Viherkatuselvitys

RAMBØLL

Bright ideas.
Sustainable change.

TAMPERE.
FINLAND

Tekijä:	Ramboll Finland Oy
Päivämäärä:	12.01.2024
Tekstit:	Kimmo Hell, Maria Rautajoki, Tiia Valtonen, Lassi Lahti, Lauri Vesanen, Salla Ekström, Johanna Jalonen ja Anni Orkoneva (Ramboll Finland Oy), sekä Ella Uppala (Ramboll Sweden Ab)
Kuvitus:	Ramboll, Laura Kämäräinen, Salla Ekström (Ramboll Finland Oy)
Kuvat:	Ramboll, ellei toisin mainita
Taitto:	Salla Ekström (Ramboll Finland Oy)
Ohjausryhmä:	Taru Heikkinen, Mirjam Larinkari, Iina Laakkonen, Mirkka Katajamäki, Kimmo Mäkinen, Pekka Heinonen, Jyrki Lehtimäki, Mikko Vainiomäki, Dani Kulonpää ja Timo Seimelä (Tampereen kaupunki)

Raportin on tuottanut Ramboll Finland Oy yhteistyössä Tampereen kaupungin kanssa.
Aineistoa lainatessa tulee mainita lähdetiedot.

Etu- ja takakannen kuva:
Havainnekuva Marmormolenista,
© Sora

Sisällysluettelo

JOHDANTO **4**

TERMINOLOGIA **5**

1. VIHERKADUN MÄÄRITTELY JA HYÖTYNÄKÖKULMA **6**

1.1 Viherkatu-käsite 7

1.2 Viherkatujen hyödyt – ja haasteet, joihin niillä vastataan 8

Vesien viivytys ja puhdistuminen 9

Ekosysteemi 9

Hiilensidonta 9

Mikroilmaston ja ääniympäristön parantaminen 10

Virkistys- ja viherpalvelut 10

2. ESIMERKKIKOHTEITA SUOMESTA JA MUISTA POHJOISMAISTA **14**

Kohteet I-XII 16

3. VIHERKADUN TOIMINTAPERIAATE JA TEKNINEN TOTEUTUS **28**

3.1 Liikenteelliset lähtökohdat ja katutilan mitoitus 30

3.2 Hulevesien laadullinen ja määrällinen hallinta 31

Laadullinen hallinta 32

Määrällinen hallinta 33

3.3 Hulevesien tekninen verkosto 36

3.4 Kadun ja kasvualustan kuivatuksen varmistaminen 37

3.5 Maanalaisen infran huomioiminen 39

3.6 Kasvillisuus 40

3.7 Monitorointi ja kunnossapito 43

Viherkatujen biosuodatusrakenteiden toiminta talvisin 44

OHJEKORTIT **46**

YHTEENVETO **56**

LIITE 1. ESIMERKKIKOHTEIDEN VERTAILUTAULUKKO **58**

LÄHTEET **59**

RAMBØLL

Kuninkaantammi
Kuva: © Henri Luoma, www.hlp.fi

TAMPERE

Johdanto

Viherkatuselvitys on laadittu Tampereen kaupungille Kantakaupungin vaiheyleiskaavatyön 2021–2025 tausta-aineistoksi. Työn tuloksia hyödynnetään myös kaupungin muissa yksiköissä kuten asemakaavoituksessa, liikennesuunnittelussa sekä viheralueet ja hulevedet -yksikössä. Työ liittyy kiinteästi myös Puutarhakadun–Kuninkaankadun yleissuunnitteluun, jossa haetaan kohteeseen sopivaa viherkaturatkaisun toteutustapaa hyödyntäen samanaikaisesti laaditun viherkatuselvityksen tuloksia. Yleissuunnitelman tavoitteena on kehittää jalankulkuympäristöä, mahdollistaa pyöräilyn pääreitti, hillitä rakennetun ympäristön lämpösaarekeilmiötä, lisätä katuvihreän määrää ja kaupunkikasvillisuuden monimuotoisuutta sekä luontopohjaista huleveden hallintaa.

Viherympäristön merkitystä ilmastonmuutoksen hillitsemisessä ja muutokseen sopeutumisessa korostetaan kaupungin strategiassa, valmisteilla olevassa Kantakaupungin vaiheyleiskaavassa sekä kaupungin kestävään kehitykseen liittyvissä eri ohjelmissa. Viherkatujen toteuttaminen on konkreettinen keino viedä kaupungin strategisia tavoitteita käytäntöön.

Viherkatuselvityksen tarkoituksena on selventää yleisellä, koko kaupungin aluetta hyödyntävällä tavalla, mitä viherkadulla tarkoitetaan, mitä hyötyjä tällä ratkaisumallilla on, minkälaisille katuosuuksille se soveltuu ja minkälaisia toteutustapoja viherkadulle on olemassa. Selvityksessä esitellään myös viherkatukohteita Suomesta ja Pohjoismaista.

Selvityksen laadintaa ovat ohjanneet Tampereen kaupungilta Taru Heikkinen, Mirjam Larinkari, Iina Laakkonen, Mirkka Katajamäki, Kimmo Mäkinen, Pekka Heinonen, Jyrki Lehtimäki, Mikko Vainiomäki, Dani Kulonpää ja Timo Seimelä.

Selvityksen laadinnasta ovat vastanneet Ramboll Finland Oy:ssä Kimmo Hell, Maria Rautajoki, Tiia Valtonen, Lassi Lahti, Lauri Vesanen, Salla Ekström, Johanna Jalonen ja Anni Orkoneva, sekä Ramboll Sweden Ab:sta Ella Uppala.

TAMPEREEN STRATEGIA 2030:

Hiilineutraaleja tekoja -osion tavoitteita:

- Parannamme määrätietoisesti luonnon monimuotoisuuden tilaa.
- Hyödynnämme rohkeasti uusia tapoja vehreyden lisäämiseksi kaupunkiympäristössä.
- Sovitamme yhteen kasvavan ja kestävän kaupungin haasteita keskittyen kasvun laatuun.

Tyynenmerenkadun viherkaistan istutuksia.
Kuva: © Henri Luoma, www.hlp.fi

Terminologia

EKOSYSTEEMI Eliöyhteisöjen ja niiden ympäristön muodostama toiminnallinen kokonaisuus.

HULEVESI Maan pinnalta, rakennuksen katolta tai muilta vastaavilta pinnoilta muodostuva sade- tai sulamisvesi.

IMEYTTÄMINEN Hulevesi ohjataan maaperään, josta se kulkeutuu pohjavesiin ja vesistöihin. Imeytymisen nopeus vaihtelee pohjamaan maalajin mukaan.

LUONTOPOHJAISET RATKAISUT Toimenpiteitä, jotka saavat inspiraationsa luonnosta tai hyödyntävät luonnon prosesseja ja tuottavat samanaikaisesti ekologisia, sosiaalisia sekä taloudellisia hyötyjä (EU 2023).

LÄMPÖSAAREKEILMIÖ Kaupungin suhteellinen lämpimyys verrattuna ympäröiviin maaseutumaisempiin tai luonnontilaisempiin alueisiin, johtuen rakennetun ympäristön taipumuksesta kerätä ja pidättää lämpöä itseensä.

RESILIENSSI Kasvillisuuden osalta resilienssillä tarkoitetaan muutosjoustavuutta tilanteissa, joissa kasvuolosuhteet muuttuvat esimerkiksi ilmastonmuutoksen seurauksena.

RUDERAATTIKASVIT Paikalle luonnostaan kehittyvät kasvilajit. Häirittyjä, harvaan kasvavia paikkoja kuten sorakenttiä tai ratapihoja suosiva kasvilajisto, joka leviää tehokkaasti itsestään ja on usein lyhytikäistä sekä heikosti kilpailua sietävää.

SINIVIHREÄ INFRASTRUKTUURI Strategisesti suunniteltu verkosto, johon sisältyy luonnollisia sekä perustettuja viheralueita, pihoja, pienvesiä, vesialueita ja muita fyysisiä luonnon elementtejä. Verkosto on suunniteltu tuottamaan ekosysteemipalveluita ja sitä ylläpidetään tässä tarkoituksessa. (Suomen ympäristökeskus 2014)

SUODATTAMINEN Hulevesien ohjaaminen kasvillisuus- ja maarakenteiden läpi, joissa tapahtuu suodattumista ja aineiden pidättymistä (biologiset, kemialliset ja mekaaniset prosessit). Suodatuksen jälkeen vesi ohjataan imeytykseen tai johdetaan pois, mikäli imeytyksen mahdollisuutta ei ole.

VIHERKATU-MENETELMÄ Huleveden hallintaa katualueilla hyödyntäen luontopohjaisia menetelmiä, lisäämällä läpäiseviä pintoja sekä hyödyntäen kasvillisuutta ja kasvualustaa. Käytetään myös nimeä *Green Street*.

VIIVYTTÄMINEN Hulevesien viivyttäminen erilaisissa rakenteissa, tarkoituksena pidentää ajanjaksoa, jolla vedet ohjautuvat viemäriin/vesistöön/imeytykseen.

YLIVUOTORAKENTEET Hulevesien hallintajärjestelmässä oleva purkurakenne, esimerkiksi kaivo tai oja, joka johtaa hulevedet hulevesiviemäriin poikkeavassa tulvatilanteessa, kun vettä viivyttävän tai suodattavan rakenteen mitoitus ylittyy.

1.

Viherkadun määrittely ja hyötynäkökulma

LUVUN SISÄLTÖ:

VIHERKATU-KÄSITE

VIHERKATUJEN HYÖDYT
– JA HAASTEET, JOIHIN NIILLÄ VASTATAAN

RAMBØLL

TAMPERE

1.1 Viherkatu-käsite

Viherkatu on ratkaisumalli, joka pyrkii vastaamaan moniin tämän hetken kaupunkiympäristöjä haastaviin ongelmiin. Viherkadulle ei ole standardoitua toiminta- tai suunnittelumallia, mutta yleistettynä ratkaisumallin perusta on hyödyntää hulevesien käsittelyssä luontopohjaisia ratkaisuja paikallisesti ja hajautetusti. Näin saadaan hulevesien määrää, laatua sekä virtausnopeuksia hallittua katualueella. Samanaikaisesti kaupunkiympäristön kasvillisuuden lisäämisellä saavutetaan myös muita merkittäviä hyötyjä.

Viherkaturatkaisuja on hyödynnetty runsaasti Yhdysvalloissa esimerkiksi Portlandissa, jossa haluttiin kohentaa vedenlaatua hulevesiä vastaanottavissa jokivesissä ja puroissa lohikannan turvaamiseksi. Portlandissa on käytössä termi Green Street. Muissa yhdysvaltalaisissa kaupungeissa on rakennettu vastaavia ratkaisuja vesienhallintaan, mutta ratkaisuja kutsutaan myös muilla nimillä, kuten Green Grid, Green Rivers tai RainWise. (Tuomi 2016)

Ruotsissa toteutetaan luontopohjaisia vesienhallintaratkaisuja katutiloissa paljon, mutta viherkatu-termi ei siellä ole yleisesti käytössä, vaan ratkaisua kutsutaan yleisemmin sinivihe-rinfrastruktuuriksi. Briteissä läheinen käsite on Sustainable urban drainage systems (SuDS), Australiassa Water sensitive urban design (WSUD) ja Tanskassa Klimakvarter.

Tamperelainen viherkatumalli on tässä selvityksessä määritelty käsittämään luontopohjaisten hulevesien hallintakeinojen käytön lisäksi erityisesti myös monihyötyisyyden lisäämisen sekä ilmastonmuutoksen ja luontokadon tuomiin haasteisiin vastaamisen. Viherkatumallissa katuympäristössä kasvillisuuden määrän ja laadun tulee olla visuaalisesti hahmotettavissa perinteistä ratkaisua runsaammaksi. Voidaan ajatella, että kadun pinta-alasta viherpinnalla on vähintään 10–30 % ja katupuuston latvuspeitteisyys on vähintään 10–30 %. Tämän lisäksi hyödynnetään muita läpäiseviä pintoja mahdollisimman paljon. Kasvillisuus koostuu katupuista, pensaista sekä eri korkuisista ruohovartisista kasveista. Lisäksi kasvilajeissa tulee olla vaihtelua. Viherkaturatkaisulla muodostetaan viihtyisää katuympäristöä sekä muutoskestävää kaupunkivihreää, joka toimii tehokkaimmin myös lämpösaarekeilmiötä vastaan. Viherkatua suunnitellessa tulee tarkastella, olisiko pysäköinnin määrää mahdollista toteuttaa normaalia pienemmällä mitoituksella ja ottaa katutilasta enemmän tilaa kasvillisuudelle.

Yleisesti ottaen katuvihreän sekä läpäisevien pintamateriaalien lisääminen parantaa kaupunkien pienilmastoa, hillitsee katutulvia, vähentää meluhaittoja ja lisää kaupunkieläimistön elinympäristöjä. Katuvihreän lisäämisellä on myös vaikutusta kaupunkikuvaan ja kaupunkiympäristön koettuun viihtyisyyteen. Mikäli täysimittaisen viherkadun toteuttaminen ei ole mahdollista tai tarpeen, on kevyempienkin siniviherratkaisuiden toteuttaminen kannatettavaa. Mikäli kasvillisuudelle ei ole maan pinnalla paljoa tilaa, voidaan kadun hulevedet esimerkiksi ohjata puiden kantaviin kasvualustoihin. Tällöin katukuvasta ei muodostu viherkadun tavoin kerroksellisesti vihreä eikä ratkaisulla saavuteta viherkadun kaikkia hyötyjä, mutta luontopohjaisten ratkaisuiden periaatteet toteutuvat ja puiden kasvuolosuhteet paranevat.

TAMPEREEN VIHERKATU:

- Viherkatu on katualue, jossa hulevesiä hallitaan luontopohjaisesti lisäämällä kasvillisuutta, vettäläpäiseviä pintoja ja vettä johdattavia ja viivyttäviä kasvualustoja ja rakenteita.
- Mitoitetaan mahdollisimman paljon tilaa vihreälle sekä hulevesien käsittelylle. Tehdään kompromisseja maanalaisen infran ja liikenteellisten ratkaisujen kanssa. Pyritään aina mahdollisimman suureen monihyötyisyyteen.
- Viherkatu tuottaa kaupungille monihyötyjä ja osaltaan vastaa ilmastonmuutoksen ja luontokadon tuomiin haasteisiin.

Tampereella, Mossin puistokadulla, on toteutettu viherkadun mukaisia ratkaisuja.

1.2

Viherkadun hyödyt
– ja haasteet, joihin niillä vastataan

Suuret maailmanlaajuiset haasteet, kuten luontokato ja ilmastonmuutos, aiheuttavat enenevissä määrin paineita kaupunkien suunnittelulle. Vanhoja toimintamalleja ja rakentamisen tapoja tulee uudistaa, jotta voimme luoda kestävää ympäristöä ihmiselle ja luonnolle. Onnistuneilla ratkaisuilla voimme hillitä ilmastonmuutosta ja luontokadon etenemistä, mutta yhtä tärkeässä osassa on myös muuttuvaan tilanteeseen sopeutuminen. Tässä luvussa on kuvattu viherkatumallin hyötyjä ja sitä, mihin haasteisiin ja ilmiöihin niillä pyritään vastaamaan.

HAASTEET JA ILMIÖT, JOIHIN VIHERKADUN HYÖDYILLÄ VASTATAAN

Ilmastonmuutos

Kaupungin tiivistyminen ja lämpösaarekeilmiö

Luontokato

Kuvia Tampereen katutulvista. Vieressä kuva Itsenäisyydenkadun tunnelista, ylhäällä Rautatienkatu ja oikealla Rongankatu.

HULEVESIEN VIIVYTYS JA PUHDISTUMINEN

Viherkatumallissa hulevesien määrää ja laatua voidaan hallita katutilassa paikallisesti, jolloin hulevesiviemäriverkostoihin ja vastaanottaviin vesistöihin purkautuva veden määrä on alhaisempi ja vedenlaatu on parempi. Viherkatumallissa katutilassa on myös tulvatilavuutta, jolloin rankkasateiden yhteydessä tulviminen tapahtuu hallitusti istutusalueilla tai kasvualustarakenteissa ja tulvavesistä aiheutuu vähemmän haittaa kulkemiselle tai rakenteille. Paikallisen hulevesien hallinnan avulla vastaanottavan hulevesiverkoston tulvaherkkyys vähenee, putkiston dimension suurentamispaine vähenee ja hulevesiviemäriverkostot ovat edullisempia toteuttaa. Virtaamien viivyttäminen ja vedenlaadun hallinta paikallisesti vähentää tulvahuippuja ja veden epäpuhtauksia myös vastaanottavassa vesistössä.

Viherkatumallissa hulevettä voidaan varastoida kasvualustarakenteisiin tai kastelukaivoihin, jolloin kasvillisuuden kasvumahdollisuudet paranevat ja kastelutarve vähenee. Imeyttävissä rakenteissa osa hulevedestä pääsee imeytymään maaperään, jolloin muodostuu pohjavettä.

EKOSYSTEEMI

Viherkaduilla lisätään pääsääntöisesti monilajista ja kerroksellista kasvillisuutta katutilaan. Viherkatu muodostaa ekosysteemin, jossa monilajinen kasvillisuus tarjoaa suoja- ja ruokapaikkoja eliöille. Monimuotoinen kasvillisuus lisää kaupunkiluonnon resilienssiä muuttuvassa ilmastossa. Mikäli jokin kasvilaji taantuu, vallitsevissa olosuhteissa paremmin menestyvä, habitukseltaan ja leviämistavaltaan otollisin laji ottaa enemmän tilaa, ja istutusalueet säilyvät vehreinä. Kasvillisuusvalinnoilla on myös mahdollista tukea paikallisesti tärkeiden eliöiden elinmahdollisuuksia. Tiiviisti rakennetun alueen läpi kulkeva viherkatuverkosto voi toimia ekologisena yhteytenä laajempien viheralueiden välillä. Ekologiset yhteydet lisäävät eliöiden mahdollisuuksia siirtyä alueilta toiselle. Esimerkiksi liito-oravan kulkuyhteyksien tukeminen katupuuston avulla parantaa eläimen elinolosuhteita.

HIILENSIDONTA

Viheralueilla hiiltä sitoutuu kasvillisuuteen ja maaperään. Kasvien hiilensidonta perustuu yhteyttämiseen, jossa kasvi muodostaa auringonvalon avulla vedestä ja hiilidioksidista hiilihydraatteja. Samalla ilmakehään vapautuu happea. Hiili sitoutuu kasvien runkoon, oksiin, lehtiin ja juuristoon. Maaperä on merkittävä hiilivarasto. Maaperän eloperäisen aineksen massasta noin puolet muodostuu siihen sitoutuneesta orgaanisesta hiilestä, joka on päätynyt maahan kasvien yhteyttämisen kautta. Puut lisäävät myös kasvualustaan sitoutuvan hiilen määrää juurten erittämien hiiliyhdisteiden, hienojuurikarikkeen ja lehtikarikkeen mukana. Puiden merkitys hiilen-

VIHERKADUN HYÖDYT KOOTUSTI AIHEALUEITTAIN

HULEVESIEN VIIVYTYS JA PUHDISTUMINEN

- Hulevesiä on mahdollista hyödyntää paikallisesti
- Ilmastonmuutoksen myötä lisääntyvistä rankkasateista aiheutuvien tulvatilanteiden hallinta, rakenteiden vaurioiden ja kulkemisen estymisen väheneminen
- Hulevesiverkoston kuormituksen väheneminen, taloudelliset hyödyt
- Vedenlaadun parantuminen
- Pohjaveden muodostuminen

EKOSYSTEEMI

- Luontoa kaupunkiin, monimuotoisuuden tukeminen ja lisääminen
- Monimuotoisuus lisää resilienssiä muuttuvassa ilmastossa
- Ekologisen verkoston osa ja ekologinen yhteys laajempien alueiden välillä

sidonnassa on tärkeä, sillä hiiltä sitoutuu puiden runkoon, oksistoon ja juuristoon pitkäaikaisesti. Puun kuollessa hiili vapautuu takaisin ilmakehään. Puiden vuotuiseen hiilensidontakykyyn vaikuttavat puun koko, lehtipinta-ala, kasvuvauhti sekä ympäristön olosuhteet. (Salo 2021; Koivunen 2020)

Kaupunkivihreän hiilensidontakykyyn voidaan vaikuttaa positiivisesti säilyttämällä nykyisiä kaupunkipuita, lisäämällä kasvillisuuden ja kasvipeitteisten alueiden määrää, istuttamalla pitkäikäisiä, kullekin paikalle soveltuvia, suurikokoisia puulajeja sekä varmistamalla puille hyvät kasvuolosuhteet huomioimalla puiden juuriston ja latvuksen tilan tarpeen, suojaamalla puut kolhuilta ja rakentamalla kasvilajille sopiva kasvualusta. Kasvualustan hiilivarastoa voidaan kasvattaa hyödyntämällä muun muassa kierrätyskasvualustoja sekä biohiiltä.

MIKROILMASTON JA ÄÄNIYMPÄRISTÖN PARANTAMINEN

Runsas läpäisemättömien pintojen määrä, vähäinen haihduttavan kasvillisuuden määrä ja suuret rakennukset laajoine kattopinta-aloineen ovat muun muassa lämpösaarekeilmiötä voimistavia elementtejä. Viherkaturatkaisu puolestaan perustuu vettä läpäisevien pintojen laajentamiseen ja runsaaseen, monikerrokselliseen, vettä haihduttavaan kasvillisuuteen, jolloin sillä on vaikutusta edellä mainittuihin lämpötiloja nostaviin rakenteisiin. Täysikasvuiset puut voivat haihduttaa päivässä 500 litraa vettä (Drebs 2023). Runsas katupuusto lisää katualueen varjopaikkoja ja vaikuttaa erityisesti kadunkulkijan lämpöaistimukseen. Varjostus toimii myös pidempien kuivien jaksojen aikana, jolloin kasveilla ei ole enää saatavilla vettä haihdutettavaksi.

Oikein valittu, sijoiteltu ja hoidettu kasvillisuus voi paikallisesti parantaa kaupunkiympäristön ilmanlaatua (Janhäll 2015), vähentää kokemusta melusta (Van Renterghem 2019), osallistua hulevesien määrän ja laadun säätelyyn (Muerdter ym. 2018) sekä heikentää lämpösaarekeilmiötä (Fu ym. 2022).

Rakennettuun ympäristöön muodostuu helposti tuulenpyörteitä ja puuskia. Sopivalla kasvillisuuden käytöllä voidaan parantaa oleskelun, kävelyn ja pyöräilyn olosuhteita tuulta ohjaamalla ja puuskaisuutta pehmentämällä. On kuitenkin tärkeää, että ilma pääsee liikkumaan katutilassa, jotta lämmin ilma pääsee poistumaan alueelta eivätkä ilmansaasteet jää jumiin katutiloihin.

Tehokkain vaikutus saavutetaan, kun kasvillisuutta lisätään kaupunkirakenteen sekaan. Viherkatumalli on yksi ratkaisukeino, jolla pystytään vähentämään koettuja melu-, saaste- ja lämpötilahaittoja.

VIRKISTYS- JA VIHERPALVELUT

Luonnon tuottamat ekosysteemipalvelut ihmiselle, kuten pienilmaston säätely, ilman puhdistaminen ja luonnon kokeminen, lisäävät merkittävästi katutilan ja asuinympäristön viihtyisyyttä. Yksi viherkadun merkittävimmistä hyödyistä on-

VIHERKADUN HYÖDYT KOOTUSTI AIHEALUEITTAIN

HIILENSIDONTA

- Kasvillisuus sitomassa kaupungin hiilipäästöjä
- Hiilen varastoiminen maaperään

MIKROILMASTON JA ÄÄNIYMPÄRISTÖN PARANTAMINEN

- Vaikutukset paikalliseen lämpötilaan ja tuulisuuteen
- Melun häiritsevyyden vähentyminen
- Ilmansaasteiden vähentyminen

kin luontokosketuksen mahdollistaminen kaupunkiympäristössä.

Viherympäristöllä on todettu olevan positiivisia vaikutuksia ihmisten psyykkiseen ja fyysiseen terveyteen. Suomessa asiaa ovat väitöskirjoissaan tutkineet esimerkiksi Marja Roslund sekä Kirsi Salonen. Roslundin (2020) tutkimuksessa todettiin monipuolisen luontoaltistuksen edistävän kaupunkilaislasten immuunitasapainoa elimistön mikrobiston kautta. Aikuisten immuunipuolustus ja hyvinvointi hyötyvät luontoaltistuksesta mutta erityisen tärkeää altistus on varhaislapsuudessa. Kaupunkilaisten arjessa voi kuitenkin olla vaikea löytää mahdollisuuksia luonnossa liikkumiseen (Roslund 2020). Luonnosta on mahdollista saada elpymisen lisäksi esimerkiksi tervehtymisen kokemuksia ja tukea psyykkiseen hyvinvointiin (Salonen 2020).

