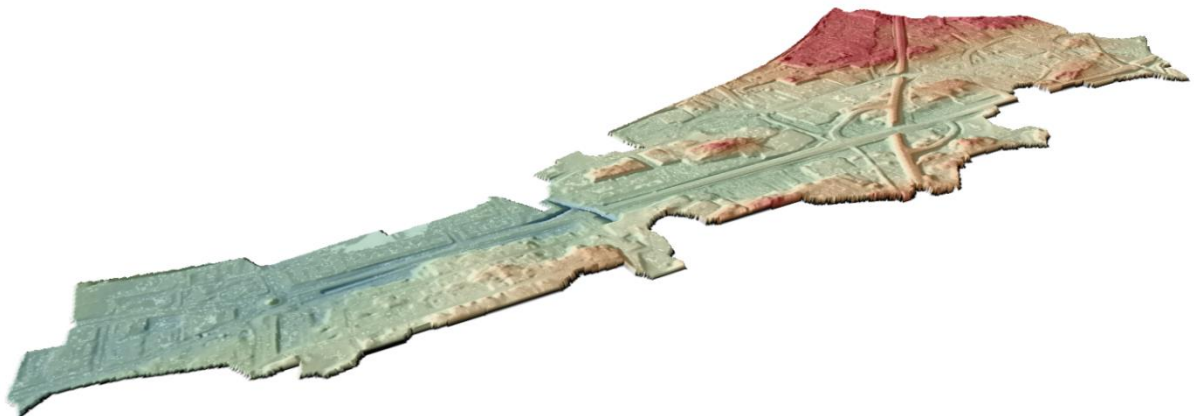


RAUMAN KAUPUNKI

## **Kairakatu – Metallitie asemakaavamuutos – hulevesisuunnitelma**

Raportti



6.6.2016

## Sisällysluettelo

1	JOHDANTO.....	1
1.1	Suunnitelman lähtökohdat ja tavoitteet .....	1
1.2	Projektin organisaatio .....	1
1.3	Käsitteitä.....	1
2	SUUNNITTELUALUE JA SEN NYKYTILANNE.....	2
2.1	Maaperä, topografia .....	2
2.2	Valuma-alueet ja -reitit.....	4
2.3	Maastokäynnin havainnot .....	4
3	SUUNNITELLUN MAANKÄYTÖN HYDROLOGISET VAIKUTUKSET .....	5
3.1	Maankäytön muutos.....	5
3.2	Vaikutukset hulevesien määrään .....	6
4	MALLINNUS.....	8
4.1	Lähtötiedot .....	9
4.1.1	Mallinnukseen liittyvät epävarmuudet.....	10
4.2	Rankkasadetiedot .....	11
4.3	Mallinnustulokset - Nykytilanne .....	11
4.3.1	Valuma-alueen hulevesiverkosto kokonaisuutena .....	11
4.3.2	Kairakadun hulevesiviemärin runkolinja .....	12
4.3.3	Metallitien hulevesiviemärin runkolinja.....	14
4.4	Porintien runkolinja.....	14
4.5	Mallinnustulokset – Tuleva tilanne .....	15
5	HULEVESIEN HALLINTATOIMENPITEIDEN SUUNNITTELU.....	16
5.1	Hulevesien hallinnan periaatteet .....	16
5.2	Tonttikohtainen hulevesien hallinta .....	16
5.2.1	Hulevesien muodostumisen vähentäminen .....	16
5.2.2	Kattovesien hallinta.....	19
5.3	Katu- ja pysäköintialueiden hulevesien käsittely .....	20
5.4	Hulevesien laadun käsittely.....	22
5.5	Keskitetty hulevesien hallinta yleisillä alueilla .....	22
5.5.1	Viivytyispainanne Isometsäntien länsipuoliselle niittyalueelle.....	23
5.5.2	Hulevesien viivyttäminen Huittistentien ja valtatie 8:n väliselle alueelle .....	26
5.5.3	Maanalainen viivytys Kairakadun ja Hakunintien risteykseen .....	27
5.6	Viivytyjärjestelmien vaikutus verkoston toimintaan .....	28
5.7	Tulvareitit ja tulvavesien hallinta .....	29
6	HULEVESIEN HALLINTAJÄRJESTELMIEN TOIMINTA JA MITOITUS .....	30
6.1	Tonttikohtaiset viivytyjärjestelmät.....	30

6.6.2016

6.1.1	Viivytyksvaatimus.....	30
6.1.2	Tyhjentymsaika .....	30
6.2	Ehdotukset kaavamääräyksille.....	31
7	HULEVESIEN KANNALTA SUOSITELTAVIA ALUEITA SÄILYTTÄÄ RAKENTAMATTOMINA.....	32
7.1	Huittistentien ja valtatie 8:n välinen alue.....	32
7.2	Lukkovaheen itäpuolisen avo-ojan ympäristö .....	32
7.3	Muita täydennysrakentamisessa huomioitavia asioita .....	33
8	RAKENTAMISEN AIKAINEN HULEVESIEN HALLINTA .....	34
8.1	Hulevesien laatuun liittyvät riskit .....	34
8.2	Hulevesien määrään liittyvät riskit .....	34
8.3	Rakentamisen aikaisen hulevesien hallinnan periaatteet .....	34
8.4	Suunnittelun alueen rakentamisen aikainen hulevesien hallinta .....	35
8.5	Rakentajan suunnitelma rakentamisen aikaisten hulevesien hallinnasta.....	36
9	YHTEENVETO.....	36

## Liitteet

LIITE 1	VHT-P28106-201	Yleissuunnitelmakartta	1:5000 (A1)	6.6.2016
---------	----------------	------------------------	-------------	----------

6.6.2016

---

## Kairakatu – Metallitie asemakaavamuutos – hulevesisuunnitelma

### 1 JOHDANTO

#### 1.1 Suunnitelman lähtökohdat ja tavoitteet

Työssä on laadittu Rauman keskustan osayleiskaavamuutosta ja laajennusta varten hulevesisuunnitelma alueelle suunnittelun maankäytön yleissuunnitelman pohjalta. Työn tavoitteena on ollut tarkastella muuttuvan maankäytön vaikutuksia hulevesien muodostumiseen sekä ehkäistä kasvavista hulevesimääristä aiheutuvat ongelmat. Työssä on arvioitu hulevesien hallinnan tarvetta ja esitetty kokonaisvaltaiset hallintaratkaisut sekä niiden mitoitus. Lisäksi työssä on esitetty toimenpiteet rakentamisen aikaiseen hulevesien aiheuttamien haittojen estämiseksi ja annettu suositukset hulevesien hallinnan kaavamääräyksille.

Tämän työn suunnittelualue käsittää tilaajalta saatujen täydennysrakentamisen alueet ja niiden valuma-alueet. Lisäksi lähiympäristöstä muodostuvat hulevedet on huomioitu tarvittavilta osin laajemmaltakin alueelta.

#### 1.2 Projektin organisaatio

Hulevesiselvitys on tehty konsulttityönä FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:ssä, jossa työn projektipäällikkönä on toiminut Jouni Hyypiä, pääsuunnittelijana dipl.ins. Pekka Raukola ja hulevesiasiantuntijana dipl.ins. Eeva-Riikka Bossmann. Maisemasuunnittelijana on toiminut miljöösuunnittelija Tiina Puska. Työn tilaaja on Rauman kaupunki, jossa yhteyshenkilönä on toiminut Riikka Pajuoja. Lisäksi tilaajan ohjausryhmään ovat kuuluneet kaavoitusarkkitehti Outi Virola.

#### 1.3 Käsitteitä

*Valunnalla* (mm) tarkoitetaan sitä osaa sadannasta, joka virtaa vesistöä kohti maan pinnalla, maaperässä tai kallioperässä. Tietyn ajanjakson pienintä valuntaa kutsutaan alivalunnaksi. Tietyn ajanjakson suurin valunta on puolestaan ylivalunta. *Hulevesillä* tarkoitetaan rakennetuilta alueilla muodostuvaa, sade- tai sulamisvesien aiheuttamaa pintavaluntaa.

Luonnontilaisia alueita rakennettaessa veden normaali kiertokulku häiriintyy johtuen luontaisen kasvillisuuden sekä vettä pidättävän maan pintakerroksen poistamisesta, painanteiden tasaamisesta ja heikosti vettä läpäisevien pintojen rakentamisesta. Veden haihdunta- ja imeytymismahdollisuuksien heikentyessä pintavalunta lisääntyy. Tasaiset pinnat ja tehokas kuivatus puolestaan lisäävät virtausnopeutta. Lisääntynyt ja nopeutunut pintavalunta huuhtoo valumapinnoilta mukaansa enemmän erilaisia epäpuhtauksia, kuten kiintoainesta, ravinteita sekä bakteereita.

Hulevedet ja muu pintavalunta on perinteisesti koottu ojilla ja hulevesiviemäreillä ja johdettu pois rakennetuilta alueilta mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti kosteuden aiheuttamien haittojen ehkäisemiseksi. Tästä voi seurata useita ongelmia, kuten vesistöihin kohdistuvan epäpuhtauskuormituksen kasvua,

6.6.2016

eroosiota purku-uomissa, pohjavedenpinnan alenemista sekä kasvien ja eläinten elinolojen huononemista<sup>1</sup>.

Sadannan *toistuvuudella* tarkoitetaan tietyn sadetapahtuman keskimääräistä toistumisaikaa ja se ilmoitetaan yleensä muodossa 1/Xa. Suomessa esimerkiksi hulevesiviemärit on perinteisesti mitoitettu yleensä keskimäärin kerran kahdessa vuodessa (1/2a) toistuvan rankkasadetapahtuman aiheuttaman virtaaman mukaan.

## 2 SUUNNITTELUALUE JA SEN NYKYTILANNE

Suunnittelualueen päävaluma-alue on hyvin pitkälti rakennettua ympäristöä, joka sisältää huomattavan määrän vettä läpäisemätöntä asfaltti ja kattopintaa. Suunnittelualueen nykyistä maankäyttöä on havainnollistettu kuvassa 1. Suunnittelualueella ja sen lähiympäristössä ei sijaitse luonnonsuojelullisesti arvokkaita alueita. Päävaluma-alueen itäosassa sijaitseva vesistö toimii metsäteollisuuden raakavesikanavana, minkä vuoksi kanavan vedenlaadun on pysyttävä hyvänä. Suunnittelualueen hulevesiä ei tässä suunnitelmassa esitetä johdettavan itään.



