



Ilmakuva tarkasteltavasta alueesta, Oulun karttapalvelu

Asiakas: Oulun kaupunki

Projekti: Kivikkokangas kortteli 15-3

Asiakirja: Hulevesiselvitys

Projektinumero: 101017338

## Hulevesiselvitys

Yhteyshenkilö  
Eija Toivonen  
Puhelin  
050 312 3920  
Sähköposti  
eija.toivonen@afry.com

Pvm.  
27/02/2023  
Projektiviite  
101017338

Asiakas  
Oulun kaupunki  
Kivikkokangas kortteli 15-3

Ver.		Checked status	Sign	Approval	Sign
A	Täydennetty kohtaa 5, lisätty liitteet	19/09/2022	E.Toi	19/9/2022	H.Hek
B	Päivitetty liitteet 1 ja 2	27/02/2023	E.Toi	27/02/2023	H.Hek
C	Päivitetty liite 1	21/04/2023	E.Toi	21/04/2023	H.Hek

AFRY Finland Oy  
Infrapalvelut, Oulu  
Elektroniikkatie 13  
FI-90590 Oulu  
Tel. +358 10 3311  
E-mail: etunimi.sukunimi@afry.com  
[www.afry.com](http://www.afry.com)

Eija Toivonen  
Ins., Hortonomi, projektipäällikkö

Heikki Hekkala  
DI, osastopäällikkö



## Sisältö

1	Toimeksianto .....	1
2	Selvitysalueen nykytilanne .....	1
2.1	Sijainti ja toiminnot .....	1
2.2	Pohjavesi ja maaperä.....	2
2.3	Hulevesien muodostuminen ja poisjohtaminen .....	3
2.4	Hulevesitulva-alueet ja -reitit .....	5
3	Asemakaavamuutos ja suunniteltu rakentaminen.....	6
4	Rakentamisen vaikutukset hulevesiin .....	7
4.1	Selvitysaluekohtainen hulevesitarkastelu.....	7
4.2	Hulevesien kokoojaviemärin kapasiteetti .....	9
4.3	Hulevesitulvat.....	10
5	Hulevesien hallinnan tavoitteet .....	11
5.1	Oulun kaupungin tavoitteet .....	11
5.2	Hulevesien hallinnan määrälliset ja laadulliset tavoitteet .....	11
5.3	Hulevesien hallinnan muut tavoitteet .....	12
5.4	Hulevesitulvat alueella .....	12
6	Suosituksat jatkosuunnittelua ja kaavoitusta varten .....	13
6.1	Piha-alueiden pinnoitteet .....	15
6.2	Liikenne- ja pysäköintialueilta muodostuvien hulevesien käsittely .....	17
6.3	Kattopinnoilta syntyvät hulevedet .....	18
6.4	Tulvareitit .....	19

## Liitteet

Liite 1 ..... Hulevesien hallinnan yleissuunnitelma, periaatteet

Liite 2 ..... Asuntokohtainen kattovesien hallinta

Liite 3 ..... Asuinkerrostalotontti



## 1 Toimeksianto

Tämä hulevesiselvitys on tehty Oulun kaupungin toimeksiannosta, Kivikkokankaan kortteli 15-2 asemakaavahanketta varten. Tässä selvityksessä esitetään alueen nykyinen hulevesijärjestelmä ja sen kapasiteetti, hulevesitulva-alueet ja -reitit sekä suunnitellun rakentamisen vaikutukset näihin asioihin. Selvityksessä esitellään myös hulevesien hallinnan tavoitteet selvitysalueella sekä tarvittavat hulevesien hallinnan toimenpiteet.

## 2 Selvitysalueen nykytilanne

### 2.1 Sijainti ja toiminnot

Tässä hulevesiselvityksessä käsiteltävään selvitysalueeseen kuuluu Oulun kaupungin Kivikkokankaan kaupunginosan kortteli 15 (Rakkakiventie 13-23) sekä osa ympäröivää puistoaluetta (kuva 1). Selvitysalueen ympäristö on rakennettua asuinalueita ja puistoaluetta. Selvitysalueen lounaisosassa on rakennettu aukio, LPA-alue, aidattu muuntamo ja rakennettua kunnallistekniikkaa. Muu osa selvitysalueella on rakentamatonta metsää, ja alueen pohjois-/koillisosassa myös luonnontilaisen kaltainen räme. Selvitysalueen pinta-ala on yhteensä noin 2 hehtaaria.



Kuva 1. Selvitysalueen raja esitettynä kuvassa punaisella viivalla. (Oulun karttapalvelu)

## 2.2 Pohjavesi ja maaperä

Maanpinta alueella laskee pohjois- ja koillisosasta (+29,0...+29,7) lounaiskulmaan tasolle +26,0.

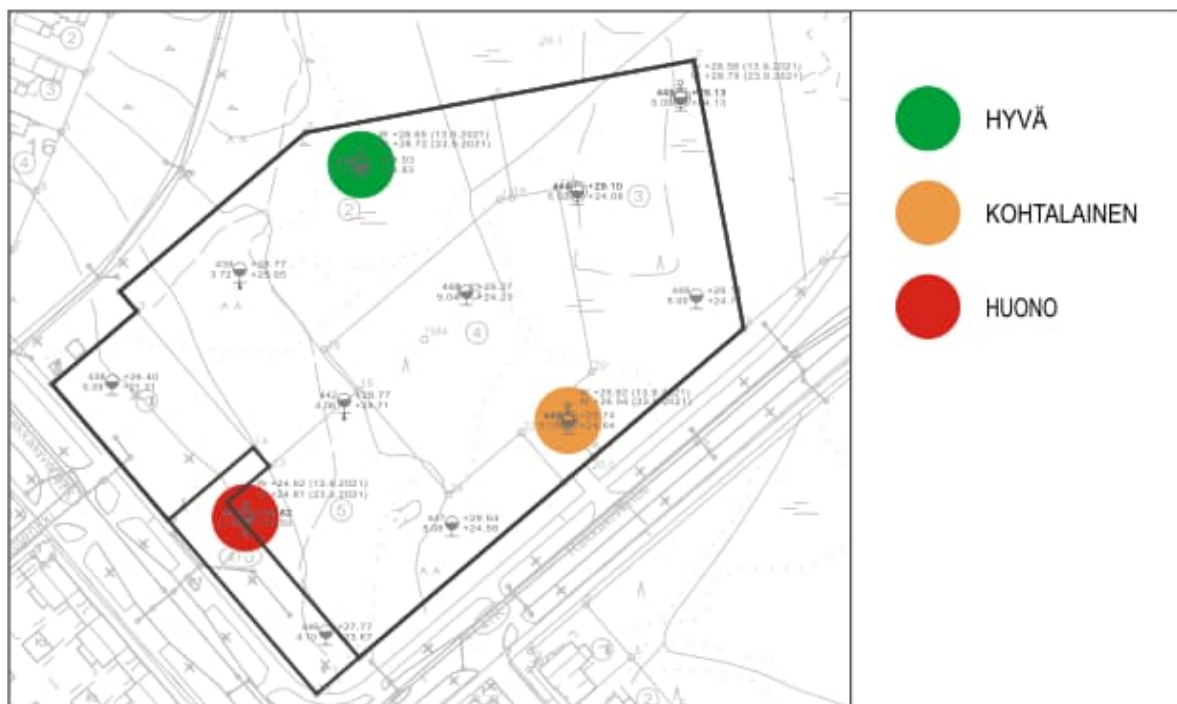
Afry Finland Oy:n alueelle tekemien pohjatutkimusten perusteella maakerrosjako selvitysalueella on yleispiirteissään seuraava:

pintamaat

- koillisosassa turve 0,3...0,8 m
- lounaisosassa rakennetut päällysrakenteet
- muualla humus

tiivis, routiva silttinen hiekka, hiekka, silttinen hiekkamoreeni ja hiekkamoreeni

