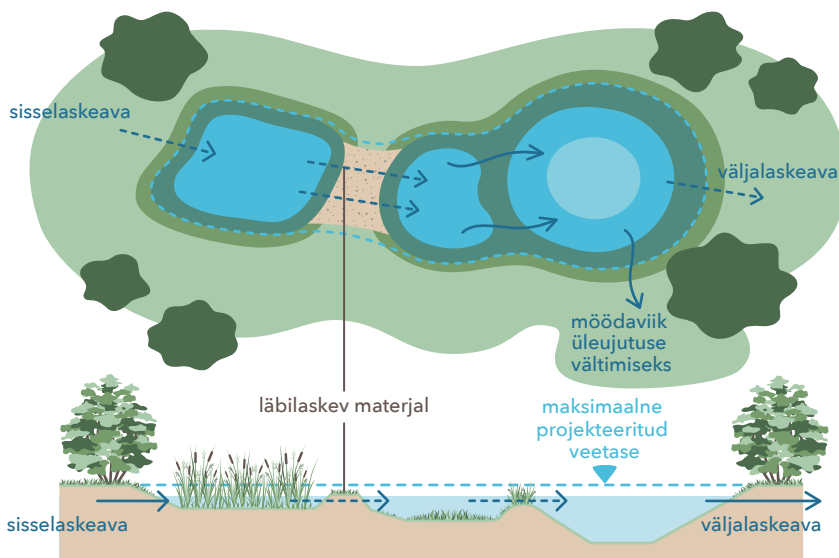
Tiigi sisse- ja väljalaskeavad tuleks paigutada nii, et voolutee läbi tiigi oleks maksimaalne. Voolutee pikkuse ja laiuse suhe peaks olema vähemalt 3 : 1, ideaalis 4 : 1 või 5 : 1. Kui sisselaskeavasid on mitu, peaks seda põhimõtet järgima kõigi juures.

Sissevoolu(de) toimimise tagamiseks võiks sademevett eelnevalt ülesvoolu SUDS-lahenduste abil puhastada, et vähendada selles heljumit, mille külge kleepuvad paljud saasteained. Selle

tulemusena on tiigivee kvaliteet parem, tiigialast jääb meeldivam mulje ning suureneb bioloogiline mitmekesisus.

Kui tiiki sisenevat vett pole ülesvoolu asuvate SUDS-lahendustega puhastatud, siis tuleks heljumi eemaldamiseks rajada eelpuhastusala (settebassein) tiigi sissevoolupoolsesse ossa. Mitme sissevooluga lahenduse korral peaks igal sissevoolul olema oma eelpuhastusala. Eelpuhastusala peavad olema ligipääsetavad ja kergesti hooldatavad. Neile võiks paigaldada settetaseme mõõturid, et jälgida setete kogunemist ja tuvastada hooldevajadust. Hooldamise lihtsustamiseks võiks settimisalade põhja tugevdada.

Tiiki siseneva vee voolamise energia tuleb summutada, et vähendada eroosiooniohtu. Seda saab teha sissevoolu aeglustamisega ja/või sisselasketoru täieliku uputamiseega.



Joonis 43. Tiik pealtvaates ja läbilõikenähtuna (CIRIA 2015 järgi).

Ülekoormuse vältimiseks on soovitatav rajada ülesvoolu möödaviike, et suuremate sademete korral juhtida osa sade-meveest tiigist kõrvale.

Tiigile on üldjuhul vaja mitteummistuvat muutuva voolukiirusega toimivat reguleeritavat väljavoolu koos avariülevooluga. Selleks võivad olla eri kõrgustel asuvad ülevoolukanalid ja/või truubid, reguleeritava kõrgusega pais või väljavoolutoru(d).

Enne väljavoolu peaks asuma tiigi kõige sügavam koht, kus heljum lõplikult settib ega teki setete resuspensiooni. Eroosiooni vältimiseks võib olla tarvis voolu rahustada väljalaskeavast allavoolu, kuid see sõltub väljavoolava vee voolukiirusest, väljalaskeava konstruktsioonist ja vastuvõtva vooluveekogu tundlikkusest eroosiooni suhtes.

Tiigis peaks leiduma sügavamaid ja madalamaid tsoone. Sügavamate tsoonide sügavus peaks jääma alla 2 m, et need ei kihistuks ning põhjas ei tekiks hapnikuvabasid alasid. Hapniku jõudmine kogu veesambasse ja tiigi põhja võimaldab looduslikel organismidel biolagundada raskemini lagunevat saastet, näiteks õlisid. Väga madalas avatud tiigis võib suvekuudel esineda veeõitsenguid ja suuremat bioloogilist aktiivsust. Samuti võib madal tiik vähese sademete hulga korral kuivada. Seetõttu tuleks planeerida tiik 0,6–1,0 m sügavusena ning madalamatel aladel peaksid kasvama veetaimed. Sügavamate tsoonide planeerimise juures peab arvestama sellega, et sügavas vees suudavad kasvada vaid vähesed taimeliigid ning seetõttu väheneb tiigi puhastusvõime toitainetest.

Tiigi servades tuleks ette näha madalad veetaimede kasvualad maksimaalse veesügavusega 0,4 m (tiigi tavalise veetaseme korral). Madalama ala laiust saab varieerida tiigi suuruselt ja ohutusest lähtudes. Enamasti on tiigi rajamisel oluline enne taimede istutamist parandada põhjas olevat kasvusubstraati, kuna tiik asub tavaliselt looduslikust viljakast mullahorisondist tunduvalt madalamal. Samas tuleks kasvusubstraati lisada minimaalselt, et mitte soodustada eutrofeerumist ja veeõitsenguid.

Tiigile tuleks ette näha turvaala ja hooldamise tarbeks juurdepääsuteed. Lauge turvaala sobiv laius on 3,5 m ja kalle alla 1 : 15, kuigi see sõltub maa olemasolust, määratud juurdepääsust ja tiigi hooldusseadmete tüübist. Veepinna ja lauge turvaala vaheliste nõlvade kalle ei tohiks ohutuse huvides tavaliselt ületada 1 : 3 ning kõikjal, kus on vaja niita, ei tohiks nõlvad olla järsemad kui 1 : 4.

Tiigist ülesvoolu paiknevaid SUDS-komponente kasutades saab kujundada väikese ja maastikku sulanduva tiigi. Suure avatud veekogu rajamine vajab linnalises keskkonnas väga hoolikat kaalumist, kuid läbimõeldud kujunduse korral võib see täiendada ja rikastada avalikku ruumi. Tiik tuleks kavandada nähtavasse asukohta, et see oleks piirkonna väärtuslik osa ning aitaks kujundada kogukonna identiteeti (foto 42).

Tiiki võib olla keeruline rajada järsu kallakuga kohta ning seda ei tohiks kavandada ebastabiilsele pinnasele. Maapinna stabiilsust tuleb kontrollida, hinnates pinnase ja põhjavee tingimusi. Tiiki ei tohi rajada ka kontrollimata täitematerjalidele või jäätmetele, näiteks ehitusjäätmetele. Tiigi all olev pinnas peab

olema piisavalt vettpidav, et veetase püsiks planeeritud tasemel. Hea veeläbilaskusega pinnase korral tuleb tiigi kuivamise vältimiseks voorderada põhi vett mitteläbilaskva materjaliga. Tiigi peab ümbritsevast pinnasest isoleerima ka saastunud vee korral, et saaste ei satuks põhjavette. Pinnast tuleb testida veeläbilaskuse katsetega ning kaeve

ja pinnase ladustamine tuleb kooskõlastada spetsialistidega.

Tiik ei ole sobi ehitusplatsidelt või arenduspiirkonnast ehitusperioodil äravoolava vee kogumiseks või käitlemiseks, kuna see tekitab tõenäoliselt väga suure settekoormuse.

## Tiigi projekteerimine

Tiigiala tuleks kujundada kolmeks-neljaks tsooniks.	
<b>Eelpuhastusosa (valikuline)</b>	Ideaalis peaks tiigi siseneva vee eelpuhastus (suuremate osakeste ja õlide eemaldus) toimuma tiigist ülesvoolu paiknevate SUDS-lahenduste abil. Kui see võimalus puudub, võib heljumi väljasetamiseks kujundada tiigi sissevoolu osas väikese eelpuhastusosa (settebasseini), kus kogunenud setted on paremini kontrollitavad ja eemaldatavad.
<b>Alaliselt veega täidetud ala</b>	Selles tiigi osas püsib kindel veetase aasta ringi ning toimub peamine vee puhastumine.
<b>Puhverdusala</b>	Alaliselt veega täidetud tiigiosa ümbritsev ala, mis täitub veetaseme tõustes saju ajal ja tagab vajaliku puhverdusmahu.
<b>Veetaimede kasvuala</b>	Väiksema sügavusega madalveeala tiigi kaldavööndis, mis soodustab veetaimede kasvu, toimib bioloogilise filtrina ja pakub turvalisust.

Projekteerimise ajal tuleb planeerida ka turvaline ülevool, hoolduseks vajalikud juurdepääsud kõikidele tiigi osadele ning lauge turvaala tiigi perimeetri ümber, et tagada turvaline vahemaa enne avavett.

Suuremate sadude puhuks tuleb tiigile kavandada ülevool (näiteks toru või ülevoolukanalina) tiigi maksimaalse projekteeritud veetaseme piirile. Ülevool peab olema projekteeritud nii, et äravoolav liigvesi ei kahjustaks tiigi muldkeha ega põhjustaks allavoolu ülejutusit. Väikese

tiigi ülevooluks võib olla lihtne maastikku integreeritud muruga kaetud süvend.

Kui tiigi sügavus ulatub üle 1,5 m, siis on soovitatav suvel tagada vee tsirkulatsioon, näiteks purskkaevu või aeraatori abil, et vältida seisvat vett ja vähese lahustunud hapniku tingimusi ning sellega kaasnevat eutrofeerumist ja ebameeldiva lõhna teket. Puude istutamine tiigi lääne- ja lõunapoolsele küljele aitab vähendada vee liigset soojenemist, eriti tihedas linnapiirkonnas, kus soojussaare efekti mõjul võib temperatuur suvekuudel kõrgeneda.



Tiik peaks suuruselt ja kujult sobima ümbritseva maastikuga ning suurendama ala esteetilist väärtust kogukonna jaoks. Rohealal asuv tiik võiks olla loodusliku kalda ja keskkonda sulanduva vormiga (foto 43), tihedasse linnalisse keskkonda võib paremini sobida tugevam sirge tehiskallas. Tiigi esteetiline väärtus on seda suurem, mida puhtam on sisesevoolav vesi, seetõttu on soovitatav rajada tiik SUDSi viimase komponendina.

Elurikkuse soodustamiseks peaks tiiki ümbritsev keskkond pakkuma eri liikidele nii varjulisi kui ka avatud ligipääse veele. Tiigis peaks olema erineva sügavusega alasid, mis loovad erinevaid

elupaiku, ja vajaduse korral ka vähemalt meetrisügavusi alasid, kus vee-elustik saab talvituda külmal ajal talvedel. Elupaikade struktuurilist mitmekesisust tuleks tiigis soodustada.

#### Tiigi kujundust saab ökoloogiliselt paremaks muuta, kui arendada seda kahes etapis:

- I esimeses etapis määrata tiigi põhikuju ja struktuur;
- II teises etapis aasta-paar hiljem viimistleda väljakujunenud elupaiku, näiteks profileerida kallast ümber, et suurendada veetaseme hooajalise kõikumise ulatust.

## Tiigi materjalid ja taimestus

Tiigi saab ümbritsevast pinnasest isoleerida, paigaldades kasvustraadid alla vett pidava kihi, näiteks geomembraani või savikihi. Geomembraanist veetõrke tuleks tavaliselt kaitsta geotekstiili kihtidega. Savist vett pidavat kihti tuleks kaitsta kuivamise eest. Täieliku veekindluse tagamiseks peaks savikihi paksus olema 500–1000 mm.

Tähelepanu tuleb pöörata sellele, et veega küllastunud kasvustraadid kihid ei libiseks vooderdiselt maha, vajaduse korral tuleb kasutada pinnase kaitse-süsteeme. Kõige lihtsam on sellele juba nõlvade kallete projekteerimise ajal tähelepanu pöörata.

Taimestik parandab tiigi välimust, stabiliseerib nõlva, aitab vältida erosiooni ning pakub elupaiku. Veetaimestik soodustab mikroorganismide elutegevust, tagab

mõningase toitainete omastamise, stabiliseerib setteid tiigi põhjas ning soodustab heljumi settimist, aeglustades veevoolu läbi tiigi.

Taimestatud kaldad piiravad ligipääsu avaveele ja tiigi sügavamatele osadele ning muudavad veekogu seega turvalisemaks. Taimestamise juures tuleb siiski arvestada tiiki kasutava elustiku vajadustega, samuti hooldusnõuete, vaadete tagamise jms eesmärkidega. Taimestik ei tohiks piirata veepiiri nähtavust ega vaadet (näiteks lapsevanematel), eriti puhkealadel.

Projekteerija peaks tiigi kujundusest ja eesmärkidest lähtudes koostama sobivate soovitatavalt kohalike taimeliikide loendi. Võõrliigid sobivad pigem formaalsemasse linnakeskkonda, kuid võivad aidata tolmeldajate arvu suurendada ja pakkuda esteetilist väärtust. Taimestik

võiks olla liigiliselt mitmekesine, monokultuure (näiteks pilliroogu) tuleks vältida. Kasutada ei tohi invasiivseid liike.

Tiiki taimestades tuleks vältida vee- ja taime- istutamist liiga tihedalt ning lasta taimestikul võimalikult looduslikult areneda. Taimede istutustihedus võib olla erinev, kuid tavaliselt on see 4–8 taime ruutmeetri kohta. Taimi peaks istutama aprilli algusest juuni keskpaigani, et nad jõuaksid kasvuperioodi vältel talve üleelamiseks piisavalt juurduda. Istutada tuleks sademevee tiiki juhtimisega samal ajal, et saasteained eemalduksid ja väheneks kallaste erosiooni oht.