Kuva 1. Ortoilmakuva suunnittelualueesta

### 2.1 Maaperä, topografia

Suunnittelualueen lähiympäristö on pääosin kalliomaata ja hiekkamoreenia. Eteenkin Metallitien ja Kairakadun läheisyydessä sijaitsee laajoja kartoittamattomia alueita.

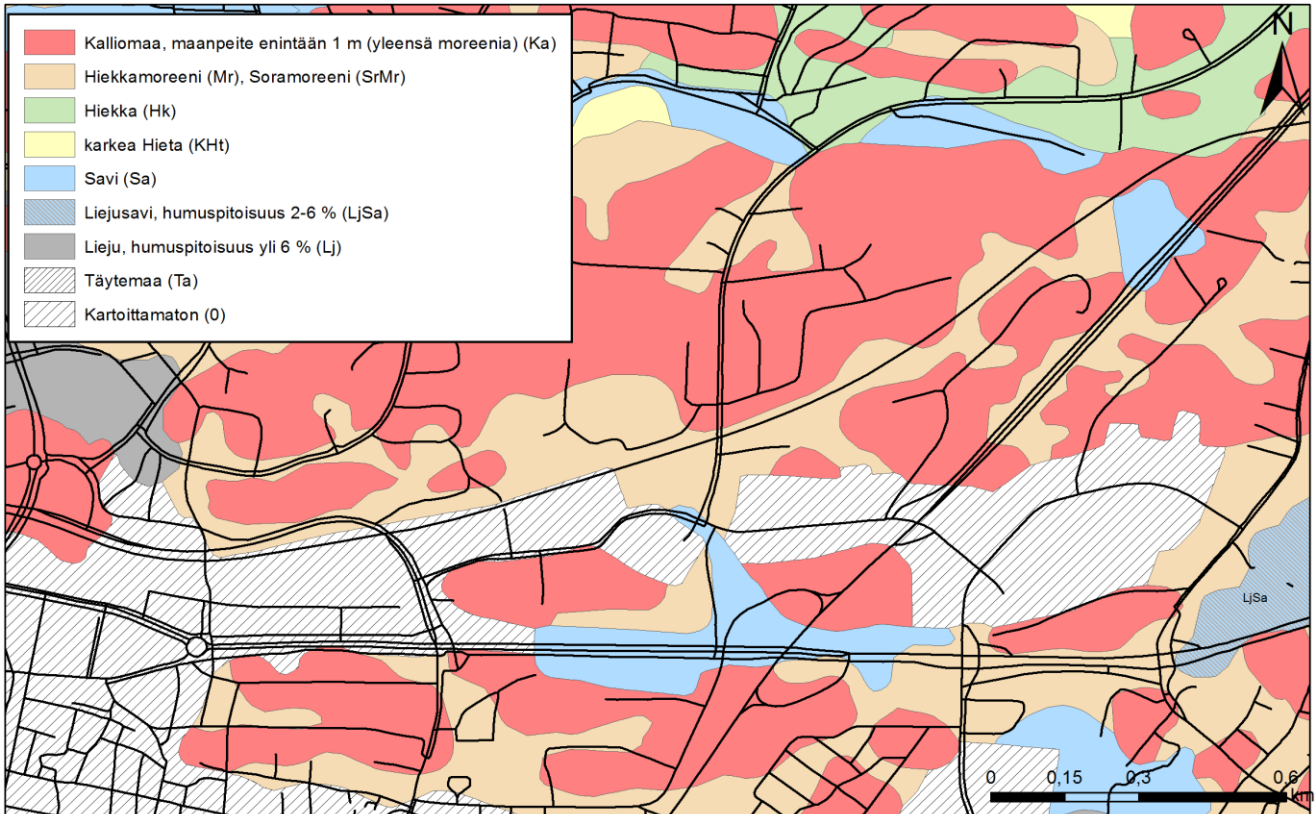
Alustavien karkeiden arvioiden perusteella mahdollisuudet hulevesien imeyttämiseen ovat olemassa hiekkamoreenialueilla, mutta hulevesien hallintajärjestelmiä ei ole kuitenkaan suositeltavaa suunnitella painottumaan imeytysrakenteisiin johtuen lähtötietojen epätarkkuudesta. Maaperän mahdolliset imeyttämismahdollisuudet tulee tarvittaessa tarkentaa kenttätutkimuksin jatkosuunnittelussa.

<sup>1</sup> US EPA. 1999. Preliminary data summary of urban storm water best management practices. EPA-821-R-99-012. Washington D.C.



6.6.2016

Topografialtaan suunnittelualue on kohtalaisen alavaa, päävaluma-alueen koillisosan ollessa korkein alue ja länsiosan matalinta aluetta. Suunnittelualueen maaperää ja topografiaa on havainnollistettu *kuvissa 2 ja 3*.



**Kuva 2.** Suunnittelualueen ja sen lähiympäristön yleispiirteinen maaperä. Hulevesien imeyttämiseen alueella on heikot mahdollisuudet <sup>2</sup>



**Kuva 3.** Suunnittelualueen päävaluma-alueen topografia <sup>3</sup>

<sup>2</sup> GTK. Maaperäkartta

6.6.2016

## 2.2 Valuma-alueet ja -reitit

Suunnittelualan päävaluma-alue on havainnollistettu *kuvassa 3* ja liitekartassa 1. Päävaluma-alueen latvaosa sijaitsee Metallitien ja Kairakadun länsipäädyssä. Hulevedet virtavat pääosin hulevesiviemäreitä pitkin, mutta suunnittelualueella on myös pitkiä avo-ojaosuuksia. Suunnittelualan päävaluma-alueen vedet purkavat Raumanjokeen Tehtaankadun eteläpuolella.

## 2.3 Maastokäynnin havainnot

Konsultti teki suunnittelualueelle maastokäynnin 30.11.2015. Maastokäynnin yhteydessä käytiin läpi verkostokartassa ilmenneitä epävarmuuksia. Maastokäynnin yhteydessä selvitettiin muun muassa Metallitien 400B hulevesiviemärin purkupuutken sijainti, joka on havainnollistettu *kuvassa 4*. Lisäksi maastokäynnin yhteydessä tehtiin havaintoja nykyisen verkoston toiminnasta ja tulevien täydennysrakentamisen alueista.



**Kuva 4.** Metallitien 400B hulevesiviemärin purku



**Kuva 5.** Kairakadun eteläpuolelle on suunniteltu täydennysrakentamista mm. kuvassa näkyvälle alueelle (läntisin täydennysrakentamisen alue kuvassa 7).

<sup>3</sup> MML. 2mx2m. 04/2016. Lisenssi: <http://www.maanmittauslaitos.fi/avoimen-tietoaineiston-cc-40-lisenssi>



6.6.2016

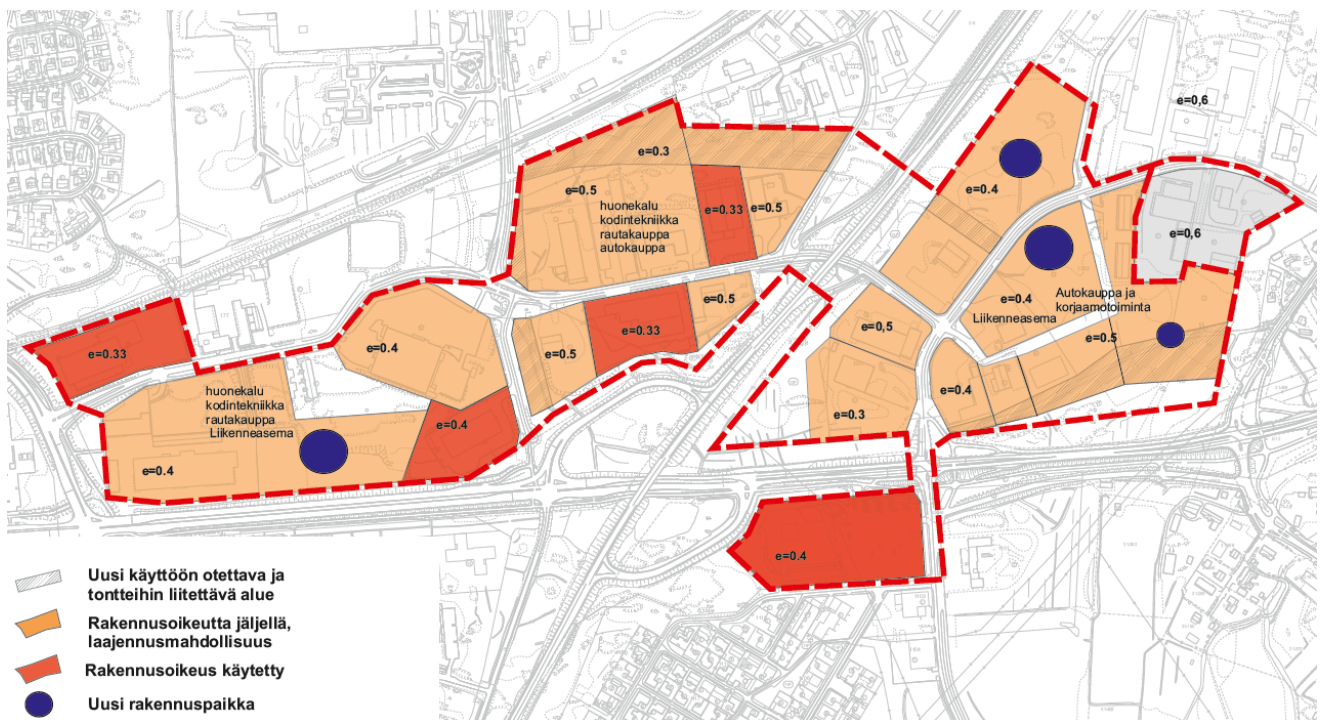


**Kuva 6.** Vt12 alittava 315PEH vaikutti maastokäynnin havaintojen perusteella olevan tukossa tai Vt12 pohjoispuolella mahdollisesti seisova vesi padotti läpivirtausta.

### 3 SUUNNITELLUN MAANKÄYTÖN HYDROLOGISET VAIKUTUKSET

#### 3.1 Maankäytön muutos

Tulevan maankäytön myötä suunnittelualueelle tullaan alustavien maankäyttösuunnitelmien perusteella osoittamaan uusien teollisuus- ja työpaikka-alueiden täydennysrakentamista. Tuleva rakentaminen sijoittuu hajautetusti koko päävaluma-alueelle, painottuen kuitenkin alueen itäosiin, eli päävaluma-alueen latvaosiin. Tulevaa maankäyttöä on havainnollistettu *kuvassa 7*.