Viherkatumalli tuo luonnon lähemmäksi kaupunkilaisten arkiympäristöä ja on osaltaan edesauttamassa kaupunkilaisten luontokosketuksen vahvistumista ja positiivisten terveysvaikutusten muodostumista. Viherkatu toimii ekologisena yhteytenä ja tukee näin luonnon monimuotoisuutta, mutta vihreät ja miellyttävät kulkureitit ovat tärkeitä myös ihmisten liikkumiselle. Vihreä katumiljöö muodostaa kadulle viihtyisän kävely-ympäristön ja toimii vetovoimaisena kulkuyhteytenä laajempien virkistysalueiden välillä.

Elämyksellinen viherkatu voi toimia myös oppimis- ja leikkiympäristönä. Viihtyisä katuympäristö lisää alueen vetovoimaisuutta ja voi tuoda arvonnousua asuinalueille ja taloudellista hyötyä alueen yrityksille. Elämyksellisen viherkadun suunnittelussa huomioidaan paikan omaleimaisuus kaupunkikuvallisesta sekä ekologisesta näkökulmasta tarkasteltuna. Esimerkiksi lähiympäristön historiasta voi löytyä punainen lanka, joka muotoutuu paikkaan sopivaksi suunnittelukonseptiksi. Näin saadaan muodostettua yhtenäinen, alueen omaleimaisuutta tukeva suunnitteluratkaisu. Katutilan viihtyisyyttä ja houkuttelevuutta lisää ihmisen mittakaavainen mitoitus, sopivien oleskelu- ja kohtaamispaikkojen muodostaminen, kaunis valaistus, monipuolisen vuodenaikojen mukaan muuttuvan kasvillisuuden käyttö sekä taideaiheet. Viherkadun ekosysteemissä vesi on keskeinen elementti ja vettä voidaan hyödyntää myös elämyksellisyyden tekijänä. Vaikka viherkadun tekninen toteutus mahdollistaa hulevesien syöttämisen suurelta osin suoraan kasvualustarakenteisiin, vesi kannattaa ottaa myös näkyväksi elementiksi. Tällöin katutilassa on mielenkiintoista tarkasteltavaa erityisesti sateisella ilmalla.

Viihtyisän ja elämyksellisen katutilan muodostamisen keskiössä on nimenomaan jalankulkijan huomioiminen. Myös autoilijan asiointimatka alkaa ja päättyy jalan kuljettavaan osuuteen. Kestävien liikkumismuotojen valitsemiseen voidaan ohjata katutilan järjestelyillä. Pyöräilyyn ja jalankulkuun voidaan kannustaa muodostamalla katuympäristö ilmeeltään jalankulun ja pyöräilyn ehdoilla toimivaksi. Tähän voidaan vaikuttaa esimerkiksi panostamalla toimiviin ja turvallisiin jalankulun reitteihin ja sijoittamalla pyörätelineet lähemmäksi sisäänkäyntejä kuin autojen pysäköinti. (Edge 2019)

VIHERKADUN HYÖDYT KOOTUSTI AIHEALUEITTAIN

VIRKISTYS- JA VIHERPALVELUT

- Elämyksellisyys
- Oppimis- ja leikkiympäristö
- Luontokosketus
- Terveyshyödyt
- Vetovoimaisuuden kasvu
- Jalankulun ja pyöräilyn lisääntyminen

1.2

Ilmastonmuutos ja siihen sopeutuminen

Ilmaston lämpeneminen ihmisen toiminnan seurauksena on yksi suurimmista maailmanlaajuisista kriiseistämme. Tampere on pyrkinyt jo pitkään hillitsemään ilmastonmuutosta muun muassa vähentämällä kasvihuonekaasupäästöjään. Huolimatta kansainvälisellä, kansallisella ja paikallisella tasolla tehtävistä ilmastonmuutoksen hillintätoimenpiteistä ilmastonmuutosta ei voida kokonaan enää estää. Ilmastonmuutoksen hillitsemisen lisäksi tarvitaan myös toimia, joilla varaudutaan ja sopeudutaan muuttuvaan ilmastoon. Keskimääräiset lämpötilat tulevat kohoamaan Suomessa etenkin talvella, jolloin nykyistä suurempi osa talvisadannasta saadaan vetenä. Pirkanmaalla keskilämpötilan arvioidaan nousevan vuosisadan puoliväliin mennessä noin 1,8–2,9 °C nykyisestä ja vuotuisten sademäärien arvioidaan kasvavan 5–7 % kuluvan vuosisadan aikana, suurimpien päivittäisten sademäärien arvioidaan kasvavan 25–30 % ja rankimpien tuntisateiden 35–50 % (Gregow ym. 2021). Talvi lyhenee 40–50 vuorokaudella. Arvioihin liittyy kuitenkin epävarmuuksia. (Kankainen ym. 2022).

Kaupunkiympäristöön näkyvästi vaikuttavat ilmastonmuutoksen seuraukset ovat äkillisten rankkasateiden yleistyminen ja kuumien hellejaksojen lisääntyminen. Rankkasateiden yleistyessä myös kaupunkitulvien esiintymistodennäköisyys kasvaa. Verkostomitoituksen ylittäviä rankkasateita, jotka voivat ilmetä kaupunkitulvina, saadaan entistä useammin. Rankkasateiden aikaiset suuret virtaamat altistavat uomia eroosiolle hulevesiviemäreiden purkupaikoilla ja näkyvät vedenlaadun heikkenemisenä. Hellejaksot kurittavat ihmisten lisäksi muita eliöitä sekä kaupunkikasvillisuutta, joka vaatii kuivilla jaksolla kastelua.

Kaupunkien tiivistyminen ja lämpösaarekeilmiö

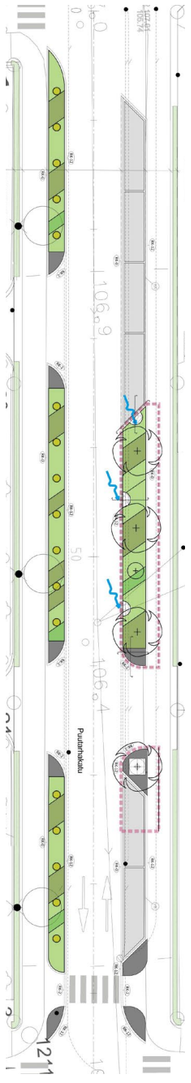
Tiiviillä kaupunkialueilla rakennukset, suuret kattopinta-alat ja läpäisemättömät katupinnat keräävät lämpöä aiheuttaen lämpösaarekeilmiötä eli kaupunkialueen lämpimyyttä verrattuna ympäröiviin maaseutumaisiin tai luonnontilaisiin alueisiin. Hellejaksoilla kaupunkeihin voi muodostua erittäin kuumia paikkoja. Hulevesi johdetaan kaupunkialueilla viemäreihin, jolloin veden haihdunta on vähäistä. Vesihöyry sitoo itseensä lämpöenergiaa ja haihdutuksen puute johtaa lämpötilojen nousuun. Tampereen kaupunki on selvittänyt lämpösaarekeilmiötä kantakaupungin yleiskaavatyöhön liittyen. Sitowisen (Larjasto ym. 2022) laatimasta selvityksestä käy ilmi alueet, joilla lämpösaarekeilmiön lieventämiseen tulisi erityisesti kiinnittää huomiota. Sinivihreän infrastruktuurin hyödyntäminen on yksi lämpösaarekeilmiön hillitsemiseksi tunnistettu keino (Larjasto ym. 2022).

Kaupunkiemme viihtyisyys ja elämyksellisyys on kärsinyt suuresti kaupunkien tiivistymisestä ja autoilukeskeisestä lähtökohdasta, jossa katutila mitoitetaan pitkälti palvelemaan ajoneuvoliikennettä sen sijaan, että pyrittäisiin luomaan niistä elämyksellisiä ja viihtyisiä paikkoja ihmisille oleskella ja kohdata muita.

Luontokato

Ilmastonmuutos, kaupunkien tiivistyminen, rakennettujen alueiden laajentuminen ja ihmisen toiminta laajempana ilmiönä kiihdyttää luonnon monimuotoisuuden köyhtymistä, eli luontokatoa. Luontokato on ilmastonmuutoksen tapaan maailmanlaajuinen kriisi, jolla edetessään on voimakkaita vaikutuksia ihmisiin. Esimerkiksi pölyttäjäkato heikentää viljelykasvien satoa ja luonnon mikrobialtistuksen väheneminen altistaa ihmisiä erilaisille allergioille ja sairauksille. Eliöiden menestymiseen ja uusille elinalueille siirtymiseen vaikuttaa myös kulkureittien heikentyminen viheralueiden väistyessä rakentamisen tieltä.

Ilmaston lämmetessä kasvuolosuhteiden muuttuessa kasvillisuuskin muuttuu, toiset lajit eivät pärjää ja jotkin aikaisemmin viileämmillä alueilla harvinaiset lajit voivat laajentaa elinympäristöjään uusille alueille. Muuttuva ilmasto vaikuttaa myös istutettuun kaupunkikasvillisuuteen. Erilaiset kasvitaudit voivat lisääntyä ja uusia kasvituholaisia voi levitä myös Suomeen. Erityisesti vaarassa ovat kasvilajivalikoimaltaan monotoniset istutukset: päälajin altistuessa taudille tai tuholaiselle, vaikutus on näkyvä ja voi johtaa esimerkiksi kokonaisten puukujanteiden tuhoutumiseen. Istutusten monilajisuus lisää kaupunkivihreän resilienssiä eli muutosjoustavuutta.



VIHERKADUN HYÖDYT

1. Hulevesien hyödyntäminen resurssina
2. Hulevesien imeytyminen: kasvien kasvuedellytyksien turvaaminen ja kastelutarpeen väheneminen
3. Hulevesien imeytyminen: pohjaveden muodostuminen
4. Rankkasateista aiheutuvien tulvatilanteiden hallitseminen
5. Tulvavesien aiheuttamien rakenteiden vaurioitumisen ja tulvan estevaikutusten vähentyminen
6. Hulevesiverkoston kuormituksen vähentyminen ja siitä syntyvät taloudelliset hyödyt
7. Vedenlaadun parantuminen
8. Kaupunkiluonnon lisääntyminen
9. Monimuotoisuuden tukeminen ja lisääntyminen; monimuotoisuus lisää resilienssiä muuttuvassa ilmastossa
10. Ekologisen verkoston vahvistuminen; viherkatu toimii ekologisena yhteytenä laajempien alueiden välillä
11. Hiilipäästöjen sitoutuminen kasvillisuuden avulla
12. Hiilen varastoituminen maaperään
13. Paikallisen lämpötilan ja tuulisuuden tasoittuminen
14. Melun häiritsevyyden vähentyminen
15. Ilmansaasteiden vähentyminen
16. Elämyksellisyyden lisääntyminen
17. Oppimis- ja leikkiympäristön mahdollistaminen
18. Luontokosketuksen mahdollistaminen
19. Miellyttävä ja terveellinen kaupunkiympäristö: terveyshyötyjen lisääntyminen
20. Miellyttävä ja terveellinen kaupunkiympäristö: vetovoimaisuuden lisääntyminen

Kaavioon on listattu kootusti viherkadun hyödyt.

2.

Esimerkkikohteita Suomesta ja muista Pohjoismaista

KOHTEET I-XII:

I - MOSSIN PUISTOKATU

II - PUUTARHAKATU

III - KUNINKAANTAMMENKIERTO

IV - KARJARANNAN HULEVESIPAINANTEET

V - MEIRAMITIE

VI - NIITTYKADUN KATUPUUT

VII - JAKTGATAN & LÖVÄNGSGATAN (& MADÄNGSGATAN)

VIII - FABRIKEN/FÖRRÅDET (& SJÖDALSVÄGEN)

IX - LINDEVANG

X - SANKT KJELDS PLADS & BRYGGERVANGEN

XI - STRANDBODGATAN

XII - ROSENDAL

RAMBØLL

TAMPERE

Esimerkkikohteiden vertailutaulukko

ESIMERKKIKOHDE

Merkintöjen selitys

Kadun tyyppi
- Keskustakatu
- Kokoojakatu
- Tonttikatu
- Teollisuuden ja kaupan alue

Veden johtaminen ja kasvualustarakenne
- Kaivo
- Laskeutusallas
- Biohiilipohjainen kasvualustarakenne
- Multapohjainen kasvualustarakenne
- Bentoniittimatto

Tavoite
- Hulevesien laadun/hallinnan parantaminen
- Kaupunkitulvien vähentäminen
- Paikallisen vesistön kuormituksen vähentäminen
- Luonnon monimuotoisuuden / kaupunkiluonnon lisääminen
- Ekologisten yhteyksien parantaminen
- Viihtyisä ja kestävä kaupunkiympäristö
- Lämpösaarekeilmiön hillitseminen
- Sosiaalinen kestävyys
- Pilottikohde

VERTAILTAVA TIETO

	TAVOITE	KADUN PITUUS, PINTA-ALA	VIHERKAISTAN LEVEYS/SYVYYS, PINTA-ALA YHT.	%	PUIDEN MÄÄRÄ kpl	LATVUSPEITTEISYYDEN PINTA-ALA	%	MUUT LÄPÄISEVÄT PINNAT	%	OPIT
MOSSIN PUISTOKATU TAMPERE/KANGASALA		3600 m 35 900 m²	3,75 m / 0,90 m 12 500 m²	35	441	12 500 m²	35	1100 m²	3	• Laskeutustilat liian pienet • Rikkaruohottumista • Kasvit pääosin kasvaneet hyvin
SANKT KJELDS PLADS & BRYGGERVANGEN KÖÖPENHAMINA		700 m 34 900 m²	3,00–6,00 m / – m 9 000 m²	26	586	16 600 m²	48	– m²		• Vahvistanut paikallista identiteettiä ja yhteisöllisyyttä
(FABRIKEN/FÖRRÅDET &) SJÖDALSVÄGEN HUDDINGE		200 m 5250 m²	5,00 m / 0,80 m 750 m²	15	23	650 m²	12	– m²		• Fabriken/Förrådetia ei ole vielä rakennettu, tiedot laskettu Sjödalsvägeniltä • Sjödalsvägenillä hieman haasteita kasvuunlähdössä, mahdollisesti kuivuuden vuoksi
JAKTGATAN & LÖVÄNGSGATAN (& MADÄNGSGATAN) TUKHOLMA		700 m 11 550 m²	6,00 m / 1,40 m 1650 m²	14	76	2150 m²	19	– m²		• Tavoitellut viihtyisyysarvot toteutuneet hyvin • Kasvu ollut selkeästi parasta niillä alueilla, joissa biohiili on ravinneladattua —> huomioitu myöhemmissä kohteissa Tukholmassa
KUNINKAANTAMMENKIERTO HELSINKI		850 m 25 600 m²	3,55 m / 1,30 m 3650 m²	14	104	2950 m²	11	1300 m²	11	• Kasvualustojen vettäpidättävää osuutta liian vähän • Rikkaruohottumista • Suodatusrakenne toimii hyvin – erityisesti kiintoaineksen osalta
MEIRAMITIE VANTAA		400 m 9600 m²	3,50 m / 1,10 m 1050 m²	11	45	1250 m²	13	– m²		• Aukotettu reunakivi tukkeutuu • Vesi ei aina kulkeudu kiveyspinnalta kasvillisuusalueelle
PUUTARHAKATU JYVÄSKYLÄ		400 m 5150 m²	2,25 m / 1,20 m 450 m²	9	39	1100 m²	21	750 m²	14	• Suodatusrakenteen suuaukko tukkeutuu • Nykyiset maanalaiset rakenteet haastava sovittaa viherkaistojen kanssa • Asukkailta positiivista palautetta
KARJARANNAN HULEVESIPAINANTEET PORI		350 m 4100 m²	3,50 m / 1,30 m 400 m²	9	31	900 m²	21	400 m²	10	• Tuplasalaoja liiallinen • Arinasepeli toiminut hyvin katteena
STRANDBODGATAN UPPSALA		350 m 9800 m²	4,00 m / – m 900 m²	9	30	850 m²	9	– m²		• Paras kasvu hienorakeisessa laavakivi–komposti–hiekkaseoksessa • Eroosiovaurioita
ROSENDAL UPPSALA		2200 m 46 150 m²	2,50 m / – m 3500 m²	8	140	3950 m²	9	800 m²	2	• Takuuajan hoito on tuottanut hyviä kasvuunlähtötuloksia
LINDEVANG BRØNDBY		250 m 2350 m²	2,00 m / 1,00 m 100 m²	3	0	0 m²	0	– m²		• Asukkaat sitoutuivat projektiin innokkaasti ja ovat ylpeitä kotikatunsa lopputuloksesta
NIITTYKADUN KATUPUUT ESPOO		100 m 2100 m²	– m / 1,35 m 0 m²	0	12	350 m²	16	50 m²	3	• Ei tiedossa

Tiedot on laskettu osin suunnitelmista ja osin karttapalveluja hyödyntäen.
Latvuspeitteisyyden laskemiseen on käytetty latvuksen halkaisijan pituutena 6 metriä.

RAMBØLL

TAMPERE

I

Mossin puistokatu
Tampere/Kangasala

KOHTEEN PERUSTIEDOT:

- Kohde on Ojalan ja Lamminrahkan uusien asuinalueiden pääkatu. Viherkaistoille toteutettiin viherpainanteet, joihin ohjataan vesiä ajoradalta sekä jalkakäytäviltä.
- Ajoradan puolelta vedet ohjataan läpivirtauskansistojen kautta painanteeseen. Kansistojen edustalle toteutettiin noppakivestä eroosiosuojaus.
- Kasvualustana on yhtenä kerroksena asennettava tarkoitukseen valmistettu tuotteistettu kasvualusta.
- Kohteessa ei käytetty bentoniittimattoa.
- Salaojat toteutettiin molemmin puolin viherkaistaa (ylisuuri poikkileikkaus).
- Ylivuoto tapahtuu pääosin pintavaluntana kadun normaaleihin kuivatuskaivoihin. Alataitteissa sijaitsee lisäksi kupukantiset ylivuotokaivot viherkaistalla.
- Kasvillisuus on monilajista pensasistutusta + monilajiset katupuut, sekä niitty + monilajiset katupuut. Testiosuudella on käytetty sepelikatteen sijaan maanpeiteperenna istutusta ja HU-LE-Taimia (jo taimistolla sadepuutarhamullassa kasvatetut taimet).

TILANTARVE RAKENNE

- Viherkaistan leveys n. 3,5–3,75 m
- Viherkaistan syvyys arviolta 0,9 m
- Alataitteissa on viherkaistoilla ylivuotokaivot, muutoin ylivuoto tapahtuu viherkaistan päistä kadun normaaleihin kuivatuskaivoihin
- Vesi ohjataan viherkaistoille läpivirtauskansiston kautta

TOTEUTUS YLLÄPITO

- Kasvillisuuden annetaan kehittyä itsestään, ympäröiviltä metsäalueilta on kylväytynyt puuntaimia kasvillisuuden joukkoon joita on jouduttu poistamaan
- Noppakivetyt eroosiosuojaukset olisi kannattanut toteuttaa laajempina; kiintoainesta kulkeutuu veden mukana runsaasti.
- Toteutettu 2022–2023, ei seurantatietoja saatavilla

Viherkaistojen alataitteisiin on sijoitettu kupukantiset ylivuotokaivot (vasemmalla). Istutuksissa kasvillisuuden monilajisuus on ollut tärkeä lähtökohta (oikealla).

Läpivirtauskansisto ja noppakivestä tehty eroosiosuoja.

II

Puutarhakatu
Jyväskylä

KOHTEEN PERUSTIEDOT:

- Kohde on Green Street -menetelmällä toteutettu katuosuus Jyväskylän keskustassa (Green Street = katualueiden hulevesien hallinta vihreän infrastruktuurin avulla), jossa hulevedet johdetaan korttelialueittain suodatusrakenteisiin.
- Kadun hulevesiä ohjataan erotuskaistan biosuodatusrakenteisiin (kasvillisuus + suodattavat kasvualustat).
- Tavoitteena on suodattaa hulevesistä epäpuhtauksia sekä viivyttää ja tasata hulevesivaluntaa.
- Lisäksi pysäköintiruutujen rakenteissa on käytetty imeyttäviä päällysteitä (vettäläpäisevä betonikivi, avoin asfaltti, nurmikivi).
- Vedet ohjataan pintavaluntana laskeutusalueille, josta ne kulkeutuvat upotettujen reunatukien läpi suodatusrakenteisiin.
- Biosuodatusrakenteesta hulevedet ohjautuvat salaojien kautta kaivoihin ja edelleen hulevesiverkostoon.

TILANTARVE RAKENNE

- Katupuut: viherkaistan leveys 2,25 m, syvyys 1,2 m (maanalainen tila, leveys ~ 3 m)
- Köynnöspylväät: leveys 1,75, syvyys 0,8 m
- Hulevesipainanteet on eroteltu muista katurakenteista bentoniittikalvolla
- Viemäreiden johtaminen hulevesi-painanteiden ali ei ole aina mahdollista esimerkiksi runkoviemärin korkeusaseman vuoksi

TOTEUTUS YLLÄPITO

- Puiden lehdet ja lumi voivat tukkia suodatusrakenteen suuaukon jolloin vedet ohjautuvat ohi
- Kadun suuri pituuskaltevuus haasteena sivukaltevuudella ohjattaville vesille
- Nykyiset maanalaiset rakenteet tuovat haasteita, tila ei välttämättä riitä suunnitelman mukaiseen toteutukseen
- Yllätyskustannukset mahdollisia jos kaikista maanalaisista rakenteista ei ole tietoa
- Kasvillisuusalueiden kapeissa päädyissä istutukset kadonneet kokonaan
- Kasvillisuus menestynyt osittain, osa lajeista kadonnut kokonaan
- Yleisilme on säilynyt kuitenkin siistinä

Viherkaistoille on istutettu monilajisia istutuksia. Köynnöspylväät ja niihin kasvavat köynnökset ovat hyvä vaihtoehto kapeille kaistoille, joihin ei saa istutettua katupuita (vasemmalla). Osa kapeiden viherkaistojen kasvillisuudesta ei ole menestynyt kadulla.

Vedet ohjataan viherkaistoille upotettujen reunakivien yli.

III

Kuninkaantammenkierto
Helsinki

KOHTEEN PERUSTIEDOT:

- Kuninkaantammenkierron erotuskaistalle toteutetut biosuodatusrakenteet Kuninkaantammen asuinalueella Helsingin Kaarelassa.
- Vedet ohjataan ajoradalta kitakaivojen, ja jalkakäytävältä kallistusten avulla suodatusrakenteisiin (kasvillisuus + suodattavat kasvualustat).
- Tavoitteena on viivyttää ja puhdistaa hulevesiä mahdollisimman pitkälle katualueen biosuodatusrakenteissa.
- Liika vesi poistuu ylivuotokaivojen kautta hulevesiverkostoon.
- Kohteesta tehdyn hulevesien seurannan mukaan suodatusrakenteet on todettu veden laadun kannalta toimiviksi.

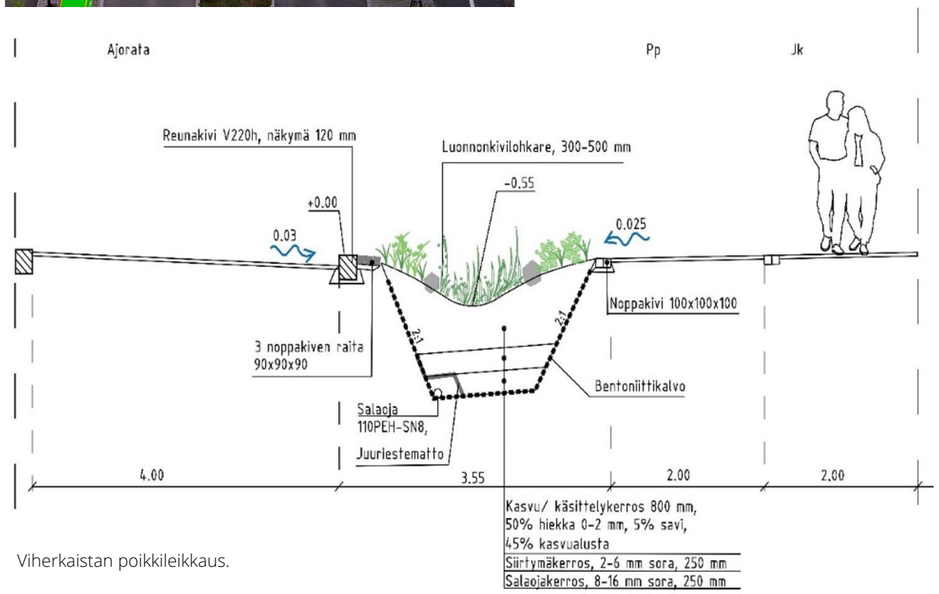
TILANTARVE
RAKENNE

- Viherkaistan leveys 3,55 m, syvyys 1,3 m
- Alimmaisena rakenteena bentoniittimatto, joka estää vesien pääsyn rakennusten kellareihin
- Bentoniittimaton päällä salaojaputket
- Salaojat peitetty juurisuojakankaalla
- Päällimmäisenä kerroksena 80 cm kasvualustaa, josta puolet on hiekkaa
- Kasvualustassa ei ole käytetty biohiiltä

TOTEUTUS
YLLÄPITO

- Luononkasvillisuus on syrjäyttänyt alkuperäisen suunnitelman perennalajit puutteellisen hoidon seurauksena
- Huleveden ja tuulen mukana kulkeutuvan siemenmäärän seurauksena luontaisesti menestyvät lajit leviävät istutettujen kasvien joukkoon
- Istutusalueilla havaittu paljon rikkakasveja
- Suodatusrakenteen on havaittu toimivan koirien käymälänä
- Kasvillisuusalueiden päätyjä ja nurkkia tallaantunut kulkemisesta
- Ajoradan kitakaivot ovat tukkeutuneet pahoin pitkien huoltovälien seurauksena
- Hulevesien seurannan mukaan biosuodatus on pysäyttänyt onnistuneesti kaduilta kulkeutuvaa kiintoainesta, kuten roskia ja hiekoitushiekkaa
- Kasvualustojen vettäpidättävää osuutta olisi hyvä olla enemmän
- Suodatuksen arvioidaan toimivan vuosikymmenten ajan

Kuvissa näkyvät alkuperäiset istutukset ovat saaneet osittain väistyä luonnonkasvien tieltä.