Pohjamaan vedenläpäisevyys vaihtelee selvitysalueella (kuva 2). Rakeisuuden perusteella arvioituna pohjoisosan karkeamman hiekka/sorakerrostuman vedenläpäisevyys on suuruusluokkaa  $k=1,5 \times 10^{-3} \dots 7 \times 10^{-5}$  m/s, eli kerrostuma on hyvin vettä läpäisevä. Alueen itäosassa vedenläpäisevyys on suuruusluokkaa  $k=1,5 \times 10^{-6} \dots 4 \times 10^{-6}$  m/s, joka lähteestä riippuen määritellään hyvin tai kohtalaisesti vettä läpäiseväksi. Alueen eteläosassa hienojakoisen pohjamaan vedenläpäisevyyden suuruusluokka on  $k=5 \times 10^{-6} \dots 5 \times 10^{-7}$  m/s, eli pohjamaa on huonosti vettä läpäisevää.



Kuva 2. Pohjamaan vedenläpäisevyys selvitysalueella

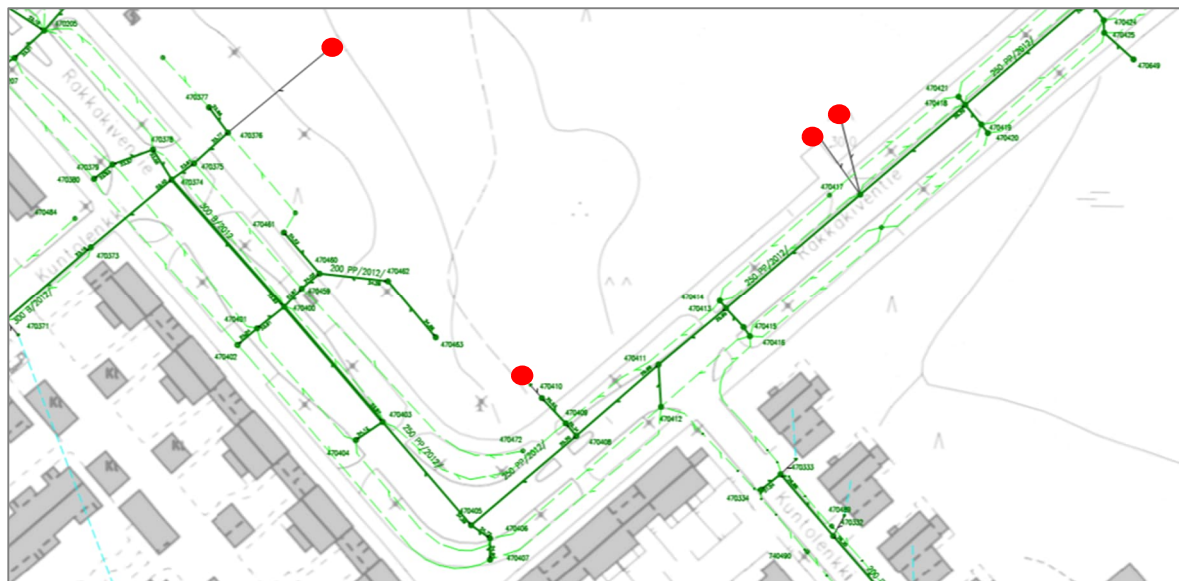
Tutkimusaikana (13.9. – 23.9.2021) pohjavesi oli selvitysalueella tasovälillä +24,6...+28,8. Alueen pohjois- ja koillisosassa Isovarpurämeen alueella pohjavesi on lähes maanpinnassa, 0,3...0,5 m syvyydessä. Muualla alueella pohjavesi on 2...3,5 m syvyydessä maanpinnasta. Sadannasta ja vuodenajasta riippuen pohjavedenpinta vaihtelee yleensä  $\pm 0,3...0,5$  m.

Afry Finland Oy:n alueelle tekemässä sulfaattimaaselvityksessä on todettu alueella esiintyvän potentiaalisesti happamia sulfaattimaita.

### 2.3 Hulevesien muodostuminen ja poisjohtaminen

Selvitysalueelle satavat vedet viipyilevät epätasaisella aluskasvillisuuden peittämällä metsäpohjalla, lammikoituvat ja lopulta imeytyvät pohjamaahan sekä kasvien käyttöön. Alueen maastonmuotojen perusteella maahan imeytymättömät vedet jatkaisivat matkaa pintavaluntana lounaaseen päin.

Rakentamisen jälkeisessä tilanteessa selvitysalueen vedet tullaan johtamaan Rakkakiventien kohdalla kulkevaan vuonna 2012 rakennettuun betoniseen hulevesiviemäriin. Rakkakiventien hulevesiviemäristä on osoitettu 4 hulevesiliittymää selvitysalueen tonteille (kuva 3).



Kuva 3. Selvitysalueella sijaitseva hulevesiverkosto (Oulun kaupunki). Selvitysalueen tonteille rakennetut liittymät esitetty kuvassa punaisilla palloilla.

Rakkakiventieltä vedet jatkavat matkaansa Kuntolenkin ja Sykelenkin kautta etelään Kivikkokankaanpuiston laitamille. Tässä kohtaa viemäristä on myös yli-vuoto Mustikkakankaan viivytysaltaiden eteläosaan. Hulevesiviemäri kuljettaa hulevesiä edelleen Valaantien alitse ja kohti Markkuuntietä, jonka varrella hulevedet purkavat avo-ojaan. Avo-ojassa vedet jatkavat matkaansa kohti Oulujokea ja purkavat jokeen hieman Kerhotien länsipuolella.