Tiigitaimed peaksid taluma kõikuvat vee- taset. Ideaalsed on veealuses tsoonis suure vartetihedusega liigid, mis suurendavad vee ja mikroorganismide kasvupinna vahel kontakti, tagades samal ajal ühtlased voolutingimused.

Tiigi ehitamise ajal võib pinnas tiheneda, mille tagajärjel on taimedel keerulisem pinnasesse juurduda ning nad võivad hukkuda. Selle vältimiseks tuleks kaevata istutusaugud ja täita need tihendamata pinnasega. Kui tiiki on kaevatud aluspinnaseni, kus puuduvad kvaliteetset kasvu tagavad toitained ja orgaaniline aine, tuleks istutusalaadele lisada sobiv kasvusubstraat, võttes seejuures arvesse vajadust piirata veekogusse jõudvate toitainete hulka. Rohuga kaetud alade jaoks on tavaliselt piisav kasvupinnase sügavus 150 mm, kuid suurte põõsaste istutamiseks võib vaja minna kuni 450 mm kasvupinnast.

## Tiigi rajamine

Tiigi põhi ja nõlvad tuleks hoolikalt ette valmistada, et need oleksid püsivad ja vett pidavad. Nõlvade viimistlemiseks kasutatav pinnas peab olema taimestiku kasvuks sobivalt viljakas, poorne ja piisava sügavusega.

Sisse- ja väljavoolukonstruktsioone täites tuleb kontrollida, et ei toimuks liigset

settimist ja erosiooni. Kui kasutatakse vett mitteläbilaskvat isolatsiooni, peab jälgima, et see ei saaks ehituse ajal kahjustada.

Taimestiku rajamist tuleks planeerida mitmeks aastaks, et saaks jälgida taimestiku arengut ning tarviduse korral taimi juurde istutada.

## Tiigi eelised ja puudused

Eelised (+)	Puudused (-)
+ Reguleerib allavoolu liikuva sademevee hulka.	- Ei vähenda oluliselt äravoolava vee kogust.
+ Puhastab vett tõhusalt saasteainetest.	- Ei sobi järsu kallakuga alale.
+ Lisab piirkonda väärtust ja suurendab kogukonna tunnet.	- Tervise ja ohutuse kaalutlustel võidakse see isoleerida piirdega.
+ Suure esteetilise, ökoloogilise ja atraktiivsuse potentsiaaliga.	- Ilma regulaarse sissevooluta võivad tekkida anaeroobsed tingimused.
+ Pakub jahutavat mõju näiteks kuumalaine ajal.	- Invasiivsed liigid võivad suurendada hooldusvajadust.
+ Kasutatav veereservuaarina näiteks kastmis- või tuletõrjvee jaoks.	

## Tiigi hooldamine

Tiiki tuleb regulaarselt üle vaadata ja hooldada (tabel 22), sest sellest sõltub tiigi seisund ja sademevee käitlemise tulemuslikkus. Pikaajalise hoolduse tagamiseks peab projekteerija koostama hoolduskava, milles on hooldustööde üksikasjalik kirjeldus, sealhulgas teave tööde sageduse ja vajalike seadmete kohta. Hooldamise kestel tuleb hooldusvajadust jälgida ja vajaduse korral hoolduskava kohandada.

Tiigi hooldamine on suhteliselt lihtne ning tavaliselt on lisaks tavapärasele avaliku ala hooldusele vaja vaid vähest lisatööd. Hooldustöid, nagu muda või taimestiku eemaldamine, tuleb teha vajaduse järgi, kuid need tuleks kavandada tiigielustiku vajadustega arvestades, näiteks vältida lindude häirimist pesitsusperioodil ja elupaikade häirimist muudel kriitilistel aegadel. Seetõttu tuleks hooldustööd planeerida kasvu-

perioodi lõppu, tavaliselt septembrisse-oktoobrisse. Muda ja taimestikku võib eemaldada maksimaalselt kord aastas piiratud alal (maksimaalselt 25–30% tiigi pindalast), et vähendada mõju elusloodusele. Kõik tegevused ja nende ajastamine tuleb hooldusgraafikus selgelt määratleda. Prügi ja prahi eemaldamine peaks toimuma ala üldise maastikuhoolduse osana. Tiigiümbruse taimestikku tuleb tarviduse korral kärpida, et hoida tiik lehtedest vaba ja säilitada ala välimus.

Hoolduse ja sellega seotud juurdepääsunõuded tuleb määrata kavandamise etapis. Ideaalis peaks juurdepääs hooldusalale olema vähemalt 3,5 m lai, maksimaalse ristkaldega 1 : 7 ja piisavalt tugev, et taluda hooldusseadmeid ja sõidukeid. Võimaluse korral tuleks tiik projekteerida nii, et hoolduseks ei ole tarvis erimasinaid kasutada.

Tiikidest või ülesvoolu asuvatest SUDS-lahendustest eemaldatud setted tuleb jäätmekäitluse õigusaktide alusel ohutult kõrvaldada. Enne sette eemaldamist võib olla vaja seda analüüsida, et määrata kindlaks sette edasine käitlemine. Enamikul juhtudel võib madala riskiastmega kohtadest eemaldatud setet ladustada kohapeal, kui selleks on olemas sobiv ja ohutu koht.

Suvekuudel võib tiiki ja selle elustikku ohustada eutrofeerumine. Seda saab üldjuhul kõige paremini leevendada toitainete allika kontrollimise või tiigis pideva veeringluse (hapnikuga rikastamise) tagamisega. Tõsisematel juhtudel tuleks konsulteerida spetsialistidega.

**Tabel 22.** Tiigi hoolduskava

Hoolde liik	Tegevus	Sagedus
<b>Pidev hooldus</b>	• Prügi ja prahi eemaldamine	Igakuiselt või vajaduse järgi
	• Muru niitmine, säilitades projektipõhise kõrguse	Igakuiselt või vajaduse järgi kasvuperioodil
	• Ülejäänud taimestiku hooldamine ning invasiivse taimestiku ja umbrohu eemaldamine	Algul igakuiselt, hiljem vajaduse järgi
	• Vee kvaliteedi kontrollimine	Vajaduse järgi
	• Erosiooninähtude, taimestiku vähese kasvu, sisse- ja väljalaskeavade ning ummistuste kontrollimine	Algul igakuiselt, hiljem 2 korda aastas
	• Sette eemaldamine eelpuhastusalalt (settebasseinist)	1-5 aasta tagant või vajaduse järgi
	• Sette ja taimestiku eemaldamine 25%-lt tiigi pindalast	5 aasta tagant või vajaduse järgi
<b>Pisteline hooldus</b>	• Sette eemaldamine põhjast, kui veemahutavus on ladestunud sette tõttu 20% vähenenud	Tõhusa eelpuhastuse korral väga harva, 25-50 aasta tagant
<b>Parandusmeetmed</b>	• Erosiooni- või muude kahjustuste kõrvaldamine, taimestiku taastamine või asendamine	Vajaduse järgi
	• Eutrofeerumisnähtude ilmnemise korral tiigi aereerimine	Vajaduse järgi
	• Sisse- ja väljalaskeavade ning ülevoolude ja muude kahjustuste parandamine	Vajaduse järgi



**Foto 43.** Tiik looduslähedase sademeveesüsteemi viimase komponendina Soomes Vantaas. Sademevesi juhitakse tiiki märja äravoolunõva kaudu. Foto: Gen Mandre



**Foto 44.** Avaveeline tehismärgala Soomes Nummelas. Foto: Gen Mandre



### 4.3.4 Tehismärgala

Tehismärgala on kunstlikult loodud märgala ökosüsteem, mida tavapäraselt kasutatakse reovee puhastamiseks. Tehismärgala talub suuri hüdraulilise ja reostuskoormuse kõikumisi, mis on iseloomulik ka sademeveele. Seetõttu sobib seda kasutada reovee ja sademevee kombineeritud puhastamiseks või väga reostunud sademevee puhastamiseks. Puhastus toimub füüsikalise-keemilise ja bioloogilise protsesside abil, nagu settimine, sadenemine, taimede poolt omastamine ja mikroobne lagunemine.

Tehismärgalad võivad jagada kahte suuremasse gruppi: avaveelised tehismärgalad ja taimestik-pinnasfilter tehismärgalad.

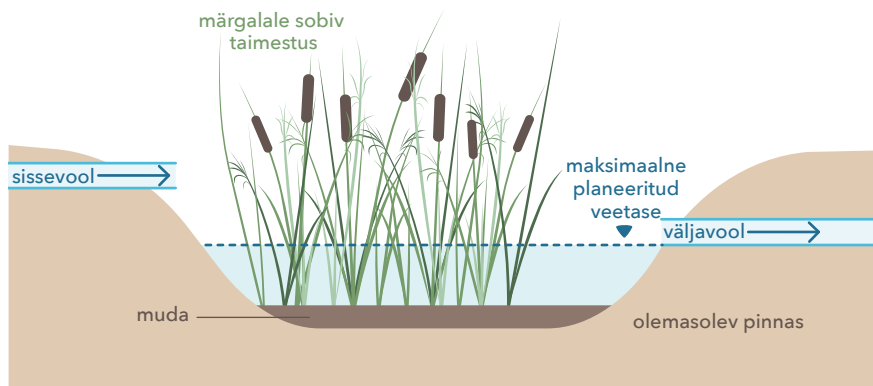
Kus kasutada sobib?	
Elamupiirkond:	<b>JAH</b>
Äri- või tööstuspiirkond:	<b>JAH</b>
Tiheasustus:	<b>VÄHETÕENÄOLINE</b>
Sobitamine olemasolevale hoonele:	<b>VÄHETÕENÄOLINE</b>
Saastatud alad:	<b>JAH</b> (pinnasest eraldatult)
Kaitsmata põhjaveega alad:	<b>JAH</b> (pinnasest eraldatult)

Suutlikkus	
Vooluhulkade järskude suurenemiste leevendamine:	<b>HEA</b>
Äravoolava sademevee koguse/mahu vähendamine:	<b>MADAL</b>
Vee kvaliteedi parandamine:	<b>HEA</b>
Atraktiivsus:	<b>HEA</b>
Ökoloogiline potentsiaal:	<b>HEA</b>

**Avaveeline tehismärgala** on madal vee- taimedega täidetud tiik (joonis 44, foto 44). Taimed on olulised puhastusefektiivsuse parandajad, kuna peamine puhastumine toimub tänu nende lehtedele ja vartele kinnitunud mikroorganismidele, kes moodustavad seal biokile. Mida tihedam on taimkate, seda suurem on ka puhastusefektiivsus. Külma kliimaga aladel on kõige tõhusamad tiheda kasvuga laialehine hundinui (*Typha latifolia*) ja harilik pilliroog (*Phragmites australis*).

Avaveeline tehismärgala sobib paremini vähem saastunud sademevee puhastamiseks näiteks elamupiirkondades. See on peamiselt 30 cm sügavune, kuna sügavas vees taimede kasv pidurdub.

Sellesse võib kujundada ka sügavamaid alasid, et tekitada anaeroobsemaid tsoone, kus toimub tõhusam denitrifikatsioon ja lämmastiku ärastus (joonis 45). Sellist tüüpi puhasti vajab suhteliselt suurt maa-ala, seetõttu ehitatakse see enamasti ilma kaitsva vettpidava kihita, mis eeldab vettpidavate savikamate pinnaste olemasolu. Külmas kliimas projekteeritakse sügavamaid avaveelisi tehismärgalasid, kus on vajaduse korral võimalik talvisel ajal veetaset tõsta, et suurendada veemahtu. Kui avaveelisele tehismärgalale tekib jääkate, siis puhastusprotsessid toimuvad jääkatte all, kuid palju aeglasemalt, mida saab kompenseerida suurema veemahu ja puhasti pindalaga.



Joonis 44. Avaveelise tehismärgala läbilõige.

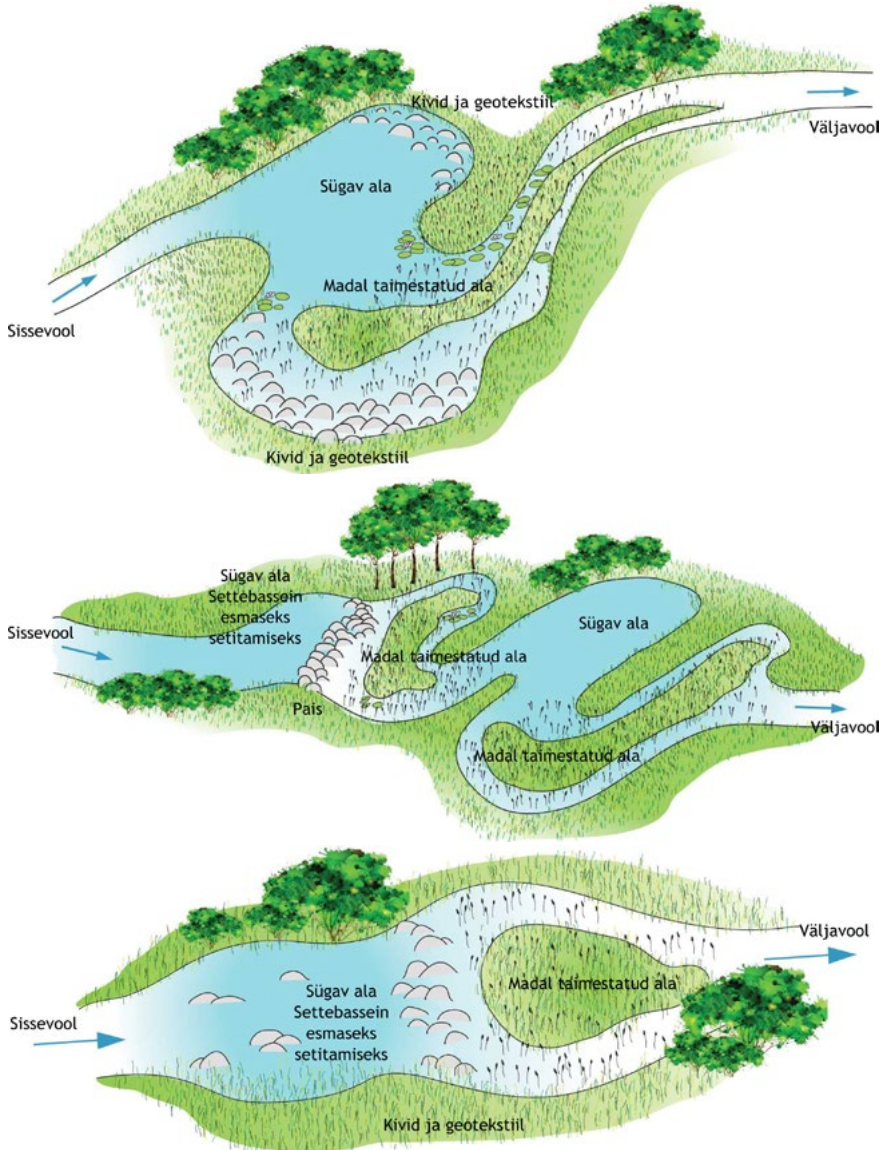
**Taimestik-pinnasfilter tehismärgala** on umbes meetrisügavune ümbritsevast pinnasest vettpidava kihiga eraldatud süvend, mis täidetakse spetsiaalse filtermaterjaliga (jäme liiv, killustik vm) ning kus kasvab harilik pilliroog (*Phragmites australis*) (joonis 46, foto 45). Pillirool on väga tihe risoomisüsteem ja juurestik, mis loob soodsa keskkonna mikroorganismidele, kes omakorda puhastavad

reovett. Kuivõrd puhastajateks on mikroorganismid ning sügavamal pinnases ei ole temperatuur talvel nii madal kui maa-pinnal, toimub saastunud vee taimestik-pinnasfiltris puhastumine ka talvisel perioodil. See on efektiivsem ka raskesti lagunevate orgaaniliste ühendite, näiteks õlisaaduste ja raskmetallide eemaldamisel.