Viherkaistan poikkileikkaus.

IV

Karjarannan hulevesipainanteet
Pori

KOHTEEN PERUSTIEDOT:

- Pilottikohteena toteutetut imeyttävät kasvillisuuspainanteet Karjarannan kaupunginosan katualueilla Porissa.
- Vedet johdetaan kallistuksilla kenttäkivipintaisiin esikeruualtaisiin, josta ne imeytyvät suodatusrakenteeseen (kasvillisuus + suodattavat kasvualustat).
- Tavoitteena on viivyttää ja puhdistaa hulevesiä ennen verkostoon kulkeutumista.
- Irtoaines ja roskat jäävät keruualtaisiin, joista ne on helppo poistaa.
- Ylivuotokaivot huolehtivat liiallisesta veden määrästä.

TILANTARVE RAKENNE

- Viherkaistan leveys n. 3,5 m
- Viherkaistan syvyys arviolta 1,0–1,3
- Keruualtaiden päällysteinä on käytetty kenttäkiveys- ja sorapintoja
- Kivikorit rajaavat istutusalueita ja päästävät veden läpi
- Ajoradan puolelta vedet kulkeutuvat keruualtaisiin reunakiveen tehdyn aukon kautta
- Jalkakäytävältä vedet pääsevät suodatusrakenteeseen upotetun betonikivirivin kautta
- Rakenteessa tuplasalaojat
- Istutuksissa dynaamiset perennat ja katteena arinasepeliä
- Kasvualusta normaalia, mukana ei ole esimerkiksi biohiiltä

TOTEUTUS YLLÄPITO

- Kasvillisuus koostuu dynaamisista istutuksista ja kehittynyt odotusten mukaisesti huolimatta alun kuivista kasvukausista
- Kasvillisuuden annetaan kehittyä luontaisesti ja vain suurimpia rikkakasviesiintymiä kitketään
- Osa lajeista on levinnyt voimakkaasti, osa on kadonnut lähes kokonaan Ja ulkoa levinneet rantakukka sekä hietakastikka ovat istutetun ranta-alpin ohella istutusten valtalajeja
- Istutusten ”siistinä” pitäminen on koettu haasteelliseksi (vrt. dynaamisten istutusten luonne)
- Tuplasalaoja on koettu liialliseksi, pelkkä ylivuotokaivo todennäköisesti riittäisi
- Arinasepeli on toiminut hyvin istutusten katteena
- Kohteesta ei ole tehty hulevesien seurantaa

Kadun kasvillisuus on saanut kehittyä luontaisesti: viherkaistojen ilmeestä on tullut vehreän ylitsepursuava. Viherkaistat eivät ole perinteiset ”siistit” istutusalueet.

Kenttäkivipintainen esikeruuallas ja kivikorireunukset.

V

Meiramitie
Vantaa

KOHTEEN PERUSTIEDOT:

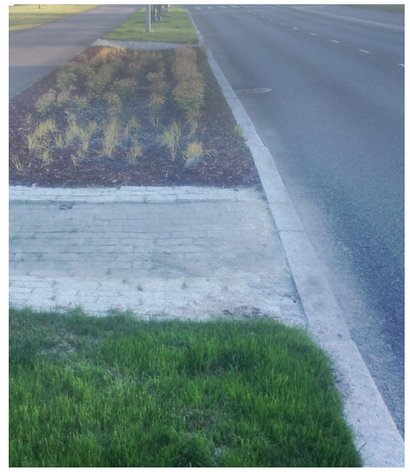
- Kevyen liikenteen väylän ja ajoradan väliselle erotuskaistalle toteutetut hulevesipainanteet Meiramitiellä Vantaan Koivuhaassa.
- Vedet ohjataan kiveyspainanteiden kautta kasvillisuusalueille, jotka suodattavat vedestä epäpuhtauksia.
- Vesien mukana kulkeutuvat karkea aines ja roskat kerääntyvät kiveysalueelle eivätkä kulkeudu kasvualustoille.
- Ajoradan puolelta reunakivi on aukotettu kiveysalueiden kohdalla.
- Ajorata on harjakalteva ja näin ollen suodatusrakenne ottaa vastaan puolet tielle kertyvistä vesistä.
- Ylivuotokaivot johtavat ylimääräiset vedet hulevesiviemäriin.

TILANTARVE RAKENNE

- Viherkaistan leveys 3,5 m, syvyys 1,1 m
- Vesi suodattuu kasvualustan, hiekan ja sepelin lävitse salaojiin, josta se johdetaan hulevesiviemärin kautta läheiseen puroon
- Jos suodattava kerros on jäässä tai tukossa, vesi kulkeutuu rakenteen pinnalta kupukantisen kaivon kautta hulevesiviemäriin

TOTEUTUS YLLÄPITO

- Kiveyspintaiset painanteet on helppo putsata koneellisesti, roskat jäivät pääsääntöisesti kiveyspinnoille
- Aukotettu reunakivi tukkeutuu talviaikaan jäätymisen seurauksena ja vaati avaamisen käsin
- Haasteena vesien kulkeutuminen kiveyspintaisten painanteiden kautta kasvillisuusalueille, vesi jää kiveykselle
- Kasvillisuusalueet on kuitenkin todettu pidättävän vettä onnistuneesti
- Talvikunnossapidon kannalta aukotettu reunakivi täytyy merkitä huolellisesti näkyviin, jotta se ei vaurioidu aurauksessa
- Talviaikaan suodatusrakenne toimii ajoradan ja kevyen liikenteen väylän lumenläjitysalueena



Viherkaistoilla on kiveyspainanteet, joista vedet ohjautuvat kasvillisuusalueille. Osa kiveyspainanteiden reunoista on aukoitettu kiinnostaviksi yksityiskohdaksi (vasemmalla), osassa reunakivi on upotettuna (oikealla).

Ylivuotokaivo kasvillisuuden seassa.

VI

Niittykadun katupuut
Espoo

KOHTEEN PERUSTIEDOT:

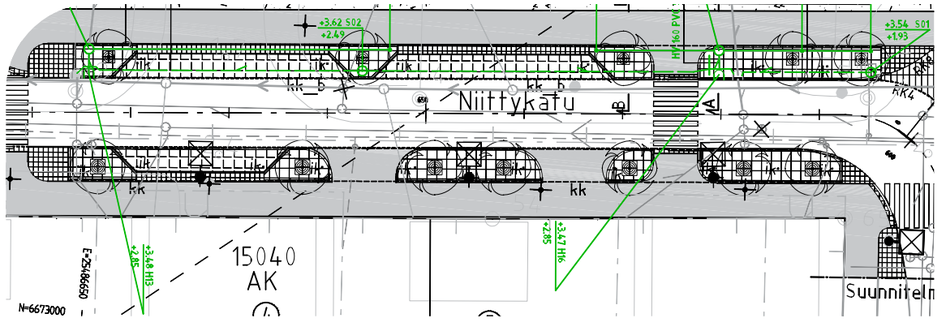
- Espoon Niittykumpuun suunniteltu ratkaisu, jossa hulevedet ohjataan katupuille.
- Ajoradan reunassa on kitakaivot, joista vedet johdetaan kasteluputkea pitkin puiden kasvualustoihin.
- Puut istutetaan kantavaan kasvualustaan, maanpäällinen tila on kivettyinä parkkiruutuina.
- Kantava kasvualusta on toteutettu karkean kiviaineksen, biohiilen ja kompostin seoksesta.

TILANTARVE RAKENNE

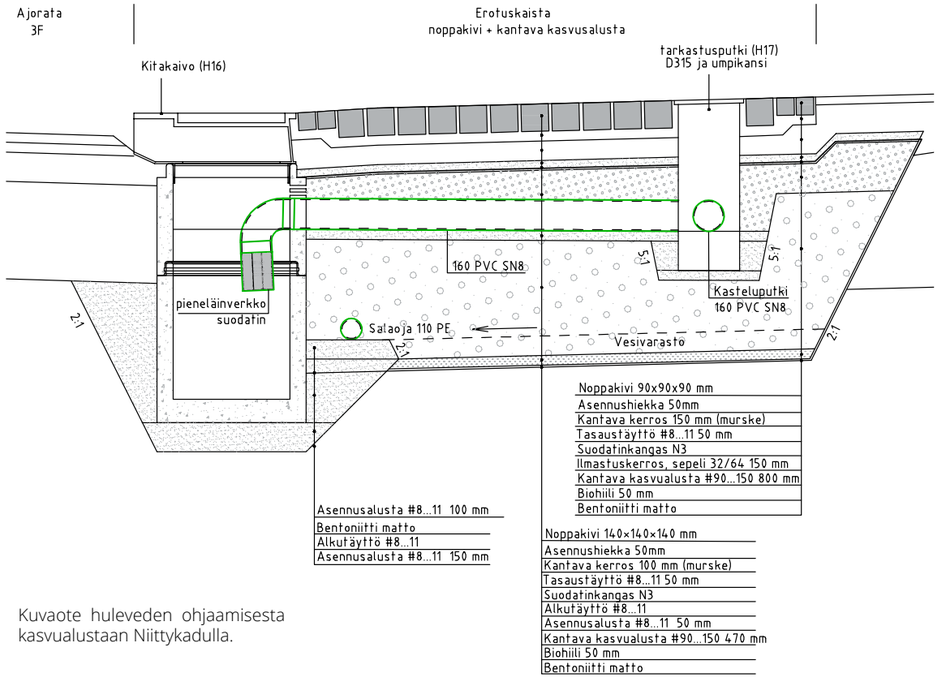
- Viherkaistan syvyys 1,35 m
- Kitakaivo on yhteydessä katupuiden kasvualustaan
- Kasvualustassa käytetty biohiiltä

TOTEUTUS YLLÄPITO

- Juuri valmistunut kohde (2023)



Pysäköintiruudut on sijoitettu puiden väleihin.



Kuvaote huleveden ohjaamisesta kasvualustaan Niittykadulla.

VII

Jaktgatan & Lövängsgatan (& Madängsgatan)
Tukholma

KOHTEEN PERUSTIEDOT:

- Kevyen liikenteen ja ajoradan välinen viherkaista sekä siihen liittyvät oleskelualueet, aukiot ja puistotilat Norra Djurgårdsstadenin uudessa kaupunginosassa Tukholmassa.
- Kohde on korkean profiilin kestävän kaupunkikehittämisen projekti, jossa painoarvo on ympäristövaikutuksilla.
- Suurin osa hulevesistä ohjataan kallistuksilla ajoradalta ja jalkakäytäviltä viherkaistan suodatusrakenteisiin (kasvillisuus + biohiilikasvualustat).
- Muureilla rajatun viherkaistan matalimmissa kohdissa on aukotukset vesien kulkeutumiselle.
- Istutusalueille on tuotu runsaasti toiminnallisuutta, muun muassa oleskelu ja kulku.

TILANTARVE RAKENNE

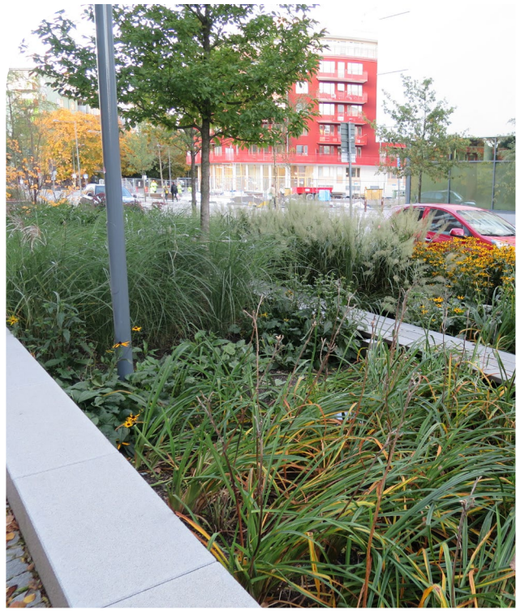
- Viherkaistan leveys 6 m
- Suodatusrakenteen syvyys 1,4 m
- Viherkaista on upotettu jalkakäytävän ja ajoradan tasosta ja erotettu graniittimuureilla
- Jalkakäytävälle sijoitetut kastelukaivot johtavat vesiä istutusalueille

Madängsgatan:

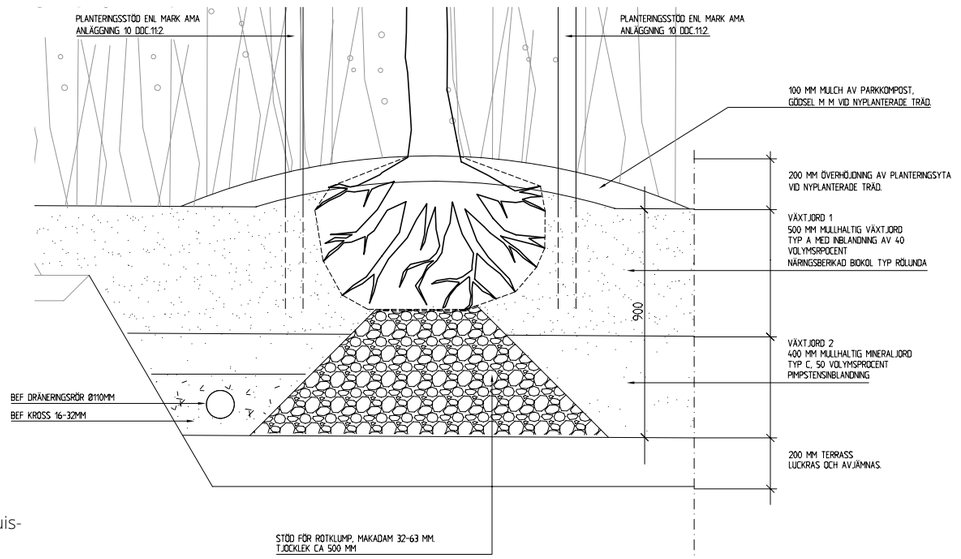
- Viherkaistan leveys 2,7 m
- Suodatusrakenteen syvyys 1,4 m
- Viherkaista on upotettu jalkakäytävän ja ajoradan tasosta ja erotettu L-tukimuureilla
- Jalkakäytävän vedet kulkeutuvat istutukseen koko laidan pituudelta
- Ajoväylälle sijoitetut kastelukaivot johtavat vesiä istutusalueille

TOTEUTUS YLLÄPITO

- Osa istutuksista vaatii kastelua
- Biohiilen käyttö kasvualustoissa, muun muassa vesitalouden parantuminen, ravinteiden sitominen, pieneliöstön aktivoiminen



Lövängsgatanin leveillä viherkaistoilla pääsee kulkemaan siltamaisia rakenteita pitkin (vasemmalla). Muureihin tehdyt aukotukset ovat hauskannäköinen yksityiskohta (oikealla).



Poikkileikkaus viherkaistan puuistutuksesta.

VIII

Fabriken/Förrådet (& Sjödalsvägen)
Huddinge

KOHTEEN PERUSTIEDOT:

- Huddingen kunnassa Tukholman läänissä sijaitseva uuden kaupunginosan rakennusprojekti, jossa hulevesien käsittely on nostettu yhdeksi suunnittelun painopistealueeksi.
- Hulevesiä käsitellään asuintonttien pihojen ja viherkattojen lisäksi katualueille sijoittuvilla biosuodatusrakenteilla.
- Vedet johdetaan kallistuksilla ajoradoilta ja kevyen liikenteen väyliltä upotettuihin suodatusrakenteisiin (kasvillisuus + kasvualusta).
- Lisäksi hulevesiä viivytetään kovien pintojen yhteydessä maanalaisissa imeytyskaivannoissa.
- Vedet päätyvät puistoalueille suunniteltuihin altaisiin/kosteikkoihin.

TILANTARVE

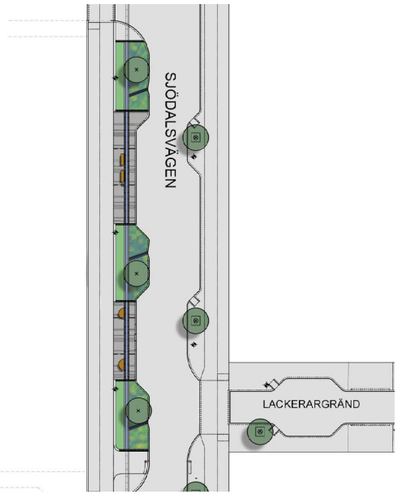
RAKENNE

- Hulevesipainanteen leveys 5 m
- Kasvualustakerroksen paksuus 0,8 m
- Hulevesipainanteen muurissa on aukotukset vesien kulkeutumiselle kasvualustoihin
- Kasvualustoissa on 35 % karkeaa ainesta
- Kovilla pinnoilla vesiä viivytetään maanalaisissa imeytyskaivannoissa, jotka ovat yhteydessä hulevesiviemäriin

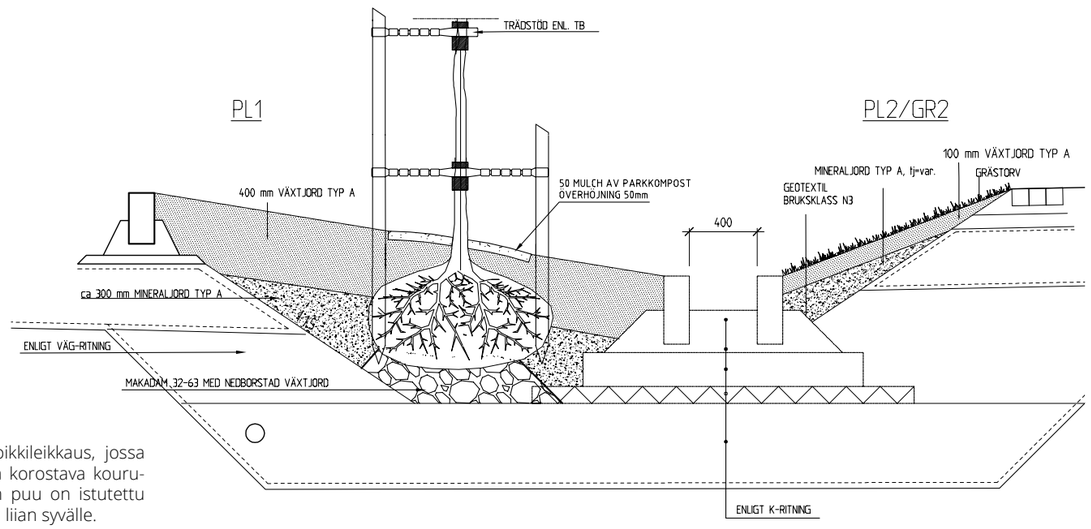
Sjödalsvägen:

- Hulevesipainanteen leveys 3 m
- Kasvualustakerroksen paksuus 0,4 + 0,3 m
- Hulevesipainanteen muurissa on aukotukset vesien kulkeutumiselle kasvualustoihin

- Kasvualustat multapohjaisia
- Vesi johdatetaan kouruun, joka voi tulvia painanteeseen suuremmilla vesimäärillä
- Kouru on myös koriste-elementti, johon pumpataan jatkuvasti vettä



Sjödalsvägenillä hulevesi on nostettu näkyväksi elementiksi viherkaistojen läpi kulkevan, kanavamaisen kourun avulla. Kuvissa kouru näkyy viherkaistoilla kulkevana pystysuorana viivana.



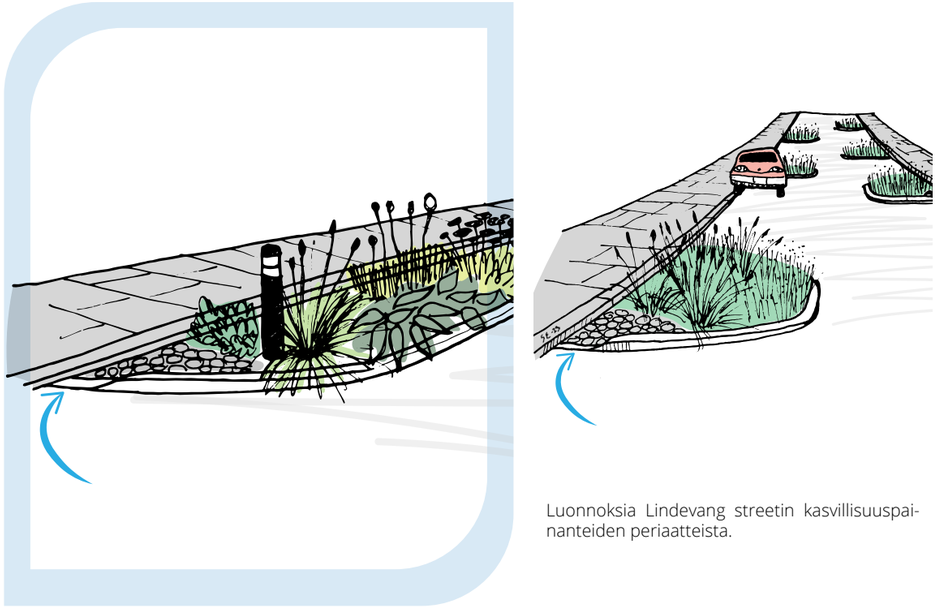
Viherkaistan poikkileikkaus, jossa näkyy hulevettä korostava kouru-rakenne. Kuvan puu on istutettu suunnitelmassa liian syvälle.

IX

Lindevang
Brøndby

KOHTEEN PERUSTIEDOT:

- Tanskan pääkaupunkiseudulla, Brøndbyn kunnassa sijaitsevan pientaloalueen kadulle sijoitettuja pienimuotoisia kasvillisuuspainanteita, jotka toimivat samalla liikenteen hidastajina.
- Vedet johdetaan sivu- ja pituuskaltevuuksien avulla suodatusrakenteeseen (kasvillisuus + kasvualusta).
- Kasvillisuus on suunniteltu kuivuutta kestäväksi ja kukkivaksi keväästä kesään. Lisäksi kasvillisuus sisältää ikivihreitä lajeja talviajalle.
- Alueen asukkaita on osallistettu painanteiden suunnittelussa, toiveissa oli muun muassa kasvillisuuden ympärivuotisuus.



Luonnoksia Lindevang streetin kasvillisuuspainanteiden periaatteista.

TILANTARVE RAKENNE

- Hulevesipainanteen leveys n. 2 m
- Hulevesipainanteen rakenteen syvyys n. 1–0,8 m
- Painanteissa on imeytyskaivot ja keräysrakenteet, jotka pysäyttävät veden mukana kulkeutuvat suurimmat roskat
- Kasvit ja kasvualusta suodattavat vettä, josta se imeytyy edelleen suodatinkankaan läpi maaperään
- Rankkasateilla ylimääräinen vesi johdetaan verkostoon

TOTEUTUS YLLÄPITO

- Vedet kulkeutuvat myös pituussuunnassa ajoradan puolelle sijoittuviin painanteisiin
- Alueen asukkaita on kuultu projektin eri vaiheissa
- Kasvillisuus on kestänyt karuissakin olosuhteissa

Ilmakuvassa näkyy hidasteinakin toimivat kasvillisuuspainanteet.

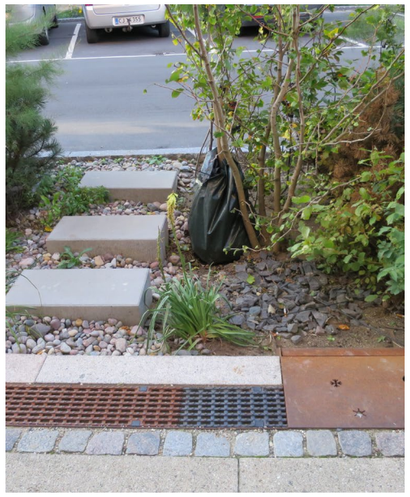
Kuva: Skråfoto 2023

X

Sankt Kjelds Plads & Bryggervangen
Kööpenhamina

KOHTEEN PERUSTIEDOT:

- Kööpenhaminan keskusta-alueella sijaitseva, entisestä liikennealueesta “viherrytetty” puisto-, aukio- ja katutila, jossa liikenne, virkistyskäyttö ja luontopohjaiset ratkaisut yhdistyvät.
- 30 % alueen hulevesistä käsitellään paikallisesti viherrakenteissa.
- Vesiä käytetään uudestaan muun muassa kotitalouskäytössä, kastelussa ja virkistyskäytössä (alueen viherrakenteet, muun muassa lammet ja viilentävä sumutusjärjestelmä).
- Vedet ohjataan korotetuilta jalkakäytäviltä viherrakenteisiin ja äkkitulvan sattuessa tulvareittiä pitkin mereen.
- Tavoitteena on muuttaa 20 % kovista pinnoitteista imeyttäviksi pinnoiksi, esimerkiksi asfalttia korvataan läpäisevillä kiveyksillä.