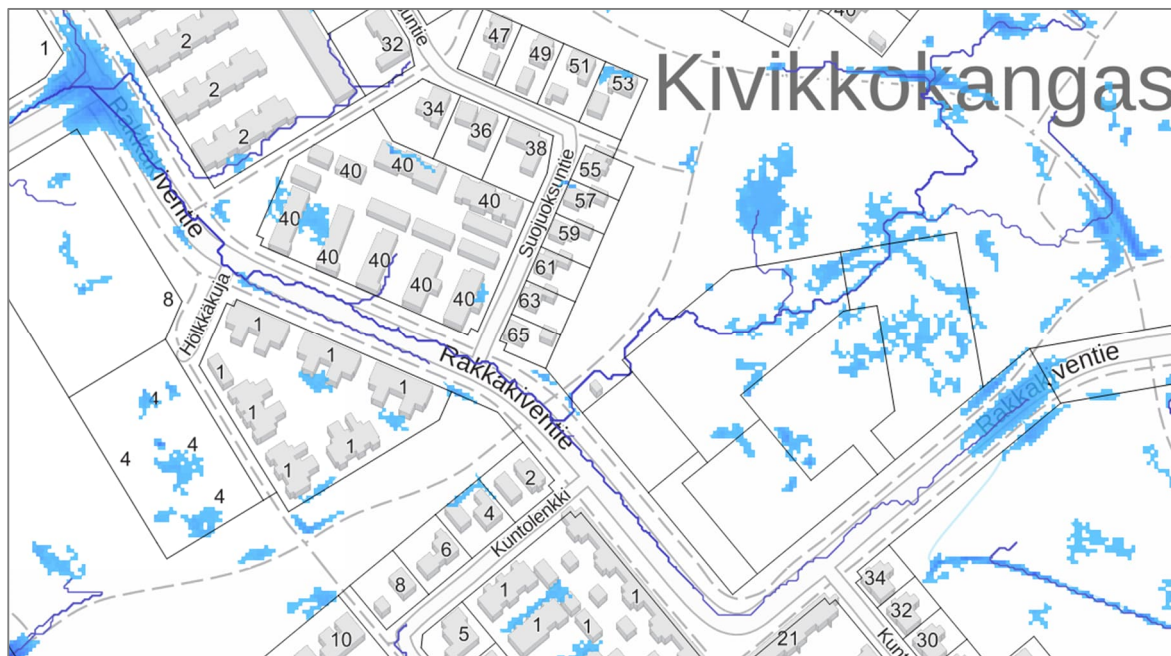
Kuva 4. Selvitysalueelta hulevesiverkostoon johdettavan huleveden reitti purkupisteesseen. (reitti perustuu Oulun kaupungin aineistoon)



## 2.4 Hulevesitulva-alueet ja -reitit

Suunnittelualueella voi esiintyä ainoastaan hulevesitulvia. Hulevesitulvat syntyvät kun hulevesiverkosto ei pysty käsittelemään rankkasateen aikana muodostuvaa vesimäärää tai avo-ojat eivät poista vettä tarpeeksi tehokkaasti. Hulevesiviemäreiden ollessa täynnä, maanpinnalle jäävä vesi kulkeutuu maaston alaviin kohtiin. Kaupunkialueilla reunakivillä rajatut kadut toimivat usein tulvareitinä tulviville hulevesille.

Hulevesitulvat saavat alkunsa nopeasti ja ne ovat yleensä lyhytkestoisia sekä paikallisia. Rankkimmat sateet ajoittuvat usein loppukesälle kun päivällä lämmentynyt ilma kohoaa voimakkaasti ylöspäin tiivistyen sateiksi. Tällaisten sateiden sijaintia, kestoja ja voimakkuutta on hyvin vaikea ennustaa. Hulevesitulvien mitoituksessa käytetään harvinaista tulvaa eli 1/100 vuodessa toistuvaa sadetta.



Kuva 5. Hulevesitulvan aikainen tilanne. (Scalgo Live)

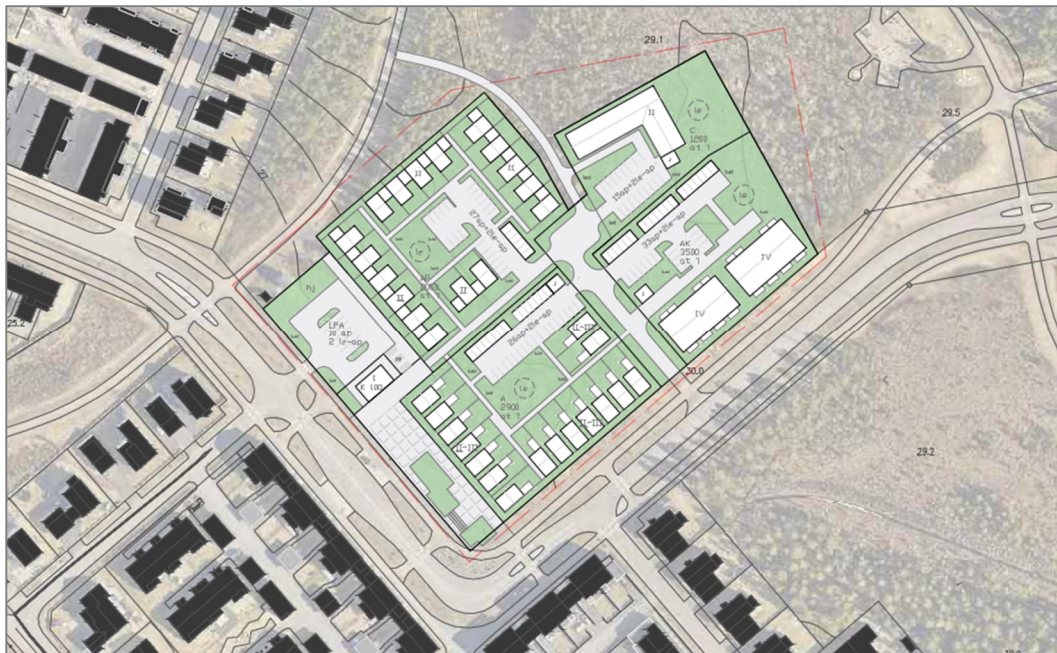
Kuvassa 5 on osoitettu missä hulevedet virtaavat ja minne niitä kertyy harvinaisen tulvan eli 1/100 vuodessa toistuvan sateen aikana nykytilanteessa. Kuvasta voidaan havaita, että harvinaisen rankan sateen aikana pintavalunta kulkee nykytilanteessa kaavoitettavan korttelialueen pohjoisosan läpi. Vesien kulkusuunta on koillisesta lounaaseen. Tämä painanne kerää vesiä n. 7 ha alueelta, tilanteessa jossa hulevesiviemärit ovat täynnä ja vedet kulkevat maanpinnalla (kuva 6).



Kuva 6. Selvitysalueen pohjoisreunalla kulkevan hulevesitulvareitin valuma-alue

### 3 Asemakaavamuutos ja suunniteltu rakentaminen

Alueelle on vireillä asemakaavan ja tonttijaon muutos, jonka jälkeen alueelle on tarkoitus rakentaa asuin- ja lähipalvelurakennuksia (kuva 7).



Kuva 7. Alustava viitesuunnitelmaluonnos (Oulun kaupunki)

## 4 Rakentamisen vaikutukset hulevesiin

### 4.1 Selvitysaluekohtainen hulevesitarkastelu

Selvitysalueen hulevesilaskennoissa käytettiin kerran 5 vuodessa toistuvaa 5 minuutin mittaista sadetapahtumaa. Mitoitussateen rankkuus on määritetty edellä mainituilla arvoilla Kuntaliiton hulevesioppaan, taulukko 11-2, avulla. Hulevesimäärien laskennassa on huomioitu ilmastomuutoksen vaikutus +20%, jolloin mitoitussateen rankkuudeksi saadaan  $217 \text{ l/s*ha} \times 1,2 = 260 \text{ l/s*ha}$ .

Lisäksi selvitysalueella määritettiin mitoitusvirtaama tavanomaisen sateen (1/2 a) sekä harvinaisen rankkasateen (1/100 a) aikana. Tässä selvityksessä tavanomaisen sateen mitoitussateena käytettiin  $200 \text{ l/s*ha}$  ja harvinaisen rankkasateen, eli tulvatilanteen, mitoitussateena käytettiin  $492 \text{ l/s*ha}$ . Mitoitusvirtaamissa on huomioitu ilmastomuutoksen vaikutus +20 %.