Seetõttu sobib taimestik-pinnasfilter tehismärgala parklatest või teedelt pärit õli sisaldava sademevee puhastamiseks.

Taimestik-pinnasfilter võib olla vertikaalse või horisontaalse veefiltratsiooniga. Sademevee puhastamiseks on otstarbekam kasutada horisontaalse filtratsiooniga lahendust.



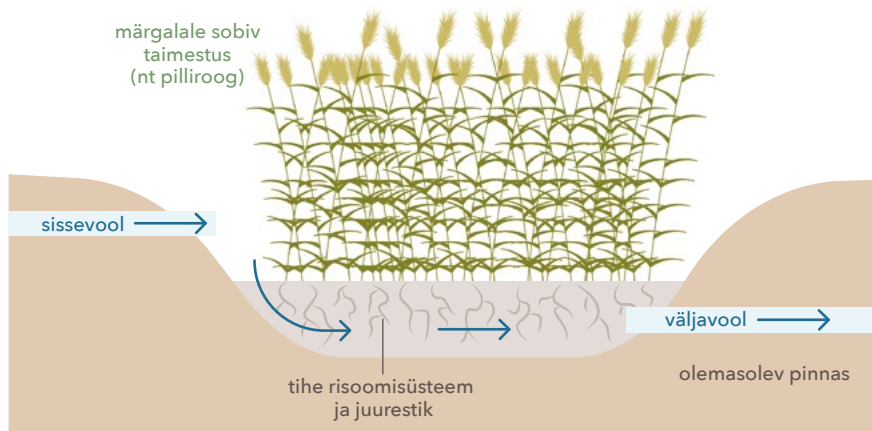
**Joonis 45.** Näiteid eri kujundusega avaveelistest tehismärgaladest, kus on voolu aeglustavad elemendid, sügavamad ja madalamad alad.

Vähem saastunud sademevee puhastamiseks sobib paremini avaveeline tehismärgala. See koosneb enamasti sisselasketsoonist (settetiik), makrofüütide tsoonist (madala veega tiheda taimeestikuga ala) ning vajaduse korral suurema veehulga möödaviigukanalist, mis on tavaliselt taimestatud kraav, mis juhib vee sisselasketsoonis märgalast mööda.

Tehismärgala peab looduslähedases sademeveesüsteemis olema viimane element, sest muidu ohustab seda liigne mudastumine. Lisaks vee puhastamisele suurendab märgala piirkonna elurikkust ja atraktiivsust ning pakub looduse vaatlemise võimalusi.

Tehismärgala on võimalik rajada ja sobitada linnakeskkonda, kuid planeerides tuleb arvestada, et märgala oleks piisava suurusega, mahutamaks ja puhastamaks valgalalt suunatavat sademevett. Soovitav avaveelise tehismärgala suurus on 2% sademevee valgalast. Kui rajada liiga väike märgala, võib liigne vesi selle üle koormata ja ala muutuda sekundaarse reostuse allikaks.

Tehismärgala rajatakse üldiselt äravoolava sademevee kvaliteedi parandamiseks, mitte suurte pinnaveekoguste kontrollimiseks. Kui seda kasutatakse vooluhulga puhverdamiseks või vähendamiseks, peaks maksimaalne kavandatud veetase olema selline, et taimekahjustuste oht oleks väike.



Joonis 46. Horisontaalse veefiltratsiooniga taimeestik-pinnasfilter tehismärgala läbilõige.

## Tehismärgala lahenduste ja asukoha valik

Tehismärgala sobib üldiselt enamikule uusarendustele ja ümberkujundatavatele aladele ning seda saab kasutada nii elukui ka mitteelamupiirkondades.

Ülesvoolu paiknevate SUDSi komponentide kasutamine võimaldab tavaliselt kujundada väikese ja maastikku sulanduvat tehismärgala. Suure avatud vee-koogu rajamine vajab linnalises kesk-

konnas väga hoolikat kaalumist, kuid läbimõeldud kujunduse korral võib see täiendada ja rikastada avalikku ruumi. Märgala võiks kavandada nähtavasse asukohta, et see kujuneks arendatava piirkonna väärtuslikuks osaks.

Tehismärgala võib olla keeruline rajada järsu kallakuga kohta ning seda ei tohiks kavandada ebastabiilsele pinnasele. Maapinna stabiilsuse kontrollimiseks tuleb hinnata pinnase ja põhjavee tingimusi. Märgala ei tohi rajada kontrollimata täitematerjalidele või jätmetele, näiteks ehitusjätmetele. Avaveelise tehismärgala all olev pinnas peab olema piisavalt vettpidav, et veetase püsiks

planeeritud tasemel. Hea veeläbilaskvusega pinnase korral tuleb ka avaveelise tehismärgala põhi vooderdada vett mitteläbilaskva materjaliga. Lisaks tuleb tehismärgala ümbritsevast pinnast isoleerida saastunud vee korral, et vesi ei imbuks põhjavette. Pinnast tuleb testida veeläbilaskvuse katsetega ning kaeve ja pinnase ladustamine tuleb kooskõlastada spetsialistidega.

Tehismärgala ei ole sobiv lahendus ehitusplatsilt või arenduspiirkonnast ehitusperioodil äravoolava vee kogumiseks või käitlemiseks, kuna see põhjustab tõenäoliselt väga suurt settekoormust.

## Tehismärgala projekteerimine

Tehismärgala peamine ülesanne on puhverdada valingvihmadega kaasnevat suurevat vee äravoolu ja puhastada seda saastest. Suuremate sadude puhuks tuleb märgalale maksimaalse projekteeritud veetaseme piirile kavandada ülevool, näiteks toru või ülevoolukanal. Ülevool peab olema projekteeritud nii, et äravoolav liigvesi ei kahjustaks märgala muldkeha ega põhjustaks allavoolu üleujutusi. Väikese märgala ülevooluks võib olla lihtne maastikku integreeritud muruga kaetud süvend.

Tehismärgala peaks suuruselt ja kujult sobima ümbritseva maastikuga ning suurendama kogukonna jaoks ala esteetilist väärtust. Rohealal asuv märgala võiks olla looduslike kallaste ja ümbritsevasse keskkonda sulanduvate vormidega, tihedasse linnalisse keskkonda võivad paremini sobida tugevamad sirged tehiskaldad. Märgala esteetiline väärtus sõltub ka sissevoolava vee saastatusest.

Tehismärgala projekteerides tuleks kaaluda kujundamist eri sügavuse ja funktsiooniga osadena, et tagada selle võimalikult hea töö.

<b>Eelpuhastusosa (valikuline)</b>	Idealis peaks siseneva vee eelpuhastus (suuremate osakeste ja õlide eemaldamine) toimuma märgalast ülesvoolu paiknevate SUDS-lahenduste abil. Kui see võimalus puudub või ei ole piisav, võib heljumi väljasetitamiseks kujundada sissevoolu osas väikese eelpuhastusosa (settebasseini), kus kogunenud setted on paremini kontrollitavad ja eemaldatavad.
<b>Alaliselt veega täidetud ala</b>	Selles osas saab aasta ringi hoida soovitud veetaset ja toimub peamine vee puhastamine. Suuremal märgalal võib selle jaotada väiksemateks veesilmadeks.
<b>Puhverdusala</b>	Alaliselt veega täidetud märgala osa ümbritsev ala, mis täitub veetaseme tõustes saju ajal, tagades vajaliku puhverdusmahu.
<b>Veetaimede kasvuala</b>	Madalveeala märgala kaldavööndis, mis soodustab veetaimede kasvu, toimib bioloogilise filtrina ja pakub turvalisust.

Kui tehismärgalas on madala veega osa suur, tuleks arvestada aurustumisest tingitud veekao ulatust, et tagada piisavad tingimused märgala taimede aastaringseks heaks kasvuks. Märgala väljavool peab olema reguleeritav, mis võimaldab veetaset vajaduse järgi tõsta või langetada.

Projekteerimisel tuleb planeerida ka turvaline ülevool, hoolduseks vajalikud juurdepääsud kõikidele märgala osadele ja lauge turvaala märgala perimeetri ümber, et avavee ees oleks turvaline vahemaa.

#### Märgala kujundust saab ökoloogiliselt paremaks muuta, kui arendada seda kahes etapis:

- I esimeses etapis määrata märgala põhikuju ja struktuur;
- II teises etapis aasta-paar hiljem viimistleda väljakujunenud elupaiku (näiteks profileerida ümber sügavaid alasid, et suurendada veetaseme hooajaliste kõikumiste ulatust).

Tehismärgala sissevool peaks jaotama vee ühtlaselt kogu märgala laiuses, et tagada maksimaalne vee voolamine läbi kogu märgala. Sissevoolu(de) toimimise tagamiseks on soovitatav sademevett enne ülesvoolu SUDS-lahenduste abil puhastada. Kuna heljumi külge kleepuvad paljud saasteained, tagab selle eemaldamine märgala vee parema kvaliteedi, mis mõjub esteetiliselt ja suurendab bioloogilist mitmekesisust.

Kui märgalale sisenevat vett ei ole võimalik eelnevalt puhastada, siis tuleks heljumi eemaldamiseks rajada eelpuhastusala märgala sissevoolupoolsesse ossa. Mitme sissevooluga lahenduse korral peaks igal sissevoolul olema eelpuhastusala. Kõik eelpuhastusalad peavad olema juurdepääsetavad ja kergesti hooldatavad. Hooldamise lihtsustamiseks võiks settimisalade põhja tugevdada.

Siseneva vee voolukiirust tuleb summutada, et minimeerida erosiooniohtu. Seda saab teha sissevoolu takistavate elementidega või sisselasketoru täieliku uputamisega.

Tehismärgala ülekoormuse vältimiseks on soovitatav rajada ülesvoolu mööda viike, mis aitavad suuremate sademete korral juhtida osa sademeveest kõrvale.

Tehismärgala korral on üldjuhul vaja muutuva voolukiirusega toimivat ja reguleeritava kõrgusega mitteummistuvat väljavoolu koos avariülevooluga. Selleks võivad olla eri kõrgustel asuvad ülevoolukanalid ja/või truubid, reguleeritava kõrgusega pais või väljavoolutoru(d).

Enne väljavoolu peaks olema märgalal sügavaim koht, kus heljum lõplikult settiks ja oleks välditud setete resuspensioon. Erosiooni vältimiseks võib olla vajalik voolu rahustamine väljalaskeavast allavoolu, kuid see sõltub väljavoolava vee voolukiirusest, väljalaskeava konstruktsioonist ja vastuvõtva vooluveekogu tundlikkusest erosiooni suhtes.

## Tehismärgala materjalid ja taimestus

Tehismärgala saab isoleerida, paigaldades kasvusubstraadi alla vettpidava kihi, näiteks geomembraani või savikihi. Geomembraanist veetõke tuleks tavaliselt kaitsta geotekstiiliga. Savist vettpidavat kihti tuleks kaitsta kuivamise eest. Täieliku veekindluse tagamiseks peaks savikihi paksus olema vähemalt 500 mm ja eelistatavalt 1 m.

Tähelepanu tuleb pöörata sellele, et veega küllastunud kasvusubstraadi kihid ei libiseks vooderdiselt maha, vajaduse korral tuleb kasutada pinnase kaitse-süsteeme.

Taimestik muudab tehismärgala puhastuse tõhusamaks, kujundab välimust, stabiliseerib kaldaid ja aitab vältida erosiooni ning pakub elupaika. Veetaimestik

tagab soodsa keskkonna vett puhastavatele mikroorganismidele ja mõnigase toitainete omastamise, stabiliseerib setteid märgala põhjas ning soodustab heljumi settimist, aeglustades veevoolu läbi märgala. Taimestatud kaldad piiravad ligipääsu avaveele või märgala sügavamatele osadele, muutes ala turvalisemaks.

Projekteerija peaks kujundusest ja eesmärkidest lähtudes koostama soovitatavalt kohalikest liikidest koosneva taimeloendi. Võõrliigid sobivad pigem formaalsemasse linnalisse keskkonda, kuid võivad aidata suurendada ka tolmeldajate arvu ja esteetilist väärtust. Kasutada ei tohi invasiivseid liike.