Kohteessa viheralueet on madallettu vaihteleviin syvyyksiin. Ihmisiä rohkaistaan käyttämään viheralueita erilaisin rakentein.

TILANTARVE RAKENNE

- 35 000 m² pinta-alasta 9000 m² viher-pinta-alaa eli n. viidennes
- Projektissa käytetty First Flush -lähestymistapaa, jossa pelkästään sateiden alkuvaiheessa likaisilta pinnoilta huuhtoutuvat vedet käsitellään
- Puhdas vesi ohijuoksutetaan, ja järjestelmä voidaan mitoittaa taloudellisemmin kuin perinteisesti
- Rakenteessa jalkakäytävän pinnasta on tehty täysin imeyttävä
- Vesien määrää tutkitaan seurantajärjestelmällä

TOTEUTUS YLLÄPITO

- Korkean profiilin hankkeessa korkea laatutaso
- Kasvillisuuden annetaan kehittyä vapaasti

Kasvillisuus on runsasta, monilajista ja osittain melko villiä.

XI

Strandbodgatan
Uppsala

KOHTEEN PERUSTIEDOT:

- Katuistutukset jakautuvat noin neljään jaksoon, joissa kussakin on erilainen kasvualusta. Kasvualustojen tarkka rakenne on tuntematon.
- Istutuksen lomassa toistuvat matalat graniittimuurit suojaavat istutuksia eroosiolta suurien sateiden aikana.
- Kaivojen ja saostusaltaiden lisäksi vesiä johdetaan alueelle betonikourujen avulla.

TILANTARVE RAKENNE

- Viherkaistan leveys 4 m, lisäksi puita kantavalla kasvualustalla
- Vesi jalkakäytävältä koko laidan pituudelta, autotieltä reunakiven aukkojen ja saostusaltaiden kautta
- Osa Klimatsäkrad Stad-projektin kokeiluita
- Kasvualustana sekoitus laavakiveä, kompostia ja hiekkaa

TOTEUTUS YLLÄPITO

- Koivut ovat viihtyneet huonosti paikalla, ja niitä on jouduttu poistamaan
- Perennat (rotkolemmikki ja vuoritatar) ovat käytännössä hävinneet alueelta: Vuoritatar oli taantunut voimakkaasti jo ensimmäisten kahden vuoden jälkeen, ja sekä se että rotkolemmikki ovat hävinneet käytännössä kokonaan seuraavien neljän vuoden aikana
- Jäljelle jääneet palmusara, marjasinikuusama sekä lännenhirssi yhdessä graniittimuurien kanssa ylläpitävät kuitenkin kadun ilmettä ja rakenteen toimivuutta
- Paras kasvu on hienorakeisessa laavakivi–komposti–hiekkaseoksessa
- Selkeitä eroosiovauroita kaikkien veden sisääntuloalueiden yhteydessä

Strandbodgatanin istutukset koostuvat viidestä lajista, joiden tekstuurit, sävyt ja rytmitys luovat mielenkiintoista ilmettä vähälajisuudesta huolimatta.

Vesi kulkeutuu ajoväylältä ritilän kautta saostuskaivoon.

XII

Rosendal
Uppsala

KOHTEEN PERUSTIEDOT:

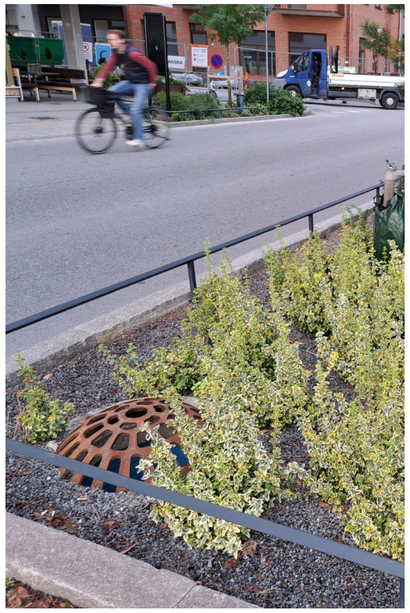
- Uusi kaupunginosa Uppsalassa, jossa kaikki kadut on rakennettu avoimen kantavan kerroksen päälle.
- Katuistutusten rakenne ja kasvualustaratkaisut vaihtelevat sen mukaan, ottavatko ne vastaan vettä vai eivät.
- Sadepuutarhoiden koko, muoto, syvyys ja leveys vaihtelevat. Suuremmat yhtenäiset sadepuutarhat näyttävät toimivan paremmin kasvupaikkoina.

TILANTARVE RAKENNE

- Suurin osa sadepuutarhoista on 2,5 m leveitä
- Sadepuutarhojen kokonaispinta-ala on noin 2800 m², ja ne vastaanottavat hulevesiä non 1,7 ha valuma-alueelta
- Ratkaisu om mitoitettu 30–40 vuoden mitoitussateita varten
- Suuri osa kasvualustoista toteutettu karkeilla materiaaleilla, kuten biohiili–murskeseoksella
- Suurin osa kasvualustoista vastaanottaa hulevesiä vain pistemäisesti niin, että hulevesikaivosta läpiviety putki kuljettaa veden ensin sakkapesään, josta se tulvii kasvualustaan

TOTEUTUS YLLÄPITO

- Lippulaivakohde, jossa rakenteet on sopeutettu Uppsalanharjun pohjavesiensuojelualueen vaateisiin
- Alue toteutettu useissa etapeissa, minkä vuoksi kaikki rakenteet eivät ole vielä toiminnassa ja rakennuksen aikaisia pienhiukkasia sekä roskia kerääntyy enemmän kuin tavallisesti
- Ruotsissa tyypillinen kahden kasvukauden takuuajan hoito on tuottanut hyviä kasvuunlähtötuloksia, varsinkin säännöllinen kastelu on olennaista biohiili–murskekasvualustojen alkuvaiheissa
- Rikkaruohottuneisuus on vähäistä, ja koostuu lähinnä karujen paikkojen siemenrikoista
- Maanalaisten karkean kiviaineksen kasettien vaikutus tulvatilanteessa kadun rakenne-kerroksiin?



Koeistutuksia Ruotsin maatalousyliopistossa suoritettavassa lisensiaatintutkimuksessa

3.

Viherkadun toimintaperiaate ja tekninen toteutus

LUVUN SISÄLTÖ:

LIIKENTEELLISET LÄHTÖKOHDAT JA KATUTILAN MITOITUS

HULEVESIEN LAADULLINEN JA MÄÄRÄLLINEN HALLINTA

HULEVESIEN TEKNINEN VERKOSTO

KADUN JA KASVUALUSTAN KUIVATUKSEN VARMISTAMINEN

MAANALAISEN INFRAN HUOMIOIMINEN

KASVILLISUUS

MONITOROINTI JA KUNNOSSAPITO

RAMBOLL

TAMPERE

3. Viherkadun toimintaperiaate ja tekninen toteutus

Viherkadun toteutettavuuteen vaikuttaa käytettävissä olevan katutilan laajuus, maanalaisen infran vaatima tilantarve sekä liikenneteknisten ratkaisujen asettamat reunaehdot. Erilaisilla alueilla voidaan asettaa viherkaturatkaisuille erilaiset tavoitteet. Tavoitteen asettelussa voidaan tarkastella esimerkiksi sitä, onko tarpeen erityisesti lisätä huleveden viivytystä vai vaikuttaa enemmän veden laatuun. Viherkadulla saavutettavat virkistysarvot pääsevät oikeuksiinsa katuosuuksilla, jotka ovat tärkeitä jalankulun ja pyöräilyn reittejä, tai katuosuuksilla, joiden varrelle sijoittu asumista. Toisaalta veden laadullista käsittelyä tarvitaan erityisesti vilkkailla ajoneuvoliikenteen yhteyksillä.

Viherkaturatkaisut vaativat perinteisiä ratkaisuja enemmän tilaa katutilassa maan päällä ja maanpinnan alla. Helpointa riittävän mitoituksen mahdollistaminen on kokonaan uusilla rakentuvilla alueilla, kun tavoite pystytään huomioimaan jo kaavaa tehdessä. Haastavinta viherkadun toteuttaminen on tiiviissä olemassa olevassa kaupunkiympäristössä, jossa on paljon joustamattomia reunaehtoja. Kuitenkin siniviherratkaisuiden lisääminen juuri tiiviisiin kaupunkiympäristöihin olisi tärkeää lämpösaarekeilmiön hillitsemiseksi, luonnonmukaisemman hulevesien hallinnan mahdollistamiseksi, kaupunkiekologian kohentamiseksi ja viihtyisyyden lisäämiseksi.

Viherkaturatkaisuiden toteuttaminen vaatii monialaista suunnitteluosaamista ja – tärkeimpänä – yhteisen tahtotilan päätöksentekoon, jotta tekniset haasteet pystytään ratkomaan yhteistyössä. Suunnittelussa voidaan joutua joustamaan perinteisistä toimintatavoista tai kadun eri toimintojen mitoituksesta, jotta kadusta saadaan kokonaisuutena toimiva ja suunnittelualueen tavoitteita vastaava.

Viherkadun suunnittelu ja rakentaminen voivat aluksi olla vaativampia, koska työskentelytavat ovat uusia, mutta toisaalta käytännössä viherkaturatkaisun tuottamat hyödyt maksavat itsensä takaisin ajan kanssa.

Sankt Kjelds Plads

3.1

Liikenteelliset lähtökohdat ja katutilan mitoitus

Viherkadulla, kuten muillakin katutyypeillä, tulee tavoitella liikkumisen osalta ennustettuihin käyttäjämääriin perustuvaa liikenteellistä mitoitusta.

Viherkaturatkaisuissa katutilan esteettömyyteen, turvallisuuteen sekä kunnossapidettävyyteen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Lähtökohtana ovat esteettömät pintamateriaalit, riittävän loivat kaltevuudet sekä reitin hyvä johdattavuus käveltävillä pinnoilla. Mikäli katutilaan toteutetaan jalkakäytävän suhteen eri tasoon sijoittuvia rakenteita, kuten viherpainanteita, tulee varmistaa edellä mainittujen rakenteiden erottuvuus näkövammaiselle. Kadun kuivatuksessa tulee pyrkiä mahdollisimman tehokkaaseen veden ohjautuvuuteen, jotta vesi ei lammikoidu tai talvella jäädy jalkakäytävälle.

Hyvällä kunnossapidettävyydellä tarkoitetaan ratkaisuja, jotka soveltuvat koneelliselle kunnossapidolle. Riittävien lumitilojen mitoitus on syytä varmistaa jo suunnitteluvaiheessa.

Viherkatu on oivallinen ratkaisu kävelypainotteisille alueelle, sillä järkevällä kasvillisuuden sijoittelulla voidaan tukea hidasta liikkumista sekä oleskelua katutilassa. Viherkaistoille_voidaan sijoittaa oleskelua tukevia kadunkalusteita. Lisäksi viherkaistat rajaavat oikein sijoiteltuna tehokkaasti ajorataa hidastaen ajonopeuksia. Kasvillisuuden sijoittelussa tulee kuitenkin huolehtia, että viherkaistat eivät muodosta kadulla liikkuville näkemäesteitä liikenteellisesti kriittisissä kohdissa kuten esimerkiksi kadunylityskohdissa.

Viherkaturatkaisun mahdollistaminen tulisi uusia alueita kaavoittaessa huomioida katutilan mitoituksessa niin, että kadun poikkileikkauksessa on tilaa sekä alueelle vaadittavalle liikenneratkaisulle, maanalaiselle infralle että istutusalueille. Viherkaistan suositeltava leveys on 4 metriä. Tätä kapeammilla viherkaistoilla vaaditaan haastavampia kasvualustan ja rakennekerrosten ratkaisuja. Käytännössä on todettu hyvin kapeilla viherkaistoilla reunavaikutuksen heikentävän kasvillisuuden menestymistä.

Kuninkaantammenkierto
Kuva: © Henri Luoma, www.hlp.fi

3.2

Hulevesien laadullinen ja määrällinen hallinta

Veden luontainen kiertokulku mahdollistaa elämän. Ilmakehään höyrystynyt vesi palaa sateena maahan, jossa osa vedestä päätyy kasvillisuuden käyttöön, osa imeytyy maaperään ja osa päätyy virtavesien ja järvien kautta meriin. Kasvillisuudesta, maan pinnalta ja vesistöistä haihtuva vesi kerääntyy jälleen ilmakehään, josta vesi palaa jälleen sateena maahan. Katutilassa veden luontainen kiertokulku häiriintyy tiiviiden katupintojen ja vähäisen kasvillisuuden vuoksi.

Viherkaturatkaisussa hulevesi nähdään positiivisena resurssina. Vesi on siniviherverkoston oleellinen osa, joka mahdollistaa kasvillisuuden elinvoimaisen kasvun ja sen myötä luonnon ekosysteemipalveluiden tuomisen rakennettuun kaupunkiympäristöön.

Perinteinen kaupunkien keskusta-alueiden katujen kuivatusratkaisu perustuu ainoastaan huleveden tehokkaaseen johtamiseen maanalaisiin hulevesiviemäriverkostoihin. Viherkatumallissa hulevesien hallinta tapahtuu katutilassa luontopohjaisesti sinivihreää infrastruktuuria hyödyntäen esimerkiksi katualueen muuta pintaa alempana olevissa painanteissa. Ratkaisumalli lisää kasvillisuuden ja vettä läpäisevän pinnan määrää mahdollistaen veden kiertokulun kaikki vaiheet katutilassa. Näin veden virtaamia ja viipymiä saadaan hidastettua sekä vedenlaatua parannettua. Viherkatu toteuttaa Tampereen kaupungin hulevesiohjelmaa (YLA § 285 24.10.2023). Hulevesiohjelman mukaisesti hulevesiä hallitaan sivun 31 kuvan mukaisessa prioriteettijärjestyksessä.

Viherkatujen istutusalueiden kasvualusta on valittava istutusten ensisijaisten toiminnallisten tavoitteiden perusteella, sillä kasvualustan mekaaniset ja kemialliset prosessit vaikuttavat biosuodatus- ja pidätysrakenteiden toimintaan enemmän kuin kasvillisuuden ja muun eliöstön toiminnot (Biswal ym. 2022; Valenca ym. 2021; Boehm ym. 2020). Karkeasti ottaen kasvualustat voidaan optimoida joko parantamaan hulevesien laatua suodattaviin rakenneratkaisuihin panostamalla tai hallitsemaan suurempia vesimääriä viivytystilavuutta ja imeytyskapasiteettia maksimoimalla. On myös hyvä miettiä, onko tarve erilainen katuosuuksittain: onko mahdollista ohjata likaisemmat vesijakeet suodatusrakenteeseen ja puhtaammat viivytykseen?

Sekä vedenlaadun parantamisen että veden viivyttämisen suhteen optimoiduissa kasvualustatyypeissä hienorakeisin suodattava kasvualustakerros sijaitsee rakenteen pinnalla, ja toimii siivilän tavoin sitoen erityisen hyvin kiintoaineksiin sitoutuneita haitta-aineita ja ravinteita (Biswal ym. 2022; Valenca ym. 2021). Kasvualustakerroksen alla oleva siirtymäkerros päästää lävitseen vain veden, muttei hienoainesta. Siirtymäkerroksen alla oleva ojituskerros pitää koko rakenteen läpäisevänä ja kuljettaa veden eteenpäin järjestelmässä, tai varastoi vettä, kunnes se imeytyy. Lisäksi hulevesien käsittelyä kasvualustoissa voidaan tehostaa erilaisin lisäainein. Esimerkiksi biohiilen on todettu parantavan kaikkien yleisimpien hulevesissä esiintyvien haitta-aineiden sitomista (esimerkiksi

Kaupungissa veden luontainen kiertokulku häiriintyy tiiviiden rakennettujen pintojen ja vähäisen kasvillisuuden vuoksi.

Viherkatumalli mahdollistaa veden luontaisen kiertokulun katutilassa.

Biswal ym. 2022; Vijayaraghavan ym. 2021; Okaikue-Woodi ym. 2020), vaikka myös lisäaineettomat, hiekka- ja multapohjaiset kasvualustat suodattavat hyvin pienhiukkasia, typpeä ja fosforia (Boehm ym. 2020).

LAADULLINEN HALLINTA

Veden laadulliseen hallintaan sopivat parhaiten hiekka- ja multapohjaiset kasvualustaratkaisut. Biosuodatusrakenteissa kasvualustan kerrospaksuus voi olla melko suuri, mikä tekee ratkaisusta melko hyvin vettä ja ravinteita pidättävän. Hienompi kasvualusta-aines suodattaa kiintoainesta tehokkaasti, ja veden pidättyessä rakenteeseen myös biologiset ja kemialliset puhdistusprosessit tehostuvat. Suodattavissa rakenteissa viivytys mahdollistetaan ensisijaisesti lammikoitumistiloja luomalla, sillä veden imeytyminen tapahtuu karkeampia kasvualustoja hitaammin. Lammikoitumistilan luominen vaatii istutuksen sijoittamista maanpintaa matalammalle, tai rakenteen laitoja korottamalla. Hienorakeisimmissa kasvualustoissa vesiä voidaan lisäksi ohjata pintavalunnalla tiettyihin osiin rakennetta. Kupukaivojen avulla voidaan ehkäistä lammikoitumisalueen ylivuotoa ja kuivattaa rakenteen pinta nopeammin.

Varsinkin karkeammissa kasvualustoissa suuri osa hulevesien laadun parantamisesta tapahtuu mekaanisen suodatuksen avulla, jolloin kiintoaineeseen sitoutuneet epäpuhtaudet tarttuvat kiinni kasvualustan mineraaleihin ja eloperäiseen ainekseen. Vaikka osa haitta-aineista ja ravinteista poistuukin kasvualustasta biokemiallisten prosessien kautta, osa myös jatkaa kertymistään, kunnes huokostilavuus tai kemiallisen sitoutumisen kapasiteetti kasvualustassa on täytetty. Näin ol-

Tampereen hulevesiohjelman mukainen hulevesien käsittelyn ja johtamisen prioritettijärjestys.

len kiintoaineksen haitta-aineiden poistaminen suodatusrakenteista voi vaatia ajoittaista kasvualustan pinnan vaihtoa.

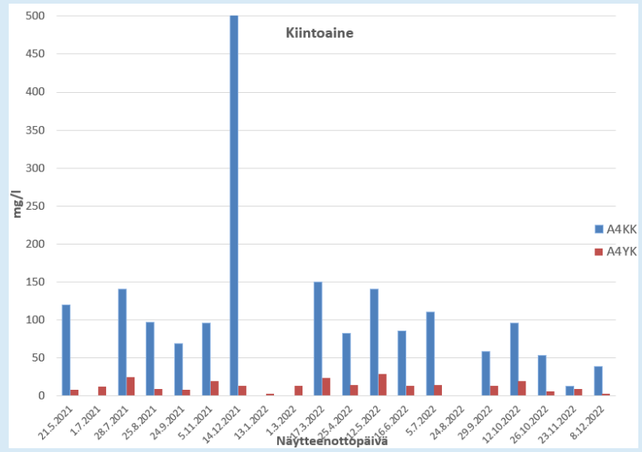
Kasvillisuuden vaikutus hulevesien mukana kulkeutuvien aineiden käsittelyyn vaihtelee kasvilajeittain ja haitta-ainetyypeittäin. Osalla kasveista on erityisen laaja juuristo, jonka suuri ja monimuotoinen bakteerikanta voi tehostaa kemiallisten yhdisteiden hajottamista tai uudelleenjärjestelyä harmittomiksi tai haihtuviksi aineiksi. Yhdisteiden kemiallista käsittelyä tapahtuu myös kasvien omissa kudoksissa ja kasvualustassa. Toiset kasvilajit keräävät kudoksiinsa erityisen tehokkaasti tiettyjä aineita, kuten vaikkapa yksittäisiä raskasmetalleja. Kolmas merkittävä tekijä, joka lisää kasvillisuuden kykyä parantaa veden laatua, on nopeakasvuisuus ja suuri biomassan tuotto, jolloin kasvillisuuteen voi potentiaalisesti kertyä suurempia määriä ravinteita ja erilaisia hajoamattomia saasteita. (Kennen & Kirkwood 2015)

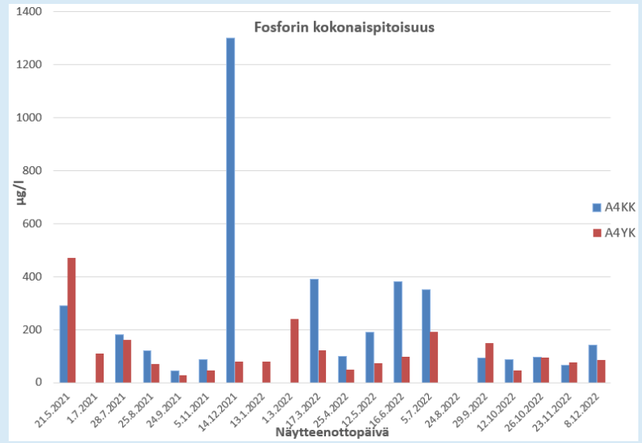
On kuitenkin otettava huomioon, että kasveihin kertyvät aineet, mukaan lukien ravinteet, eivät häviä kasvupaikalta itsestään, vaan rikastuvat kasvualustan tai kulkeutuvat ympäröiville alueille, ellei biomassaa säännöllisesti kerätä pois. Riippuen haitta-aineiden laadusta ja pitoisuuksista, kerätyn kasvimassan voi joko kompostoida tai hävittää ongelmajätteenä. Huomionarvoista on myös, että useimpien aineiden kertyminen kasvillisuuteen on niin hidasta, että kasvillisuutta keräämällä paikallisesta kierrosta poistettujen aineiden määrä jää vähäiseksi, ja on siten lähinnä kannattavaa suuripinta-alaisilla kosteikoilla, niityillä ja pensasalueilla. Näin ollen katualueilla kasvillisuuden merkittävimmät hulevesien laatua parantavat mekanismit liittyvät mekaaniseen suodatukseen sekä haitta-aineiden ja ravinteiden biokemialliseen prosessointiin.

MÄÄRÄLLINEN HALLINTA

Veden määrän hallinnassa huokostilavuuden lisääminen karkeita kasvualustarakenteita hyödyntämällä antaa mahdollisuuksia viivyttää suuria määriä vettä kasvualustassa rankkasateiden aikana ja jälkeen. Esimerkkinä tällaisesta viivytyskasvualustasta ovat Ruotsissa kehitetyt murskepohjaiset sadepuutarhakasvualustat, joiden vedenpidätyskykyä, ravinteisuutta ja suodatustehoa on parannettu biohiilen ja kompostin avulla (Stockholms Stad 2017; Edge 2019). Murske voi olla peräisin kivistä tai kierrätysmateriaalista. Joskus näissä rakenteissa käytetään myös hohkakiveä, jossa yhdistyvät vedenpidätyskyky, keveys, sekä suuri huokostilavuus. Hiili-murskekasvualustat ovat läpäisevyytensä vuoksi enimmäkseen kuivia, ja myös veteen liuenneiden aineiden käsittelymahdollisuudet karkeissa kasvualustatyypeissä ovat rajalliset (Valenca ym. 2021; Ulrich ym. 2017).