Taulukko 1 Laskennassa käytetyt mitoitussateen arvot.

Mitoitussateet	Sade	Sade + 20 %	Sateen kesto
	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[min]
<b>Mitoitussade (kerran 2 vuodessa)</b>	167	200	5
<b>Rankkasade (kerran 5 vuodessa)</b>	217	260	5
<b>Tulva (kerran 100 vuodessa)</b>	410	492	5

Laskennoissa selvitysalueen oletettiin olevan kauttaaltaan luonnontilaista metsää. Rakentamisen jälkeisessä tilanteessa selvitysalueen oletettiin sisältävän kattopintaa, asfaltoitua pintaa ja nurmipintaa. Pintojen sijoittuminen tontille on esitetty kuvassa 8. Muodostuvan pintavalunnan määrää arvioitiin tontilla esiintyvien pintojen laajuuden ja pinnoille määritettyjen valumakertoimien avulla. Laskennassa käytettyjen pintojen laajuudet ja valumakertoimet on esitetty taulukossa 2. Samasta taulukosta käy ilmi valuma-alueella laskennallisesti syntyvä pintavalunnan määrä nykytilanteessa ja rakentamisen jälkeisessä tilanteessa.





kuva 8. Hulevesilaskennassa käytettyjen pintojen sijoittuminen selvitysalueella ennen rakentamista (vas. ruutu) sekä rakentamisen jälkeen (oik. ruutu). Perustuu viitese suunnitelmaluonnokseen (kuva 7).

Taulukko 2 laskennassa käytetyt valumakerroimet ja syntyvän pintavalunnan määrä.

Pinnan tyyppi	Valuma-kerroin	Nykytilanne	Tuleva tilanne (*)
		Pinta-ala [m <sup>2</sup> ]	Pinta-ala [m <sup>2</sup> ]
Katto	0,9	0	4 870
Asfalttipäällyste	0,8	0	5 762
Nurmipintainen piha	0,2	0	11 175
Metsäpohja	0,05	21 807	0
Kokonaispinta-ala [m <sup>2</sup> ]		21 807	21 807
Keskimääräinen valuntakerroin		0,05	0,51
Pintavalunta tontille, [m <sup>3</sup> ]		7	88

(\*Mitoitussade 250 l/s/ha 5 minuutin ajan, ilmastonlisä +20 % huomioitu

Suunnitellun rakentamisen myötä alueella syntyvien hulevesien määrä tulee laskennallisesti kasvamaan yli kymmenkertaiseksi. Taulukossa 3 on esitetty tontilla syntyviä hulevesimääriä eri sateen toistuvuuksilla nykytilanteessa sekä rakentamisen jälkeisessä tilanteessa.

Taulukko 3 Selvitysalueella muodostuvan huleveden määrä eri sateen toistuvuuksilla.

	Nykyinen hv-määrä	Rakentamisen jälkeinen hv-määrä (*)	Muutos [m <sup>3</sup> ] (*)
Tavanomainen sade (1/2 a)	5	68	63
Rankkasade (1/5 a)	7	88	81
Tulva (1/100 a)	13	166	153

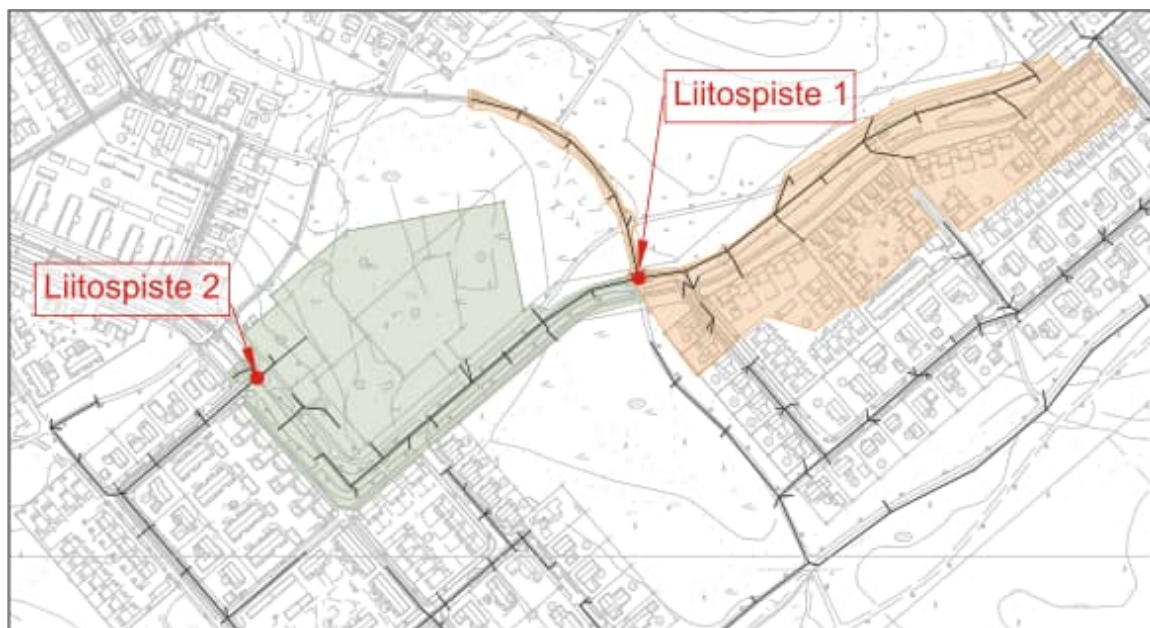


#### 4.2 Hulevesien kokoojaviemärin kapasiteetti

Selvitysalueelta poistuvat hulevedet tullaan johtamaan Rakkakiventien hulevesiviemäriin. Kaikille korttelialueille, jotka sijaitsevat Rakkakiventien hulevesiviemärin valuma-alueella, on voimassa olevassa asemakaavassa määrätty hulevesien viivytyks. Näin ollen voidaan olettaa, että Rakkakiventien hulevesiviemärin mitoituksessa on otettu huomioon kaavassa määrätty viivytysvaateet ja että hulevesiviemärin kapasiteetti ei riittäisi kuljettamaan valuma-alueella syntyviä hulevesiä ilman tontti- ja korttelikohtaisia viivytyksiä.

Rakkakiventien hulevesiviemärille tehtiin karkea kapasiteetin arviointi perustuen tilanteeseen, jossa valuma-alueella ei olisi tontti-/korttelikohtaisia viivytyksiä. Todellista tilannetta on vaikea arvioida ilman tietoa siitä, minkälaisia määriä (l/s) viivytyksrakenteista puretaan kokoojaviemäriin.

Kapasiteetin arvioimiseksi Rakkakiventien hulevesiviemäriin määritettiin liittospisteet (2 kpl), johon kiinteistöjen ja katualueen hulevedet liittyvät, kuva 9. Näille pisteille määriteltiin karkeat osavaluma-alueet, laskettiin pintavalunta ja hulevesivirtaama nykyisen maankäytöllisen tilanteen mukaan yleisesti käytössä olevien mitoitusasteiden ja Oulun kaupungin ohjeiden perusteella. Kaavamuu-  
toksen kohteena oleva kortteli sisällytettiin valuma-alueisiin.