**Kuva 7.** Alustava suunnitelma tulevasta maankäytöstä



6.6.2016

### 3.2 Vaikutukset hulevesien määrään

Suunnittelun maankäytön perusteella arvioitiin suunnittelualueen vettä läpäisemättömien pintojen osuutta, jota on kuvattu kaupunkihydrologiassa yleisesti käytetyllä käsitteellä *Total Impervious Area* (TIA). Siinä vettä läpäisevienkin pintojen ajatellaan olevan osittain läpäisemättömiä eli esimerkiksi läpäiseviltä nurmipinnoilta muodostuu myös jonkin verran välitöntä hulevesivaluntaa. Tämä pätee etenkin rankkasadetilanteissa, joissa läpäisevät pinnat eivät kykene pidättämään tai imemään kaikkea niille satavaa vettä.

Suunnittelualueella muodostuvien hulevesien määrää arvioitiin keskimääräisellä valumakertoimella, joka kuvaa hulevesivalunnan osuutta yksittäisen sadetapahtuman sademäärästä. Valumakerroimen maksimiarvo on 1,0. Tarkastelussa oletettiin, että kaikki hulevesivalunta muodostuu edellä kuvatuilta läpäisemättömiltä pinnoilta (TIA). Lisäksi huomioitiin eri pintojen painannesäilynnän aiheuttamat häviöt, jolloin voitiin laskea keskimääräinen rankkasadetapahtuman valumakerroin. Valumakerroin riippuu kuitenkin aina sadetapahtuman ominaisuuksista ja sitä edeltävistä olosuhteista kuten maaperän ja pintojen kosteudesta, joten tulosta ei voi yleistää kaikkiin tapauksiin. Tarkastelu havainnollistaa silti hyvin muodostuvien hulevesien määrän muutosta ja rakentamisen hydrologisia vaikutuksia.

Vettä läpäisemättömien pintojen osuudet määriteltiin *kuvan 7* maankäyttösuunnitelmassa esitettyjen rakennusalojen perusteella. Arvioinnissa huomioitiin alueiden olemassa olevat rakennukset jonka perusteella arvioitiin mahdollisen täydennysrakentamisen suuruus. Lisäksi uudet rakennukset arvioitiin *kuvan 7* sinisillä palloilla esitettyjen alueiden osalta siten että rakennukset olisivat tontin ilmoitetun e-luvun mukaisia. Jotta tarkastelussa ei aliarvioitaisi muodostuvien hulevesien määrää, oletettiin että uudet rakennukset olisivat pääosin yksikerroksisia. Tonteilla, jonne yksikerroksista uutta e-luvun mukaista rakennusta ei mahtunut, oletettiin rakennuksien olevan kaksikerroksiseksi. Loput tontista arvioitiin olevan päällystettyä asfalttia. *Kuvassa 8* on havainnollistettu suunnittelualueelle mahdollisesti muodostuvia uusia rakennuksia. *Kuvan 8* oletukset ovat vahvasti viitteellisiä ja kuvastavat lähinnä esimerkinomaisesti miltä tuleva maankäyttö saattaisi täydennysrakentamisen jälkeen näyttää.

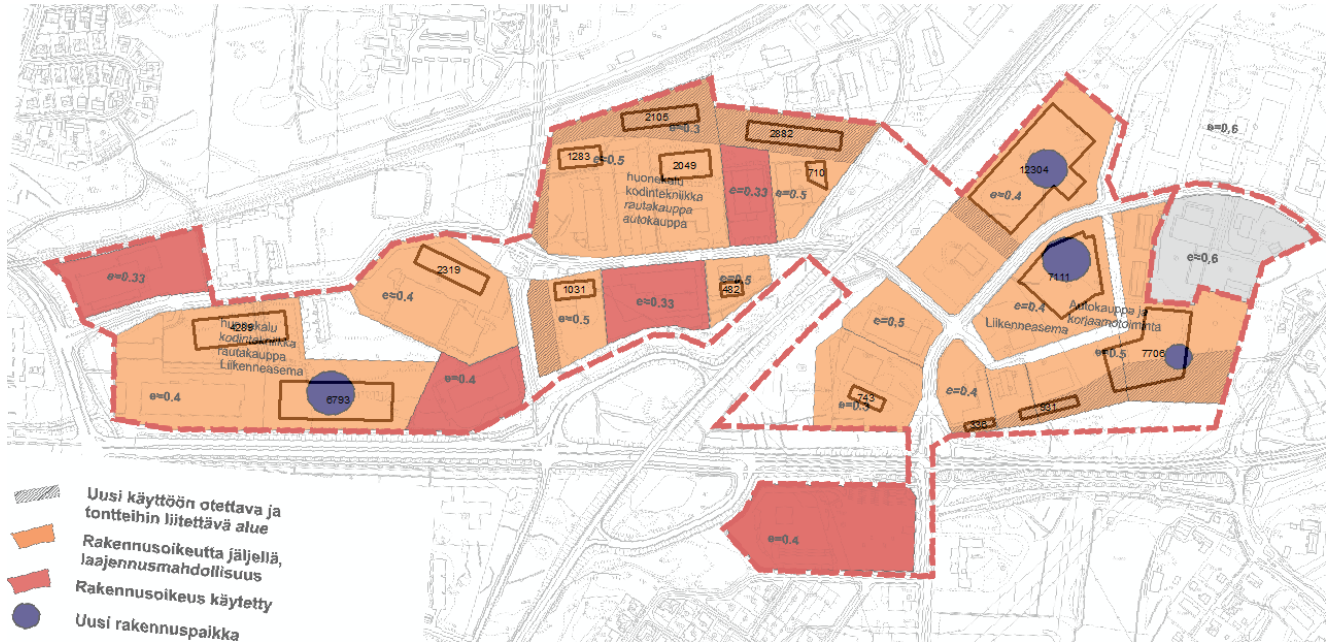
*Kuvassa 9* on havainnollistettu suunnittelun maankäytön aiheuttamat muutokset suunnittelualueen koko päävaluma-alueen vettä läpäisemättömien pintojen osalta. Lisäksi on esitetty suunnittelualueen valumakerroin 19mm sadetapahtumalla, joka vastaa noin kerran viidessä vuodessa toistuvalla, 60 minuutin pituisella rankkasateella. Tulevan maankäytön myötä suunnittelualueen päävaluma-alueen vettä läpäisemättömien pintojen kokonaismäärä kasvaa noin 15%:lla. Tämä tarkoittaa 19mm sadetapahtumalla noin 25% kasvua valumakertoimessa. Muutos on maltillinen johtuen suunnittelualueen ennestään tiivistä maankäytöstä.

Muutokset vettä läpäisemättömien pintojen kasvussa eivät ole kuitenkaan tasaisia, vaan ne jakautuvat eri tavalla eri osavaluma-alueille riippuen mahdollisen lisärakentamisen määrästä. Muutoksia eri osavaluma-alueilla on havainnollistettu *kuvassa 10*.

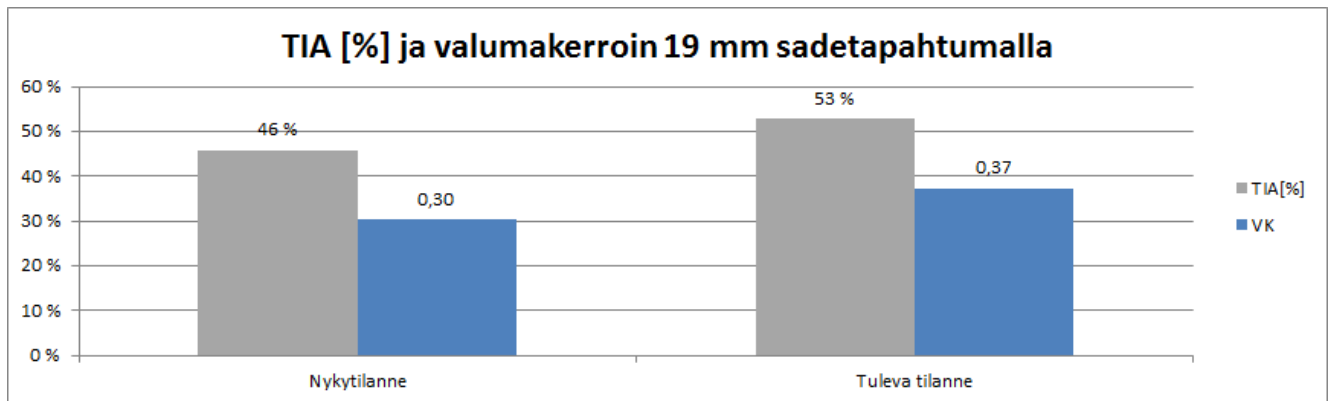
Muutokset vettä läpäisemättömien pintojen määrän kasvussa tarkoittaa myös suurempia hulevesivirtaamia suunnittelualueen hulevesien johtamisreiteillä.

6.6.2016

Kappaleessa 4.3 on käsitelty tarkemmin nykyisien hulevesien virtausreittien toiminnallisuutta.