Veden määrällisessä hallinnassa karkeilla kasvualustoilla, kuten hiili–murskeseoksilla, voidaan saada aikaan kasvullisia maanalaisia vesivarastoina toimivia makasiinirakenteita. Lammikoitumistilavuutta tärkeämpää on saada aikaan riittävä huokostilavuus, johon vedet voidaan nopeasti imeyttää. Pintavaluntaa ei käytännössä tapahdu, joten istutuksiin pintavaluntana johdatettu vesi jakautuu kasvualustaan epätasaisesti. Kasvualustan läpäisevyyden vuoksi lammikoitumistilaa ei välttämättä tarvita, ja samoin kupukaivon tarpeellisuus pitää harkita kohdekohtaisesti. Hiili–murskekasvualustat mahdollistavat hulevesien viivytyksen myös läpäisemättömien pintojen alle rakennetuissa puiden kasvualustoissa. Maanpäällisen tilanpuutteen yhteydessä kantavilla kasvualustaratkaisuilla voidaan saavuttaa huokostilavuus, joka vastaa jopa 30 %:a ko-





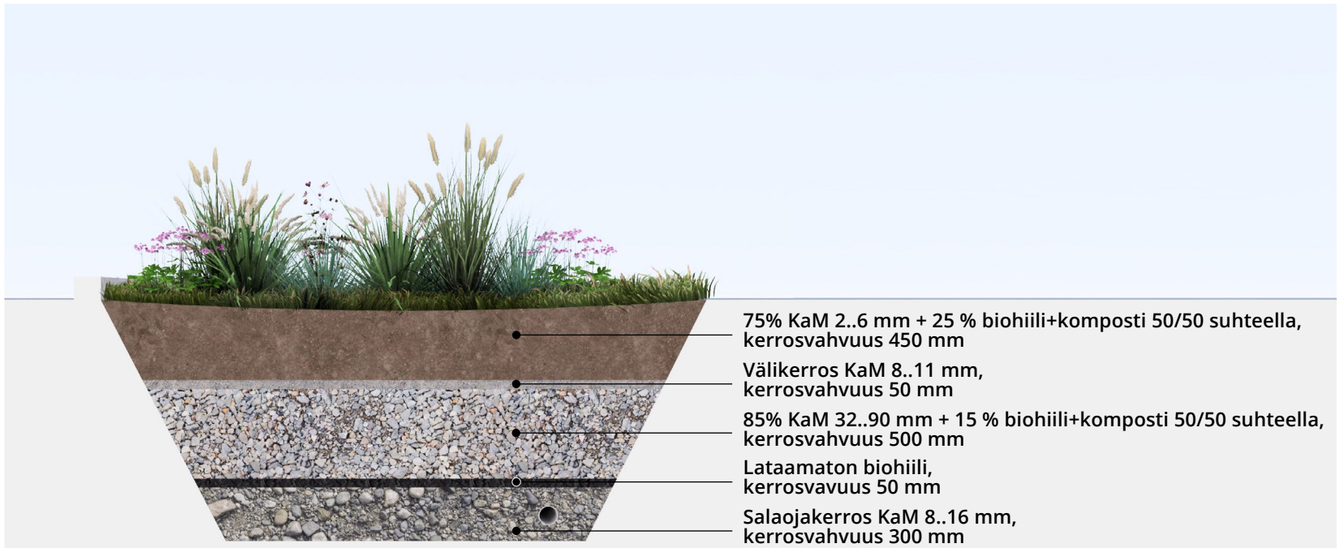
A4KK = Kitakaivo, suodatusalueelle tuleva vesi
A4YK = Ylivuotokaivo, suodatusalueelta poistuva vesi

Esimerkkejä Kuninkaantammenkierron hulevesien seurannasta. 14.12.2021 erottuva piikki johtuu kaivojen sakkapesien tyhjennyksestä, jolloin pesän pohjalle jäänyt aines on lähtenyt liikkeelle. Mittaustuloksista voidaan päätellä, että pitoisuudet pienenevät suodatuksen myötä. Erityisen tehokasta puhdistuminen on kiintoaineksen osalta.

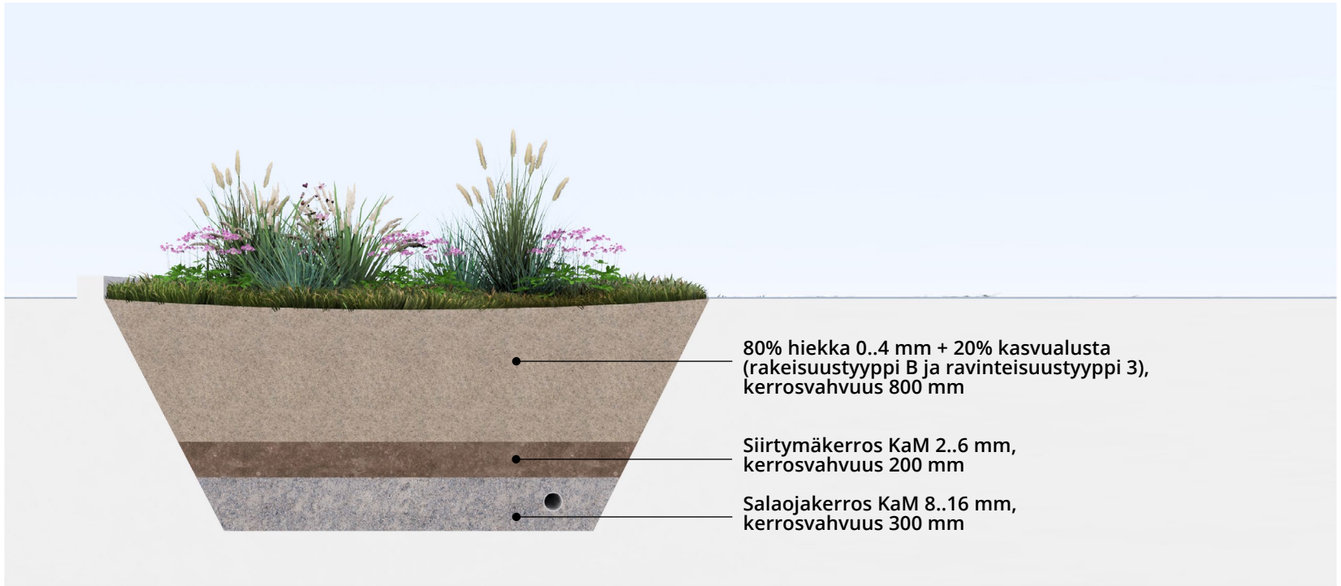
ko kasvualustan tilavuudesta. Puiden kantavat kasvualustat voidaan suunnitella niin hiekka- ja multapohjaisina kuin hiili–murskekasvualustoinakin. Näissä ratkaisuissa vettä ja ilmaa johdetaan suoraan kasvualustaan kaivoin (Stockholms Stad 2017). Karkeammat ja mullattomat rakenteet ovat Ruotsissa lähes syrjäyttäneet multa–murskekasvualustat kantavien kasvualustojen standardina, sillä niissä on suurempi viivytystilavuus, kaasujenvaihto toimii paremmin, ja rakenteet on helpompi toteuttaa.

Varsinkin hienorakeisemmissa suodatinrakenteissa on havaittu, että rakenteiden pinta voi ajan kanssa tukkeutua pienhiukkasten ja orgaanisen aineksen kertyessä pinnalle. Beryani ym. (2021) havaitsivat, että 26:sta ruotsalaisesta hiekka/multapohjaisesta biosuodatusalueesta jopa 40 % oli menettänyt suunnitellun hydraulisen kapasiteettinsa jo ensimmäisten kuuden vuoden aikana. Toisaalta loput 60 % toimivat hyvin tai erittäin hyvin, eikä tukkeutumista näissä havaittu. Vastaavaa suurta vaihtelua on havaittu myös aiemmissa tutkimuksissa. Kluge ym. (2018) puolestaan raportoivat, että 48:sta saksalaisesta suodatuspainanteesta vain 4 oli tukkeutunut 11–22 vuoden jälkeen.

Yhdeksi selittäväksi tekijäksi Beryani ym. (2021) nostavat kasvualustan koostumuksen, ja tutkijat suosittelevatkin imeytymiskapasiteetin ylläpitämiseksi hiekkapohjaisia seoksia, joissa siltin osuus on alle 5 % ja raekokojakauma on melko kapea. Sorasta ei havaittu olevan erityistä hyötyä. Toinen, ehkä jopa tärkeämpi vaikuttava tekijä, on ulkopuolelta kulkeutuvan tai eroosion myötä irtoavan kiintoaineksen määrä ja laatu. Eroosion minimointi sekä huleveden esikäsittely voivat vähentää kiintoaineskuormaa itse suodatinkerroksen pinnal-



Viivyttävä rakenne hiili–murskeseoksella.



Suodattava rakenne multa–hiekkaseoksella.

la. Esikäsittelyalueet, kuten sakkapesät tai kivikot, on kuitenkin puhdistettava säännöllisesti toiminnan varmistamiseksi. Muita tukkeutumisriskeihin vaikuttavia tekijöitä ovat kasvillisuus sekä liukkaudentorjuntasuola. Kasvien juuristot ylläpitävät kasvualustan huokoisuutta ja siten imeytyskykyä (Yang ym. 2022; Skorobogatov ym. 2020), kun taas suola, varsinkin yhdessä hiekoitushiekan tai savipitoisen kasvualustan kanssa, lisää kiintoaineskuormaa ja heikentää kasvualustan hydraulista johtavuutta (Denich ym. 2013; Sparks 2003; Willmert ym. 2018).

3.3 Hulevesien tekninen verkosto

Viherkatumallissa huleveden määrää ja laatua hallitaan luontopohjaisilla ratkaisuilla. Katujen tasaus, hulevesiviemäriverkosto kaivoineen, käytettävät pintamateriaalit ja muut rakenteet, tulee suunnitella niin, että kadulta tulevat hulevedet johtuvat luontopohjaisiin ratkaisuihin mahdollisimman tehokkaasti. Johtamisen rakenteissa tulee huomioida muun muassa talviolosuhteiden aiheuttamat mahdolliset veden ohjautumista haittaavat tekijät (muun muassa lumi, hiekoitushiekka, puiden lehdet) ja suunnitella rakenteet mahdollisimman hyvin kunnossapidettäväksi ja toimintavarmoiksi. Vesiä voidaan johtaa kulkupinnoilta viherrakenteisiin muun muassa kallistuksien, kitakaivojen, aukotuksien, läpäisevien materiaalien tai putkiratkaisujen avulla.

Kaaviokuva viherkadun toimintaperiaatteesta.

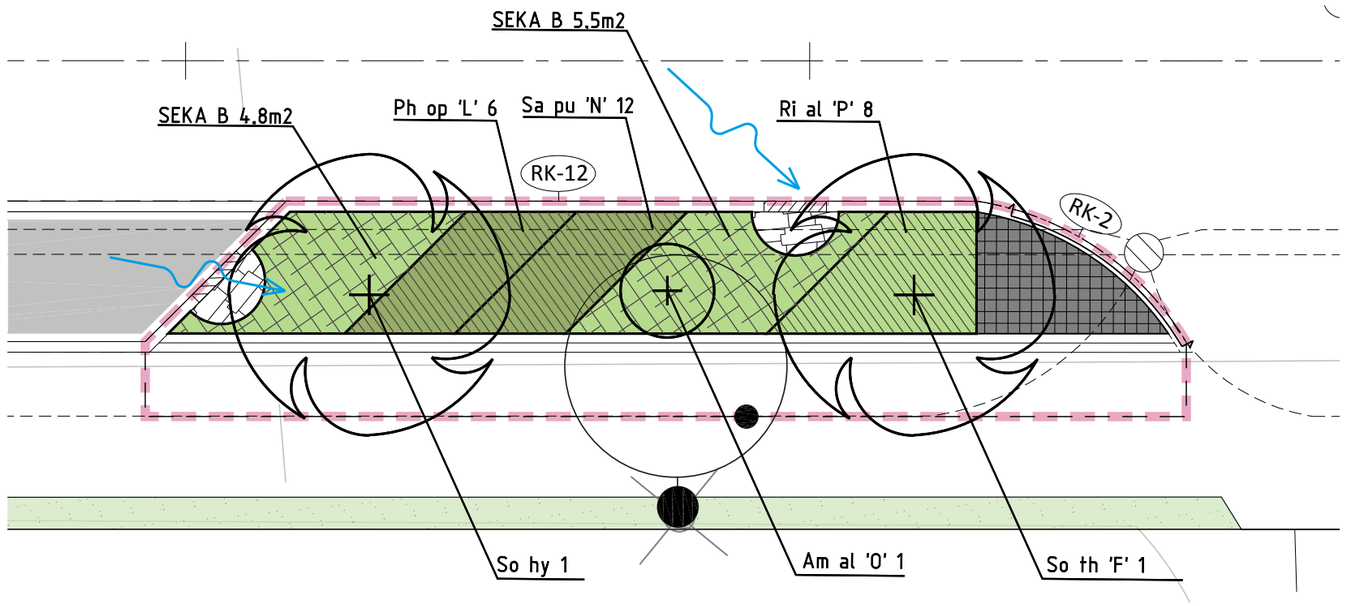
3.4

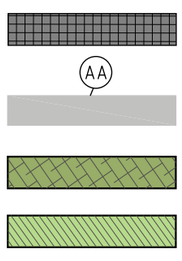
Kadun ja kasvualustan kuivatuksen varmistaminen

Viherkatumallissa kuivatuksen toimivuuden varmistaminen voidaan jakaa rakenteiden kuivatuksen ja pintakuivatuksen toimivuuden varmistamiseen. Kadun rakenteen kestävyyden ja kasvillisuuden menestymisen turvaamiseksi vesien johtaminen tulee toteuttaa siten, että kadun rakennekerrokset pysyvät kuivina ja istutusalueiden kasvualustan tulee päästä sadejakson jälkeen kuivahtamaan, jotta juuriston kaasunvaihto mahdollistuu jälleen ja kasvualustan huokostilavuus pystyy jälleen uuden sateen sattuessa tai sateen jatkuessa varastoimaan vettä. Yhtä lailla kadun pintakuivatuksen on toimittava myös poikkeustilanteissa, kuten rankkasateilla istutusalueiden tulvatilavuuden täyttyessä tai ajoradan pintavesien ohjauksen häiriintyessä esimerkiksi roskien, jään tai ajourien takia.

Kasvualustojen kuivatustarve määräytyy aina paikallisten olosuhteiden, pohjamaan vedenjohtavuuden, pohjavedenkorkeuden, ympäröivien kiinteistöjen perustusten, kuivatuksen ja läheisyyden sekä kadun rakennekerrosten ja kuivatuksen perusteella. Kasvualustojen kuivatustarve on aina huomioitava katupohjan sivukaltevuutta suunniteltaessa. Tarvittaessa kasvualustat varustetaan omilla salaojilla kuivatuksen varmistamiseksi. Useassa tapauksessa kuivatus voidaan järjestää yhteisillä kadun salaojilla.

Rankkasateilla on mahdollista, että hulevesiä alkaa kertyä viherkaistalle nopeammin kuin ne ehtivät imeytyä kasvualustaan. Viherkaistan viivytystilavuuden täyttyessä hulevedet





Noppakivi, 140x140x140, musta, lohkottu, tiililadonta, 20 mm niittynurmisauma. 1.noppakivijuoksurivi asennetaaan maakosteaan betoniin ks. työselostus

Avoin asfaltti, parkkiruutujen reunat kierretään 220-250x140x80 poltetulla graniittisella nupukivellä.

Sekaistutus A-D, ks. istutusperiaate

Lehtipensasistutus

Nurmetus, A2

Aukko reunakivilinjassa, 1000mm

Hulevesien laskeutusalue, päällyste pyöreistä luonnonkivistä #100-200 mm, asennetaan sepeliin #8-16, syvyys 150mm.

Reunatuki nupukivestä, 2 kiveä (220-250x140x140), harmaa

Kantavan kasvualustan raja

Kuvassa on esitetty hulevesien johtaminen istutusalueille. Ylivuoto toteutuu kadun ritiläkaivoon. Mustalla katkoviivalla on esitetty kadun ja kasvualustan salaojituslinjat.

päätyvät ylivuotona eteenpäin. Ylivuoto voidaan ohjata esimerkiksi viherkaistan alaosaan sijoitettuun korotettuun kupukaivoon tai hallitusti viherkaistan reunatuen yli takaisin ajoradalle. Erityisesti hiili–murskekasvualustoilla kupukaivojen tarpeen arviointi kannattaa tehdä tapauskohtaisemmin, koska niillä imeytysnopeudet ovat niin suuria verrattuna multa–hiekkapohjaisiin kasvualustoihin, ettei niiden pinnalle välttämättä edes ehdi kertyä vesiä tavanomaisten sateiden aikana. Tällöin kupukaivot voivat jäädä tarpeettomiksi.

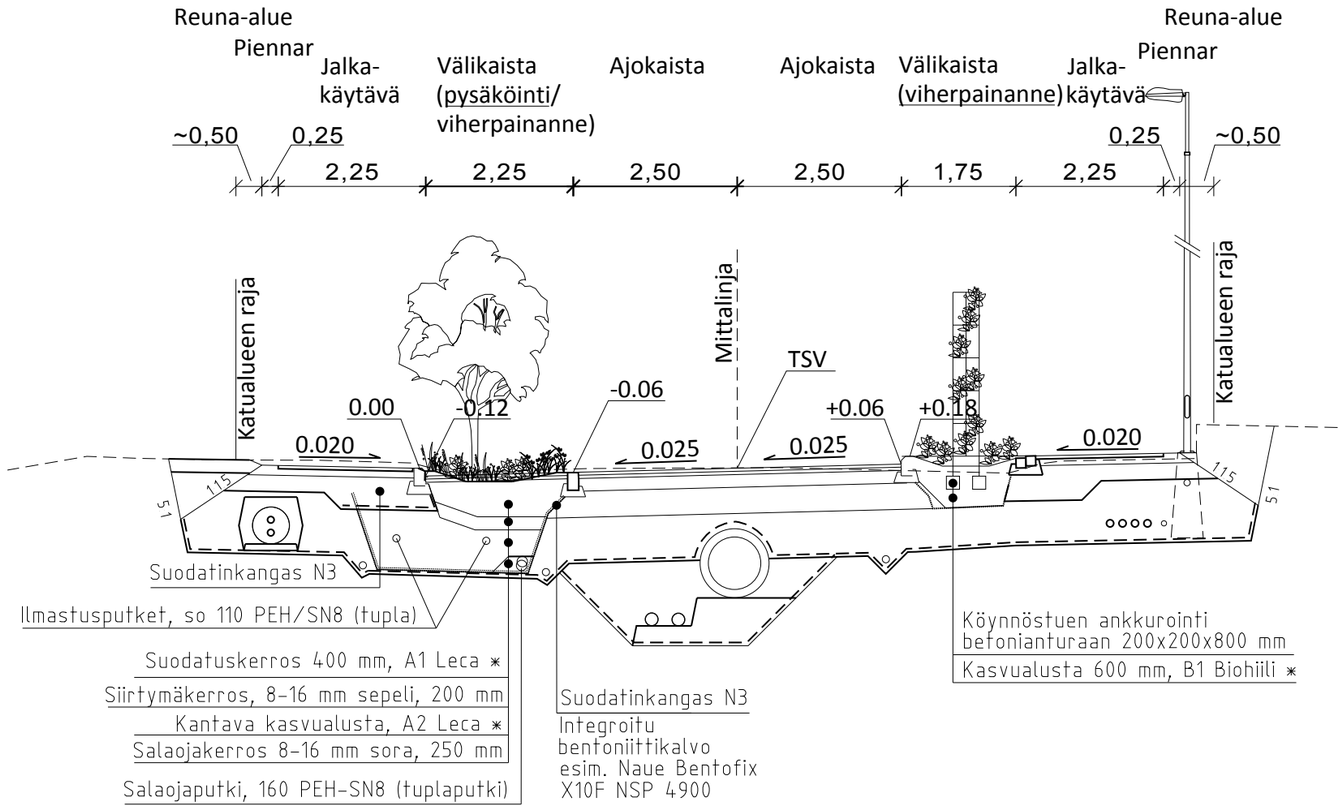
Potentiaalisen riskin kasvualustojen kuivatuksen toiminnalle muodostaa myös rakenteiden tukkeutuminen ajan saatossa kiintoaineksen ja eloperäisen aineksen kertyessä rakenteiden pinnalle. Kokemukset Suomesta ja maailmalta ovat kuitenkin osoittaneet, että kasvitetut rakenteet ovat pysyneet toimivina paljon pidempään, kuin mitä on pelätty tai mitä laboratoriotestit ja laskennalliset mallit antaisivat ymmärtää.

Suunnittelussa on aina otettava huomioon, mihin pintavedet kulkeutuvat, jos ne eivät poikkeustilanteessa päädykään viherkaistalle. Lumi, jää, roskat, syvät ajourat tai viherkaistan reunaan kertynyt kiintoaines voivat estää pintavesien johtumisen kokonaan ajoradalta viherkaistalle. Myös viherkaistan ylivuoto voi suunnitteluratkaisun mukaan olla ohjattu reunatuen ylitse takaisin ajoradalle. Tätä varten kadulla on hyvä olla yksittäisiä ritilä- tai kitakaivoja erikseen suunnitteluissa paikoissa, johon myös viherkaistalle tarkoitetut vedet poikkeustilanteessa päätyvät. Näitä kuivatuksen varmistavia kaivoja voi olla esimerkiksi risteysalueilla paikallisissa alataitteissa, joiden kuivatus on joka tapauksessa järjestettävä niin sanotusti perinteisin menetelmin ritilä- tai kitakaivoilla. Myös kadun alataitteissa on aina oltava kupukaivo viherkaistalla ja/tai kita- tai ritiläkaivo ajoradalla varmistamassa kuivatus.

Viherkaistoille sijoitettuja korotettuja kupukaivoja. Ylhäällä kuva Sankt Kjelds Pladsilta, alempi kuva Kuninkaantammenkierrolta.

3.5 Maanalaisen infran huomioiminen

Katualueilla kasvualustarakenteiden sekä maanalaisen infran, kuten jätevesiviemäreiden, vesijohtojen ja kaapeleiden, suunnittelu vaatii yhteensovittamista ja eri tekniikka-alojen asiantuntemusta. Putkistojen tulee olla tarvittaessa saneerattavissa ilman, että katupuustoa joudutaan kaatamaan tai joudutaan kaivamaan lähellä puiden runkoa. Toisaalta kasvualustatilavuutta tulee olla riittävästi, jotta kasvien elinvoimainen kasvu turvataan. Kasvualustatilavuutta voidaan usein levittää muun muassa pysäköintipaikkojen, jalkakäytävän tai pyörätien alle, jolloin maksimoidaan myös vesitilavuutta katuratkaisussa.



Kuvan poikkileikkauksessa näkyy katujen maanalaisen infran sijoittelua suhteessa viherkaistoihin.

3.6

Kasvillisuus

Kasvillisuuden kyky tuottaa erilaisia ekosysteemipalveluita on riippuvainen niiden kunnosta, minkä vuoksi viherkatujen kasvillisuuden valinnassa on kiinnitettävä erityistä huomiota sekä paikkakohtaisiin kasvupaikkatekijöihin että oletettavaan hoidon määrään (Ferrini et al. 2020).

Dagenais et al. (2018) käsittelivät kirjallisuuskatsauksessaan erilaisia hulevesirakenteiden kasvillisuuteen liittyviä oletamuksia, ja totesivat tieteellisen kirjallisuuden perusteella seuraavaa:

a) kasvillisuudella ja siihen liittyvällä pieneliöstöllä on huomattava positiivinen vaikutus typen käsittelyyn sekä biosuodatusrakenteiden läpäisevyyden ylläpitoon. Kasvillisuuden vaikutuksesta fosforin ja erilaisten saasteiden käsittelykykyyn on ristiriitaista tai heikkoa näyttöä.

b) Tietyt kasvilajit ovat tehokkaampia hulevesien käsittelyssä kuin toiset. Huomattavia eroja kasvilajien välillä on erityisesti läpäisevyyden ylläpitokyvyssä sekä typen, patogeenien ja raskasmetallien käsittelyssä.

c) Luonnonvaraiset ja vierasperäiset lajit ovat biopidätysalueilla yhtä tehokkaita.

d) Monilajisuuden vaikutuksesta hulevesirakenteiden toimivuuteen on hyvin rajallisesti tieteellistä tietoa, eikä lajimääräsuosituksia voi tehdä tutkimusten perusteella. Esimerkkinä tutkimuksesta, jossa monilajisuuden positiivinen vaikutus on huomattu, on Yuan ym. (2017), jotka testasivat nurmiheinäsekoituksen, perennasekoituksen ja ei-istutetun biosuodattimen vedenpidätys- ja säilöntäkykyä.

Viherkatujen hulevesiä käsittelevien istutusratkaisujen kutsuminen sadepuutarhoiksi saa monet olettamaan, että kyse on ensisijaisesti kosteista kasvupaikoista, joissa tulvimisensieto on erityisen tärkeä ominaisuus. On kuitenkin tärkeää huomioida, että hulevesiä vastaanottavien istutusalueiden vesitalous voi vaihdella suuresti valuma-alueesta, kasvualustasta, pohjamaan läpäisevyydestä sekä ojitusjärjestelmästä riippuen. Näin ollen viherkatujen kasvillisuutta ei voi valita kaavamaisesti, vaan valinta on sopeutettava paikkakohtaisesti oletettaviin kosteusolosuhteisiin.

Hulevesiä suodattavat rakenteet ovat kasvupaikkana periaatteessa tuoreita tai kosteita, ja mikäli kasvualustan pinnan muodot vaihtelevat, voi näihin rakenteisiin syntyä erityyppisiä kasvupaikkoja/elinympäristöjä kosteuserojen mukaan. Hyvin ravinteita ja kosteutta pidättävänä biosuodatusrakenteet ovat usein tuottoisia kasvupaikkoja, joissa parhaiten pärjäävät kilpailustrategiaa hyödyntävät kasvit, mukaan lukien monet juuririkkakasvit. Tämä voi helposti johtaa tilanteisiin, joissa istutuksen lajisto yksipuolistuu nopeasti. Toisaalta varsinkin kasvualustakerros on altis tiivistymiselle, mikä voi vaikuttaa negatiivisesti kasvualustan läpäisykykyyn ja kaasujenvaihtoon. Riski on erityisen suuri savipitoisissa kasvualustoissa, joihin johdetaan katusuolaa (Monrabal-Martinez ym. 2019). Ääritilanteissa tämä vaatii kasvilajiston optimointia vähähap-

pisiin ja märkiin olosuhteisiin. Spektrin toisessa päässä ovat hyvin läpäisevät hiekkakasvualustat sekä hyvin pieniä sademääriä vastaanottavat multapohjaiset kasvualustat, joissa ajoittaiseen kuivuuteen sopeutuminen on erityisen tärkeää.