Kuva 9. Rakkakiventien hulevesiviemärin kapasiteetin arvioimisessa käytetyt osavaluma-alueet sekä liittospisteet.

Rakkakiventien hulevesiviemäriä ei valuma-alueensa perusteella (alle 20 ha) lueta päävirtausreitiksi (Oulun kaupungin hulevesien hallinnan suunnitteluopas) ja tällöin se mitoittaisi 1/5 a toistuvalla sateella. Kuntaliiton hulevesioppaan,

taulukoiden 15-5 sekä 15-6 perusteella mitoitussateen kestoksi määritettiin 20 min ja sateen intensiteetiksi 130 l/s\*ha, ilmastonmuutoslisä +20 % huomioitu. Tämän lisäksi laskennassa otettiin huomioon osavaluma-aluekohtainen hidastumiskerroin (0,65...0,7), joka laajaa viemäristä mitoitettaessa ottaa huomioon sen että koko valuma-alueella muodostuva hulevesi ei kulkeudu välittömästi tarkasteltavaan liitospisteeseen. Lisäksi alueelle määritettiin ns. viemäriin viivytyserroin (0,7) joka ottaa huomioon sen että kaikki vesi ei pääse kerralla verkostoon vaan osa hulevesistä pidättyy kaivoihin ja ritiläkansien päälle ja tämä entisestään viivyttää hulevesien kulkeutumista tarkasteltavaan liitospisteeseen.

Näillä arvoilla laskettuna (ilmastonmuutoslisä +20 % huomioituna) rankimpien sateiden aikana ilman tontti- ja korttelikohtaisia viivytyksiä hulevesiviemäriin kapasiteetti ylittyisi n. 150 %:lla ylimmässä liitospisteessä 1. Selvitysalueella lähimpänä olevassa liitospisteessä 2 kokoojaviemäriin koko ja kapasiteetti on suurempi ja kapasiteetti ylittyisi ilman tontti- ja korttelikohtaisia viivytyksiä n. 25 %.

Vertailun vuoksi hulevesiviemäriin kapasiteettia arvioitiin myös ilman ilmastonmuutoslisää. Tässäkin tapauksessa Rakkakiventien hulevesiviemäriin kapasiteetti ylittyisi ilman tontti- ja korttelikohtaisia viivytyksrakenteita.

*Taulukko 3 Valuma-alueilta syntyvät pintavalunnat 20 minuutin rankkasateen (1/5 a) aikana ilman ilmastonmuutoslisää sekä ilmastonmuutoslisä +20 % huomioiden. Kapasiteetin riittävyyttä on kuvattu väreillä, vihreä: kapasiteetti riittävä, oranssi: kapasiteetti käytössä kokonaan, punainen: kapasiteetti ylittyy.*

Mitoitussade [l/s*ha]	Pintavalunta (putken max.kapasiteetti) [l/s]	
	Liitospiste 1	Liitospiste 2
108	60 (28)	128 (123)
130(*)	72 (28)	154 (123)

(\* Ilmastonmuutoslisä +20 % huomioitu)

Tämän kapasiteettitarkastelun perusteella voidaan todeta, että asemakaavamuutoksen kohteena olevalla alueella tulee säilyttää viivytyksvaade.

### 4.3 Hulevesitulvat

Harvinaisen rankan sateen aikana asemakaavamuutoksen kohteena olevan korttelialueen läpi kulkee tulvivia hulevesiä pohjoisesta lounaaseen (kuva 5). Suunniteltu rakentaminen tulee vaikuttamaan pohjoisen ja koillisen suunnasta tulvivien vesien tulvareittiin. Alueen rakentaminen lisää myös alueen hulevesiviemäriin johdettavia hulevesiä. Verkostoon johdettavan vesimäärän lisääntyessä myös verkoston kapasiteetti voi ylittyä herkemmin ja sitä myöten myös hulevesitulvan mahdollisuus kasvaa.

## 5 Hulevesien hallinnan tavoitteet

### 5.1 Oulun kaupungin tavoitteet

Oulun kaupungin hulevesien hallinnan suunnitteluohjeessa hulevesien hallinnan periaatteet ja tavoitteet on priorisoitu seuraavasti:

- I. Kiinteistölle aiheutuvien haittojen ja vahinkojen estäminen
- II. Hulevesien muodostumisen ehkäisy  
(esim. vettä läpäisevät päällysteet, kasvillisuusrakenteet, viherkatot)
- III. Hulevesien käsittely ja hyödyntäminen syntypaikalla  
(esim. imeytysrakenne, biosuodatusrakenne, kasteluveden otto hulevesialtaista tai –säiliöistä)
- IV. Hulevesien poisjohtaminen kiinteistöltä viivyttävällä rakenteella  
(esim. luonnonmukainen hulevesiallas, maanalainen viivytys säiliö tai –rakenne, viivytyspainanne)
- V. Hulevesien poisjohtaminen yleisille alueille viivytettäväksi ja/tai käsiteltäväksi ennen vesistöön johtamista  
(esim. viivyttävä avouoma, hulevesiallas, kosteikko)
- VI. Hulevesien poisjohtaminen suoraan vastaanottavaan verkostoon tai vesistöön.

Hulevesien hallinnan ja -järjestelmien suunnittelussa noudatetaan suunnitteluohjeen prioriteettijärjestystä. Tavoitteena on, että rakentaminen ei kasvata muodostuvia virtaamia rakentamista edeltäneeseen tilaan verrattuna tai vesistön tai verkoston kapasiteetin yli.

Hulevesien hallinnassa noudatetaan muilta osin sitä, mitä maankäyttö- ja rakennuslaissa sekä vesihuoltolaissa on asiasta säädetty.

### 5.2 Hulevesien hallinnan määrälliset ja laadulliset tavoitteet

Selvityskohteen ensisijainen hulevesien hallinnan tavoite on määrällinen hallinta. Määrällisellä hallinnalla pienennetään rakentamisen aiheuttamaa hulevesiviemäriin kuormitusta erityisesti rankkasateiden aikana (muodostumisen ehkäisy, viivytys) ja pyritään suojelemaan alueen luonnollista veden kiertokulkua (muodostumisen ehkäisy, imeyttäminen).

Pysäköinti- ja liikennealueella syntyvä hulevesi voi sisältää epäpuhtauksia, joista suurin osa on sitoutuneena kiintoainekseen. Tästä syystä pysäköintialueen hulevesiä tulee hallita myös laadullisesti poistamalla kiintoainesta ja epäpuhtauksia ennen vesien johtamista eteenpäin hulevesiverkostossa.

### 5.3 Hulevesien hallinnan muut tavoitteet

Hulevesi on arvokas suunnittelussa huomioitava mahdollisuus. Hyvällä hulevesien hallinnan suunnittelulla voidaan määrällisen ja laadullisen hallinnan rinnalla tarjota myös viihtyisyyden ja toiminnallisuuden hyödykkeitä. Kattopinnoilta syntyvä hulevesi ei yleensä sisällä kiintoainesta joten se soveltuu hyvin varastoitavaksi kaivoihin tai säiliöihin josta sitä voidaan käyttää esimerkiksi kastelu- ja pesuvedeksi. Hulevesiä käsittelevät kasvipeitteiset rakenteet ja viherkatot voivat määrällisen ja laadullisen hallinnan lisäksi tarjota ravintoa ja elinympäristön monille luonnon monimuotoisuuden kannalta tärkeille hyönteisille.