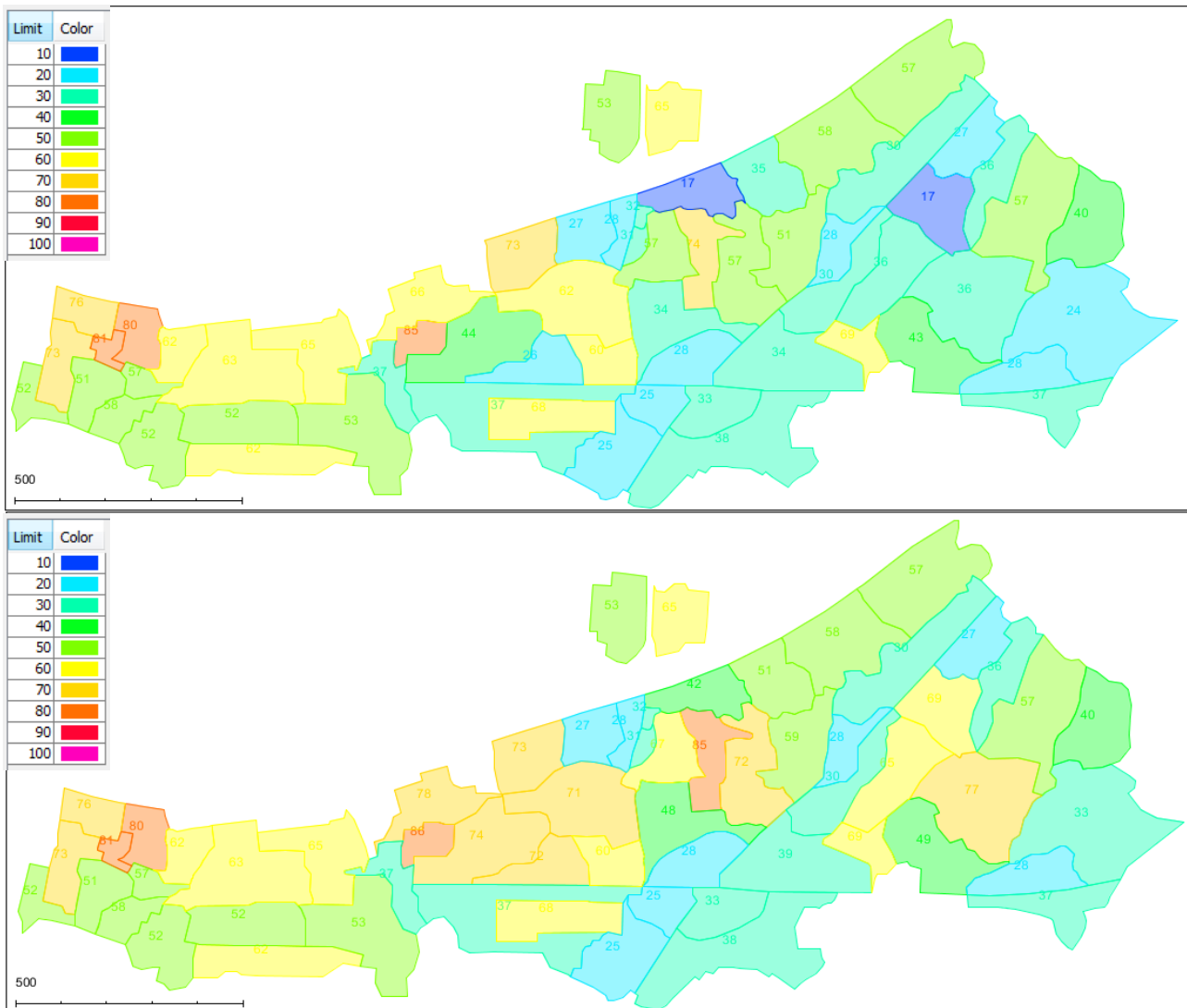


**Kuva 8.** Konsultin tekemät oletukset tulevasta maankäytöstä. Kuvan rakennukset ovat vain esimerkkejä siitä, miltä tuleva maankäyttö saattaisi näyttää. Tarkastelu kuitenkin havainnollistaa maankäytön muutoksien potentiaalista suuruutta.



**Kuva 9.** Lämpisemättömyyden ja valumakertoimen muutos suunnittelualueen päävaluma-alueetasolla

6.6.2016



**Kuva 10.** Lämpisemättömyyden muutokset valuma-aluekohtaisesti. Valuma-alueiden sisällä oleva lukuarvo on valuma-alueen keskimääräinen TIA-arvo.

#### 4 MALLINNUKSE

Suunnittelualueen hulevesiverkostoa ja suunniteltujen hulevesirakenteiden mitoitusta ja toimivuutta kokonaisuutena tarkasteltiin hulevesimallin avulla. Mallinnus suoritettiin FCG SWMM -ohjelmalla (Storm Water Management Model), joka sisältää hulevesien muodostumista kuvaavan hydrologisen valuma-aluemallin sekä virtausreitit kuvaavan hydraulisen mallin.

Hydrologisella mallilla kuvataan erityisesti valuma-alueelta muodostuvan pintavalunnan määrää ajan suhteen. Hydrologinen malli perustuu syötteenä olevaan sadetapahtumaan ja valuma-alueiden ominaisuuksista johtuvien sadannan häviöiden laskemiseen. Malliin rakennettiin osavaluma-alueet ja valumareitit ominaisuuksineen, joista huomioitiin mm. pinta-ala, lämpisemättömän pinnan määrä, keskimääräinen kaltevuus sekä virtausvastuskerroin.

Mallinnuksen tuloksena saatiin valuma-aluekohtaiset purkautumiskäyrät, jotka toimivat syötteenä hydrauliselle verkostomallille. Hydraulinen malli rakennettiin

6.6.2016

yhdistämällä edellä kuvattu hydrologinen valuma-aluemalli avo-uomista ja sadevesiviemäreistä muodostuvaan verkostomalliin. Hydrauliseen malliin sisällytettiin myös suunnitellut hulevesien hallintajärjestelmät. Mallin avulla voitiin tarkastella monipuolisesti mm. ajasta riippuvaisia virtaamien summakäyriä, vedenpinnan tasoja ja hulevesijärjestelmien tilavuuksia. Hydraulisessa mallinnuksessa käytettiin nk. dynaamista menetelmää, jolla voitiin tarkastella monimutkaisiakin ilmiöitä, kuten paineellista virtausta, taaksepäin virtausta sekä virtausreittien tulvimista ja padotusta.



Kuva 11. Mallinnettu alue

#### 4.1 Lähtötiedot

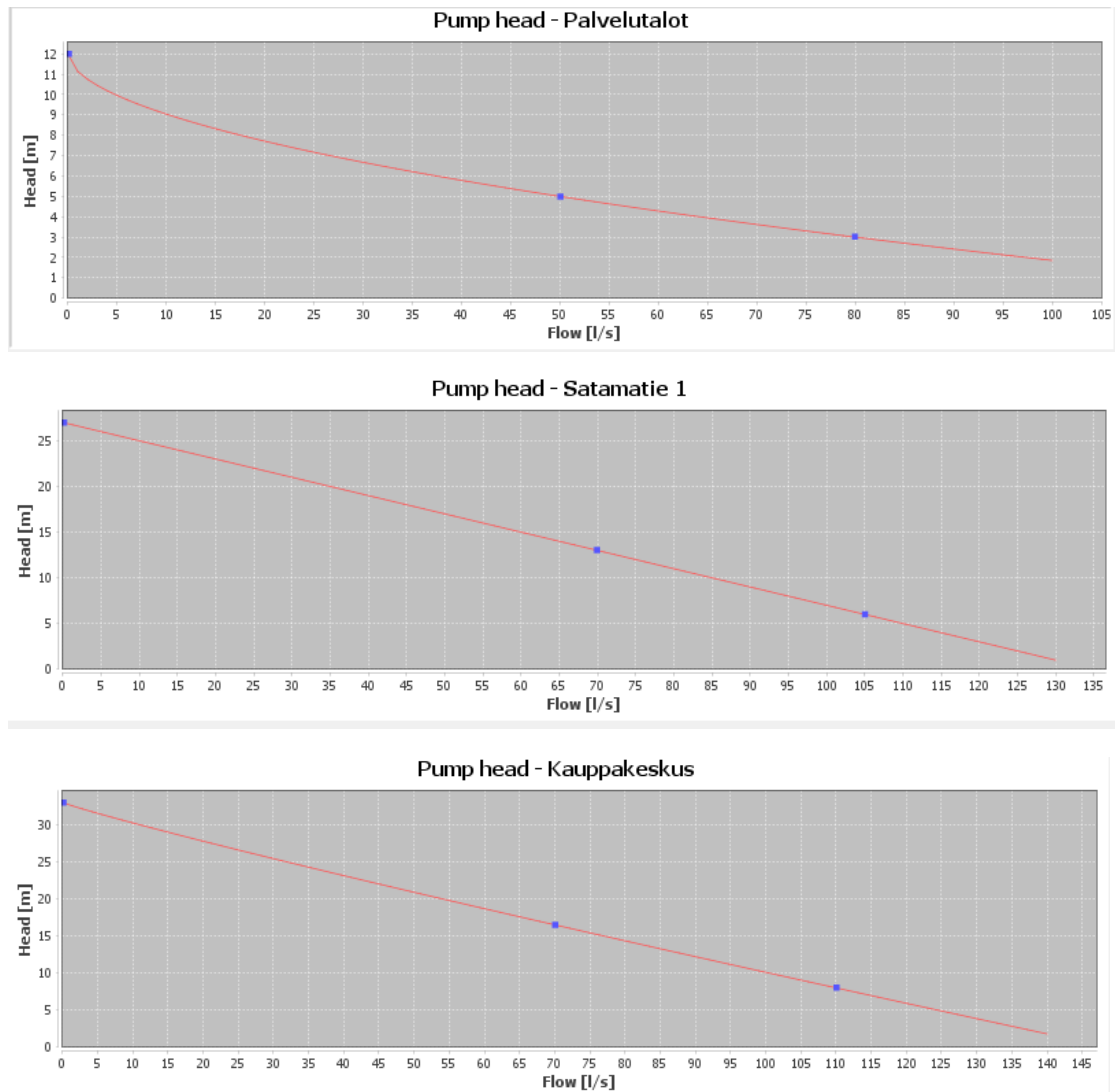
Mallinnus suoritettiin saatavilla olleiden lähtötietojen perusteella. Verkostotietoja haettiin kunnan digitoituista verkostokartoista sekä vanhemmista rasterimuotoisista verkostokartta-aineistoista. Suunnittelualueen päävaluma-alueella sijaitsee hulevesipumppaamoita, joista merkittävimmät ovat Satamatie 1 pumppaamo ja Kauppakeskuksen pumppaamo. Hulevesipumppaamoista ei ollut saatavilla tarkkoja tietoja, mutta tilaaja toimitti konsultille *taulukon 1* mukaiset tiedot suunnittelualueen lähiympäristön hulevesipumppaamoista. *Kuvassa 12* on esitetty mallinnuksessa käytetyt arvioit pumppaamoiden pumppukäyristä.

**Taulukko 1.** Tilaajalta saadut pumppaamotiedot suunnittelualueen lähiympäristön hulevesipumppaamoista. Sinisellä korostetut pumppaamot sijoittuivat suunnittelualueen päävaluma-alueelle ja ne sisällytettiin myös hulevesimalliin saatavilla olleiden tietojen tarkkuudella.