Huleveden määrällisen hallinnan hiili–murskekasvualustoissa parhaiten pärjäävät kuivuuteen sopeutuneet lajit, mikä mahdollistaa usein monilajisemmat istutukset. Rikkakasvilajistoon puolestaan kuuluu usein kuiviin paikkoihin sopeutunutta ja siemenin leviävää ruderaattikasvillisuutta. Biohiilen laadusta sekä kiviaineksen tyypistä riippuen hiili–murskekasvualustojen pH saattaa nousta lievästi emäksisen puolelle.

Biopidätys- ja suodatusalueiden kasvillisuuden valinta siten, että lajisto kestää tulvitusta, on saanut runsaasti huomiota tutkimuskirjallisuudessa. Yleisesti ottaen voidaan kuitenkin olettaa, että rakenteissa, jotka tulvivat harvoin ja joihin varastoitu ylimääräinen vesi johdatetaan suositusten mukaisesti pois vuorokauden kuluessa, panostaminen kasvillisuuden tulvankestävyyteen on turhaa. Suurimman osan tavallisesta koristekasvillisuudesta oletetaan näin selviytyvän satunnaisesta tulvituksesta johtuvassa hapenpuutteessa vuorokauden tai kaksikin suuresti kärsimättä (Yuan & Dunnett 2018). Poikkeuksena sääntöön ovat talvisinkin märät rakenteet, joissa monet kasvukauden aikana tulvimista kestävät kasvitkaan eivät välttämättä pärjää (Laukli ym. 2022a). Riski tulvimisen aiheuttamille vahingoille on suurin istutuksen ensimmäisinä kasvukausina, minkä lisäksi tulvituksen kasvukuntoa heikentävät vaikutukset näyttäisivät kumuloituvan kasvukauden aikana tulvakausien toistuessa (Laukli ym. 2022b).

Maaperän kosteuden lisäksi kasvillisuuden valintaan viherkaduilla vaikuttavat luonnollisesti paikan valoisuus sekä esteettiset tavoitteet ja turvallisuuteen vaikuttavat tekijät, kuten korkeus ja näkyvyys. Tiiviisti rakennetussa ympäristössä kasvillisuuden kehitykseen vaikuttavat myös ilmankosteus, lämpöolosuhteet, mekaaninen kulutus sekä kemiallinen liukkaudentorjunta, kuten tiesuola. Puuvartisen lajiston talvenkestävyys on helposti tarkistettavissa vyöhykejaottelun avulla (Taimistoviljelijät ry). Ruohovartisen lajiston talvenkestävyyden arvioinnissa suosittelemme käyttämään ensisijaisesti ruotsalaisen Perennagruppenin (2021) jaottelua, joka arvioi kasvilajikkeiden todennäköisyyttä selvitä talvesta kasvualustan läpäisevyys huomioiden, mutta maantieteellisestä sijainnista riippumatta. Myös Pohjois-Amerikan USDA-vyöhykejakoa voi käyttää osviittana, mutta karkeutensa vuoksi sen antama hyöty on rajallinen.

Luonnonvaraisen lajiston sekä vierasperäisen ja/tai jalostetun koristekasvillisuuden valintaperiaatteet viherkaduille käytettäviksi ovat lähestulkoon identtiset. Vierasperäisen lajiston käytössä on kuitenkin aina punnittava vastakkain toisaalta haitallisen leviämisen riskejä, ja toisaalta kasvillisuuden kykyä palautua häiriöistä. Tehokkaasti siemeniä tuottavat tai maavarsilla, juurivesoilla ja rönsyillä leviävät kasvilajit ovat usein kaupunkiympäristöissä arvokkaita, sillä ne mahdollistavat kasvustopeitteisyyden palautumisen tappioista tai vahingois-

Kuva: Salla Ekström 2022

ta ilman täydennysistutuksia. Tehokkaasti leviävät koristekasvit voivat kuitenkin karata istutuksista ja muuttua haitallisiksi vieraslajeiksi, ja toisaalta aggressiiviset kotoperäiset lajit voivat yksipuolistaa koristeistutusten lajistoa paikallisten ekosysteemipalveluiden kirjoa kaventaen. Heikommin leviävät tai hyvin tiiviitä mättäitä muodostavat kasvit puolestaan koetaan usein ”hyväkäytöksisinä”, mutta toisaalta niiden uusiutumis-, ja sopeutumiskyky sekä muutosjoustavuus ovat usein heikompia. Näin ollen pelkistä heikoista leviäjistä koostuvat istutukset saattavat vaatia enemmän hoitoa, varsinkin jos kasvupaikkatekijät suosivat aggressiivisesti kilpailevaa lajistoa, tai jos istutus on alueella jolla häiriöt ovat tiheitä ja kulutus kovaa. Pensaskasvillisuuden valinnassa on huomioitava, että lajit kestävät aurauslumen painon sekä keväällä hiekoitussepelin leviämisen istutusalueelle tukahtumatta.

Viherkadun istutuksia Tukholman Settergatanilla. Viherkadun istutuksiin voidaan sommitella myös biodiversiteettia lisääviä lahopuuaiheita. Kuvat: Mirjam Larinkari.

3.7 Monitorointi ja kunnossapito

Viherkaturatkaisujen suunnittelussa tulee huomioida myös mahdollisen monitoroinnin tarve ja varmistaa suunnitteluratkaisujen avulla seurannan onnistuminen. Suunnittelutyön alussa määritetään, minkälaista monitorointia kohteessa halutaan suorittaa: onko tarkastelun kohteena esimerkiksi huleveden laatu, virtaamat tai vaikkapa kasvillisuuden hyvinvointi? Uudentyyppisiä rakenteita toteuttaessa on tärkeää saada tietoa rakenteen vaikutuksista ja toimivuudesta, jotta toteutetuista kohteista saadaan tietoa ja seuraavat kohteet voidaan suunnitella ja toteuttaa entistä parempina.

Suunnittelun aikana on tarpeen suunnitella paikat ja rakenteet, joista virtaamien mittaus tai vesinäytteenotto onnistuu. Yleisesti mittaus ja näytteenotto olisi helpointa toteuttaa mittakaivosta, joiden avulla purkuvirtaamaa on mahdollista padottaa tai kaivoon on asennettavissa esimerkiksi mittapato. Myös vesien johtaminen rakenteeseen vaikuttaa mittausmahdollisuuksiin; jos vedet ohjataan biosuodattimeen pintavaluntana, ei virtaaman mittaus onnistu ja vesinäytteenottokin vaatii luovuutta. Mittausmahdollisuuksia selvitettäessä on tarpeen konsultoida laitevalmistajia, jotta käytettävien mittareiden tarkkuus, kalibrointi ja huoltotarve soveltuu kohteeseen.

Veden laadun seuranta vesinäytteenotoin on kuitenkin tärkeää ja se antaa kuvan rakenteeseen tulevan ja lähtevän veden laadusta ja siten on mahdollista analysoida rakenteen puhdistustehoa. Näytteenotto on ajoitettava sadetapahtuman yhteyteen ja näytteenotossa tulisi suosia kokoomanäytteitä koko sadetapahtuman ajanjaksolta yksittäisten kertanäytteiden sijaan. Huomioitavaa on myös, että koska biosuodatusprosessi on hidas, ei yhdellä näytteenottokerralla ole välttämättä saatavissa sekä tulevan että lähtevän veden näytettä. Huomioitavaa näytteenotossa on, että biosuodatusrakenne pidättää vettä ja haihduttaa sitä. Haihdunta tulee huomioida tulosten tulkinnassa. Esimerkiksi koivut käyttävät huomattavia määriä vettä kasvukaudella. Tällöin lähtevän veden määrä on pienempi kuin rakenteeseen tulevan veden määrä. Tämä tarkoittaa sitä, että kokonaiskuormitus hulevesistä vähenee, vaikkei eroa tulevan ja lähtevän veden pitoisuuksissa olisikaan kasvukaudella.

Kasvualustojen toimivuuden seurannassa voidaan hyödyntää kasvualustan kosteutta ja lämpötilaa mittaavia olosuhdeantureita ja lisäksi kasvualustan koostumusta kannattaa seurata maaperänäytteenotoin. Mittaustulosten perusteella voidaan analysoida toteutuneen kasvualustan ja kasvillisuuden soveltuvuutta kohteeseen. Kasvualustan seuranta on olennaista etenkin, jos havaitaan, että kohteeseen suunniteltu kasvillisuus ei ole lähtenyt menestymään ja siten biosuodatus ei toimi halutulla tavalla.

Viherkaturatkaisuissa kunnossapidossa korostuu normaalin kadunpidon lisänä kasvillisuusalueiden hoitotarve sekä hulevesirakenteiden toimivuuden tarkkailu. Kasvillisuuden elinvoimaisuuden turvaaminen ylläpitää viherkadulla saavu-

Kuvissa Jyväskylän Puutarhakadun hulevesien monitoroinnin mittavälineistöä.

tettavia hyötyjä. Istutusalueet ovat tyypillisesti monilajisia ja dynaamisia kasviyhteisöjä, joissa kasvit hakeutuvat luontaisesti suosimilleen paikoille. Lajisto voi myös täydentyä tuulen ja huleveden mukana kulkeutuvien kasvien siementen vuoksi luonnonlajistolla. Lajiston kehittymistä tarkkaillaan ja tarvittaessa kitketään liiallisesti leviäviä lajeja, jotta istutusalue säilyy monimuotoisena. Viherkadun monilajisen katupuuston hoito suoritetaan lajikohtaisen tarpeen mukaisesti. Monimuotoisen kasvillisuuden hoito vaatii osaavaa henkilöstöä. Hulevesirakenteiden osalta suurinta ylläpitotarvetta on usein putkistoilla, hulevesikaivojen sakkapesillä sekä mahdollisilla kiintoaineksen kasaantumispaikoilla. Myös hulevesiviemäriä voidaan tarvittaessa huuhdella.

Luontopohjaisissa rakenteissa riskinä on rakenteeseen veden mukana tulevasta kiintoaineksesta johtuva tukkeutuminen, joka heikentää rakenteen toimivuutta. Tukkeutumisen takia pintakerroksen uusiminen voi tulla kyseeseen arviolta 10–15 vuoden välein. Kuorettumakerros suositellaan pääsääntöisesti rikottavaksi kevyesti haraamalla. Pintakerroksen uusimista voidaan tarvittaessa tehdä laikuittain siten, että biosuodatusrakenteeseen kertynyttä kasvillisuutta säästetään ja annetaan sen levitä uusituille alueille. Kiintoaineksen ja hiekoitushiekan kulkeutumista rakenteisiin voidaan vähentää rakentamalla niille esimerkiksi erilliset ns. eteisrakenteet ennen vesien johtamista biosuodatukseen. Talvella hiekkaa päätyy jonkin verran rakenteisiin myös aurauslumien mukana. Kasvualustan vaihdon tarpeen tiheys tulee vaihtelemaan paljonkin suodatusrakenteiden sijainnin, rakenneratkaisujen sekä kasvillisuuden kehityksen ja hoidon mukaan. Koska aiheesta ei ole vielä paljoa kokemuksia eikä vakiintuneita toimintatapoja ole, mahdollinen suositus olisi viiden vuoden välein tehtävä maa-analyysi, jossa selvitetään sekä kasvualustan pinnan imeytyskykyä että tärkeimpien saastelajien pitoisuuksia. Analyysin tuloksia tulee verrata tarkoitusta varten laadittuihin viitearvoihin tarvittavien toimenpiteiden arvioimiseksi.

Suodatinkankaita ei suositella käytettäväksi, sillä niistä voi irrota mikromuovia ja ne voivat aiheuttaa rakenteiden tukkeutumista. Niiden sijasta suodatusrakenteissa käytetään siirtymäkerroksia tai tarvittaessa biohajoavia suodatinkankaita.

VIHERKATUJEN BIOSUODATUSRAKENTEIDEN TOIMINTA TALVISIN

Hulevesirakenteiden toimintakyky vaihtelee vuodenajan ja paikallisilmaston mukaan niin, että yleisesti ottaen pitkät ja kylmät talvet heikentävät niiden tehokkuutta vuositasolla (Mantilla ym. 2023). Suodatus- ja pidätysrakenteiden läpäisevyys heikkenee tilapäisesti rakenteen jäätyessä, mutta jäätymisen ja sulamisen välinen vaihtelu kuohkeuttaa tiivistynyttä suodatinmateriaalia ja siten pitkällä aikavälillä ylläpitää sen läpäisevyyttä (Ding ym. 2019). Suurempi ongelma talvisin on liukkaudenestoaineet, kuten hiekoitushiekka ja suolat, jotka lisäävät pinnoitteiden kulumista ja voivat jopa kymmenkertaistaa istutusalueiden kiintoaineskuorman (Monrabal-Martinez ym. 2019). Lumen kerääminen istutusalueiden päälle lisää kasvillisuuteen ja maaperään kohdistuvaa kemiallista ja

Lumien kasaus tulee tehdä istutukset huomioiden. Kaduilla selkeästi esitetyt lumensijoituspaikat helpotavat kadun kunnossapitoa ja vähentävät kasvillisuuteen kohdistuvia vahinkoja. Kuva: Salla Ekström 2023

mekaanista kuormaa, mikä tiivistää maata ja vahingoitta kasvillisuutta. Toisaalta sulamisvesien ohjaaminen biosuodatusrakenteisiin voi olla hyödyllistä. Biosuodatusrakenteet puhdistavat hyvin kiintoaineisiin sitoutuneita haitta-aineita myös sulavasta lumesta, ennen kaikkea mekaanisesti pidättämällä niitä kasvualustan pintakerroksissa (Muthanna ym. 2007), vaikka tiesuola heikentääkin puhdistuskykyä (Søberg ym. 2017). Lisäksi näiden avulla voidaan myös tasoittaa virtaamia hulevesiviemäristöön.

Lumen ja sulamisvesien käsittely katuistutuksissa voi siis olla sekä hyödyksi että haitaksi käsittelyketjulle. Jotta hyödyt ja haitat saataisiin tasapainoon, Ekka ym. (2021) tiivistävät suosituksensa kylmän ilmaston hulevesipainanteiden suunnittelulle seuraavasti:

- Suuremmat ja syvemmät painanteet ovat vähemmän herkkiä lumen kasaamisen ja auraamisen aiheuttamille mekaanisille vaurioille, ja lisäksi ne pystyvät varastoimaan suurempia lumi- ja hulevesimääriä.
- Loivemmat rinteet sekä veden virtaamaa hidastavat rakenteet parantavat kiintoaineksen kiinniottoa myös lumien sulamisen yhteydessä syntyvien suurten vesimäärien käsittelyssä.
- Karkeat materiaalit suodatinkerroksessa sekä ojitus- ja ylivuotorakenteiden oikea mitoitus ja sijoittelu voivat kompensoida imeytyskapasiteetin heikkenemistä talvisin.
- Tiesuolalle altistuvien rakenteiden kasvillisuuden tulee sietää suolaisia kasvupaikkoja.
- Kriittisten kaivojen ja putkien sulana pitämisessä voidaan käyttää apuna lämmitystä.
- Suurin osa likaisimmasta lumesta kannattaa kerätä lumenkaatopaikoille, jotta katujen hulevesirakenteet eivät ylikuormitu.
- Lumenläjityspaikkojen yhteydessä olevat biopidätys- ja suodatusrakenteiden valumareunojen tulee ennemmin olla laajoja ja laakeita kuin pistemäisiä paremman puhdistustuloksen saavuttamiseksi.
- Hiekoitushiekan käytön paikallinen vähentäminen sekä syväjuuristen kasvien käyttö voivat hidastaa rakenteiden tukkeutumista.
- Hulevesien jakaminen laajemmalle alalle esimerkiksi putkien avulla voi tehostaa epäpuhtauksien kiinniottoa lumen sulamisesta johtuvien suurten virtaamien aikana.
- Siivilärakenteet purkuputkien edessä voivat estää kiintoainesta päätymästä putkistoihin, kunhan niitä puhdistetaan tarpeeksi usein ja oikea-aikaisesti.

Vastaavia periaatteita voitaneen soveltaa myös muunlaisten viherkatujen kasvitettujen hulevesirakenteiden suunnittelussa.

Ohjekortit

OHJEKORTTI 1:
VIHERKATURATKAISU KAUPUNKIKESKUSTASSA

OHJEKORTTI 2:
VIHERKATURATKAISU KAUPUNKIMAISEN ASUINALUEEN KOKOOJAKADULLA

OHJEKORTTI 3:
VIHERKATURATKAISU ASUINALUEEN TONTTIKADULLA

OHJEKORTTI 4:
VIHERKATURATKAISU TEOLLISUUDEN JA KAUPAN ALUEELLA

OHJEKORTTI 5:
MUITA KATUTILAN SINIVIHERRATKAISUJA

RAMBØLL

TAMPERE

Viherkaturatkaisu kaupunkikeskustassa

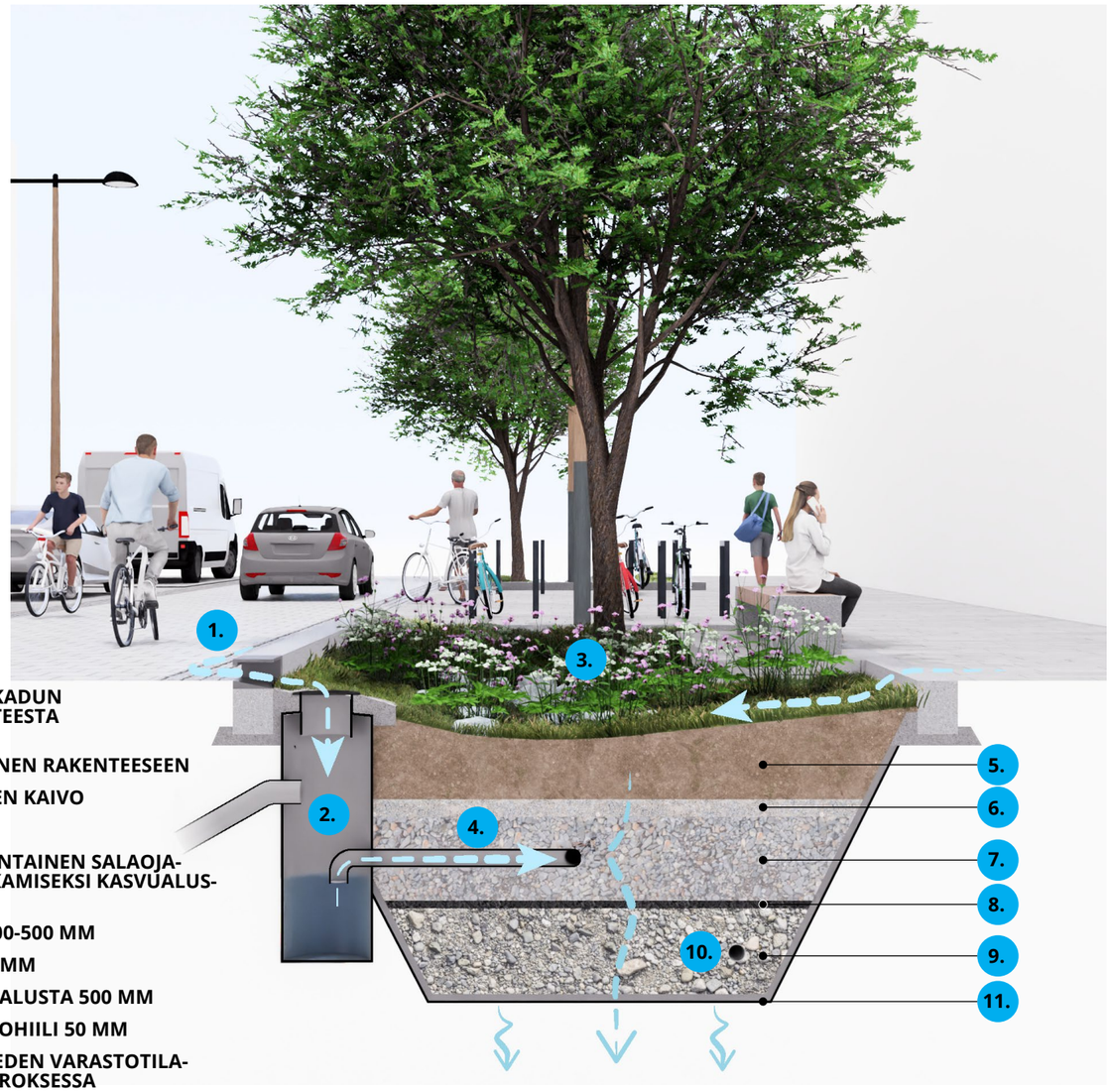
Kaupunkikeskustassa käytettävissä olevaa tilaa on usein vähän ja reunaehtoja paljon. Esimerkiksi pysäköinti, huoltoliikenne ja pelastusreitit rajoittavat katutilan joustoalueiden vihertämistä. Katutilassa on runsaasti sisäänkäyntejä ja esimerkiksi ravintoloiden terassialueita. Ratkaisujen tulee kestää runsasta kulutusta ja olla kaupunkikuvallisesti korkeatasoisia. Ajoneuvoliikennettä voi olla paljon tai kyseessä voi olla esimerkiksi kävelykatu, jossa ei ole muuta kuin huoltoliikennettä. Viihtyisyyttä ja alueen vetovoimaisuutta lisäävät ratkaisut ovat veden laadullisen ja määrällisen hallinnan ohella keskiössä. Viherkadun monihyötyisyyden edut ovat erityisesti tiiviisti rakennetulla keskusta-alueella merkittäviä.

Kaupunkikeskustassa materiaaleilta vaaditaan kestävyyttä ja kaupunkikuvallisesti korkeaa laatua. Oleskelu- ja kohtaamispaikoille on tarvetta. Istutusalueet rajataan siististi.

Mikäli tilaa ei ole leveälle viherkaistalle, istutuksia voidaan toteuttaa kapeampana, jolloin istutusaluetta rajaavat elementit kannattaa toteuttaa mahdollisimman vähän tilaa vievänä ratkaisuna. Viherkaistan leveyden tulee kuitenkin olla vähintään 2,5 m leveä. Kasvualustatilavuutta jatketaan tarvittaessa maan alla kantavalla kasvualustalla.

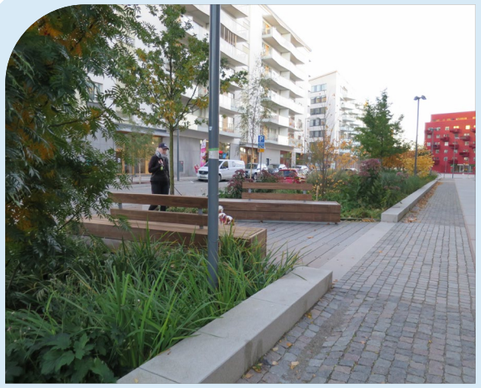
Pysäköintitaskut toteutetaan puoliläpäisevinä pintoina ja pysäköinti rytmitetään katupuuston lomaan.

Ratkaisu on sovellettavissa myös kaupunkiaukioille ja toreille.



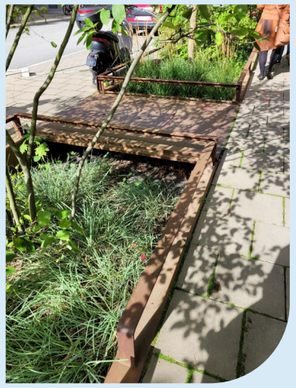
ESIMERKKI KESKUSTAKADUN KASVUALUSTARAKENTEESTA

1. VEDEN OHJAAMINEN RAKENTEESEEN
2. SAKKAPESÄLLINEN KAIVO
3. TULVIMISTILA
4. RAKENTEEN SUUNTAINEN SALAOJAPUTKI VEDEN JAKAMISEKSI KASVUALUSTAAN
5. KASVUALUSTA 400-500 MM
6. VÄLIKERROS 150 MM
7. KANTAVA KASVUALUSTA 500 MM
8. LATAAMATON BIOHIILI 50 MM
9. TARVITTAESSA VEDEN VARASTOTILAVUUS LOUHEKERROKSESSA
10. SALAOJAPUTKI
11. TARVITTAESSA BENTONIITTIKALVO, JOLLA ESTETÄÄN VEDEN IMEYTYMINEN MAAPERÄÄN TAI KULKEUTUMINEN VIEREISTEN RAKENNUKSIEN PERUSTUKSIIN



Valokuvassa esimerkki kävelykaduille erityisen hyvin sopivasta toteutusmallista. Kävelykaduilla voi olla käytettävissä enemmän tilaa viherratkaisuille. Leveä viherkaista voi tarjota mahdollisuuksia myös pienimuotoisiin leikkitoimintoihin.