### 5.4 Hulevesitulvat alueella

Suunnittelun tavoitteena on varmistaa tulviville hulevesille virtausreitti, johon hulevedet ohjautuvat hallitusti silloin, kun hulevesiviemäroinnin kapasiteetti ylittyy. Tulvavedet tulee ohjata hallitusti tulvareittien avulla alueille, missä vedestä ei aiheudu haittaa kiinteistöille.



## 6 Suositukset jatkosuunnittelua ja kaavoitusta varten

Selvitysalueella syntyvät hulevedet tullaan liittämään Rakkakiventien kohdalla kulkevaan, vuonna 2012 rakennettuun hulevesiviemäriin (liitospisteet esitetty kuvassa 3). Hulevesiviemärin valuma-alueella voimassa olevassa asemakaavassa on määrätty hulevesien johtamisesta alueelliseen sadevesijärjestelmään viivyttävän rakenteen kautta (koskee AO, AP, AR, AKR, AK, AL ja PL tontteja). Tämän selvityksen yhteydessä tehtyjen laskelmien mukaan Rakkakiventien hulevesiviemärin kapasiteetti ei riittäisi kuljettamaan valuma-alueella syntyviä hulevesiä ilman tontti-/korttelikohtaisia viivytyksiä, kts. kohta 4.2. joten viivytystvaade tulee sisällyttää selvitysalueen kaikille tonteille myös uudessa kaavassa.

Kaavamuutoksen kohteena olevan korttelin eteläosassa sijaitsevan LPA-alueen sekä katuaukio/torin osalle ei voimassa olevassa asemakaavassa ole määrätty hulevesien viivytyksiä. Tälle alueelle ei suositella kaavamuutoksia hulevesimääräysten suhteen, koska alueet on jo rakennettu pinnoitetta vaille valmiiksi.

Selvitysalueella tulee ensisijaisesti keskittyä hulevesien muodostumisen ehkäisyyn, eli minimoimaan vettä läpäisemättömät pinnat. Pinnoitteiksi valitaan vettä läpäiseviä päällysteitä ja rakennetaan mahdollisimman paljon kasvillisuuspeitteisiä alueita. Kts. lisää kohta 6.1 Piha-alueiden pinnoitteet.

Kattopinnoilta muodostuvia hulevesiä tulee imeyttää tai viivyttää tontilla. Suositellaan etsimään ratkaisuja, joilla saadaan hulevedet käsiteltyä ja hyödynnettyä tontilla. Kattopinnoilta syntyviä hulevesiä tulee mahdollisuuksien mukaan johtaa säiliöihin joista niitä voidaan hyödyntää kastelu- ja pesuvedeksi. Katso lisää kattovesien ohjauksesta kohdasta 6.2. Liikenne- ja pysäköintialueilta muodostuvien hulevesien käsittely.

Päällystetyiltä liikenne- ja pysäköintialueilta muodostuvista hulevesistä tulee poistaa kiintoainesta ja epäpuhtauksia ennen hulevesiverkostoon liittämistä. Katso lisää kohdasta 6.3. Kattopinnoilta syntyvät hulevedet.

Laadulliseen hallintaan ja imeytykseen käytettävät järjestelmät mitoitetaan siten, että ne pystyvät käsittelemään tavanomaisten sateiden aiheuttaman hulevesimäärän. Mitoitussateena käytetään 1/2a toistuvaa sadetapahtumaa. Suodatus- ja imeytysrakenteiden mitoitustilavuuden tulee olla yksi kuutiometri (1 m<sup>3</sup>) jokaista kahtasataa vettä läpäisemättömä neliometriä (200 m<sup>2</sup>) kohden. Mitoitustilavuuden mukainen vesimäärä tulee mahtua rakenteen lammikoitumistilaan tai huokostilaan. Rakenteesta tulee osoittaa ylivuoto hulevesiviemäriin. Mikäli samalla rakenteella tavoitellaan myös veden määrällistä hallintaa (viivytyks), on mitoitusta tarkasteltava määrällisen hallinnan mitoitusten perusteilla, ks. seuraava kappale.

Määrälliseen hallintaan käytettävät rakenteet mitoitetaan 1/5a toistuvalla sade-  
tapahtumalle. Viivytyrakenteiden mitoitustilavuuden tulee olla yksi  
kuutiometri (1 m<sup>3</sup>) jokaista sataa vettä läpäisemätöntä neliometriä  
(100 m<sup>2</sup>) kohden. Kastelukäyttöön vettä keräävien säiliöiden tilavuus laske-  
taan viivytystilavuuteen. Viivytyrakenteiden tulee tyhjentyä viimeistään 12 h  
kuluessa täyttymisestäään. Rakenteen tulee kuitenkin olla viivyttävä siten, että  
rakenne ei tyhjene alle 0,5 tunnissa täyttymisestäään. Rakenteesta tulee osoittaa  
ylivuoto hulevesiviemäriin.

Kattojen kallistussuuntaa ohjaavilla kaavamääräyksillä voidaan edes-  
auttaa luonnonmukaisten hulevesien hallintarakenteiden toteutta-  
mista. Kattolapheet olisi hyvä kaataa sellaiseen suuntaan, missä on mahdollista  
toteuttaa esim. avopainanteita. Tässä selvityksessä tarkastellussa korttelissa  
kattovesien käsittelyyn tarkoitetut painanteet olisi mahdollista toteuttaa asun-  
tojen takapihoilla, tonttien reunoilla, ks. Liite 1 ja 2. Sisäpihalle päin kaatavien  
kattolapteen vedet jouduttanevat todennäköisemmin viemään maan alle viivy-  
tettäväksi. Isompien kattopintojen, kuten kerrostalojen osalla luonnonmukainen  
hulevesien hallinta vaatisi isomman viheralueen kerrostalon vierellä, jonne voi  
toteuttaa matalan painanteen.

Rakennussuunnittelua ja mahdollisia imeytysrakenteita ajatellen pohjamaan  
vedenläpäisykykyä olisi hyvä arvioida useammasta pisteestä ja n. 1...2  
m syvyydellä maanpinnasta (kts. kohta 2.2), esimerkiksi tarkentavien maape-  
rätutkimusten yhteydessä. Näin voidaan arvioida mahdollisten imeytysrakentei-  
den toteutusmahdollisuutta tarkemmin.

Menetelmät hyvin vettä läpäisevällä pohjamaalla:

- Kattovedet johdetaan suoraan imeytykseen (voidaan myös kerätä kaste-  
luvedeksi säiliöihin)
- Liikenne- ja pysäköintialueilla muodostuvat hulevedet johdetaan suoda-  
tuksen kautta imeytykseen.
- Kaikista rakenteista on osoitettava ylivuoto kunnan hulevesiviemäriin.
- Pohjavesipinnan tulee sijaita väh. 1 m imeyttävän rakenteen alapuolella.  
Jos pohjavesipinnan ja imeyttävän rakenteen väliin jää alle 1 m, suunni-  
tellaan rakenne vastaavasti kuin kohtalaisesti vettä läpäisevällä maapoh-  
jalla.