Taimestades tuleks vältida veetaimede liiga tihedat istutamist ning lasta taimestikul võimalikult looduslikult areneda. Märgala taimed peaksid taluma kõikuvat veetaset. Ideaalsed on veealuses tsoonis suure varte tihedusega liigid, mis suurendavad mikroorganismide kasvupinda, tagades samal ajal ühtlased voolutingimused.

Istutustihedus võib olla erinev, kuid tavaliselt on see 4–8 taime ruutmeetri kohta. Istutada tuleks ajavahemikus aprilli algusest juuni keskpaigani, et taimed jõuaksid kasvuperioodi vältel talve üleelamiseks piisavalt juurduda.

Ehitustööde ajal tihenend pinnases võib taimedel olla keerulisem juurduda ning nad võivad seetõttu hukkuda. Selle vältimiseks tuleks kaevata istutusaugud ja täita need tihendamata pinnasega. Kui märgala on kaevatud aluspinnaseni, kus puuduvad kvaliteetset kasvu tagavad toitained ja orgaaniline aine, tuleks kõikidele istutusaladele lisada sobiv kasvu-substraat (võttes seejuures arvesse vajadust piirata märgalale jõudvate toitainete hulka). Rohuga kaetud alade jaoks on tavaliselt piisav kasvupinnase sügavus 150 mm, kuid suurte põõsaste istutamiseks võib vaja minna kuni 450 mm kasvupinnast.

## Tehismärgala rajamine

Tehismärgala põhi ja kaldad tuleks hoolikalt ette valmistada, et need püsiksid ja vett peaksid. Kallaste viimistlemiseks kasutatavad pinnased peavad olema sobivalt viljakad, poorsed ja piisava sügavusega, et tagada taimestiku kasv.

Sisse- ja väljavoolukonstruksioone täites tuleb kontrollida, et ei toimuks liigset settimist ja erosiooni. Kui kasutatakse vett mitteläbilaskvat isolatsiooni, tuleb jälgida, et see ehitustööde ajal kahjustada ei saaks.

Taimestiku rajamist tuleks planeerida mitmeks aastaks, et saaks jälgida taimestiku arengut ja vajaduse korral taimi juurde istutada.

## Tehismärgala eelised ja puudused

Eelised (+)	Puudused (-)
+ Talub sademeveele iseloomulikku kõikevat hüdraulilist ja reostuskoormust, mis on probleemiks tavapuhastites.	– Puhastustulemus ei ole alati hästi kontrollitav, viibeaeg on pikk ja puhastusefektiivsust ei saa kiiresti muuta.
+ Avaveeline tehismärgala puhastab vett efektiivselt orgaanilisest ainest ja lämmastikust.	– Vajab suhteliselt suurt maa-ala.
+ Taimestik-pinnasfilter tehismärgala eemaldab peale orgaanika ja lämmastiku veest hästi fosforit ja raskesti lagunevaid orgaanilisi ühendeid.	– Ülekoormuse ja kehva hooldamise tõttu võib muutuda sekundaarseks reostusallikaks.
+ Osaliselt rajatav kohalike ressursidega (liiv, kruus, kohalik töäjõud).	– Tundlik ülekoormuse suhtes, eriti külmas kliimas.
+ Suurendab kohalikku bioloogilist ja maastikulist mitmekesisust ning võib olla osa üldisest maastikukujundusest.	– Invasiivsed liigid võivad suurendada hooldusvajadust.
+ Põhineb looduslikel puhastusprotsessidel ja toimib ökosüsteemina; energiatarve on väiksem kui tava- puhastil ning seda võib pidada ökoloogiliseks puhastussüsteemiks.	– Ei sobi järsu kallakuga aladele.
+ Hoolduskulu on tavaliselt väiksem kui tavapuhastil.	

## Tehismärgala hooldamine

Tehismärgala vajab regulaarset ülevaatus- ja hooldust (tabel 23), sest sellest sõltub ala seisund ja sademevee käitlemise tulemuslikkus. Pikaajalise hoolduse tagamiseks on projekteerijal vaja koostada hoolduskava, mis sisaldab hooldustööde kirjeldust, sealhulgas teavet tööde sageduse ja hooldusseadmete kohta. Hooldamise kestel tuleb hooldusvajadust jälgida ja tarviduse korral hoolduskava kohandada.

Tehismärgala on suhteliselt lihtne hooldada ning tavaliselt on lisaks tavapärasele avaliku ala hooldusele vaja vaid vähest lisatööd. Hooldustöid, nagu muda või taimestiku eemaldamine, tuleb teha vajaduse järgi, kuid need tuleks kavandada märgala elustiku vajadustega arvestades, näiteks vältida lindude häirimist pesitsusperioodil ja elupaikade häirimist muudel kriitilistel aegadel. Seetõttu tuleks hooldustööd planeerida kasvu- perioodi lõppu (tavaliselt septembrisse-

oktoobrisse). Muda ja taimestikku võib eemaldada maksimaalselt kord aastas piiratud alal (maksimaalselt 25–30% märgala pindalast), et vähendada mõju elusloodusele. Tööd ja nende ajastamine tuleb hooldusgraafikus selgelt määratleda. Prügi ja prahi eemaldamine peaks toimuma ala üldise maastikuhoolduse osana.

Taimestikku võib tarviduse korral kärpida, et säilitada ala esteetiline välimus. Kasvuperioodi lõpus taimestikku ei eemaldata, kuna taimejäänused toimivad väga hea soojusisolaatorina ning surnud taimestik eemaldatakse alles varakevadel, kui temperatuurid ei lange enam väga madalale. (Vymazal 2011)

Ka juurdepääsunõuded tuleb määrata kavandamise etapis. Ideaalis peaks juurdepääs hooldusalale olema vähemalt 3,5 m lai, maksimaalse ristkaldega 1 : 7 ning piisavalt tugev, et taluda hooldusseadmeid ja sõidukeid. Kui võimalik, tuleks tehismärgala projekteerida nii, et hoolduseks ei ole vaja kasutada erimasinaid.

Märgalalt või ülesvoolu asuvatest SUDS-lahendustest eemaldatud setted tuleb jäätmekäitluse õigusaktide alusel ohutult kõrvaldada. Enne sette eemaldamist võib olla tarvis seda analüüsida, et määrata kindlaks edasine käitlemine. Enamikul juhtudel võib madala riskiastmega kohtadest eemaldatud setet ladustada kohapeal, kui selleks on sobiv ja ohutu koht.

Suvekuudel võib märgala ja selle elustikku ohustada eutrofeerumine. Seda saab üldjuhul leevendada toitainete allika kontrollimise või pideva veeringluse (hapnikuga rikastamise) tagamisega märgalal.



**Foto 45.** Taimestik-pinnasfilter Norras Åsi asulas. Foto: Valdo Kuusemets



Tabel 23. Tehismärgala hoolduskava

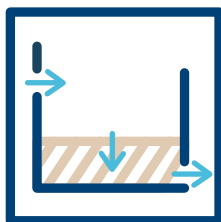
Hoolde liik	Tegevus	Sagedus
Pidev hooldus	• Prügi ja prahi eemaldamine	Igakuiselt või vajaduse järgi
	• Muru niitmine, säilitades projektipõhise kõrguse	Igakuiselt või vajaduse järgi kasvuperioodil
	• Ülejäänud taimestiku hooldamine ning invasiivse taimestiku ja umbrohu eemaldamine	Algul igakuiselt, hiljem vajaduse järgi
	• Vee kvaliteedi kontrollimine	Vajaduse järgi
	• Erosiooninähtude, taimestiku vähese kasvu, sisse- ja väljalaskevade ning ummistuste kontrollimine	Algul igakuiselt, hiljem 2 korda aastas
	• Sette eemaldamine eelpuhastusalalt (settebasseinist)	1-5 aasta tagant või vajaduse järgi
	• Sette ja taimestiku eemaldamine 25%-lt märgala pindalast	5 aasta tagant või vajaduse järgi
Pisteline hooldus	• Ladestunud sette eemaldamine märgala põhjast, kui märgala veemahutavus on ladestunud sette tõttu vähenenud 20%	Tõhusa eelpuhastuse korral väga harva, 25-50 aasta tagant
Parandusmeetmed	• Erosiooni- või muude kahjustuste kõrvaldamine, taimestiku taastamine või asendamine	Vajaduse järgi
	• Eutrofeerumisnähtude korral märgala aereerimine	Vajaduse järgi
	• Sisse- ja väljalaskevade ning ülevoolude või muude kahjustuste parandamine	Vajaduse järgi



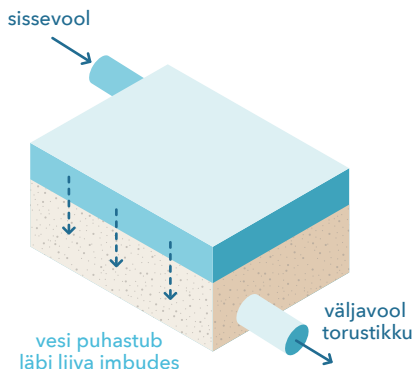
## 4.4 Sademevee käitlemise tavalahendused

Looduslähedased sademeveelahendused on osa kogu sademevee käitlemise süsteemist, seepärast tuleb neid kasutada koos tavapärase sademevee kanalisatsiooni ja puhastussüsteemidega. Selles käsiraamatus keskendutakse

eelkõige looduslähedaste süsteemide kirjeldustele, sademevee käitlemise tavalahendused on toodud lühidalt viidetega nende projekteerimise juhendmaterjalidele.



### 4.4.1 Liivafilter



Joonis 47. Liivafiltri tööpõhimõtte skeem.

Liivafilter on sademevee puhastusseade, milles kasutatakse filtrina liiva (joonised 47 ja 48). Liivafilter võimaldab kõrvaldada vees sisalduvad peenosakesed ja heljumi ning vähendada veehägusust.

See sobib sademevee eelpuhastiks enne SUDSi lahendusi, et vähendada sademeveest tulenevat settekoormust ning õli- ja rasvühenditeid, kuid ka järelpuhastiks enne vee eesvoolu juhtimist.

Liivafilter on enamasti kaheosaline süsteem, mis koosneb eelmahutist ja liivaga täidetud järelmahutist. Eelmahutis settitatakse välja vees olevad tahked osakesed ning järelmahutis immutatakse vesi läbi liiva ja kogutakse torudrenaažiga edasiseks käitluseks. Liivafiltrid võivad suuruselt ja konstruktsioonilt olla väga varieeruvad. Lihtsamad avatud liivafiltrid koosnevadki vaid avatud, tiigilaadsest eelmahutist ning haljastatud ja liivaga täidetud järelmahutist. Tahkete osakeste liivakihti sattumise vältimiseks on liivakiht tavaliselt geotekstiiliga kaetud. Linna-

ruumis, kuhu suuri lahtisi süsteeme on keeruline mahutada, on võimalik kasutada maa-aluseid liivafiltreid, kus nii eel-mahuti kui ka filter on viidud maa alla ning süsteem on pealt kinnine, v.a sademevee sissevooluvõred ja hooldusluugid.

Liivafiltri puhastusefektiivsus sõltub suurel määral asukohast, ilmastikutingimustest ning filtreeritava vee hulgast ja kvaliteedist (tabel 24). Üldiselt eemaldab liivafilter veest paremini tahkeid osakesi (sealhulgas tahkete osakestega seotud raskmetalle) ja heljumit. Liivafilter töötab eeskätt mehaanilise filtrina, mistõttu lahustunud saasteaineid aitab see eemaldada vaid vähesel määral.

**Tabel 24.** Liivafiltri hinnanguline puhastusefektiivsus saasteainete suhtes (OÜ Alkranel 2005)

Saasteaine	Puhastusefektiivsus
Üldfosfor (P)	keskmine
Üldlämmastik (N)	keskmine
Tahked osakesed	väga kõrge
Tahkete osakestega seotud metallid	väga kõrge
Biokeemiline ja keemiline hapnikutarve (BHT ja KHT)	keskmine
Õli ja rasv	kõrge
Bakteriaalne reostus	keskmine

### Liivafiltrit projekteerides ja dimensioneerides tuleb arvestada kasutusvõimaluste ja tehniliste nõuetega.

**Kasutusvõimalused** – liivafiltrite suurus varieerub, mistõttu saab neid kasutada täpselt nii, nagu asukoht võimaldab ja konkreetsetl pinnalt kogutav sademevee hulk nõuab. Eeskätt kehtib see maa-aluse liivafiltri kohta, kuna süsteemiga hõivatud maa-ala on osaliselt kasutatav. Avatud liivafiltri korral, eriti kui tegu on suurema süsteemiga, ei ole selle ala võimalik muul moel kasutada. Suurema avatud süsteemi probleemiks on mitteatraktiivne välimus, mistõttu tuleks see projekteerida kõrvalisemasse kohta või kasutada selle varjamiseks hekke või muid looduslikke tõkkeid.

**Tehnilised nõuded** – filterkihina kasutatav liivakiht peab efektiivsuse tagamiseks olema vähemalt 0,5 m paksune. Süsteem peaks olema võimeline lühiajaliselt mahutama umbes 75% sademeveest. Väga suurtelt kõva kattega pindadelt kogutud sademevee puhastamiseks on otstarbekas kasutada mitut paralleelset filtersüsteemi.

Külma kliimaga piirkonnas tuleb arvestada, et talveperioodil, kus tekib filterkihi jäätumise oht, võib filtersüsteemi töö olla häiritud. Kevadisel sulaperioodil taastub filterkihi puhastusvõime pärast sulamist suhteliselt kiiresti. Külma kliimaga alal võiks kasutada maa-alust liivafiltrit, mis asub külmumispiirist madalamal. Turba- ja liivafiltrit ei soovitata talveperioodil kasutada. Samuti soovitatakse settemahuti rajada suurem, et see suudaks vastu võtta ka teedelt pärit sõelmed.