Kapeammalla vihrekaistalla tulisi istutusaluetta rajaavat elementit toteuttaa mahdollisimman vähän tilaa vievänä ratkaisuna. Viherkaistan leveyden tulee kuitenkin olla vähintään 2,5 m leveä.



Kulkusilta alas lasketun istutusalueen tulvatilan ylitse.

Keskustakaduilla on usein tarvetta myös pysäköinnille. Hulevesiä johdetaan kivetyllä pinnalla kantavassa kasvualustassa kasvavan katupuuston kasvualustaan kastelukaivojen kautta.

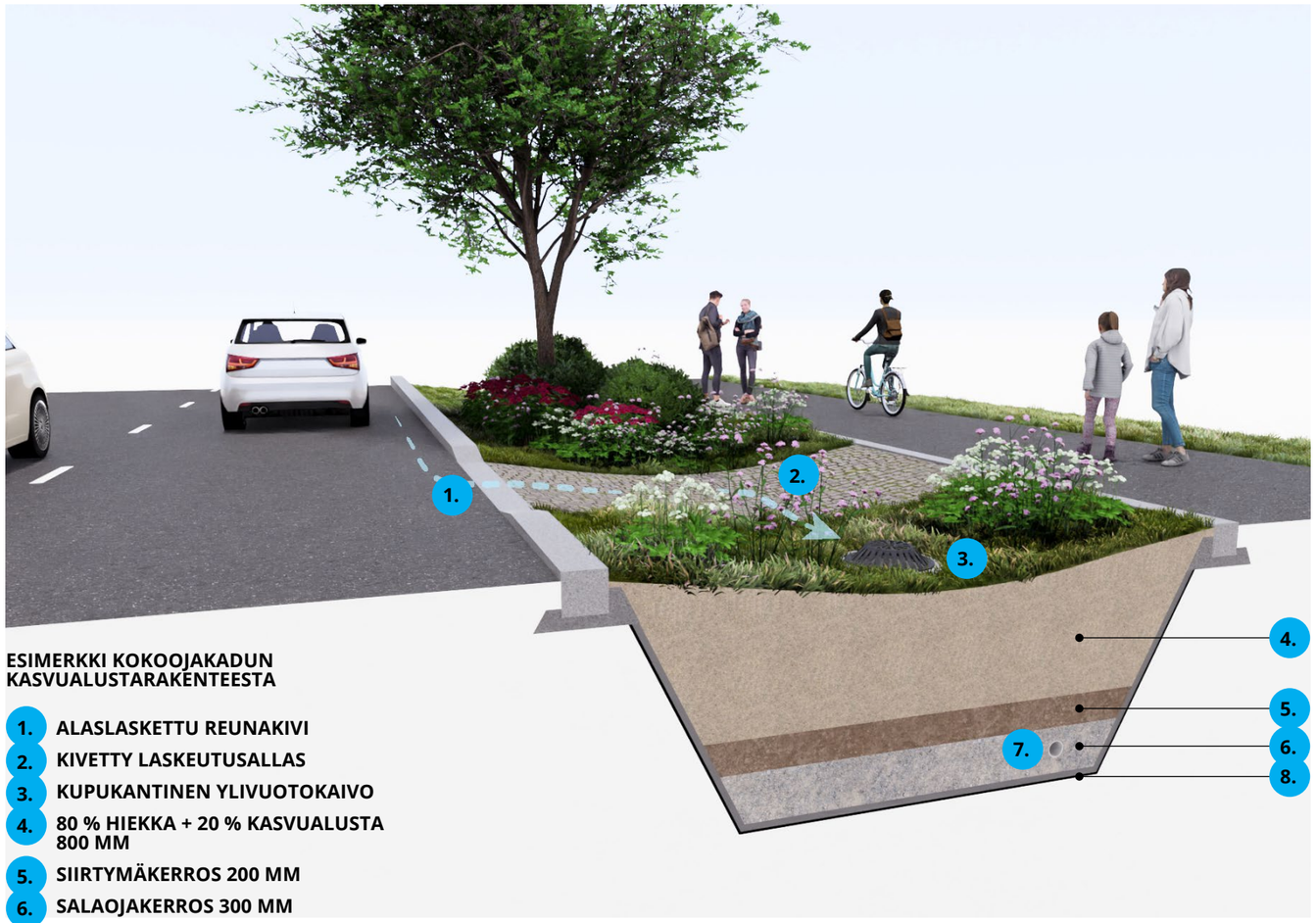
Vesien johtamisessa ajoradalta istutusalueelle käytetään tilatehokkaita ratkaisuita. Keskustaympäristöön sopivia ratkaisuja ovat esimerkiksi erilaiset sakkapesälliset kaivoratkaisut tai esiselvityskaukalot. Veden ohjautumisen varmistamiseksi kaivoratkaisuun suositellaan lisättävän ritiläpintainen osuus asfaltin pintaan. Reunakivessä olevat aukotukset ja

kitakansistot on todettu vedenohjautumisen kannalta häiriöherkiksi. Pienikin kynnys asfaltissa tai suuri pituuskaltevuus voi estää veden pääsyn istutusalueelle.

Viherkaturatkaisu kaupunkimaisen asuinalueen kokoojakadulla

Kaupunkimaisen asuinalueen kokoojakadulla liikkujan tavoitteena on pääosin tehokas ja turvallinen siirtyminen paikasta toiseen. Kokoojakadut voivat toimia myös tärkeinä yhteyksinä eri virkistysalueiden välillä. Ajoneuvoliikennettä on paljon. Viherkaturatkaisun tavoitteissa painottuvat veden laadun ja määrän hallinta, ekologisen yhteyden tavoitteet ja kestävien liikkumismuotojen valitsemiseen kannustaminen viihtyisän liikkumisympäristön myötä.

Kasvillisuuden tulisi olla kaupunkimaisten asuinalueiden kokoojakaduilla monilajista ja runsasta. Monilajinen ja runsas kasvillisuus muodostaa miellyttävän liikkumisympäristön ja vahvistaa ekologisia yhteyksiä.



ESIMERKKI KOKOOJAKADUN KASVUALUSTARAKENTEESTA

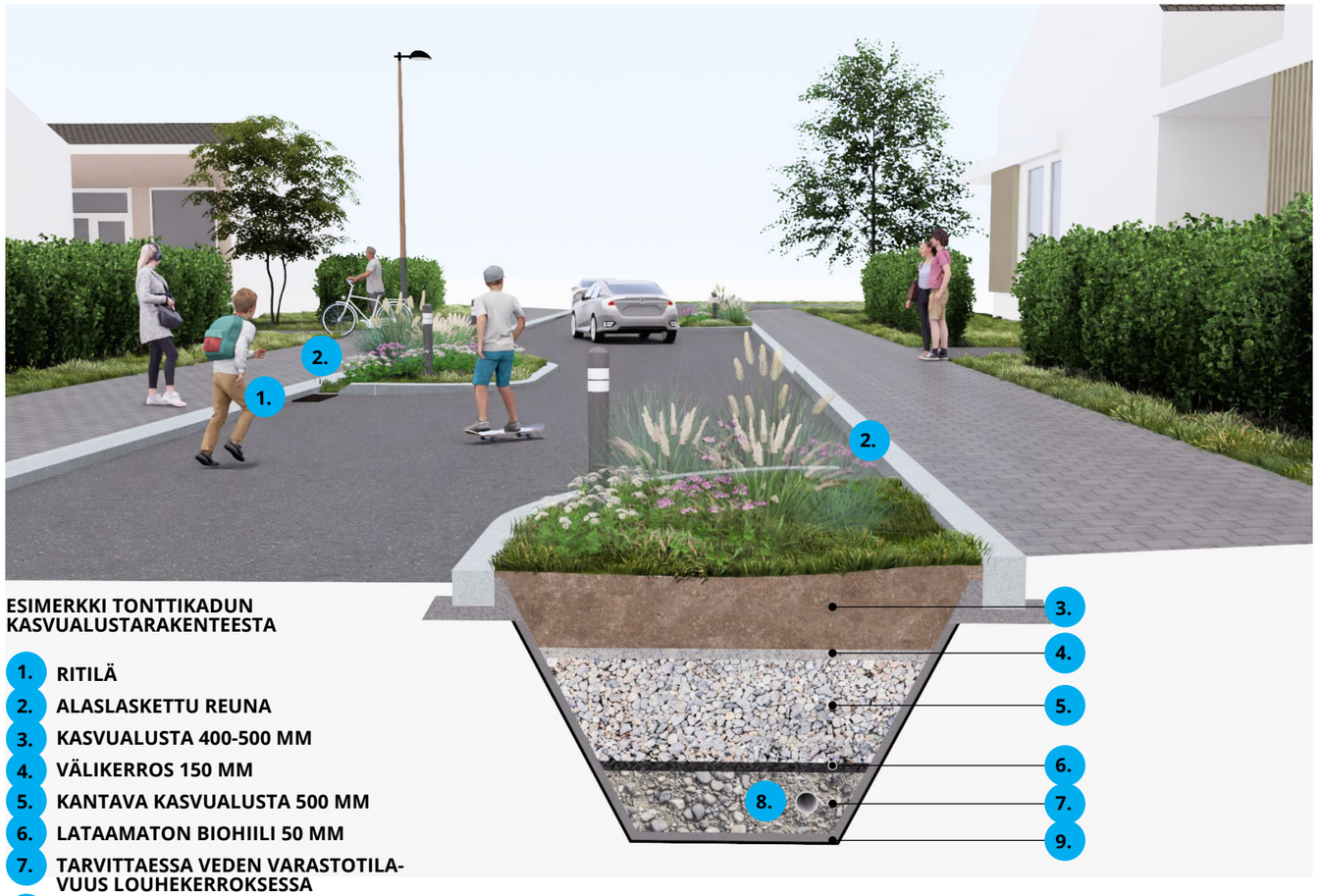
1. ALASLASKETTU REUNAKIVI
2. KIVETTY LASKEUTUSALLAS
3. KUPUKANTINEN YLIVUOTOKAIVO
4. 80 % HIEKKA + 20 % KASVUALUSTA 800 MM
5. SIIRTYMÄKERROS 200 MM
6. SALAOJAKERROS 300 MM
7. SALAOJAPUTKI
8. TARVITTAESSA BENTONIITTIKALVO, JOLLA ESTETÄÄN VEDEN IMEYTYMINEN MAAPERÄÄN TAI KULKEUTUMINEN VIEREISTEN RAKENNUKSIEN PERUSTUKSIIN

VIHERKATURATKAISU KAUPUNKIMAISEN ASUINALUEEN KOKOOJAKADULLA

Esimerkkejä asuinalueen kokoojakadulle soveltuvista viherkaturatkaisuista. Vedet johdetaan ajoradalta esiselkeytysalueille reunakivilinjan aukoista, jalkakäytävältä pintavaluntana koko viherkaistan mitalta.

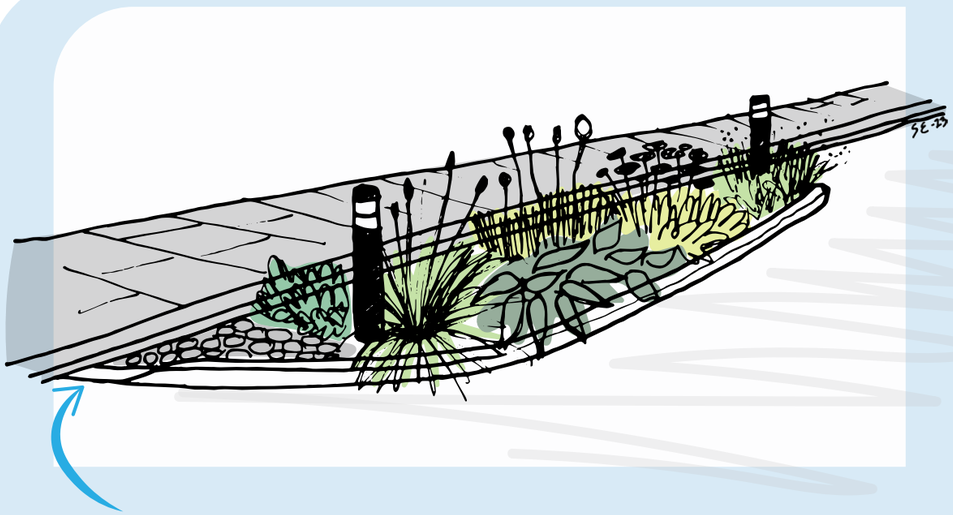
Viherkaturatkaisu asuinalueen tonttikadulla

Asuinalueiden tonttikaduilla viherkaturatkaisut voivat olla kevyempiä kuin kaupunkikeskustan kaduilla. Hulevedenhallintaratkaisu tulee kuitenkin toteuttaa niin, että katualueen hulevedet saadaan käsiteltyä. Tonttikadulla liikennettä on lähtökohtaisesti vähemmän kuin kokoojakaduilla ja huleveden laatu usein parempi kuin vilkkaammin liikennöidyillä kaduilla. Tonttikadulla vettä viivyttävät ja imeyttävät ratkaisut ovat tarpeen. Huleveden käsittelyn alueita voidaan hyödyntää myös liikenteen hidastamisen keinona toteuttamalla niistä esimerkiksi ajoradan kavennuksia. Tonttikaduilla on myös toivottavaa elämyksellisyys ja katutilan viihtyisyys, joka voi palvella parhaimmillaan asukkaita vapaa-ajan oleskelu-, leikki- ja kohtaamisympäristönä.

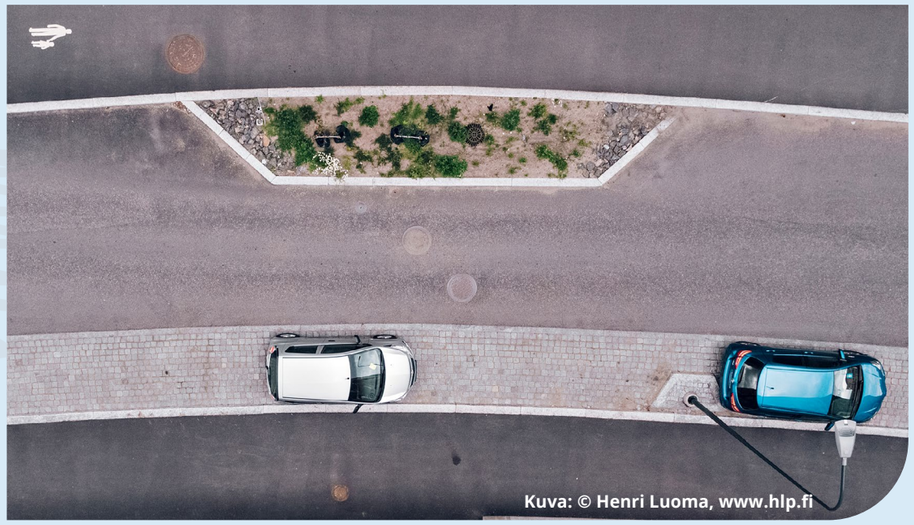


ESIMERKKI TONTTIKADUN KASVUALUSTARAKENTEESTA

1. RITILÄ
2. ALASLASKETTU REUNA
3. KASVUALUSTA 400-500 MM
4. VÄLIKERROS 150 MM
5. KANTAVA KASVUALUSTA 500 MM
6. LATAAMATON BIOHIILI 50 MM
7. TARVITTAESSA VEDEN VARASTOTILAVUUS LOUHEKERROKSESSA
8. SALAOJAPUTKI
9. TARVITTAESSA BENTONIITTIKALVO, JOLLA ESTETÄÄN VEDEN IMEYTYMINEN MAAPERÄÄN TAI KULKEUTUMINEN VIEREISTEN RAKENNUKSIEN PERUSTUKSIIN



Esimerkkiluonnos tonttikadulle soveltuvasta viherkaturatkaisusta. Hulevettä johdetaan viivytykseen istutusalueeseen, joka toimii samalla katutilan kavennuksena.



Kuva: © Henri Luoma, www.hlp.fi

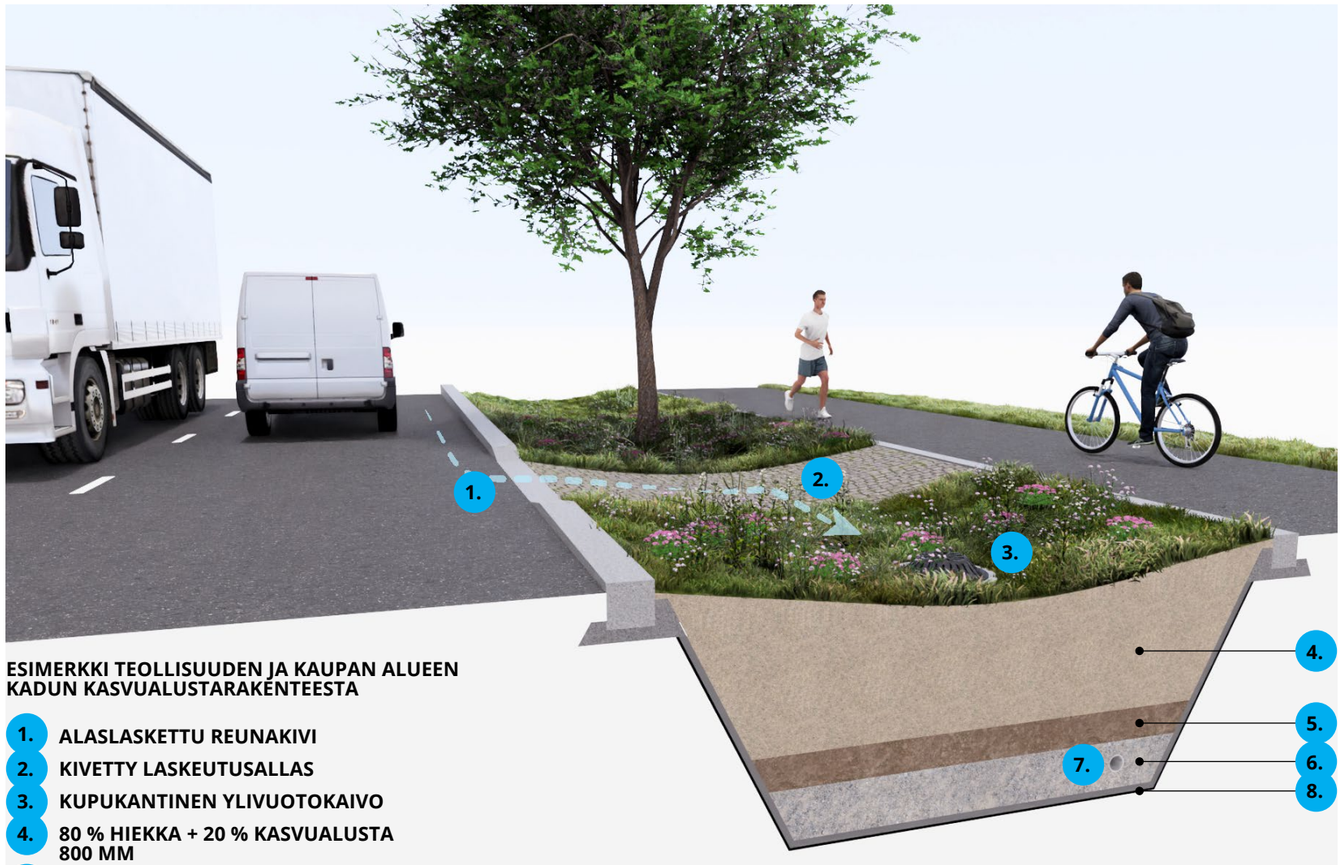
Katutilan kavennusratkaisua on käytetty myös Kuninkaantammessa.

Ohjekortti 4

Viherkaturatkaisu teollisuuden ja kaupan alueella

Teollisuuden ja kaupan alueet suurine rakennusmassoineen ja laajoine pysäköinti- ja lastausalueineen on tunnistettu kaupunkikeskustan ohella ympäristöään kuumemmiksi alueiksi ja hyötyisivät vihreän infran ratkaisuista. Alueilla liikkuu paljon työntekijöitä ja asiakkaita, lisäksi alueilla kävellään, pyöräillään ja pihoilla oleskellaan. Alueella on paljon myös raskasta ajoneuvoliikennettä ja hulevesissä on usein epäpuhtauksia. Vedenhallintakeinoissa vettä puhdistavat ratkaisut ovat tarpeen. Katutilan mitoitus on tyypillisesti kohtuullisen väljää. Katumiljöön laatutasolle ei aseteta yhtä suuria kaupunkikuvallisia vaatimuksia kuin keskustakaduille. Kaupunkien tiivistyessä maankäyttömuodot sekoittuvat ja perinteisten teollisuus- ja työpaikka-alueiden muuttuessa yhä enemmän työpaikka- ja palvelurakentamisen alueiksi katuympäristön parantamisella voidaan vähentää eri maankäyttömuotojen välistä ristiriitaa. Teollisuusalueiden läpi voi kulkea myös tärkeä virkistyksellinen ja ekologinen yhteys, jota voidaan tukea viherkatutoteutuksella. Teollisuuden ja kaupan alueilla sijaitsevien usein laajojen pysäköintialueiden hulevesien käsittelyssä voidaan hyödyntää sinivihreän infran ratkaisuita, jolloin saavutetaan hulevedenhallinnan ohella muita kaupunkikasvillisuuden tuomia hyötyjä.

Kasvillisuudelle ei aseteta yhtä korkeita esteettisiä vaatimuksia kuin esimerkiksi kaupunkikeskustoissa. Niittypainanteet ovat hyvä vaihtoehto teollisuuden ja kaupan alueille.



ESIMERKKI TEOLLISUUDEN JA KAUPAN ALUEEN KADUN KASVUALUSTARAKENTEESTA

1. ALASLASKETTU REUNAKIVI
2. KIVETTY LASKEUTUSALLAS
3. KUPUKANTINEN YLIVUOTOKAIVO
4. 80 % HIEKKA + 20 % KASVUALUSTA 800 MM
5. SIIRTYMÄKERROS 200 MM
6. SALAOJAKERROS 300 MM
7. SALAOJAPUTKI
8. TARVITTAESSA BENTONIITTIKALVO, JOLLA ESTETÄÄN VEDEN IMEYTYMINEN MAAPERÄÄN TAI KULKEUTUMINEN VIEREISTEN RAKENNUKSIEN PERUSTUKSIIN

Teollisuuden ja kaupan alueille toteutettavien viherkaistojen kasvillisuus voidaan toteuttaa esimerkiksi niittypainanteina. Kuvassa vasta leikattu niitty.

Esimerkki väljempään katutilaan soveltuvista viherkaturatkaisuista. Vesiä voidaan johtaa viherkaistojen esiselkeytysalueille pintavaluntana. Reilun kokoisista ”eteistiloista” kertyvä kiintoaines ja roskat on helppo poistaa.

Muita katutilan siniviherratkaisuja

Mikäli käytettävissä oleva tila ei riitä täysimittaisen viherkadun toteuttamiseen, voidaan millä tahansa katualueella toteuttaa luontopohjaisia ratkaisuja pienimuotoisemmin. Voidaan tarkastella olisiko jollain kadun osuudella tilaa viherpainanteen toteuttamiseen, lisätä läpäisevää pintaa esimerkiksi pysäköintipaikoilla tai erottelukaistoilla, tai esimerkiksi johtaa hulevesiä katupuiden kasvualustaan. Myös olemassa olevien katupuiden kasvualustan päivittäminen kantavaksi hiili–murska- tai murskekasvualustaksi ja vesien ohjaaminen kasvualustaan on mahdollista. Kadun pinnan muuttaminen osin läpäiseväksi ja kasvualustan korvaaminen kantavalla kasvualustalla parantaa veden imeytymisen ja pidättämisen lisäksi katupuiden kasvua ja sitä kautta kadulta saatavia ekosysteemipalveluita. Ruotsista tästä on hyviä kokemuksia.

Kokemuksia betonimurskan käytöstä kasvualustoissa on vielä rajallisesti. Tukholman kaupungin kokemusten mukaan betonimurske on toiminut kaupungin kokeiluissa hyvin. Koska betonimurskeen ja biohiilen pH voivat olla emäksisen puolella, kannattaa kalkinkarttajia välttää näissä rakenteissa. Betonimurskeen käytössä on huomioitava, että murskerakeiden kestävyys voi vaihdella, jolloin käyttöön on valikoitava rakeet tai raekoot jotka eivät enää murskaannu pienemmiksi tavanomaisilla työskentelytavoilla. Halutun raekokojakauman saavuttamiseksi voi siis olla, että betonimurskaan on sekoitettava kiviainesta.

Mossin puistokadulla toteutettu läpäisevä kiveys kadun ja jalankulku- ja pyöräilyväylän välissä.