Menetelmät kohtalaisesti vettä läpäisevällä pohjamaalla:

- Kattovedet johdetaan imeytykseen. Imeytysrakenne varustetaan salaojalla, joka kerää ja kuljettaa maahan imeytymättömät hulevedet hulevesiviemäriin.
- Liikenne- ja pysäköintialueilla muodostuvat hulevedet johdetaan suodatuksen kautta imeytykseen. Imeytysrakenne varustetaan salaojalla, joka kerää ja kuljettaa maahan imeytymättömät hulevedet hulevesiviemäriin.
- Kaikista rakenteista on osoitettava ylivuoto kunnan hulevesiviemäriin.

Menetelmät huonosti vettä läpäisevällä pohjamaalla:

- Kattovedet johdetaan viivytykseen, josta hallittu purku hulevesiviemäriin. Viivytyksrakenteesta voidaan sallia vesien imeytyminen pohjamaahan.
- Liikenne- ja pysäköintialueilla muodostuvista hulevesistä poistetaan haitta-aineita ja vesien poistumita tontilta viivytetään. Viivytyksrakenteesta voidaan sallia vesien imeytyminen pohjamaahan.
- Kaikista rakenteista on osoitettava ylivuoto kunnan hulevesiviemäriin.

Afry Finland Oy:n alueelle tekemässä sulfaattimaaselvityksessä on todettu alueella esiintyvät potentiaalisesti happamia sulfaattimaita. Mikäli tonttikohtaisissa tutkimuksissa tai rakentamisen aikana alueella havaitaan happamia sulfaattimaita, tulee tämä huomioida hulevesirakenteiden suunnittelussa.

## 6.1 Piha-alueiden pinnoitteet

Selvitysalueella tulee kiinnittää huomiota piha-alueiden pinnoitteisiin. Tontilla syntyvän huleveden määrää voidaan vähentää käyttämällä mahdollisimman vähän vettä läpäisemättömiä pinnoitteita ja suosimalla vettä läpäiseviä pinnoitteita.

Huolto-, pelastus- ja muut kulkureitit ovat suurin vihreiden pintojen määrää rajoittava tekijä piha-alueella. Hulevesien hallinnan kannalta kulkureittien suunnittelussa kannattaakin panostaa siihen että kulkuyhteydet saadaan toteutettua mahdollisimman tehokkaasti, pienillä neliömäärillä. Toinen harkittava asia on kulkureittien päällyste. Voidaanko kulkureitit päällystää reikäkivellä, leveästi saumatulla kiveyksellä tai muulla vastaavalla pinnalla, johon voidaan yhdistää kasvillisuutta tai sorapintaa (kuva 10). Esteettömyysvaatimukset johtavat monesti vettä läpäisemättömän pinnoitteen käyttöön. Suunnittelussa on kuitenkin hyvä pitää mielessä, että vettä läpäisemätön pinta voidaan osoittaa vain esteettömän kulkureitin vaatimalle leveydelle, tämän leveyden ulkopuolella pinnoite

voidaan vaihtaa esim. leveästi saumattuun kiveen tmv. Käytettäessä läpäiseviä pinnoitteita on tärkeää huomioida, että myös alapuolisten rakennekerrosten vedenläpäisevyys on riittävä,  $k > 1 \cdot 10^{-6}$ . Läpäisevän pinnan kaltevuuden tulee olla 1...4 % jotta imeytymistä ehtii tapahtua.

Välttämättömien kulkureittien ja muiden toimintojen ulkopuolelle jäävät alueet olisi hyvä suunnitella kasvillisuuspeitteisiksi alueiksi. Nurmi- ja viheralueiden kasvialustapaksuudella voidaan vaikuttaa alueen vedenkäsittelykykyyn. Käytännön kokemus viherrakentajien keskuudessa on, että tavanomaisilla piha-alueen kaltevuuksilla, 1...4 %, 200 mm kasvialusta ja nurmipinnoite käyttää kaiken tälle alueelle satavan veden. Kun pinnan kaltevuus kasvaa, myös pintavalunta kasvaa. Kun kasvialustan paksuutta kasvatetaan pinnan kaltevuuden kasvaessa, ei tältä alueelta käytännössä synny pintavaluntaa. Karkeana nyrkissäntönä voitaneen pitää, että 500 mm paksu kasvialusta ja kate estävät valunnan syntymisen myös luiskien (1:3...1:4) alueelta. Tämä huomioiden nurmi- ja viheralueet voivat toimia huleveden käsittelyssä myös alueen osilla, joissa pohjamaa on huonosti vettä läpäisevää eikä sovellu varsinaiseen imeyttämiseen. Kasvialustan koostumuksella ja kasvivalinnoilla voidaan entisestään tehostaa alueen vedenkulutusta. Erityisesti puut käyttävät paljon vettä.

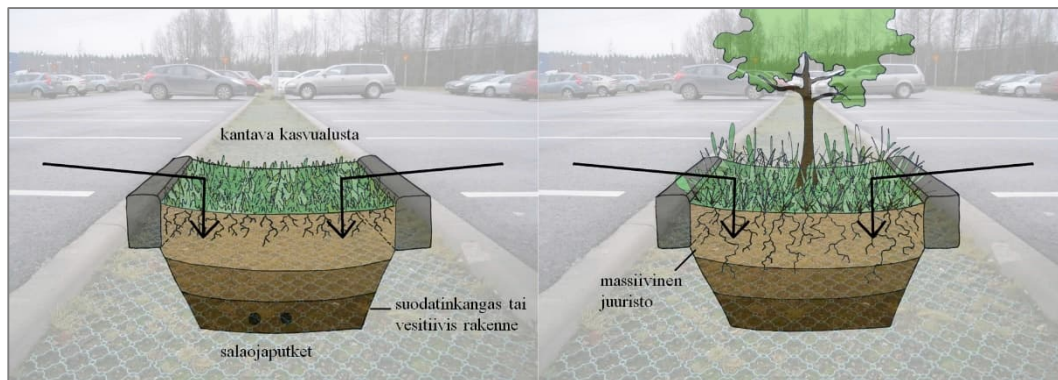


Kuva 10. Nurmikiviä sekä laatan ja sorapinnan yhdistämistä. Kuvat vasemmalta: Pihakivi.com, RudusPiha, Eija Toivonen.



6.2 Liikenne- ja pysäköintialueilta muodostuvien hulevesien käsittely  
 Liikenne- ja pysäköintialueilta syntyvistä hulevesistä on poistettava kiintoainesta ja epäpuhtauksia ennen hulevesiverkostoon johtamista. Liikenne- ja pysäköintialueiden hulevesien määrää ja laatua voidaan hallita esimerkiksi viherpainanteiden avulla. Hulevedet voidaan ohjata painanteisiin pintakallistuksilla. Hulevesipainanteessa osa vedestä ja sen sisältämistä ravinteista imeytyy/sitoutuu kasvien käyttöön (biologinen suodatus), osa haihtuu ja loput suodattuvat kulkiessaan maakerrosten läpi (mekaaninen suodatus). Rakenteen läpi suodatunut vesi imeytyy pohjamaahan. Pohjamaan ollessa huonosti vettä läpäisevä, rakenteen pohjalle voidaan asentaa salaoja, joka toimii ylivuotona hulevesiviemäriin, kuva 11, vasemmanpuoleinen ruutu.