## Liivafiltri hooldamine

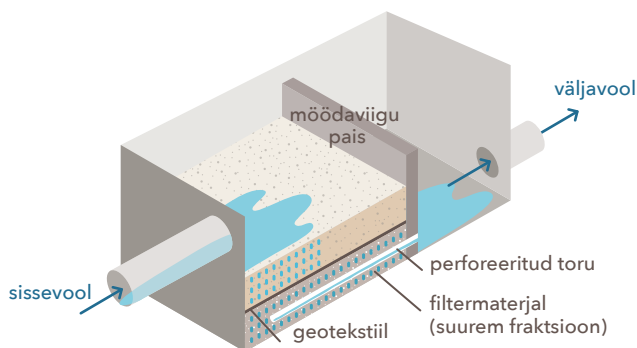
Liivafilter vajab pidevat ülevaatust (tabel 25): eelmahutist tuleb regulaarselt eemaldada sinna settinud tahked osakesed ning avatud liivafiltri korral perioodiliselt niita filtrit katvat taimestikku, eemaldada filterkihile langenud varist ja prügi. Kui sademevee filtreerimis-periood läbi filtri pikeneb üle 36 tunni,

tuleb filtrit kattev pinnas või maa-aluse filtri korral kruusa- või killustiku kiht sinna sattunud setetest puhastada või kiht uue materjaliga asendada.

Korrapärase hoolduse korral on liivafiltri kasutsaeg pikk ja puhastusefektiivsus stabiilne.

**Tabel 25.** Liivafiltri hoolduskava

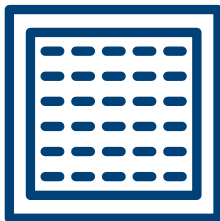
Hoolde liik	Tegevus	Sagedus
Pidev hooldus	🔹 Prahi eemaldamine valgalalt (kus see filtri töökindlust võib häirida)	Igakuiselt
	🔹 Valgala taimehooldamine, invasiivse taimehooldamine ja umbrohu eemaldamine	Igakuiselt
	🔹 Eelnevate lahenduste settest puhastamine	Igakuiselt või vajaduse järgi
	🔹 Filterliiva pealmise kihi koorimine	Kord aastas
	🔹 Settinud õli eemaldamine	Kord aastas või vajaduse järgi
Pisteline hooldus	🔹 Filtris liiva asendamine	Vajaduse järgi
Järelevalve	🔹 Restkaevude kontrollimine	Igakuiselt
	🔹 Sisse- ja väljalaskeavade kontrollimine, et veenduda nende heas töökorras	Igakuiselt
	🔹 Mahutisse kogunenud setete kontrollimine ja vajaduse korral eemaldamine	Igakuiselt



**Joonis 48.** Liivafilter. Allikas: [www.pwdplanreview.org/manual/chapter-4/4.9-media-filters](http://www.pwdplanreview.org/manual/chapter-4/4.9-media-filters)



**Foto 46.** Liiva-mudapüüduuri paigaldamine Viimsi vallas Haabneemes.  
Foto: Taavi Valgmäe



## 4.4.2 Liiva-muda- ja õlipüüdur

Sademevees sisalduvat liiva ja muda saab eraldada liiva-mudapüüduriga (joonis 49) ning õliprodukte õlipüüduriga. Sademevee puhastamine algab veest raskemate aineosakeste settimise liiva-mudapüüduris, mis paigaldatakse õlipüüduri ette või ehitatakse selle korpusesse. Liiva-mudapüüduri ja õlipüüduri põhilised kasutuskohad on parklad, sõiduteed, tööstusettevõtted, bensiinjaamad, autopesulad, remonditöökojad, laoplatsid jne.

Liiva-mudapüüduri ja õlipüüduri projekteerimis- ja tööpõhimõtted on toodud standardis EVS 848:2021, õlipüüduril lisaks standardis EVS-EN 858-1:2002 ning selle klassid ja valik standardis EVS-EN 858-2:2002. Liiva-mudapüüdur ja õlipüüdur valmistatakse enamasti tööstuslikult ning tootjad annavad neile vastava spetsifikatsiooni, paigaldamis- ja hooldusjuhendi.

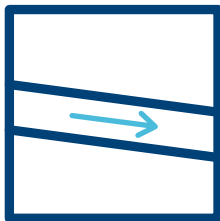


**Joonis 49.** Liiva-mudapüüdur.  
Allikas: [www.mahuti.ee/  
liiva-mudapuudurid](http://www.mahuti.ee/liiva-mudapuudurid)



**Foto 47.** Sademeveetorustiku rajamistööd Viimsi vallas Haabneemes.  
Foto: Taavi Valgmäe





### 4.4.3 Sademeveetorustik

Sademevee ärajuhtimiseks ja sademevee käitlussüsteemide ühendamiseks kasutatakse sademevee jaoks mõeldud torustiku ja kaevude süsteemi (foto 47).

Sademeveetorustiku projekteerimise ja rajamise nõuded on toodud standardis EVS 848:2021. Torustiku spetsifikatsioon ja paigaldamise juhised on toodud ka Soome Ehitusinseneride Liidu koostatud juhendi „Pinnasesse ja vette paigaldatavad plasttorud. Paigaldusjuhend“ (RIL 77-2013) tõlkes.

Torude ja kaevude tootjad annavad konkreetsete toodete spetsifikatsiooni, paigaldamis- ja hooldusnõuded.



# LISAD

<b>LISA 1. Looduslähedaste sademeveelahenduste kasutamise võimalused</b>	<b>196</b>
<b>LISA 2. Vihmapienra kavandamise juhend</b>	<b>198</b>
Vihmapienra suuruse arvutamine	198
Vihmapienra sügavuse arvutamine	200
Pinnase tüübi määramine	201
Vihmapienra taimede valimine	203
<b>LISA 3. Viimsi looduslähedaste sademeveelahenduste katsealad</b>	<b>204</b>
I katseala: Randvere tee parklad	204
II katseala: Viimsi mõisa park	210
<b>LISA 4. Looduslähedaste sademeveelahenduste nimetused eesti ja inglise keeles</b>	<b>214</b>

## LISA 1. Looduslähedaste sademeveelahenduste kasutamise võimalused

(CIRIA 2015 järgi)

Lahendus	Taimedega viibesüsteemid	Ruumivajadus	Sobivus erinevate funktsioonide korral					
			Ennetamine /esmane käitlus	Edasitoimetamine	Eelpuhastus	Tekkeallika lahendused	Asukoha lahendused	Piirkonna lahendused
4.1.1 Rohekatus	T	V	💧		💧	💧		
4.1.2 Rohesein	T	V				💧		
4.1.3 Sademevee kogumine		V	💧	🌱		💧		
4.2.1 Kasvukast	T	V/K				💧	🌱	
4.2.2 Imbkaev		V				💧		
4.2.3 Vett läbilaskev katend		V	💧			💧	🌱	
4.2.4 Täidisdreen		V/K		🌱		💧	🌱	
4.2.5 Puhverriba	T	V/K			🌱	🌱		
4.2.6 Imbkraav		V/K		🌱		🌱	🌱	
4.2.7 Nõva	T	K		🌱		🌱	🌱	
4.2.8 Vihmapeenar	T	V/K				💧	💧	
4.3.1 Imbväljak	T	S					💧	💧
4.3.2 Viibetiik	T	V/K				💧	💧	
4.3.3 Tiik	T	S					💧	💧
4.3.4 Tehismärgala	T	S		🌱			💧	💧
4.4.1 Liivafilter		V			💧		💧	🌱
4.4.2 Liiva-muda/õlipüüdur		V			💧			
4.4.3 Sademeveetorustik		V		💧			💧	

SUDSi kujunduskriteeriumid													
Veekoguse kontroll 1				Vee kvaliteedi parandamine 2								Sotsiaalne ja keskkondlik kasu	
												3	4
Edasitoimetamine	Viivitamine	Infiltratsioon	Sademevee kogumine	Settimine	Filtreerimine	Adsorbtsioon	Bioloogundamine	Sadestumine	Omastamine taimede poolt	Nitrifikatsioon	Meeldivus	Bioloogiline mitmekesisus ja elupaik	
	🔵				🔵	🔵	🔵	🔵	🔵	🔵	🟤	🔵	
	🔵				🔵			🔵			🔵	🔵	
🟢	🟢	🔵	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	
	🟢	🔵		🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	
	🔵	🔵	🟢	🔵	🔵	🔵	🔵				🟢	🟢	
🟢	🔵				🔵	🔵	🔵						
🟢	🟢	🟢		🔵	🔵	🔵	🔵				🟢	🟢	
🟢	🟢	🟢		🟢	🟢	🟢	🟢		🟢		🟢	🟢	
	🔵	🔵		🔵	🔵	🔵	🔵	🔵	🔵	🔵	🔵	🔵	
	🔵	🔵			🔵	🔵	🔵	🔵			🟢	🟢	
	🔵	🟢	🔵	🔵	🔵	🔵	🔵	🔵	🔵	🔵	🔵	🔵	
🟢	🔵	🟢	🔵	🔵	🔵	🔵	🔵	🔵	🔵	🔵	🔵	🔵	
	🔵			🔵									
🔵	🔵			🟢	🟢								

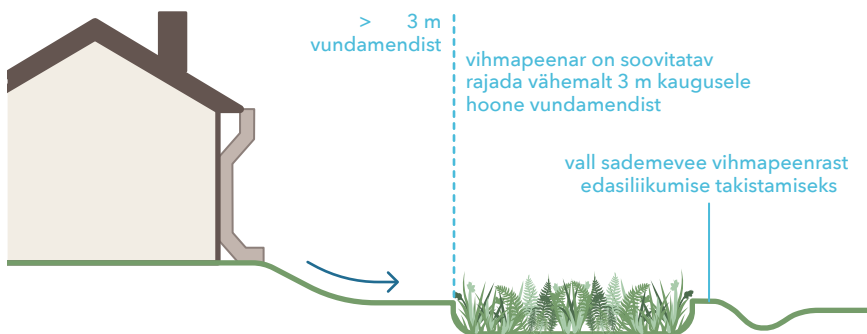
## LISA 2. Vihmapeenra kavandamise juhend (4people OÜ)

Vihmapeenart planeerides tuleb esmalt kindlaks määrata võimalik asukoht ning mõelda läbi, millistest vett mitteläbilaskvatest pinnakatetest hakatakse sademevett vihmapeenrasse juhtima. Lisaks tuleks arvestada vihmapeenra sobivust aeda ning mõelda vaadetele hoonest ja tänavalt aeda. Vihmapeenar võib pakuda täiendavat privaatsust, eraldades aia kõrgema haljastusega ümbritsevast.

Vihmapeenar tuleks rajada vähemalt 3 m kaugusele hoone vundamendist (joonis 1).

Asukoht võib olla päikeselises või poolvarjulises paigas. Selleks, et vihmapeenart oleks sügiseti lihtsam hooldada, on soovitatav vältida selle puude alla kavandamist.

Järgmisena tuleb arvutada vihmapeenra suurus, mis sõltub sademevee kogusest, pinnase kaldest ja pinnase tüübist. Lõpuks tuleb valida taimed, mis suurendaksid sademevee puhastumist ja imbumist, näeksid kaunid välja ning lubaksid vihmapeenart lihtsamalt hooldada.



Joonis 1. Vihmapeenra asend.

### Vihmapeenra suuruse arvutamine

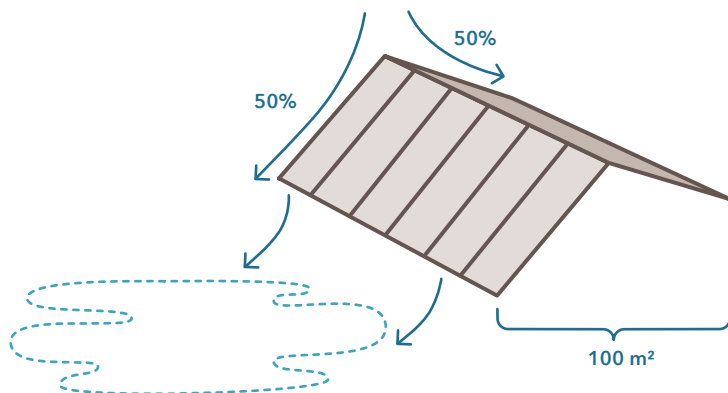
Valgala suuruse saab kindlaks teha vett mitteläbilaskvate pinnakatete kogupindala arvatades.

Vihmapeenral, mille valgala on hoone katus, saab valgala pindala ligikaudu võrdsustada ülespoole ümardatud esimese korruse pindalaga. Seejärel tuleb

kindlaks määrata, kui suurelt osalt katusest sademevesi vihmapeenrasse juhitakse. Kui tegu on viilkatusega ja soovitakse ühelt katusepoolelt tulevat vett suunata vihmapeenrasse (50% valgala pindalast), siis tuleb pindala korrutada 0,5-ga (50%). Nii saab arvutada umbkaudse katuse valgala pindala (joonis 2).

Katuse kogupindala on  $100 \text{ m}^2$ .

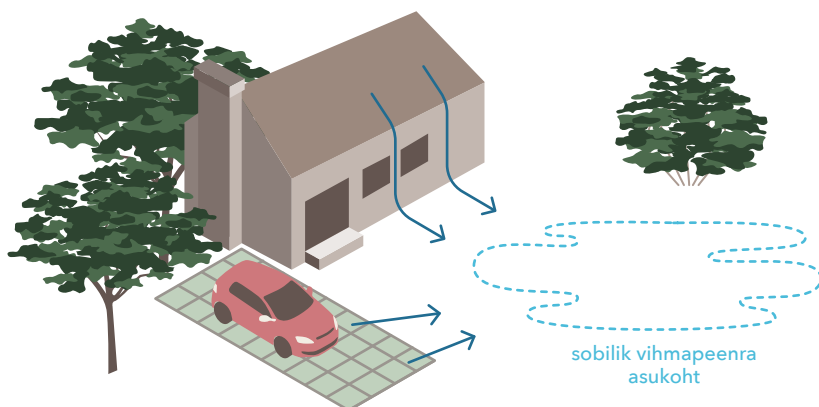
$100 \text{ m}^2 \times 0,5 (50\%) = 50 \text{ m}^2$  (katuse valgala pindala)



Joonis 2. Katuse valgala pindala arvutamine.