Pumppaamo	Teho [kW]	Tuloaltaan halkaisija [m]	Tuloaltaan syvyys [m]
Oopperi	7,2	1,7	4,0
Uotilan alikulku	12,5	2,3	-
Kuivassuo alikulku	3,7	2,3	4,0
Kodisjoentien alikulku	4,2	1,7	4,9
Vermuntilan alikulku	4,2	2,3	5,0
Kauppakeskus	22	2,3	3,5
Satamatie 1	16,5	3,0	4,7
Satamatie 2	19,8	3,0	4,2
Satamatie 3	7,2	2,8	4,4
Palvelutalot	5,5	1,8	4,8
Kasvitarhankatu	2,3	1,7	2,9



6.6.2016



**Kuva 12.** Saatavilla olleiden tietojen perusteella arvioidut pumppukäyrät hulevesimallissa.

#### 4.1.1 Mallinnukseen liittyvät epävarmuudet

Hulevesimallilla kuvataan monimutkaista hydrologista tapahtumaketjua, jonka seurauksena hulevedet päätyvät valuma-alueilta vesistöön. Näin ollen mallintamista varten tehdään oletuksia ja yleistyksiä valuma-alue- ja parametrien suhteen. Hulevesimalli olettaa myös, että hulevedet päätyvät tehokkaasti hulevesiviemäriin, mutta todellisuudessa hulevesien ohjautuminen ensimmäiseen mahdolliseen ritiläkaivoon on usein tehotonta.

Mallinnukseen sisältyvistä epävarmuuksista huolimatta mallintaminen on ainoa tapa muodostaa kokonaiskuva monimutkaisen hydrologisen tapahtumaketjun seurauksista, hulevesiviemäriverkoston toiminnasta kokonaisuutena ja eri toimenpiteiden vuorovaikutuksesta toisiinsa.

Saatavilla olleissa verkostotiedoissa oli puutteita ja epäselvyyksiä, joista on tehty hulevesimallinnusta varten oletuksia. Verkostoon liittyvät oletukset on kirjattuna

6.6.2016

---

liitteen 201 kartassa. Pumppaamoihin liittyvät oletukset on esitetty kappaleessa 4.1.

## 4.2 Rankkasadetiedot

Tarkasteluissa on käytetty Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU)<sup>4</sup> loppuraportissa ja Hulevesioppaassa<sup>5</sup> esitettyjä sateen keskimääräisiä intensiteettejä 1 km<sup>2</sup> aluesadannalle. Sadetiedot ovat viimeisimpiä yleisessä käytössä olevia tietoja ja ne perustuvat Suomessa kesällä v. 2000–2005 aikana tehtyihin tutkasadehavaintoihin ja ne vastaavat Etelä-Suomen sateita.

## 4.3 Mallinnustulokset - Nykytilanne

### 4.3.1 Valuma-alueen hulevesiverkosto kokonaisuutena

Yleisesti ottaen valuma-alueen latvaosassa vallitsee kohtalaiset pituuskaltevuudet, josta johtuen hulevesijärjestelmien välityskapasiteetti on kohtalainen idässä päävaluma-alueen latvaosissa. Kapasiteettiongelmat alkavat Kairakadun runkolinjassa, jossa hulevesiviemärit ovat paikoittelen lähes vaakasuorassa kaltevuudessa verkostokartasta saatujen tietojen perusteella. Vastaavasti Porintie-Tallikedonkadun runkolinja on lähes vaakasuorassa pituuskaltevuudessa.

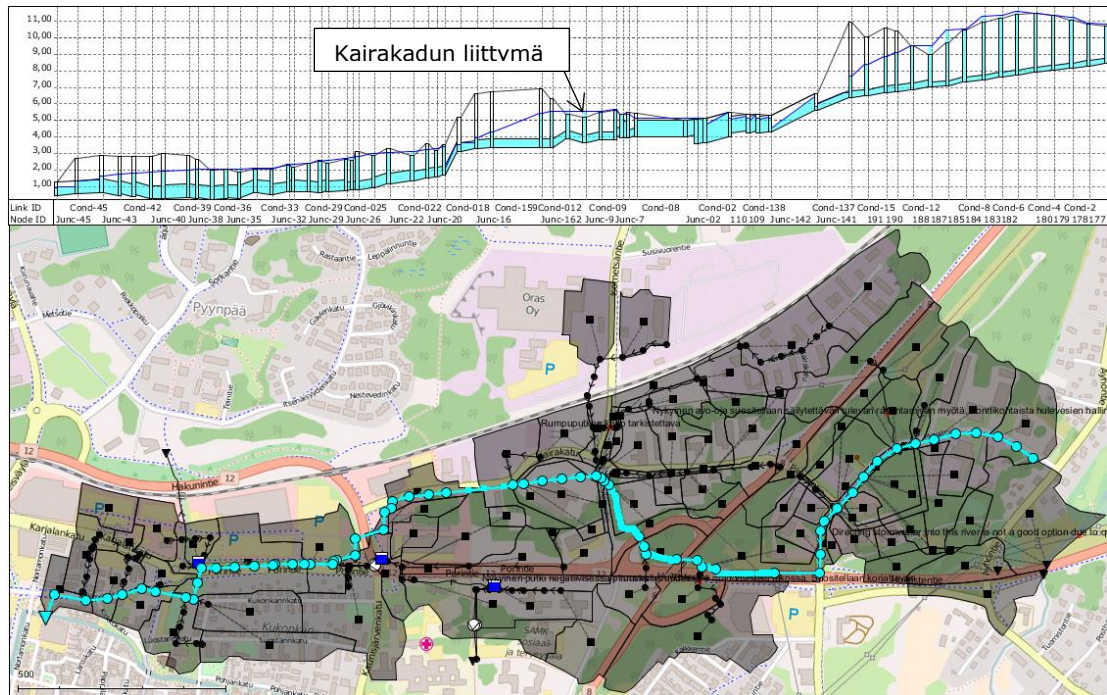
Verkoston heikko välityskapasiteetti aiheuttaa padotusta jo usein toistuvilla sadetapahtumilla ja mallinnustulosten perusteella verkostossa ilmenee usein tulvimista. Laskennallisesti koko valuma-alueen hulevesiverkoston tulviminen on voimakkainta noin tunnin pituisilla rankkasadetapahtumilla. *Kuvissa 13 ja 14* on havainnollistettu päävaluma-alueen valuntareittien pituusleikkauksia. Seuraavissa kappaleissa on analysoitu tarkemmin tiettyjä runkolinjaosuuksia suunnittelualan päävaluma-alueella.

---

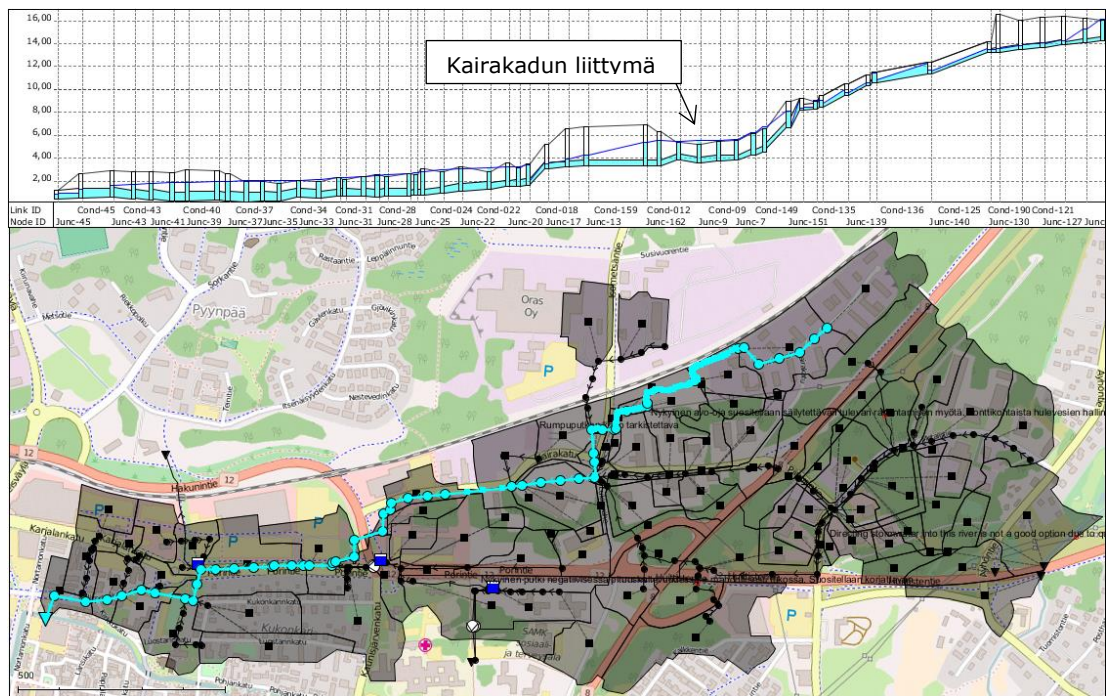
<sup>4</sup> Aaltonen, J. ym. 2008. Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU). Suomen Ympäristö, 31. 123 s.

<sup>5</sup> Kuntaliitto. 2012. Hulevesiopus.

6.6.2016



Kuva 13. Valuntareittinä Metallitie-Kairakatu-Porintie-Tallikedonkatu



Kuva 14. Valuntareittinä Kairakatu- Porintie-Tallikedonkatu

#### 4.3.2 Kairakadun hulevesiviemärin runkolinja

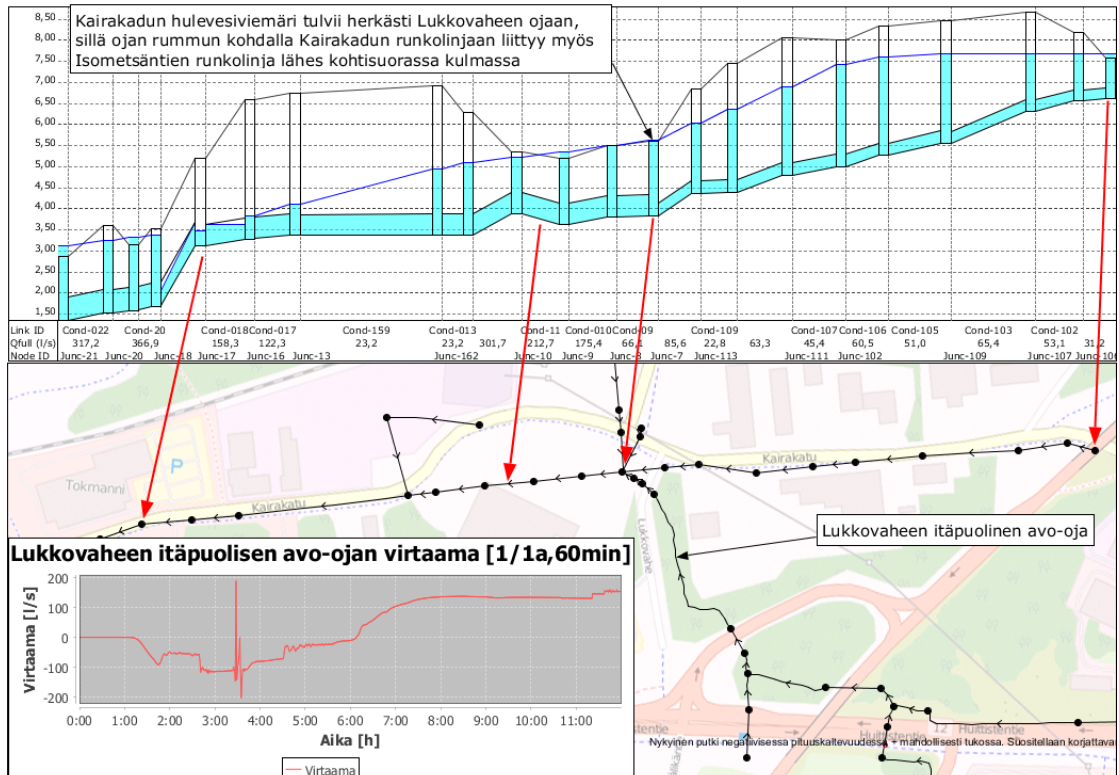
Mallinnustulosten perusteella Lukkovaheen itäpuolisessa avo-ojassa ilmenee jo usein toistuvilla rankkasateilla takaisinvirtausta, johtuen ojan erittäin loivasta pituuskaltevuudesta, Isometsäntien hulevesiviemärin liittymiskulmasta ja Kairakadun 500B runkolinjan heikosta välityskapasiteetista. Kairakadun heikko välityskapasiteetti johtuu puolestaan linjaosuuden yhden putkivälin negatiivisesti