Yksinkertaisimmillaan viherpainanteen pinta voi olla nurmea, heinää, niitty-/ke- tokasvillisuutta tai muuta helppohoitoista kasvillisuutta, joka kestää pitkiäkin kuivia kausia, sekä ajoittain seisovaa vettä. Parhaiten painanne viivyyttää hulevesiä kun käytetään monimuotoisesti puu-, pensas- ja ruohokasvillisuutta. Kasvillisuudella on merkittävä rooli myös haitta-aineiden pidättämisessä. Viherpainanteen suunnittelussa tulee huomioida veden eroosiovaikutus erityisesti rankkasateiden aikaan. Viherpainanteen kunnossapidossa on huomioitava, että pinta pysyy vettä läpäisevänä. Lumitilaa ei saa osoittaa hulevesipainanteen päälle.



Kuva 11. Periaatteellinen kuva hulevesiä viivyyttävästä ja suodattavasta viherpainanteesta. Kuva: Vantaan kaupunki, Porttipuiston pysäköintialueen rakennussuunnitelma.

### 6.3 Kattopinnoilta syntyvät hulevedet

Ilmastonmuutoksen myötä rankkasateiden arvioidaan voimistuvan, mutta myös hellejaksojen arvioidaan yleistyvän ja pidentyvän. Tämä huomioon ottaen jatkosuunnittelussa olisi hyvä etsiä ratkaisuja kattopinnoilta syntyvien hulevesien varastointiin ja hyödyntämiseen tontilla kastelu- ja pesuvedeksi. Hulevesiä voidaan ohjata joko maanpäälliseen tai maanalaiseen säiliöön (kuva 12), josta on oltava oltava joko hulevesiviemäriin tai nurmi-/istutusalueelle.



Kuva 12. Erilaisia kasteluveden keräyssäiliöitä/-kaivoja. (Kuvat vas: Houseman Oy, Meltex, NiraPumps)

Kattovedet voidaan ohjata myös suoraan kourulla tai putkella (kuva 13) kauemmas rakennuksesta (väh. 3 m päähän) rakennettaville istutusalueille.



Kuva 13. Vaihtoehtoja kattovesien johtamisesta istutusalueille (Kuvat vasemmalta: Veli-Matti Hyyrynen, muokannut Eija Toivonen, teitse.com)

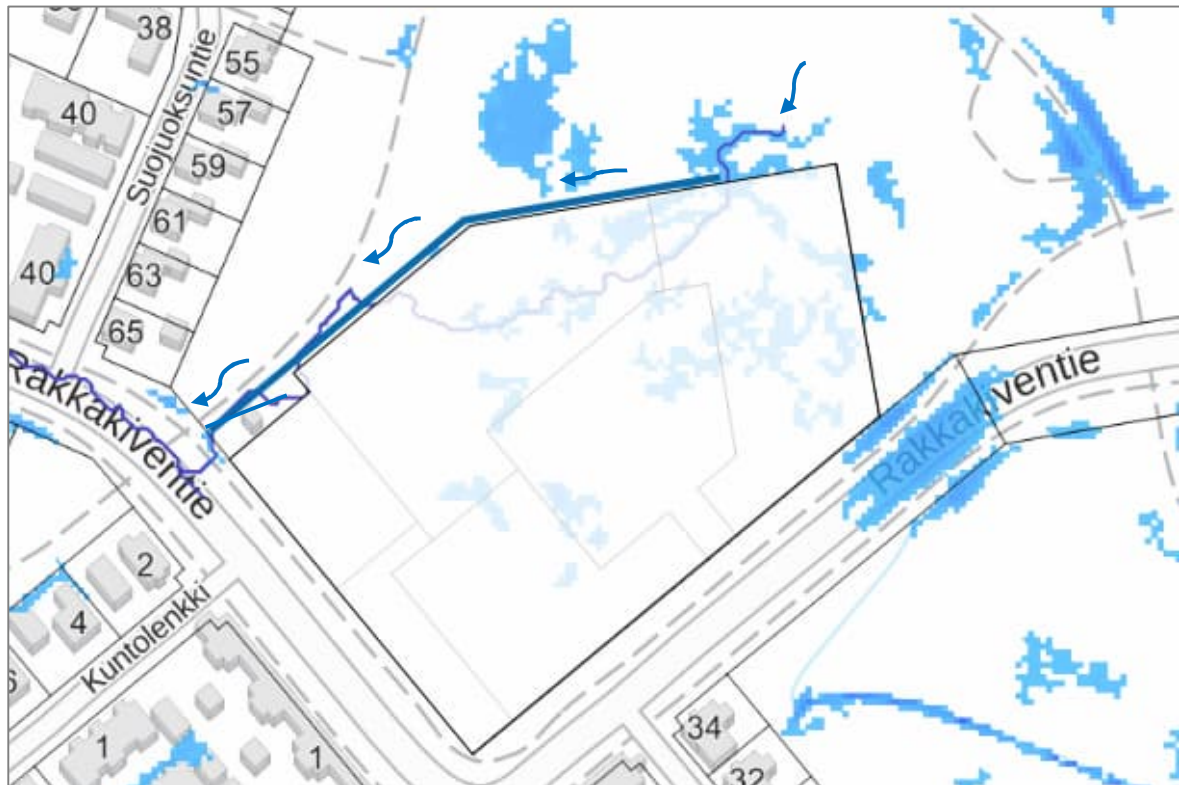
Kasteluveden keräys voidaan asentaa vain tiettyjen rännisyöksyjien kohdalle ja osasta syöksyjä vedet voidaan purkaa suoraan istutusalueille. Pinta-johtamisen menetelmän yksityiskohdissa tulee huomioida talvikunnossapidon ja puhdistuksen vaatimukset.

#### 6.4 Tulvareitit

Osittain selvitysalueen läpi kulkeva "tulvareitti" (kuva 5) on huomioitava alueen rakentamisessa siten, että korttelialueen pohjoispuolelle lammikoituvat sadevedet pääsevät kulkemaan korttelin ohi Rakkakiventielle aiheuttamatta vaaraa läheisille kiinteistöille.

Korttelin sisällä pinnat tulee tasata siten, että hulevesitulvan aikana, kun hulevesiverkosto ei pysty käsittelemään rankkasateen aiheuttamaa vesimäärää, korttelialueen sisäiset kulkuväylät toimivat tulvareittinä Rakkakiventielle.

Piha-alueille rakennettavien ritiläkantisten kaivojen kannen korkeudet tulisi olla Rakkakiventiellä sijaitsevia kaivonkansia ylempänä. Tämä siitä syystä, että verkostosta tulvivat vedet tulvisivat katualueelle eikä piha-alueelle. Viivytyrakenteet tulisi myös varustaa padotusventtiileillä jotta vältetään vesien tulviminen verkostosta viivytyrakenteeseen.



Kuva 14. Selvitysalueen pohjoisosaan lammikoituvien vesien suositeltu purkautumisreitti Rakkakiventielle.