Kui vihmapeenraste soovitakse sademevett suunata ka muudelt vett mitte-läbilaskvatelt katetelt, siis tuleb vihmapeenrart kavandades arvestada kõikide pindade kogupindala.

**Ühe suure vihmapeenra asemel on soovitatav rajada siiski mitu väiksemat, et suurendada sademeeve pinnasesse imbumist ja aurumist.**



Joonis 3. Valgala kogupindala arvutamine.

Kogu valgala pindala arvutamiseks on vaja mõõta ka ülejäänud kõva kattega pindade (näiteks parkla, sissesõidu, kõnnitee jne) pindalad, millelt sademe-

vesi vihmapeenraste suunatakse, ning need katuse valgala pindalale juurde liita (joonis 3).

## Vihmapeenra sügavuse arvutamine

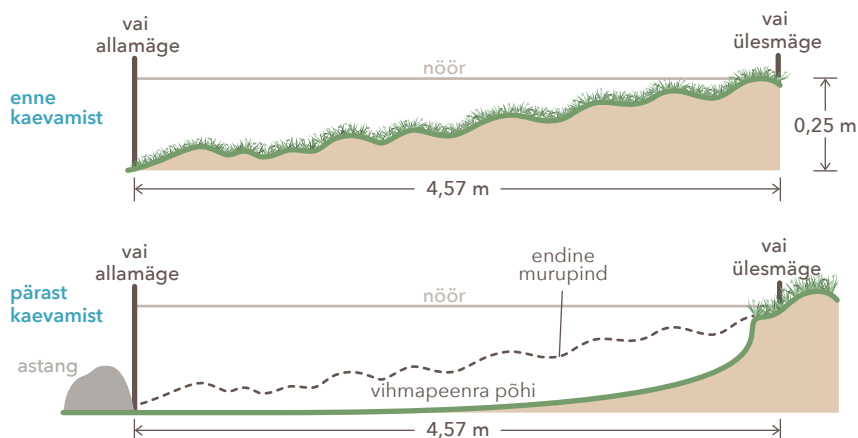
Vihmapeenra sügavus sõltub pinnase kaldest, kuhu see rajatakse. Tasasel pinnasel piisab lihtsast nõgususest vastavalt valgala suurusele ja pinnase tüübile.

Suurema kaldega nõlva korral tuleb arvutada kalle. Selleks tuleb aia ülemisse ja alumisse serva asetada vaiad (umbes 5 m vahega) ning siduda nende vahele nõör. Ülemisel vaial tuleb nõör vastu maad siduda ja alumisel sinna, kus nõör oleks loodis ülemisega (joonis 4). Järgmisena tuleb mõõta nõõri pikkus ja

kõrgus alumisele vaiale seotud nõõrist maapinnani. Kõrgus tuleb jagada laiusega (nõõri pikkusega) ja korrutada 100ga. See annab maapinna kalde protsendi.

Näiteks kui kahe vaia vahe on 4,57 m ning nõõri sidumiskoha ja maapinna vahe (kõrgus) alumisel vaial on 0,25 m, siis tuleb nõlva kalde arvutamiseks teha tehe:

$$0,25 / 4,57 \times 100 = 5,5\%$$



Joonis 4. Maapinna kalde arvutamine.

Vihmapeenra alumisse otsa rajatakse kaldest lähtudes sademevee kinnipidamiseks astang. Vihmapeenra üldise sügavuse määramiseks võib kasutada järgmisi suuniseid:

- kui nõlva kalle on vähem kui 4%, peaks vihmapeenar olema 0,08–0,13 m sügav;
- kui kalle on 5–7%, peaks vihmapeenar olema 0,15–0,18 m sügav;
- kui kalle on 8–12%, peaks vihmapeenar olema umbes 0,20 m sügav;
- kui kalle on üle 12%, tuleb pöörduda erialaspetsialisti poole.



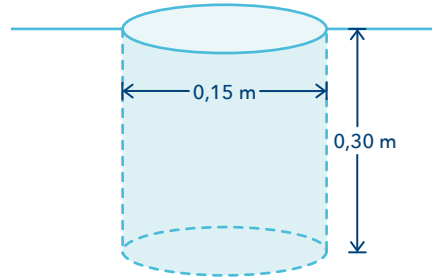
## Pinnase tüübi määramine

Vihmapeenart rajades tuleb arvesse võtta ka pinnase tüüpi. Poorses pinnases, nagu liiv ja liivsavi, imendub vesi kiiremini kui savises. Seega võib vihmapeenar olla liivasel pinnasel väiksem kui savisel. Pinnase tüübi määramiseks on kaks viisi.

Kõige lihtsam on võtta peotäis niisket mulda ja seda käes kokku suruda:

- savine pinnas püsib hästi koos ja tundub kleepuv;
- liivsavine pinnas hoiab veidi kuju ja tundub käsnyas, komponentide segu ja orgaanilised ained annavad sellele tumepruuni kuni musta värvuse;
- liivane pinnas ei hoiaku kuju ning pudeneb sõrmede vahelt peost.

Teine võimalus on teha pinnase veeläbilaskevõime uurimiseks katse. Selleks tuleks kaevata 0,3 m sügav ja 0,15 m läbimõõduga auk (joonis 5). Kaevata tuleks hoolikalt, et seinad ei variseks. Seejärel tuleb auk täita veega, et vesi täidaks kõik pinnase poorid. Kui vesi on pinnasesse imendunud, tuleks auk uuesti veega täita, et mõõta pinnase imamisvõimet. Selleks tuleb võtta aega, kui kiiresti auk veest tühjaks jookseb. Kui augus on 12 tundi hiljem endiselt vett, võib järeldada, et pinnases sisaldub märkimisväärset koguses savi ning vihmapeenra asukohta võiks muuta.



Joonis 5. Pinnase läbilaskevõime katsetamine.

**Vesi ei tohiks vihmapeenras seista kauem kui 48 tundi. Vastasel juhul võib seal tekkida sääskede elupaik ja kaasneda muid ebameeldivusi (näiteks pikajalulist üleujutust mittetaluvate taimede hukkumine, seisva vee roiskumine jms).**

**Valgala suuruse, pinnase tüübi ja vihmapeenra sügavuse alusel saab arvutada vihmapeenra suuruse. Valgala suurus tuleb korrutada sobiva vihmapeenra suuruse teguriga (tabel 1).**

**Tabel 1.** Vihmapeenra teguri leidmine (Dunnett & Clayden 2007 järgi)

Teguri leidmine vihmapeenarde jaoks, mis asuvad hoone vihmaveetorust vähem kui 10 m kaugusel.

	0,08-0,13 m sügav	0,15-0,18 m sügav	0,20 m sügav
Liivane pinnas	0,19	0,15	0,08
Liivsavine pinnas	0,34	0,25	0,16
Savine pinnas	0,43	0,32	0,20

Sügavus

Teguri leidmine vihmapeenarde jaoks, mis asuvad hoone vihmaveetorust kaugemal kui 10 m.

	Suuruse tegur kõikidele sügavustele sama
Liivane pinnas	0,03
Liivsavine pinnas	0,06
Savine pinnas	0,10

Sügavus

Nende andmete alusel oleks sisend:

Kogu valgala pindala = 50 m<sup>2</sup>

Nõlva kalle = 5,5%, millest lähtudes oleks soovitatav vihmapeenra sügavus 0,15-0,18 m

Kui eeldada, et tegemist on liivsavise pinnasega, oleks vihmapeenra suurus:  $50 \times 0,25 = 12,5 \text{ m}^2$

Sarnane vihmapeenar, mis asuks hoone vihmaveetorust kaugemal kui 10 m, peaks olema palju väiksem:  $50 \times 0,06 = 3 \text{ m}^2$

## Vihmapeenra taimede valimine

Vihmapeenraste taimi valides tuleb arvestada tehniliste ja esteetiliste külgedega. Kõige paremini sobivad kohalikud liigid, kuna need on kliimaga kohastunud. Taimed peavad taluma ajutist üleujutust, sadudevahelisel ajal ka põuda ja tänava ääres või parklas soola. Juuresetikuga soodustavad taimed vee infiltratsiooni, aitavad vältida erosiooniohtu ja tekitavad pinnasesse orgaanilist materjali. Tihti arvatakse, et vihmapeenras on pidevalt vesi, tegelikkuses on see enamasti kuiv ja ainult aeg-ajalt (pärast vihma) üle ujutatud.

Taimi kombineerides on soovitatav varieerida kõrgusi, õisi, õitsemisaegu ja värve. Sellisel juhul on vihmapeenar atraktiivsem ning püsib eri taimede õitsemise vältel pikemalt kaunis. Taimi valides võib arvesse võtta ka nende aroomi ja võimet meelitada kohale liblikaid, linde, mesilasi jt. Liikide paigutamine kolmest kuni seitsmest taimest koosnevatesse rühmadesse jätab naturaalse mulje ja toob eri liigid esile. Ametlikuma mulje annab ridadena paigutamine. Vihmapeenra ülejäänud aiaga sidumiseks võib kasutada dekoratiivseid kive, pinke jms.

Taimede valik vihmapeenraste sõltub ka sellest, kas peenar asub valguses või varjus, aga sobida võivad näiteks:

- kollane võhumööök (*Iris pseudacorus*),
- siberi võhumööök (*Iris sibirica*),
- harilik kurekell (*Aquilegia vulgaris*),
- kortslehed (*Alchemilla spp.*),
- harilik angervaks (*Filipendula ulmaria*),
- tarnad (*Carex spp.*),
- luht-kastevars (*Deschampsia cespitosa*),
- kastikud (*Calamagrostis spp.*),
- sinihelmikad (*Molinia spp.*),
- aruheinad (*Festuca spp.*),
- harilik luga (*Juncus effusus*),
- harilik vesikanep (*Eupatorium cannabinum*),
- harilik varsakabi (*Caltha palustris*),
- harilik kukesaba (*Lythrum salicaria*),
- harilik käbihein (*Prunella vulgaris*),
- kibe tulikas (*Ranunculus acris*),
- punane pusurohi (*Silene dioica*),
- aasristik (*Trifolium pratense*)
- pikalehine mailane (*Veronica longifolia*).

Puittaimedest taluvad üleujutust näiteks:

- pajud (*Salix spp.*),
- viirpuud (*Crataegus spp.*),
- verev kontpuu (*Cornus sanguinea*),
- must leeder (*Sambucus nigra*),
- harilik lodjapuu (*Viburnum opulus*)
- harilik porss (*Myrica gale*).

## LISA 3. Viimsi looduslähedaste sademeveelahenduste katsealad

Projekti LIFE UrbanStorm raames rajati Viimsisse kaks SUDSi ala: parkla (mis koosnes uuest rajatud parklast ja olemasoleva parkla ümberkujundatud osast) ja pargi katseprojektid, et arendada säästlikke ja kliimamuutustele vastupidavaid linnalise keskkonna sademeveesüsteeme.

Projekti rahastasid Euroopa Liidu LIFE+ programm ja Keskkonnainvesteeringute Keskus.

Lisateave:

[urbanstorm.viimsivald.ee](http://urbanstorm.viimsivald.ee)

### I katseala: Randvere tee parklad

Uude parklasse rajati looduslähedane sademeveesüsteem erinevate vett läbilaskvate katenditega, et katsetada nende sobivust Eesti tingimustesse. Parkimis-kohtadel kasutati katetena drenasfalti, murukivi killustikuga ja murukivi muruga (joonised 1-3).

Keskmiselt, asfalteeritud alalt (sõiduala) suunatakse sademevesi läbilaskvale kattele, kust see imbub katendi aluskihtidesse ja juhitakse perforeeritud toru abil kraavis asuvasse möötekaevu.

#### LÕIGE 1-1

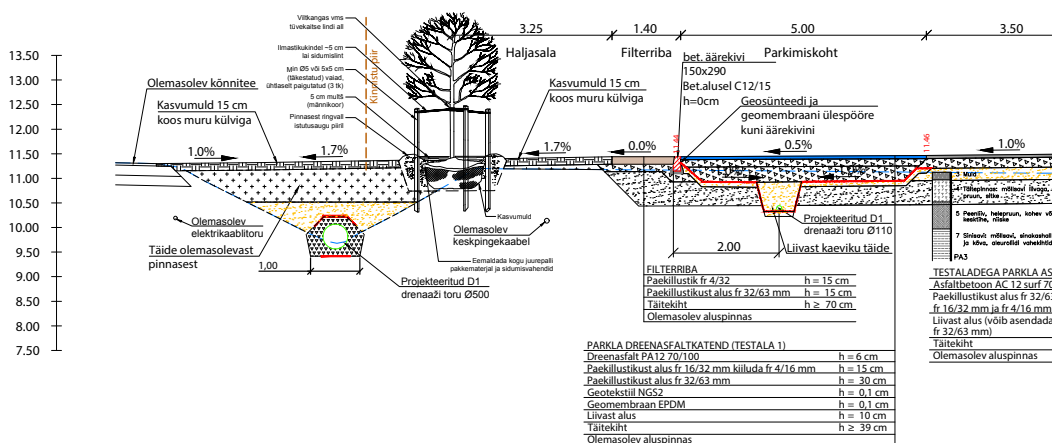




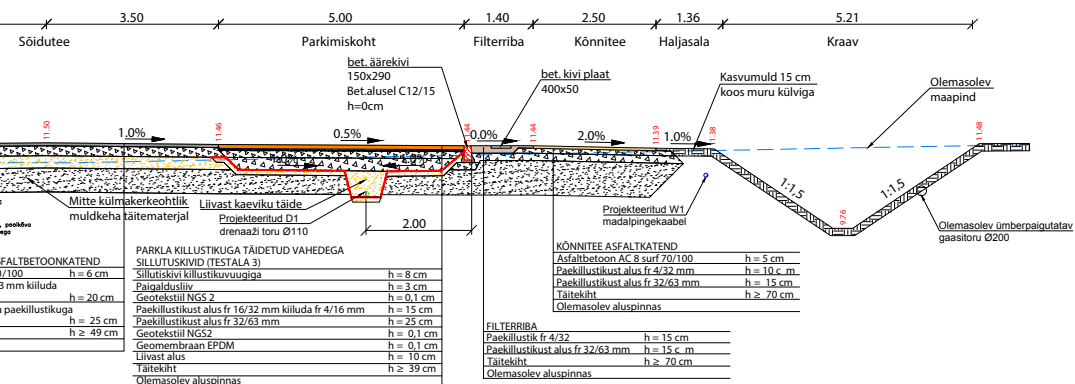
Foto 1. Ümberehitatud Haabneeme kooli parkla vihmapeenar.