6.6.2016

pituuskaltevuudesta ja linjan muutoinkin heikosta pituuskaltevuudesta Isämetsäntien ja Kairakadun risteyksen kohdalla.

Loivasta pituuskaltevuudesta johtuen Kairakadun hulevesiverkosto on ahdas alueella muodostuviin hulevesivirtaamiin nähden, mutta laskennallisesti Kairakadun runkolinja tulvii vasta kerran 2 vuodessa toistuvilla rankkasadetapahtumilla, johtuen Lukkovaheen itäpuolisen avo-ojan tulvavesiä vastaanottavasta vaikutuksesta. Kuvassa 15 on havainnollistettu pituusleikkauksen muodossa Kairakadun hulevesiviemäriin runkolinjaa.



**Kuva 15.** Kairakadun hulevesiviemäri tulvii rankkasateilla Lukkovaheen itäpuoliseen ojaan. Virtaama muuttuu Lukkovaheen itäpuolisessa ojassa negatiiviseksi alussa, kun Kairakadun hulevesiviemäri tulvii ojaan.



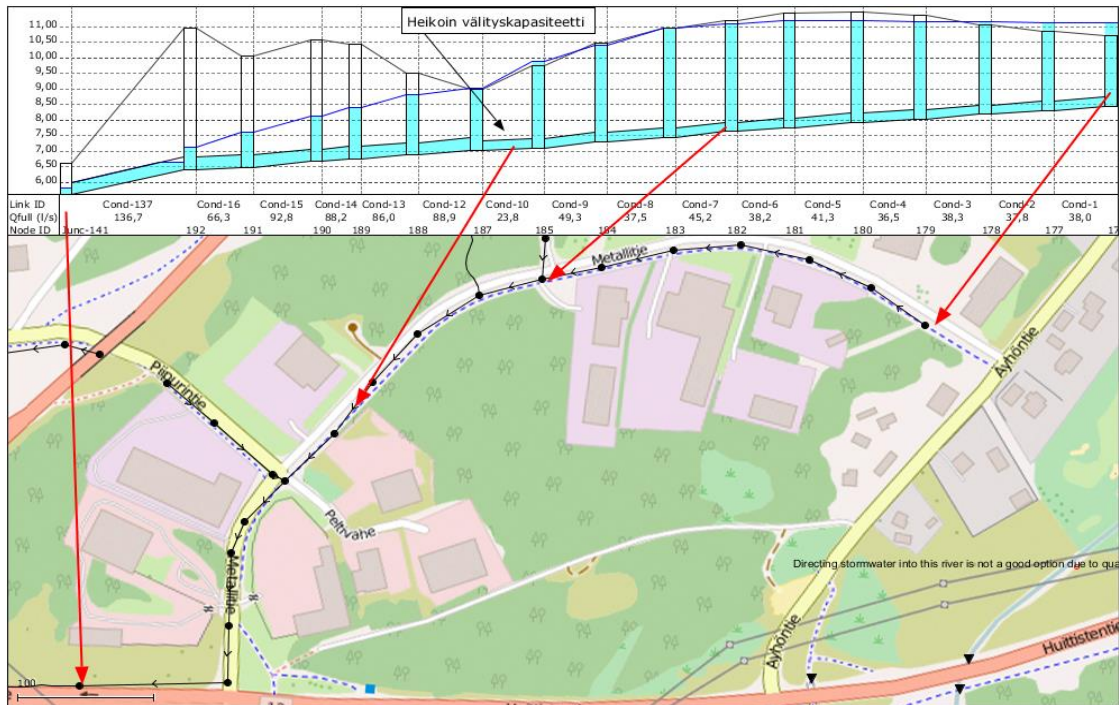
**Kuva 16.** Normaalitilanteissa Lukkovaheen itäpuolisen avo-ojan virtaama on nuolen osoittamaan suuntaan, eli pohjoiseen. Rankkasateiden aikana Kairakadun hulevesiviemäri tulvii Lukkovaheen itäpuoliseen ojaan, aiheuttaen takaisinvirtausta.



6.6.2016

#### 4.3.3 Metallitien hulevesiviemärin runkolinja

Metallitien 300B-400B runkolinja on vaihtelevasti 1 – 4,5‰ pituuskaltevuudessa. Runkolinjan täyden putken välityskapasiteetti vaihtelee 25 – 90 l/s välillä ja alueelta muodostuviin hulevesivirtaamiin nähden ahdas. Mallinnustuloksien perusteella verkosto tulvii jo kerran vuodessa toistuvilla, 60min pituisilla rankkasadetapahtumilla.

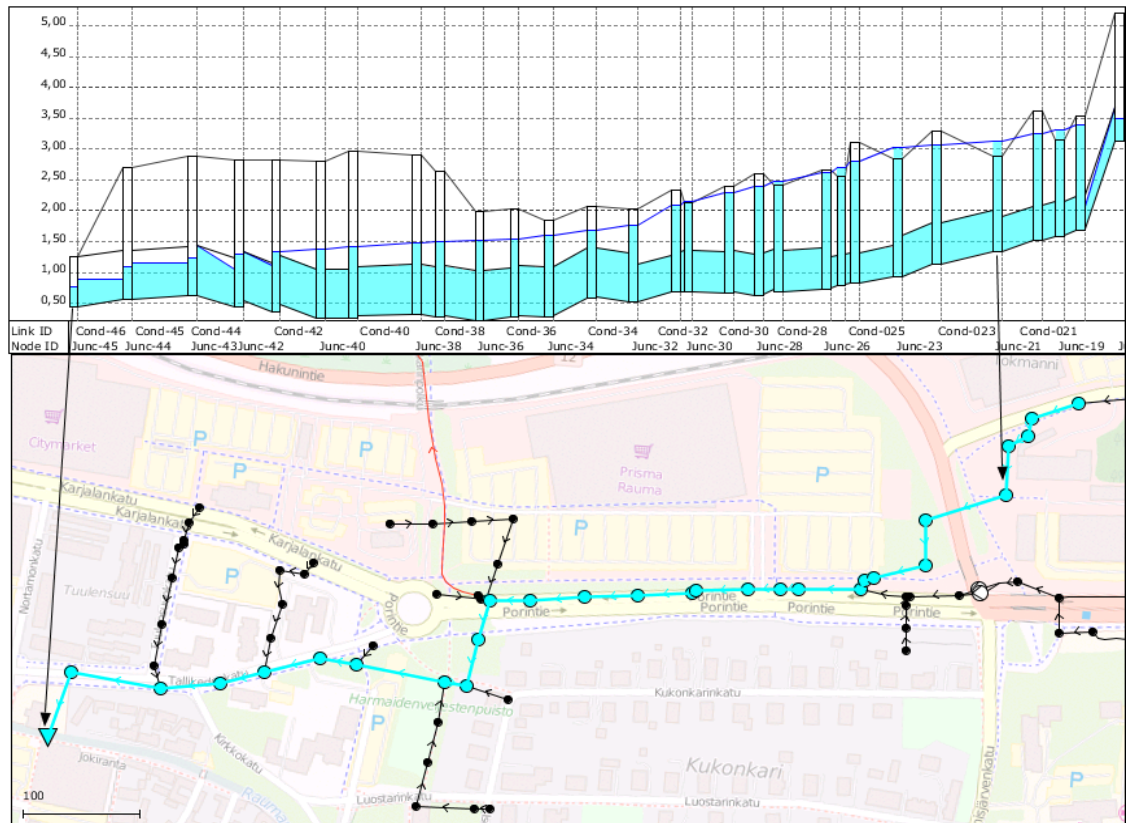


Kuva 17. Metallitien hulevesiviemärin mallinnustulokset nykytilanteen osalta

#### 4.4 Porintien runkolinja

Porintien 600B-800B runkolinja on erittäin loivassa pituuskaltevuudessa. Paikoitellen putkiosuuksia on negatiivisessa kaltevuudessa, jolloin linja ei sadetapahtumien välillä tyhjene kokonaan. Porintien runkolinjan laskennallinen kapasiteetti on 300 l/s. Vastaava huippuvirtaama ilmenee jo kerran vuodessa toistuvilla rankkasateilla.

6.6.2016



Kuva 18. Porintien runkolinja

#### 4.5 Mallinnustulokset – Tuleva tilanne

Tulevassa tilanteessa maankäytön tiivistyminen kasvattaa ja äärevöittää hulevesivirtaamia. Suunnittelualueen päävaluma-alueen jo nykyisellään vähäinen kapasiteetti ei riitä kasvaville hulevesivirtaamille ja näin ollen verkoston tulviminen kasvaa mikäli hulevesien hallinnan toimenpiteitä ei suoriteta.

Mallinnustuloksien perusteella koko mallinnetun hulevesiverkoston tulviminen kasvaa laskennallisesti 60 minuutin pituisilla rankkasateilla keskimäärin noin 50%:lla. Viivyttämällä hulevesiä korttelikohtaisilla ja alueellisilla hulevesijärjestelmillä on tulvimista mahdollista hillitä. Seuraavissa kappaleissa on käyty yksityiskohtaisemmin läpi suunnittelualueelle suositeltavia hulevesien hallintajärjestelmiä.