Ritiläsuojien asentamisen sijaan katupuiden tyvialue voidaan jättää avoimeksi ja kylvää pinnalle niittylajistoa. Tai vaihtoehtoisesti tyvialue voidaan jättää kylvämättä ja antaa luonnon tehdä oma kylvös. Ulkonäöltään ratkaisu on villi ja rehevä. Kuva: Edge 2019

Kantavan kasvualustan rakentamista. Kuva: Jyrki Lehtimäki

Kasvualustan imurointia Rongankadulla kadun muutostöiden yhteydessä. Kuva: Jyrki Lehtimäki

Yhteenveto

Luontopohjaiset ratkaisut ovat tunnistettu ja paljon käytetty keino ilmastonmuutoksen ja sen lieveilmiöiden hillitsemiseksi. Erityisesti rakennetuilla kaupunkialueilla hyödytään kasvillisuuden ja läpäisevien pintojen lisäämisestä. Viherkatumalli on yksi keino lisätä kaupunkivihreää tiiviille kaupunkialueelle ja ehkäistä runsaiden sadetapahtumien tuomia haittoja. Samalla saavutetaan myös monia muita hyötyjä kuten viihtyisyyden, vetovoimaisuuden ja luonnon monimuotoisuuden kasvua sekä ihmisten terveyshyötyjä. Ilmaston muuttuessa ja kaupunkirakenteen tiivistyessä monimuotoisen kaupunkivihreän ja huleveden hallinnan lisääminen on tärkeää. Mikäli näin ei toimita, tullaan kohtaamaan entistä useammin epämiellyttävän kuumia, erityisesti herkimipien ihmisryhmien terveydelle haitallisia ajanjaksoja, katutulvia, viihtyisyyden vähenemistä sekä kaupunkiluonnon köyhtymistä.

Viherkaduilla hulevesiä käsitellään katualueella luontopohjaisia menetelmiä hyödyntäen. Hulevedet johdetaan istutusalueille, jossa vesi päätyy kasvillisuuden käyttöön. Istutusalueita ja kasvualustoja hyödyntäen vettä voidaan viivyttää, puhdistaa ja maaperäolosuhteiden salliessa, myös imeyttää. Ylimääräinen vesi johdetaan hulevesiverkostoon.

Viherkaturatkaisuja on toteutettu Suomessa ja maailmalla ja näin ollen jo rakennettujen kohteiden ratkaisujen toimivuudesta on saatavilla paljon tietoa. Tässä selvityksessä on esitelty erityyppisille kaduille parhaaksi koettuja toteutustapoja. Kaupunkikeskustoihin soveltuvat laadukkaista materiaaleista toteutetut näyttävät ja tilatehokkaat ratkaisut. Asuinalueiden kokoojakaduilla tilaa on usein hiukan enemmän ja esimerkiksi esiselkeytysalueet voidaan toteuttaa pinnalla erilaisia kivettyjä alueita hyödyntäen. Kasvillisuudella tavoitellaan miellyttävää katuympäristöä, mutta kasvillisuuden ylläpitoon ei osoiteta keskusta-alueen tapaista intensiteettiä. Asuinalueiden tonttikaduilla hyödynnettävissä ovat pienetkin vihreyttä lisäävät ja kevyesti toteutettavat elementit. Kaupan ja teollisuusalueen kaduilla veden laadullinen käsittely on pääosassa. Kasvillisuus voi olla yksinkertaisempaa, esimerkiksi niittykasvillisuutta. Mikäli täysimittaisen viherkadun toteuttaminen ei ole mahdollista, on kuitenkin kaikenlainen läpäisevän pinnan, kasvillisuuden ja luontopohjaisen hulevedenkäsittelyn lisääminen, pienessäkin mittakaavassaa, askel kestävämpään kaupunkirakenteeseen.

Liitteenä olevaan esimerkkikohteiden vertailutaulukkoon on koottu tietoja selvityksessä esitellyistä viherkatutoteutuksista. Taulukossa on esitetty katutyyppi, tieto miksi kohteeseen on haluttu totettaa viherkaturatkaisu, laajuustiedot, vedenjohtamisen tapa, kasvualustarakenne, viherpinnan ja latvuspeitteisyyden tiedot sekä kohteesta saatuja oppeja. Suurin osa esimerkkikohteista ovat joko keskusta- tai kokoojakatutyyppejä. Viherpeitteisyyden osalta havaitaan, että viherpinnan prosentuaalinen osuus katutilasta on keskimäärin noin 10–30 % ja latvuspeitteisyyden osuus noin 10–30 %. Useassa kohteessa siniviherratkaisuiden toteuttamisen tavoitteena on ollut huleveden hallinnan parantaminen ja sitä kautta paikallisen vesistön kuormituksen vähentäminen. Myös viihtyisyyden ja kestävän kaupunkiympäristön toteuttaminen on

ollut usein tavoitteena. Monet esimerkkikohteista ovat olleen pilottihankkeita, joissa on haluttu kokeilla uudenlaista tapaa huleveden hallintaan ja kaupunkivihreän lisäämiseen.

Puutarhakadun yleissuunnitelmaan on poimittu viherkatuselvityksestä ja esimerkkikohteiden vertailutaulukosta tietoja esimerkiksi hyväksi havaituista huleveden johtamistavoista, kasvualustarakenteista ja mitoituksesta. Tarkoituksena on hyödyntää selvityksen tietoja edelleen Puutarhakadun jatkosuunnittelussa siten, että kadulle toteutetaan kattavasti viherkadun monihyötyjä tuottavaa viihtyisää ja teknisesti toimivaa katuympäristöä.

Viherkaturatkaisun suunnittelu edellyttää monialaista suunnitteluosaamista sekä eri tavoitteiden, järjestelmien ja rakenteiden yhteensovittamista. Myös rakentamisen aikana tarvitaan laajaa osaamista ja tarkkuutta erityisesti vesien johtamisen yksityiskohdissa. Kuivatusrakenteiden ja kasvillisuuden ylläpito turvaa vedenkäsittelyn toimivuuden sekä elinvoimaisen, monihyötyjä tuottavan kasvillisuuden menestymisen.

Yhteisen tahtotilan määrittely viherkadun suunnittelun aloitusvaiheessa on avainasemassa onnistuneen ratkaisun turvaamiseksi. Viherkatumallia sovitettaessa erityisesti jo rakennettuun, tiiviiseen kaupunkirakenteeseen, tulee ratkoa monia teknisiä haasteita, jotka helposti ajavat muun muassa kasvillisuuden määrän vähenemiseen katualueella. Näin ollen on tärkeää määrittää työn alussa tavoitteet sille, miten laajaa viherkaturatkaisua hankkeessa tavoitellaan ja pyrkiä suunnittelemaan muut ratkaisut sen ympärille. Tämä saattaa johtaa muun muassa parkkipaikkojen vähenemiseen tai ajoradan kapenemiseen, mutta erityisesti kaupunkiekologian ja veden hallinnan sekä ihmiselle terveellisen ja miellyttävän elinympäristön suhteen saatavat hyödyt olla todella merkityksellisiä kokonaiskuvassa. Yhteisen tahtotilan määrittely ja siitä viestiminen auttavat myös varmistamaan, että toteutusvaiheessa on ymmärrys ratkaisun tavoitteista ja rakentamisessa ja ylläpidossa pystytään takaamaan muun muassa suunnitelman mukainen veden ohjaaminen luontopohjaisiin rakenteisiin.

Liite 1. Esimerkkikohteiden vertailutaulukko

ESIMERKKIKOHDE

Merkintöjen selitys

Kadun tyyppi
- Keskustakatu
- Kokoojakatu
- Tonttikatu
- Teollisuuden ja kaupan alue

Veden johtaminen ja kasvualustarakenne
- Kaivo
- Laskeutusallas
- Biohiilipohjainen kasvualustarakenne
- Multapohjainen kasvualustarakenne
- Bentoniittimatto

Tavoite
- Hulevesien laadun/hallinnan parantaminen
- Kaupunkitulvien vähentäminen
- Paikallisen vesistön kuormituksen vähentäminen
- Luonnon monimuotoisuuden / kaupunkiluonnon lisääminen
- Ekologisten yhteyksien parantaminen
- Viihtyisä ja kestävä kaupunkiympäristö
- Lämpösaarekeilmiön hillitseminen
- Sosiaalinen kestävyys
- Pilottikohde

VERTAILTAVA TIETO

	TAVOITE	KADUN PITUUS, PINTA-ALA	VIHERKAISTAN LEVEYS/SYVYYS, PINTA-ALA YHT.	%	PUIDEN MÄÄRÄ kpl	LATVUSPEITTEISYYDEN PINTA-ALA	%	MUUT LÄPÄISEVÄT PINNAT	%	OPIT
MOSSIN PUISTOKATU TAMPERE/KANGASALA		3600 m 35 900 m^2	3,75 m / 0,90 m 12 500 m^2	35	441	12 500 m^2	35	1100 m^2	3	• Laskeutustilat liian pienet • Rikkaruohottumista • Kasvit pääosin kasvaneet hyvin
SANKT KJELDS PLADS & BRYGGERVANGEN KÖÖPENHAMINA		700 m 34 900 m^2	3,00–6,00 m / – m 9 000 m^2	26	586	16 600 m^2	48	– m^2		• Vahvistanut paikallista identiteettiä ja yhteisöllisyyttä
(FABRIKEN/FÖRRÅDET &) SJÖDALSVÄGEN HUDDINGE		200 m 5250 m^2	5,00 m / 0,80 m 750 m^2	15	23	650 m^2	12	– m^2		• Fabriken/Förrådetia ei ole vielä rakennettu, tiedot laskettu Sjödalsvägeniltä • Sjödalsvägenillä hieman haasteita kasvuunlähdössä, mahdollisesti kuivuuden vuoksi
JAKTGATAN & LÖVÄNGSGATAN (& MADÄNGSGATAN) TUKHOLMA		700 m 11 550 m^2	6,00 m / 1,40 m 1650 m^2	14	76	2150 m^2	19	– m^2		• Tavoitellut viihtyisyysarvot toteutuneet hyvin • Kasvu ollut selkeästi parasta niillä alueilla, joissa biohiili on ravinneladattua —> huomioitu myöhemmissä kohteissa Tukholmassa
KUNINKAANTAMMENKIERTO HELSINKI		850 m 25 600 m^2	3,55 m / 1,30 m 3650 m^2	14	104	2950 m^2	11	1300 m^2	11	• Kasvualustojen vettäpidättävää osuutta liian vähän • Rikkaruohottumista • Suodatusrakenne toimii hyvin – erityisesti kiintoaineksen osalta
MEIRAMITIE VANTAA		400 m 9600 m^2	3,50 m / 1,10 m 1050 m^2	11	45	1250 m^2	13	– m^2		• Aukotettu reunakivi tukkeutuu • Vesi ei aina kulkeudu kiveyspinnalta kasvillisuusalueelle
PUUTARHAKATU JYVÄSKYLÄ		400 m 5150 m^2	2,25 m / 1,20 m 450 m^2	9	39	1100 m^2	21	750 m^2	14	• Suodatusrakenteen suuaukko tukkeutuu • Nykyiset maanalaiset rakenteet haastava sovittaa viherkaistojen kanssa • Asukkailta positiivista palautetta
KARJARANNAN HULEVESIPAINANTEET PORI		350 m 4100 m^2	3,50 m / 1,30 m 400 m^2	9	31	900 m^2	21	400 m^2	10	• Tuplasalaoja liiallinen • Arinasepeli toiminut hyvin katteena
STRANDBODGATAN UPPSALA		350 m 9800 m^2	4,00 m / – m 900 m^2	9	30	850 m^2	9	– m^2		• Paras kasvu hienorakeisessa laavakivi–komposti–hiekkaseoksessa • Eroosiovaurioita
ROSENDAL UPPSALA		2200 m 46 150 m^2	2,50 m / – m 3500 m^2	8	140	3950 m^2	9	800 m^2	2	• Takuuajan hoito on tuottanut hyviä kasvuunlähtötuloksia
LINDEVANG BRØNDBY		250 m 2350 m^2	2,00 m / 1,00 m 100 m^2	3	0	0 m^2	0	– m^2		• Asukkaat sitoutuivat projektiin innokkaasti ja ovat ylpeitä kotikatunsa lopputuloksesta
NIITTYKADUN KATUPUUT ESPOO		100 m 2100 m^2	– m / 1,35 m 0 m^2	0	12	350 m^2	16	50 m^2	3	• Ei tiedossa

Tiedot on laskettu osin suunnitelmista ja osin karttapalveluja hyödyntäen.
Latvuspeitteisyyden laskemiseen on käytetty latvuksen halkaisijan pituutena 6 metriä.

RAMBØLL

TAMPERE

Lähteet

Beryani, A., Goldstein, A., Al-Rubaei, A. M., Viklander, M., Hunt, W. F., & Blecken, G.-T. (2021). Survey of the operational status of twenty-six urban stormwater biofilter facilities in Sweden. Journal of Environmental Management, 297, 113375–113375. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113375

Biswal, B. K., Vijayaraghavan, K., Tsen-Tieng, D. L., & Balasubramanian, R. (2022). Biochar-based bioretention systems for removal of chemical and microbial pollutants from stormwater: A critical review. Journal of Hazardous Materials, 422, 126886. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126886

Boehm, A. B., Bell, C. D., Fitzgerald, N. J. M., Gallo, E., Higgins, C. P., Hogue, T. S., Luthy, R. G., Portmann, A. C., Ulrich, B. A., & Wolfand, J. M. (2020). Biochar-augmented biofilters to improve pollutant removal from stormwater – can they improve receiving water quality? Environmental Science: Water Research & Technology, 6(6), 1520–1537. https://doi.org/10.1039/D0EW00027B

Dagenais, D., Brisson, J., & Fletcher, T. D. (2018). The role of plants in bioretention systems; does the science underpin current guidance? Ecological Engineering, 120, 532–545. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.07.007

Denich, C., Bradford, J. D. (2013).Bioretention: assessing effects of winter salt and aggregate application on plant health, media clogging and effluent quality. Water Quality Research Journal, 48 (4): 387–399. https://doi.org/10.2166/wqrjc.2013.065

Ding, B., Rezanezhad, F., Gharedaghloo, B., Van Cappellen, P., & Passeport, E. (2019). Bioretention cells under cold climate conditions: Effects of freezing and thawing on water infiltration, soil structure, and nutrient removal. The Science of the Total Environment, 649, 749–759. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.366

Drebs, A. (2023). Kasvillisuus & viherrakenteet lämpösaarekeilmiön lieventäjinä. Viherympäristö-lehti, 31(4), 14–17.

Edge (2019). *Levande gaturum- en handbok i Blågröngrå system*. Version 2.0.

Ekka, S. A., Rujner, H., Leonhardt, G., Blecken, G.-T., Viklander, M., & Hunt, W. F. (2021). Next generation swale design for stormwater runoff treatment: A comprehensive approach. Journal of Environmental Management, 279, 111756-. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111756

EU (2023). *Nature-based solutions*. European Commission. Noudettu 30.11.2023 osoitteesta https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/nature-based-solutions_en

Ferrini, F., Fini, A., Mori, J., & Gori, A. (2020). Role of Vegetation as a Mitigating Factor in the Urban Context. Sustainability, 12(10), 4247. https://doi.org/10.3390/su12104247

Fu, J., Dupre, K., Tavares, S., King, D., & Banhalmi-Zakar, Z. (2022). Optimized greenery configuration to mitigate urban heat: A decade systematic review. Frontiers of Architectural Research, 11(3), 466–491. https://doi.org/10.1016/j.foar.2021.12.005

Gregow, H., Mäkelä, A., Tuomenvirta, H., Juhola, S., Käyhkö, J., Perrels, A., Kuntsi-Reunanen, E., Mettiäinen, I., Näkkäläjärvi, K., Sorvali, J., Lehtonen, H., Hildén, M., Veijalainen, N., Kuosa, H., Sihvonen, M., Johansson, M., Leijala, U., Ahonen, S., Haapala, J., Korhonen, H., Ollikainen, M., Lilja, S., Ruuhela, R., Särkkä, J. & Siiriä, S-M. (2021). *Ilmastonmuutokseen sopeutumisen ohjauskeinot, kustannukset ja alueelliset ulottuvuudet*. Suomen ilmastopaneelin raportti 2/2021.

Janhäll, S. (2015). Review on urban vegetation and particle air pollution – Deposition and dispersion. Atmospheric Environment, 105, 130–137. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.01.052

Kankainen, K., Liljeström, E., Larjosto, V., Huotari, T., Puurunen, E. & Monni, S. (2022). *Ilmastonmuutokseen sopeutuminen ja varautuminen*. Tampereen kaupunki & Sitowise Oy. https://www.tampere.fi/sites/default/files/2022-10/ilmastonmuutokseen_sopeutuminen_tampereella_2022.pdf

Kennen, K. & Kirkwood, N. (2015). *Phyto. Principles and resources for site remediation and landscape design*. London: Routledge.

Kluge, B., Markert, A., Facklam, M., Sommer, H., Kaiser, M., Pallasch, M. & Wessolek, G. (2018). Metal accumulation and hydraulic performance of bioretention systems after long-term operation. Journal of Soils and Sediments 18, 431–441. https://doi.org/10.1007/s11368-016-1533-z

Koivunen, M. (2020). *Hiilensidonnan huomiointi kaupungin viheralueiden suunnittelussa. Case Carbon Lane demonstraatioalue, Hyväntoivonpuisto*. (ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö, Hämeen ammattikorkeakoulu) Theseus. https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2020051511704

Larjosto, V., Haapakorva, P., Sädekoski, N., SoriaHernández, L., Erdman, C., Kankainen, K. & Puurunen, E. (2022). *Tampereen kantakaupungin lämpösaarekeilmiö*. Tampereen kaupunki & Sitowise Oy. https://www.tampere.fi/sites/default/files/2023-02/yk051_L%C3%A4mp%C3%B6saarekeilmi%C3%B6_11.11.2022__0.pdf

Laukli, K., Gamborg, M., Haraldsen, T. K., & Vike, E. (2022a). Soil and plant selection for rain gardens along streets and roads in cold climates: Simulated cyclic flooding and real-scale studies of five herbaceous peren-

nial species. Urban Forestry & Urban Greening, 68, 127477. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127477

Laukli, K., Vinje, H., Haraldsen, T. K., & Vike, E. (2022b). Plant selection for roadside rain gardens in cold climates using real-scale studies of thirty-one herbaceous perennials. Urban Forestry & Urban Greening, 78, 127759. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127759

Mantilla, I., Flanagan, K., Muthanna, T. M., Blecken, G.-T., & Viklander, M. (2023). Variability of green infrastructure performance due to climatic regimes across Sweden. Journal of Environmental Management, 326, 116354-. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116354

Monrabal-Martinez, C., Meyn, T., & Muthanna, T. M. (2019). Characterization and temporal variation of urban runoff in a cold climate—Design implications for SuDS. Urban Water Journal, 16(6), 451–459. https://doi.org/10.1080/1573062X.2018.1536758

Muerdter, C. P., Wong, C. K., & LeFevre, G. H. (2018). Emerging investigator series: The role of vegetation in bioretention for stormwater treatment in the built environment: Pollutant removal, hydrologic function, and ancillary benefits. Environmental Science: Water Research & Technology, 4(5), 592–612. https://doi.org/10.1039/C7EW00511C

Muthanna, T. M., Viklander, M., Blecken, G., & Thorolfsson, S. T. (2007). Snowmelt pollutant removal in bioretention areas. Water Research (Oxford), 41(18), 4061–4072. https://doi.org/10.1016/j.watres.2007.05.040

Okaikue-Woodi, F. E. K., Cherukumilli, K., & Ray, J. R. (2020). A critical review of contaminant removal by conventional and emerging media for urban stormwater treatment in the United States. Water Research, 187, 116434. https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116434

Perennagruppen (2021). *Perennagruppens övervintringsbokstäver för perenner i Sverige 2021*. https://www.perennagruppen.com/%C3%B6vervintring

Roslund, M. (2020). *Associations between biodiversity, pollution, the commensal microbiota of children, and immune response* (väitöskirja, Helsingin yliopisto). Helda. http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-51-6727-9

Salo I. (2021). *Kupittaanpuiston puiden ekosysteemipalveluiden arvioiminen i-Tree Eco-sovelluksen avulla* (maisterintutkielma, Helsingin yliopisto). Helda. http://urn.fi/URN:NBN:fi:hulib-202103031605

Salonen, K. (2020). *Kokonaisvaltainen luontokokemus hyvinvoinnin tukena* (väitöskirja, Tampereen yliopisto). Trepo. https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-03-1563-4

Skorobogatov, A., He, J., Chu, A., Valeo, C., & van Duin, B. (2020). The impact of media, plants and their interactions on bioretention performance: A review. The Science of the total environment, 715, 136918. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136918

Sparks, D. L. (2003). 10 - The Chemistry of Saline and Sodic Soils. Environmental Soil Chemistry. Second Edition. Elsevier Inc, 285–300. https://doi.org/10.1016/B978-012656446-4/50010-4

Stockholms Stad (2017). *Växtbäddar i Stockholms stad – en handbok 2017*. 3:e uppl. 2017.

Suomen ympäristökeskus (2014). *Kaupunkiseutujen vihreän infrastruktuurin käsitteitä.* Suomen Ympäristökeskuksen raportteja 39/2013. http://hdl.handle.net/10138/42483

Søberg, L. C., Viklander, M., & Blecken, G.-T. (2017). Do salt and low temperature impair metal treatment in stormwater bioretention cells with or without a submerged zone? The Science of the Total Environment, 579, 1588–1599. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.179

Tuomi, P. (2016). *Concept Draft for Green Street. Storm water management: Case Jyväskylä* (ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö, Lahden ammattikorkeakoulu). Theseus. https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201604295568

Ulrich, B. A., Loehnert, M., & Higgins, C. P. (2017). Improved contaminant removal in vegetated stormwater biofilters amended with biochar. Environmental Science: Water Research & Technology, 3(4), 726–734. https://doi.org/10.1039/C7EW00070G

Valenca, R., Le, H., Zu, Y., Dittrich, T. M., Tsang, D. C. W., Datta, R., Sarkar, D., & Mohanty, S. K. (2021). Nitrate removal uncertainty in stormwater control measures: Is the design or climate a culprit? Water Research, 190, 116781. https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116781

Van Renterghem, T. (2019). Towards explaining the positive effect of vegetation on the perception of environmental noise. Urban Forestry & Urban Greening, 40, 133–144. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.03.007

Vijayaraghavan, K., Biswal, B. K., Adam, M. G., Soh, S. H., Tsen-Tieng, D. L., Davis, A. P., Chew, S. H., Tan, P. Y., Babovic, V., & Balasubramanian, R. (2021). Bioretention systems for stormwater management: Recent advances and future prospects. Journal of Environmental Management, 292, 112766. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112766

Willmert, H. M., Osso, J. D., Twiss, M. R., & Langen, T. A. (2018). Winter road management effects on roadside soil and vegetation along a mountain pass in the Adirondack Park, New York, USA. Journal of Environmental Management, 225, 215–223. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.07.085

Yang, Fu, D., Zevenbergen, C., & Rene, E. R. (2022). A comprehensive review on the long-term performance of stormwater biofiltration systems (SBS): Operational challenges and future directions. Journal of Environmental Management, 302(Pt A), 113956–113956. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113956

Yuan, J., & Dunnett, N. (2018). Plant selection for rain gardens: Response to simulated cyclical flooding of 15 perennial species. Urban Forestry & Urban Greening, 35, 57–65. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.08.005

Yuan, J., Dunnett, N., & Stovin, V. (2017). The influence of vegetation on rain garden hydrological performance. Urban Water Journal, 14(10), 1083–1089. https://doi.org/10.1080/1573062X.2017.1363251

KUVALÄHTEET:

s. 53	Edge (2019). *Kuva katupuiden tyvellä kasvavista niityistä* [valokuva]. Raportissa Edge (2019). *Levande gaturum- en handbok i Blågröngrå system*. Version 2.0.
s. 3	Luoma, H. (2021). Aerial photo of parked cars on a street in Kuninkaantammi, Helsinki, Finland [valokuva]. Ramboll Brand cantral. © Henri Luoma, www.hlp.fi. Rajattu pääsy.
s. 4	Luoma, H. (2021). Tyynenmerenkatu [valokuva]. Ramboll Brand cantral. © Henri Luoma, www.hlp.fi. Rajattu pääsy.
s. 50	Luoma, H. (2020). Aerial photo of parked cars on a street in Kuninkaantammi, Helsinki, Finland [valokuva]. Ramboll Brand cantral. © Henri Luoma, www.hlp.fi. Rajattu pääsy.
s. 17	Luoma, H. (2020). Aerial photo of a street in Kuninkaantammi, Helsinki, Finland [valokuva]. Ramboll Brand cantral. © Henri Luoma, www.hlp.fi. Rajattu pääsy.
s. 23	Skråfoto (2023). Lindevang [ilmakuva]. Noudettu osoitteesta https://skraafoto.dataforsyningen.dk/?orientation=nadir&center=715091.52%2C6168881.68&item=2023_84_40_1_0130_00081215&item2=2023_84_40_2_0130_00081200. CC-BY: https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Etu- ja takakansi	Sora (n.d.). Rendering of Marmormolen, the new timber builidng for AP Pension [havainnekuva]. Ramboll Brand cantral. ©Sora. Rajattu pääsy.

RAMBØLL

Bright ideas.
Sustainable change.

TAMPERE.
FINLAND