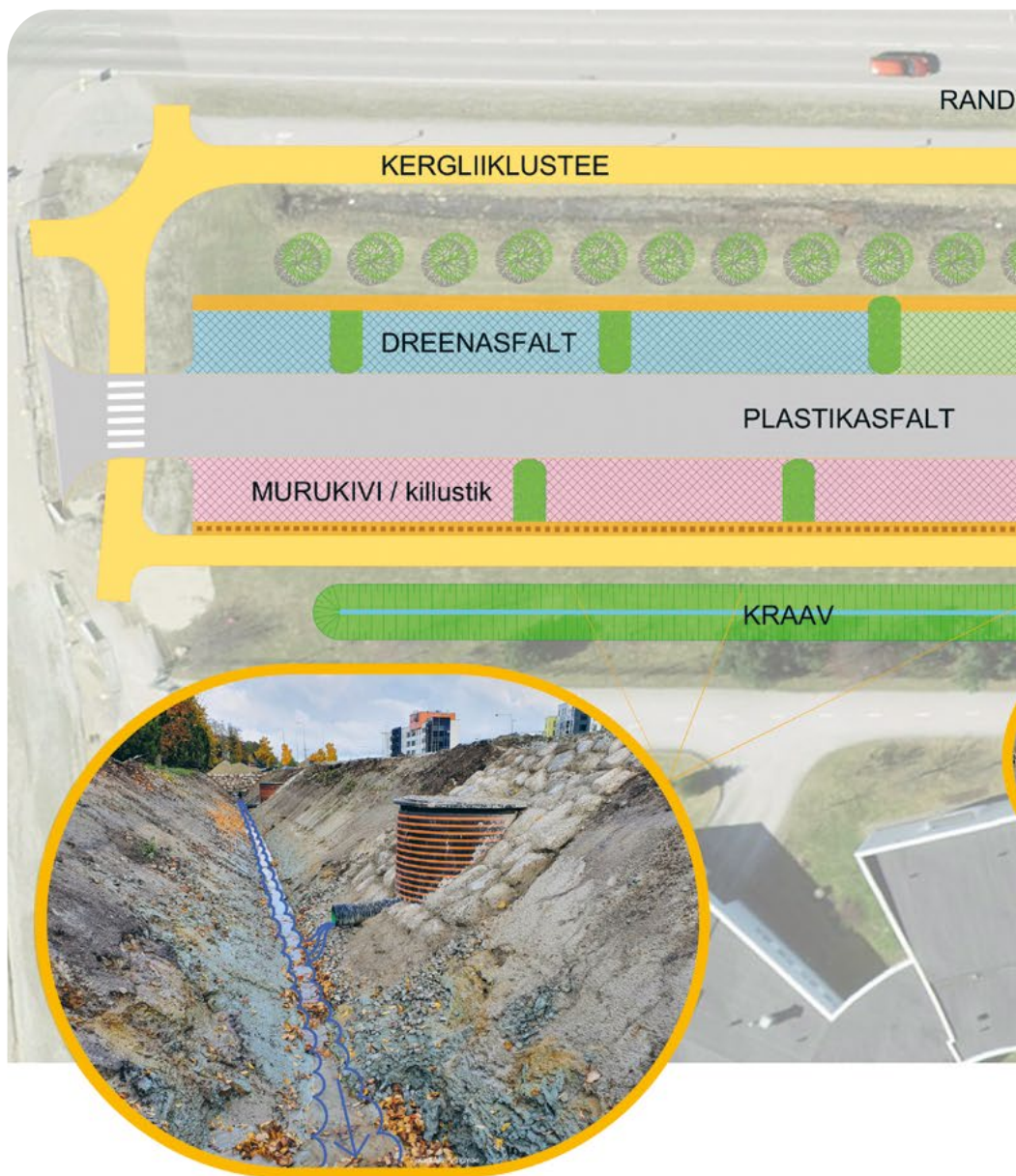
Iga rajatud eri tüüpi katte alt kogutud sademevesi suunatakse kraavi eraldi mõõtekaevu kaudu.

Olemasolev Haabneeme kooli parkla lammutati ning lisati sinna vihmapeenar, filterribad ja haljastus (foto 1). Selle projekti eesmärk oli olemasolevat keskkonda säästlike lahenduste abil ümber kujundada.

Lisaks paigaldati ümberehitatud Haabneeme kooli parklasse mõõtekaev, et mõõta sellelt alalt tulevat sademevee kogust (võrdlemaks, kuidas säästliku lahenduse rajamise tulemusena suureneb viivitus või väheneb äravoolava vee kogus) võrrelduna eelnenud olukorraga, kus kogu ala oli kaetud.

Joonis 1. Uue parkla katendite läbilõige.





**Joonis 2.** Randvere tee äärde rajatud uue parkla kujunduskeem, rajatud katted ja möötekaevude paiknevus.









## II katseala: Viimsi mõisa park

Projekti raames korrastati Viimsi mõisa pargi lõuna-kagupiirkonnas paiknevat peakraavi ja selle vahetut ümbrust (joonisel 4 tähistatud kollaselt), et kuivendada looduslähedaste sademeveesüsteemide abil liigniisket pinnast ja muuta parki kohalike seas populaarsemaks. Pargist voolab läbi suur osa Pärnamäe veehoidla ümbruses paikneva elamupiirkonna ja Viimsi aleviku sademeveest.

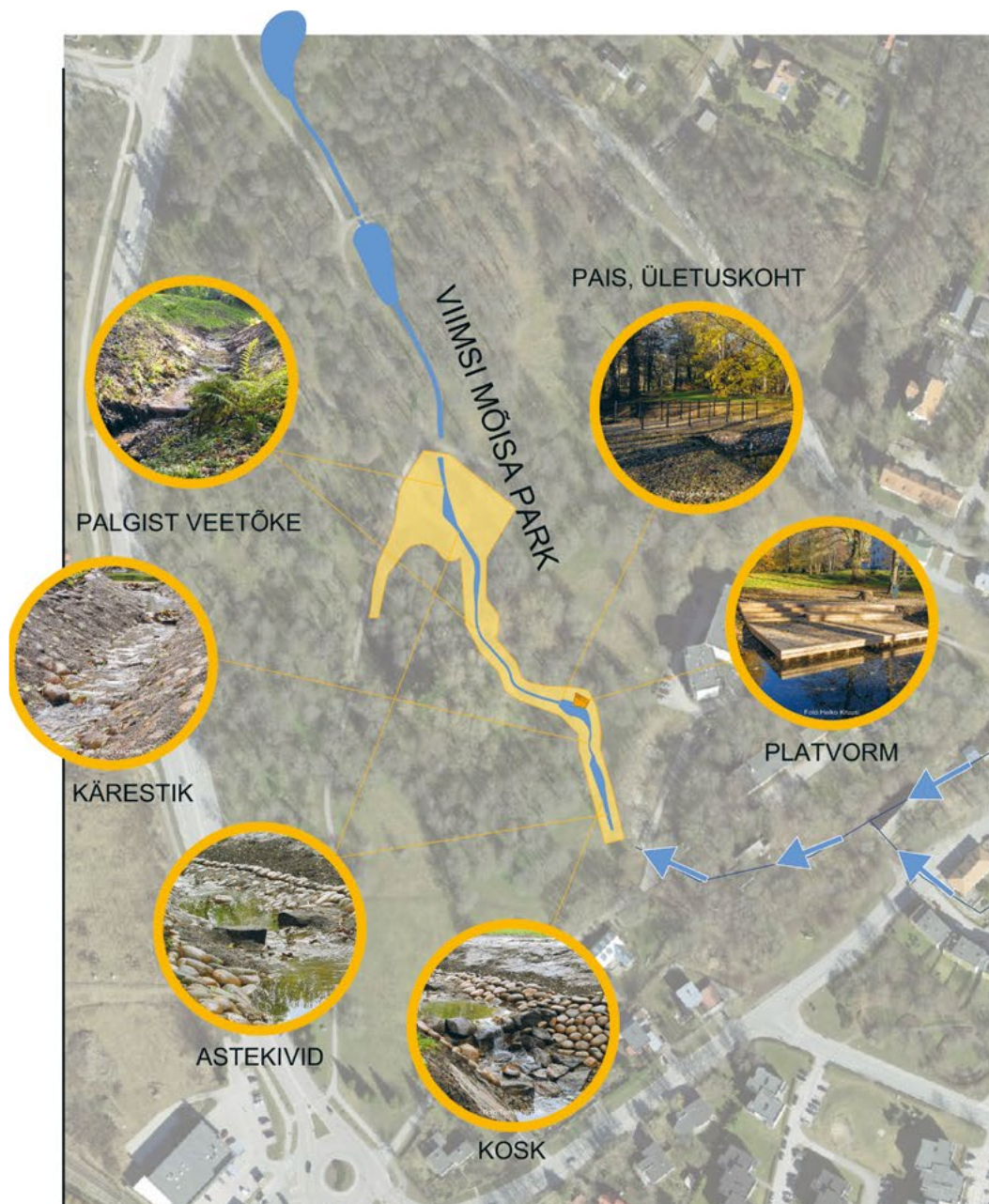
Ala korrastamise käigus puhastati kraav võsast, kohati laiendati kraavi põhja ning selle tulemusena suurenes ka veepind. Kõige märjematele aladele rajati maapinna kuivendamiseks drenkanalid. Voolukiiruse ja erosiooni vähendamiseks lisati veetõkkeid, nende seas kosk, mis on olnud ka varem pargi veesüsteemi element (foto 2). Kraavi paigaldati astekivid ja pais, et pargis jalutajad saaksid kraavi mitmes kohas ületada. Nõlvade ilmestamiseks istutati vee- ja kaldataimi ning katsealaga tutvumiseks paigaldati platvorm (foto 3). Korrastatud kraav rikastab ajaloolist pargimiljööd.



**Foto 2.** Sademevee sisenemise koht pargis paiknevasse kraavi, selle voolukiirust aeglustavad astekivid ja kosk. Foto: Taavi Valgmäe



**Foto 3.** Pargis vaba aja veetmise võimalusi laiendav puitplatvorm. Foto: Gen Mandre



**Joonis 4.** Viimsi mõisa pargi rekonstrueeritud ala kujundusskeem ja rajatud lahenduste paiknemine.



## LISA 4. Looduslähedaste sademeveelahenduste (SUDS) nimetused eesti ja inglise keeles

Lahenduse nimetus eesti keeles	Teised nimetused eesti keeles	Nimetus inglise keeles
Rohekatus	Haljaskatus	<i>Green roof, grass roof</i>
Ekstensiivne rohekatus ehk kergkatus ehk murukatus	Ekstensiivne haljaskatus	<i>Extensive green (grass) roof</i>
Intensiivne rohekatus ehk raske katus	Intensiivne haljaskatus, katusaed	<i>Intensive green roof, roof garden</i>
Haljastuseta katus, kus sademevesi kogutakse ja säilitatakse	Katusbassein	<i>Blue roof</i>
Rohesein	Haljassein, rohefassaad, vertikaalhaljastus	<i>Green facade, living wall, green wall</i>
Sademevee kogumine ja kasutamine	Sademevee kasutus	<i>Rainwater butts, rainwater harvesting and reuse</i>
Vett läbilaskev katend		<i>Pervious pavement</i>
Vett läbilaskev kivisillutis (kivist kate)		<i>Modular permeable paving, permeable interlocking concrete pavement, permeable pavers</i>
Murukivi (kiviga tugevdatud muru või killustik)	Armeeritud kasvualusega muru	<i>Grass reinforcement</i>
Poorne asfalt (suure veejuhtivusega asfaltbetoon)	Dreenasfalt	<i>Porous asphalt</i>
Poorne betoon (suure veejuhtivusega betoon)		<i>Porous concrete</i>
Plastist sillutuskärg (plastkärjega tugevdatud muru või killustik)	Murukärg, armeeritud kasvualusega muru	<i>Grass reinforcement</i>
Puiste (kruusast, sõelmetest vms kate)	Puistematerjalidest kate, sideainega töötlemata kate	<i>Bulk material (gravel, crushed stone) pavement</i>
Kasvukast		<i>Stormwater planter, raised planter</i>
Vihmapeenar	Vihmaaed	<i>Rain garden</i>

Lahenduse nimetus eesti keeles	Teised nimetused eesti keeles	Nimetus inglise keeles
Viibetiik	Kuivtiik, taimestatud viibeala	<i>Detention pond, detention basin, bioretention area, bioretention system</i>
Täidisdreen		<i>Filter drain</i>
Puhverriba	Haljasriba	<i>Filter strip</i>
Nõva	Viibekraav	<i>Swale</i>
Tiik	Settetiik	<i>Pond, retention pond, wet pond</i>
Tehismärgala	Puhastuslodu	<i>Constructed wetland</i>
Imbkaev		<i>Soakaway</i>
Imbkraav		<i>Infiltration trench</i>
Imbväljak	Immutusala	<i>Infiltration basin</i>
Liivafilter		<i>Sand filter</i>
Liiva-mudapüüdur		<i>Silt trap</i>
Õlipüüdur		<i>Oil separator</i>
Sademeveetorustik		<i>Stormwater pipes</i>
Immutusmahuti		<i>Attenuation storage tank</i>
Immutuskiht		<i>Infiltration blanket</i>
Immutusplokk	Infiltratsioonisüsteem, imbsüsteem	<i>Geocellular storage system, geocellular units</i>





# Kasutatud kirjandus

- Aleksandrova, K. I. 2016.  
**Green, Grey or Green-Grey? Decoding infrastructure integration and implementation for residential street retrofits.** Digital Thesis, Lincoln University New Zealand.
- Al-Rubaei, A. M., Stenglein, A. L., Viklander, M., Blecken, G.-T. 2013.  
**Long-term Hydraulic Performance of Porous Asphalt Pavements in Northern Sweden.** Journal of Irrigation and Drainage Engineering 139(6): 499-505.
- AS Põlva Vesi korraldus nr 8 (25.05.2018).  
**Sademevee ärajuhtimise arvestusest.**
- Barrett, M., Lantin, A., Austrheim-Smith, S. 2004.  
**Stormwater Pollutant Removal in Roadside Vegetated Buffer Strips.** Transportation Research Record No. 1890: 129-140.
- Bean E. Z., Hunt, W. F., Bidelspach, D. A. 2007.  
**Field Survey of Permeable Pavement Surface Infiltration Rates.** Journal of Irrigation and Drainage Engineering 133(3): 249-255.
- Bird, W. 2004.  
**Natural Fit: Can Green Space and Biodiversity Increase Levels of Physical Activity?** Royal Society for the Protection of Birds, London, UK.
- Bird, W. 2007.  
**Natural Thinking: Investigating the Links Between the Natural Environment, Biodiversity and Mental Health.** Royal Society for the Protection of Birds, London, UK.
- Bono, L. 2020.  
**Nature-based Solutions: An Opportunity to Implement Adaption Strategies at Metropolitan Level.** [PowerPointi esitlus]. Ambiente Italia.
- Borgwardt, S. 2006.  
**Long-term In-situ Infiltration Performance of Permeable Concrete Block Pavement.** Proceedings of the 8th International Conference on Concrete Block Paving. San Francisco, USA.