6.6.2016

## 5 HULEVESIEN HALLINTATOIMENPITEIDEN SUUNNITTELU

### 5.1 Hulevesien hallinnan periaatteet

Hulevesien hallinnan lähtökohtana on suunnittelualueella minimoida hulevesien muodostumista ja ehkäistä niihin kohdistuvaa haittaa. Näihin tavoitteisiin pyritään hallitsemalla hulevesiä alla esitetyn prioriteettijärjestyksen mukaisesti. Priorisointi vastaa vuonna 2012 julkaistun valtakunnallisen Hulevesioppaan ohjeita. Yleisten periaatteiden mukainen käsittelyjärjestys on seuraava:

- I. Ehkäistään hulevesien muodostumista ja niihin kohdistuvaa laatuhahtaa
- II. Hulevedet käsitellään ja hyödynnetään syntypaikallaan (hulevesien käyttö ja maahan imeyttäminen)
- III. Hulevedet johdetaan pois syntypaikaltaan suodattavalla ja hidastavalla järjestelmällä (suodattaminen maassa ja maan pinnalla)
- IV. Hulevedet johdetaan pois syntypaikaltaan hulevesiviemärissä yleisillä alueilla sijaitseville hidastus- ja viivytyalueille ennen vesistöön johtamista (viivyttäminen avouomissa)
- V. Hulevedet johdetaan hulevesiviemärissä suoraan vastaanottavaan vesistöön.

Suunnittelualueelle esitetään monivaiheista ja hajautettua hulevesien hallintajärjestelmää, jolla tavoitellaan sekä hulevesien laadun että määrän tehokasta hallintaa. Lisäksi tavoitteena on kannustaa luonnonmukaisten, maanpäällisten ja esteettisesti miellyttävien ratkaisujen käyttöön. Hulevesien hallinta esitetään alkavan hajautetusti hulevesien syntypaikalta, tonttien sisältä, ja päättyvän yleisillä alueilla sijaitseviin keskitettyihin hulevesien hallintajärjestelmiin, joissa hulevesien määrälliselle hallinnalle on enemmän tarjolla tilaa.

Erityyppisiä hallintamenetelmiä yhdistelemällä voidaan vaikuttaa tehokkaimmin sekä hulevesien määrään että laatuun. Hajautettu hulevesien hallinta lisää myös järjestelmän toimintavarmuutta, kun yksittäisen hallintamenetelmän mitoituksen ylittyminen, tai rakenteellinen vaurio ei johda välttämättä hulevesien johtamiseen suoraan ympäröivään luontoon. Näin ollen hulevesien hallinnan kokonaisvarmuus lisääntyy, ja hallitsemattomien ylivuotojen riski vähenee. Lisäksi yksittäisen hallintamenetelmän mitoitus ja tilavaraus pienenevät, jolloin ne on mahdollista toteuttaa vähäisemmin rakennustöin ja sijoittaa joustavammin.

Alustavasti suunnitellut hallintajärjestelmät on esitetty liitekartassa 201. Seuraavissa kappaleissa hallintamenetelmiä on kuvattu esimerkein ja selostuksin.

### 5.2 Tonttikohtainen hulevesien hallinta

Suunnittelualueen tonteilla voidaan käyttää monipuolisesti erilaisia hulevesien hallintajärjestelmiä. Seuraavaksi on kuvattu eri hallintajärjestelmien toimintaa. Liitekartassa 201 on lisäksi annettu suositukset tonteille soveltuvista hallintajärjestelmistä.

#### 5.2.1 Hulevesien muodostumisen vähentäminen

Hulevesivaluntau voidaan vähentää **läpäisevien päällysteiden**, kuten reikälaattojen tai -kiveyksien käytöllä mm. jalankulku- ja pysäköintialueilla.

6.6.2016

Varsinaisten reikälaattojen ohessa myös väljästi saumatut betonikiveykset ovat hulevesien vähentämisen kannalta selvästi asfalttipintoja parempi vaihtoehto.

Vettä läpäisevillä päällysteillä voidaan tehokkaasti pidättää usein toistuvat, sademäärältään vähäiset sadetapahtumat. Tutkimuksien mukaan esimerkiksi betonilaatoitus, jonka saumavälit ovat hiekalla täytetty, pystyy keskimäärin pidättämään jopa 85 -100 % sen pinnalle sataneesta vedestä, kun sadetapahtumien vesimäärät ovat pienehköjä (5 – 9 mm). Kyseiset sademäärät vastaavat esimerkiksi kerran vuodessa toistuvia 20 min ja 45 min sadetapahtumia. Vastaavissa tutkimuksissa päällysteen vedenpidätys säilyi noin 50 – 60 %:ssa, kun sadetapahtumat olivat sademäärältään suurempia (17 – 27 mm). Sademäärät vastaavat Suomen olosuhteissa kerran kymmenessä vuodessa toistuvaa 30 min ja 120 min sadetapahtumia. Sademäärän lisäksi laatoituksen saumavälien koolla ja pohjarakenteiden paksuudella todettiin olevan vaikutus vedenpidätyskykyyn, leveä saumaväli ja paksu rakennekerros kasvattavat vedenpidätyskykyä.<sup>6</sup> Myös sadetapahtumia edeltävät maaperän kosteusolosuhteet vaikuttavat läpäisevien päällysteiden veden pidätyskykyyn<sup>7</sup>.

Usein toistuvien, sademäärältään vähäisten sateiden pidättämisellä voidaan ehkäistä myös hulevesien sisältämien epäpuhtauksien leviämistä, kun laatoituksen saumat pidättävät niin kutsuttua alkuhuuhtoumaa. Erityisen tehokkaasti läpäisevät päällysteet pidättävät tutkimuksien mukaan hulevesien sisältämän kiintoaineksen<sup>6</sup>. Läpäisevistä päällysteistä on saatavilla useita erilaisia kaupallisia tuotteita. Tutkittaessa erilaisien läpäisevien päällysteiden, kuten vettä läpäisevän asfaltin, nurmella täytetyn reikälaatan sekä muovisen sora- ja nurmikennoston hydrologisia ominaisuuksia, on todettu ettei eri päällysteiden välillä ole merkittäviä eroja, kun tarkasteltavana on usein toistuvat, sademäärältään pienet sadetapahtumat<sup>7</sup>. Kuvassa 19 on havainnollistettu ruohosaumaista betonilaatoitusta.



**Kuva 19.** Vettä läpäisevä päällyste Tampereen Sampolassa.<sup>8</sup>

<sup>6</sup> Smith R D. 2006. Permeable Interlocking Concrete Pavements. Third Edition.

<sup>7</sup> D. Booth. et al. 1999. Field Evaluation of Permeable Systems for Improved Stormwater Management

<sup>8</sup> FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy



6.6.2016

Läpäisevät päällysteet ovat kuitenkin pääasiassa heikosti kulutusta ja kuormitusta kestäviä, joten niiden käyttöä suositellaan lähinnä kohteissa, joiden katuluokka on 5 (pientaloalueen asuntokadut, huoltoliikenteen väylät, henkilöautojen pysäköintialueet) tai luokka 6 (jalkakäytävät, pyörätiet, puistotiet).<sup>9</sup>

Kattokasvillisuudella, ts. **viherkatoilla**, tarkoitetaan kasvillisuudella peitettyä kattopintaa, joka pidättää ja suodattaa vettä. Viherkaton maa- ja kasvillisuuskerrokseen pidähtynyt vesi haihtuu joko suoraan tai kasvillisuuden käyttämänä. Kattokasvillisuudella pystytään usein pidättämään matalan intensiteetin sateet kokonaan, kun taas rankemmilla sateilla ylimääräinen vesi valuu kasvillisuuskerroksen pinnalla ja johdetaan normaalisti ränneillä ja syöksyputkilla eteenpäin. Kattokasvillisuus soveltuu erityisen hyvin katosten ja piharakennusten yhteyteen, mutta niiden käytölle ei ole rakenteellista estettä myöskään muissa kohteissa. Esimerkki ruohokatosta on esitetty kuvassa 20, kuvassa 21 näkyy esimerkki maksaruohokatosta.



**Kuva 20.** Viherkatto autokatoksessa. Turku, Uudenmaankatu <sup>8</sup>



**Kuva 21.** Esimerkki laaja-alaisesta viherkatosta. Kohde Solvallon Urheiluopisto, Espoo <sup>8</sup>

<sup>9</sup> VVT, 2015, CLASS (Climate Adaptive Surfaces)

6.6.2016

Suunnittelualueella viherkattoja voitaisiin hyödyntää esimerkiksi mahdollisten pysäköintirakennusten katoilla. Viherkatoilla voitaisiin vähentää ja hidastaa hulevesien muodostumista, mikä auttaisi säilyttämään alueen hydrologisen käyttäytymisen mahdollisimman lähellä luonnontilaa. Viherkatot voivat myös parantaa osaltaan asuinalueen näkymiä ja viihtyisyyttä. Viherkattojen käytöstä asuinrakennuksissa Suomen ilmasto-olosuhteissa ei ole vielä kovin paljon kokemusta, joten niiden käyttöä ei voida välttämättä edellyttää vielä kaavassa. Viherkattojen käyttöön tulisi kuitenkin kaavoituksen ja ohjeistuksen keinoin kannustaa etenkin varastorakennusten ja katosten yhteydessä.

Viherkattojen paloturvallisuutta on tutkittu muun muassa sammalmaksaruohokattojen osalta. Esimerkiksi NGR Sammalmaksaruoho-viherkattojärjestelmän rakenteen 2 – 35 asteen kaltevuudelle on hyväksytty Boverkets paloluokka: Euro Klass BROOF (t2) pintamateriaaleille katoilla<sup>10</sup>. BROOF(t2) on katteiden luokitusjärjestelmän luokka, joka vastaa testauksen ja arviointiperusteiden osalta Suomessa yleisimmin käytössä ollutta luokkaa K2<sup>11</sup>. Katteiden tulee täyttää yleisesti täyttää vähintään paloluokka K1 tai K2<sup>12</sup>.

## 5.2.2 Kattovesien hallinta

Viherkattojen lisäksi kattovesiä voidaan viivyttää **kattovesisäiliöillä**, jotka asetetaan syöksyputken alle joko maan päälle tai maan alle. Säiliössä on ylivuotoputki, jota pitkin ylimääräiset vedet voidaan johtaa haluttuun suuntaan sekä pohjalla hana tai venttiili, josta säiliö voidaan tyhjentää tai ottaa vettä esimerkiksi kastelukäyttöön. Kattovesisäiliöitä ei ole tarpeen mitoittaa suurille vesimäärille vaan sillä tuetaan muita hulevesien hallintajärjestelmiä. *Kuvassa 21* on havainnollistettu kattovesisäiliöitä.