Brattebo, B. O., Booth D. B. 2003.

**Long-term Stormwater Quantity and Quality Performance of Permeable Pavement Systems.** Water Research 37(18): 4369-76.

Cahill, T. H., Adams, M., Marm, C. 2003.

**Porous Asphalt: The Right Choice for Porous Pavements.** National Asphalt Pavement Association (NAPA).

**Carnell Support Services Limited** [veebileht].

*www.carnellgroup.co.uk*

**CIRIA (Construction Industry Research and Industry Association)** [veebileht].

*www.ciria.org*

**CIRIA Guidance.** Susdrain [veebileht].

*www.susdrain.org/resources/ciria-guidance.html*

CIRIA 2007.

**The SuDS Manual.**

CIRIA C697. Woods-Ballard, B., Kellagher, R., Martin, P., Jefferies, C., Bray, R., Shaffer, P.

CIRIA 2015.

**The SuDS Manual.** CIRIA C753. Woods-Ballard, B., Wilson, S., Udale-Clarke, A., Illman, S., Scott, T., Ashley, R., Kellagher, R.

**City of West Torrence** [veebileht].

*www.westtorrens.sa.gov.au/Environment/Water*

CIVITTA 2020.

**Tallinna linna sademeveekorralduse teenuse tasu kujundamine. Metoodika lõppraport.**

**Cloudburst Concretisation Masterplan.** Ramboll [veebileht].

*ramboll.com/projects/group/copenhagen-cloudburst*

Collett, B., Friedmann, V., Miller, W., Zawarus, P., Allen, J. 2013.

**Low Impact Development: Opportunities for the PlanET Region.**

**Community Street Design & Embleton Road SuDS - The Story so Far.** 2015.

Bristol Green Capital Partnership [veebileht]. *https://bristolgreencapital.org/community-street-design-embleton-road-suds-the-story-so-far/*

Dickie, S., Ions, L., McKay, G., Shaffer, P. 2010.

**Planning for SuDS - Making it Happen.** C687, CIRIA, London, UK.

- Drake, J., Bradford, A., Van Seters, T. 2012.  
**Evaluation of Permeable Pavements in Cold Climates - Kortright Centre, Vaughan.** Toronto and Region Conservation Authority.
- Dunnett, N., Clayden, A. 2007.  
**Rain Gardens. Managing Water Sustainably in the Garden and Designed Landscape.** Timber Press.
- Dunnett, N., Kingsbury, N. 2008.  
**Planting Green Roofs and Living Walls.** Timber Press.
- Ehitusseadustiku lisa 1** (RT I, 29.06.2022, 5).
- EL Konsult 2011.  
**Sademe- ja dreneaživee ning muu pinnase- ja pinnavee ärajuhtimise ja puhastamise tasu arvestamise meetodika.**
- Euroopa Komisjon 2013.  
**Euroopa Liidu rohetaristu strateegia.**  
*ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/strategy/index\_en.htm*
- EVS 848:2021  
**Väliskanaliseerimisvõrk.**
- FAWB 2009.  
**Stormwater biofiltration systems, adoption guidelines. Planning, design and practical implementation, version 1.** Facility for Advancing Water Biofiltration, Monash University, Victoria, Australia.
- Godwin, D. C., Sowles, M., Tullos, D., Cahill, M. 2011.  
**Stormwater Planters.**  
*www.slideshare.net/Sotirakou964/stormwater-planters* [a draft version].
- Greater London Authority. 2020.  
**Reimagining Rainwater in Schools.**
- Hatt, B. E., Fletcher, T. D., Deletic, A. 2007.  
**Treatment Performance of Gravel Filter Media: Implications for Design and Application of Stormwater Infiltration Systems.** Water Research 41(12): 2513-2524. Great Streets Mountain View [veebileht].  
*www.greatstreetsmv.org*
- HELCOM 2021.  
**Reduction of Discharges from Urban Areas by the Proper Management of Stormwater Systems.** HELCOM Recommendation 23/5-Rev.1

- Interlocking Concrete Pavement Institute 2008.  
**Permeable Interlocking Concrete Pavement. A Comparison Guide to Porous Asphalt and Pervious Concrete.**
- IPCC 2021. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** (eds. Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M. I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J. B. R., Maycock, T. K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R., Zhou, B.). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
- Jaagus, J. 2006.  
**Climatic Changes in Estonia During the Second Half of the 20th Century in Relationship with Changes in Large-scale Atmospheric Circulation.** Theoretical and Applied Climatology 83: 77-88.
- James, W., Shahin, R. 1998.  
**A Laboratory Examination of Pollutants Leached from Four Different Pavements by Acid Rain.** Journal of Water Management Modeling 1998; R200-17. Computational Hydraulics International, Guelph, Canada.
- Jayasuriya, L. N. N., Kadurupokune, N., Othman, M., Jesse, K. 2007.  
**Contributing to the Sustainable Use of Stormwater: The Role of Pervious Pavement.** Water Science and Technology 56(12): 69-75, IWA Publishing, London, UK.
- Jennings, D. B., Jarnagin, S. T. 2002.  
**Changes in Anthropogenic Impervious Surfaces, Precipitation and Daily Streamflow Discharge: A Historical Perspective in a Mid-Atlantic Subwatershed.** Landscape Ecology 17(5): 471-489.
- Justice, K., P. E. 2015.  
**Pervious Pavement Alternatives.** U.S. Environmental Protection Agency.
- Karndacharuk, A. 2014.  
**The Development of a Multi-faceted Evaluation Framework of Shared Spaces** (thesis for Doctor of Philosophy). Department of Civil and Environmental Engineering, The University of Auckland.
- Keskkond & Partnerid OÜ 2008.  
**I-klassi õlipüüdurite paigaldus- ja hooldusjuhend.**
- Klaasplastist liiva/mudapüüdurid.** Klaasplast [veebileht].  
*mahuti.ee/liiva-mudapuudurid*

Kobras AS 2018.

**Sademevee säästliku käitlemise põhimõtted Tartu linnas.**

Kobras AS, Maves AS 2013.

**Liiklussõlmede sademevete kogumise ja osalise puhastamise uuring.**

Kõide II. Tallinn, Maanteeamet.

Kooskora, T., Viirma, M., Tamm, P., Kalberg, H. 2018.

**Kombineeritud sademevee strateegia projekt.**

Osa 1. Eesti Veeprojekt OÜ, AB Artes Terrae OÜ, Tartu.

Köhler, M. 1993.

**Fassaden-und Dachbegrünung.** Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Lafarge Tarmac 2014.

**Topmix Permeable. The Ultimate Concrete Solution for Surface and Storm Water Management.**

Lafarge Tarmac 2015.

**Permeable Concrete Solution Guide.**

Lancaster, B., Lipkis, A. 2019.

**Rainwater Harvesting for Drylands and Beyond: Volume 2.**

Second Edition. Rainsource Press.

Luhamaa, A., Kallis, A., Mändla, K., Männik, A., Pedusaar, T., Rosin, K. 2015.

**Eesti tuleviku kliimastenaariumid aastani 2100.**

Keskonnaagentuur, Tallinn.

McIntyre, L., Snodgrass, E. C. 2010.

**The Green Roof Manual: A Professional Guide to Design, Installation, and Maintenance.** Timber Press.

**Monnikenhuizen Arnhem.** Archined [veebileht].

*archined.nl/project/28017-monnikenhuizen-arnhem*

Muthanna, T. M., Viklander, M., Blecken, G., Thorolfsson S. T. 2007. **Snowmelt**

**Pollutant Removal in Bioretention Areas.**

Water Research 41(18): 4061-4072.

Mägi, M. (12.08.2016).

**Ülevaade: läbi aegade tekivad Eestis üleujutused just neis piirkondades.**

Postimees, Tarbija. *majandus24.postimees.ee/3797793/ulevaade-labi-aegade-tekivad-eestis-uueujutused-just-neis-piirkondades*

OÜ Alkranel 2005.

**Alternatiivsete sademevee äravoolu- ja kogumissüsteemide uurimustöö.**  
Tartu.

Philadelphia Water 2019.

**The Philadelphia Stormwater Management Guidance Manual.**  
Chapter 4, Section 4.9 Media Filters.  
[pwdplanreview.org/manual/chapter-4](http://pwdplanreview.org/manual/chapter-4)

**Pipelife International GmbH** [veebileht]. [pipelife.com](http://pipelife.com)

**Pipelife Eesti AS** [veebileht]. [www.pipelife.ee](http://www.pipelife.ee)

Pipelife 2009.

**Sademeveekanaliseerimine ja ehitusdrenaaž.** Pipelife'i tootekataloog.

Pratt, C. J. 1999.

**Use of Permeable, Reservoir Pavement Constructions for Stormwater Treatment and Storage for Re-use.**  
Water Science & Technology 39(5): 145–151.

Pratt, C. J., Mantle, J. D. G., Schofield, P. A. 1995.

**UK Research into the Performance of Permeable Pavement, Reservoir Structures in Controlling Stormwater Discharge Quantity and Quality.**  
Water Science & Technology 32(1): 63–69.

Pratt, C. J., Newman, A. P., Bond, P. C. 1999.

**Mineral Oil Biodegradation within a Permeable Pavement: Long Term Observations.** Water Science & Technology 39(2): 103–109.

**Projekt LIFE UrbanStorm** [veebileht]. [urbanstorm.viimsivald.ee](http://urbanstorm.viimsivald.ee)

**Põlva valla ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni kasutamise eeskiri.**

Põlva Vallavolikogu määrus nr 20 (vastu võetud 10.06.2015, muudetud redaktsioon RT IV, 03.03.2018, 48).

**Ramboll Group AS** [veebileht]. [ramboll.com](http://ramboll.com)

**RIL 77-2013. Pinnasesse ja vette paigaldatavad plasttorud. Paigaldusjuhend.**  
(tõlkinud ja välja andnud ET Infokeskus AS ja EVKIS).

**Scandic Grand Central Helsinki courtyard.** Nomaji Landscape Architects Ltd.  
[veebileht]. [nomaji.fi/en/work/scandic-grand-central-helsinki-courtyard](http://nomaji.fi/en/work/scandic-grand-central-helsinki-courtyard)

**Stormsaver Ltd** [veebileht]. [stormsaver.com](http://stormsaver.com)

**Susdrain** [veebileht]. [susdrain.org](http://susdrain.org)

Tamm, T., Tamm, O., Saaremäe, E. 2020.

**Sademeveesüsteemide projekteerimise aluste kaasajastamine.**  
KIK projekt nr 15589. Eesti Maaülikool.

Teemusk, A. 2005.

**Murukatuste temperatuuri reguleerimise võime Eesti kliimatingimustes**  
(magistritöö). Juhendaja prof Ülo Mander. Tartu Ülikool.

Urban Waterways 2011.

**Maintaining Permeable Pavements.** NC Cooperative Extension,  
State University and A&T State University, North Carolina, USA.

**VandCenter Syd A/S** [veebileht]. [www.vandcenter.dk](http://www.vandcenter.dk)

**Veeseadus** (RT I, 29.06.2022, 12).

**Viimsi valla sademeveesüsteemide kasutamise eeskiri** (RT IV, 25.05.2021, 27).

Vymazal, J. 2011.

**Constructed Wetlands for Wastewater Treatment: Five Decades  
of Experience.** Environmental Science & Technology 45(1): 61–69.

**What are Green Walls – The Definition, Benefits, Design, and Greenery.**

2017. – Naava.io [veebileht]. [naava.io/editorial/what-are-green-walls](http://naava.io/editorial/what-are-green-walls)

WSP Development and Transportation 2009.

**SUDS for Roads.**

**Ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni kasutamise eeskiri / Narva.**

Narva Linnavolikogu määrus nr 30 (03.08.2006).

**Ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni seadus** (RT I, 30.12.2021, 20).

**Ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni seaduse eelnõu nr 523**, algatatud 24.01.2022

[www.riigikogu.ee/tegevus/eelnoud](http://www.riigikogu.ee/tegevus/eelnoud)