**Sadepuutarhat** ovat puolestaan ympäristöään alempana olevia kasvillisuuden peittämiä alueita, joihin hulevedet voivat hetkellisesti lammikoitua. Sadepuutarhan tarkoituksena on viivyttää hulevettä, mutta maaperän ominaisuuksista riippuen myös imeytymistä tapahtuu. Imeyttämisen mahdollisuuksia voidaan parantaa hajauttamalla sadepuutarhojen sijoittamista, jolloin myös lyhennetään hulevesien johtamismatkaa. Veden imeytyskykyä voidaan lisäksi tehostaa syventämällä kaivantoa ja tekemällä massanvaihtoa. Koska sadepuutarhat aina imeyttävät jonkin verran vettä maaperään, tulee ne sijoittaa kuivatusta vaativien rakenteiden alapuolelle (alarinteeseen) riittävälle etäisyydelle, vähintään 3 metrin päähän. *Kuvassa 22* on esitetty esimerkki sadepuutarhasta.

Alustavien karkeiden arvioiden perusteella mahdollisuudet hulevesien imeyttämiseen ovat olemassa hiekkamoreenialueilla. Maaperän mahdolliset imeyttämismahdollisuudet tulee tarvittaessa tarkentaa kenttätutkimuksin jatkosuunnittelussa. Mahdollista hulevesien imeytystä suositellaan erityisesti kattovesien osalta.

<sup>10</sup> RT kortti 38614

<sup>11</sup> E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Rakennusten paloturvallisuus

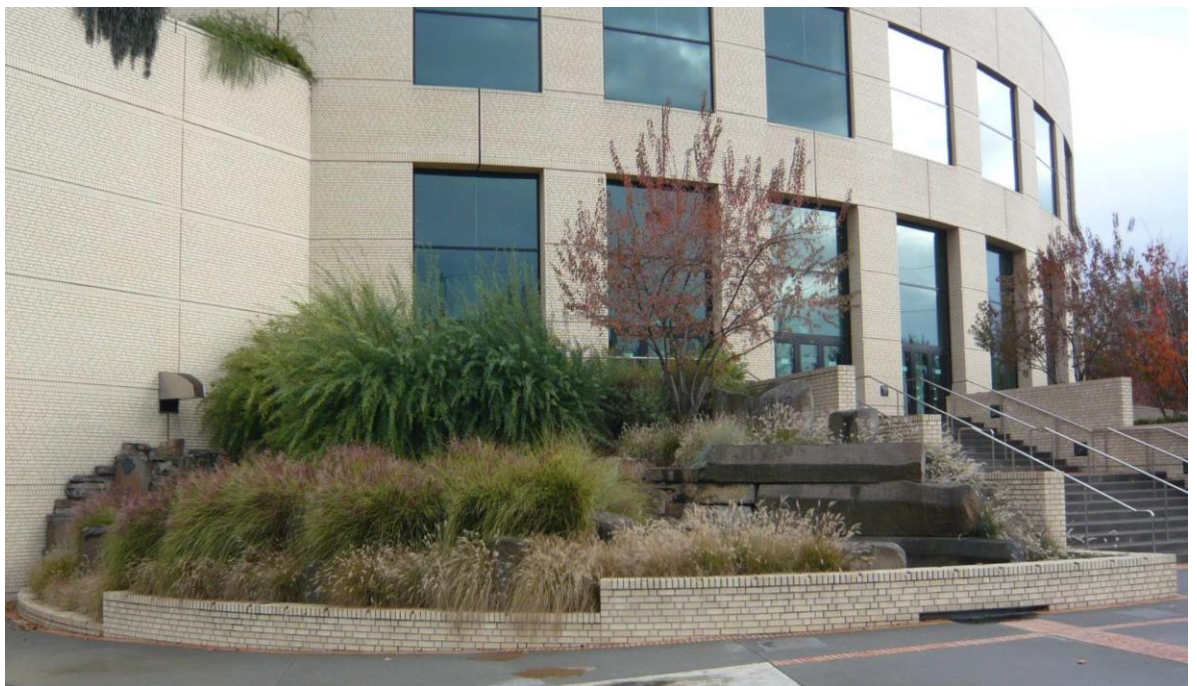
<sup>12</sup> Kattoliitto, 2001, Toimivat katot.



6.6.2016



Kuva 21. Esimerkkejä kattovesisäiliöistä. <sup>13 14</sup>



Kuva 22. Esimerkki toimistorakennuksen vieressä sijaitsevasta sadepuutarhasta <sup>8</sup>

### 5.3 Katu- ja pysäköintialueiden hulevesien käsittely

Pysäköintialueilla hulevesiä voidaan hallinta **viherpainanteilla**, joista on esitetty esimerkki *kuvassa 23*. Painanteiden kasvillisuuden ja salaojitettujen, suodattavien maarakenteiden avulla käsitellään etenkin tavanomaisten sateiden hulevesiä. Sen lisäksi viherpainanteet tarjoavat viivytystilavuutta harvemmin toistuvien rankkasateiden alkuvaiheessa, jolloin suurinta virtaamahuippua voidaan viivyttaa ja tasata. Viherpainanteet mitoitetaan niin, että ne käsittelevät usein toistuvat

<sup>13</sup> Tankworks. 2015. Modline water tank. <http://tankworks.com.au/products/water-tanks/modline-water-tank/>

<sup>14</sup> Graf. 2015. Herkules-Tank. <http://www.graf-water.com/rainwaterharvesting/rainwater-tanks/herkules-tank.html>

6.6.2016

lyhyet sateet. Harvemmin toistuvilla rankkasateilla tulvavedet johdetaan painanteista hallitusti pois esimerkiksi ylivuotokynnyksen kautta.



**Kuva 23.** Pysäköintialueen viherpainanne, jonne hulevedet ohjataan maanpinnalla reunakivien aukoista (Seattle).<sup>8</sup>

Tonteilla, joissa maanpäälliselle viivytykselle ei ole tilaa, voidaan hulevesiä viivyttää kuvan 24 esimerkin mukaisilla hulevesien **maanalaisilla viivytyksrakenteilla**. Maaperäolosuhteista riippuen maanalaisilla viivytyksjärjestelmillä voidaan osittain myös imeyttää hulevesiä.



**Kuva 24.** Maanalaisia viivytyksjärjestelmiä. Vasemmalla suurempi, noin 300 m<sup>3</sup> Wavin Labkon viivytykskennosto rakenteilla kerrostaloalueelle<sup>15</sup> ja oikealla Uponorin mm. pientaloon soveltuva hulevesitunneli<sup>16</sup>

<sup>15</sup> FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

<sup>16</sup> Kuva: Uponor Suomi Oy

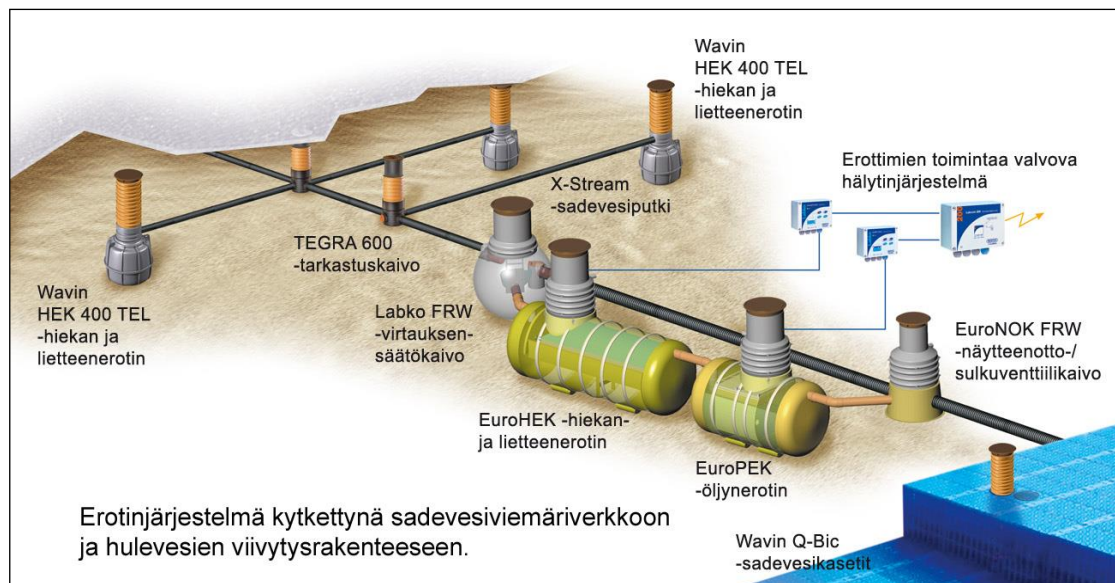


6.6.2016

## 5.4 Hulevesien laadun käsittely

Mikäli tonttien tuleva toiminta tuottaa poikkeuksellisen likaisia hulevesiä, suositellaan että piha-alueiden likaiset hulevedet käsitellään **hiekan- ja öljynerotinjärjestelmillä** ennen johtamista hulevesiviemäriin. Öljyn- ja hiekanerotusjärjestelmien tarve tulee selvittää tonttien tulevan toiminnan tarkentuessa. Vaikka suunnittelualueen välittömässä läheisyydessä ei sijaitse arvokkaita luontokohteita, on alue kohtalaisen lähellä rannikkoa, jossa sijaitsee mm. Rauman VAR saariston Natura-2000 alueet.

Hiekan- ja öljynerotinjärjestelmän muodostama kokonaisuutta ja kytkeytymistä tontin hulevesiviemäriverkkoon on havainnollistettu *kuvassa*. Erotinjärjestelmä varustetaan virtauksensäätökaivolla, joka ohjaa erotinjärjestelmien välityskyvyn ylittävät virtaamahuiput järjestelmän ohi. Virtauksensäätökaivo mitoitetaan siten, että erotinjärjestelmä pystyisi käsittelemään noin 95 % vuotuisesta sademäärästä. Sekä erottimista että ohivirtauksesta vedet johdetaan näyteenottokaivoon, josta vedet puretaan tässä tapauksessa hulevesiviemäriin tai tontin hulevesien viivytysjärjestelmään. Näyteenottokaivot varustetaan sulkuventtiileillä, jolloin erityistilanteissa purkuvirtaus voidaan katkaista kokonaan.



Kuva 25. Esimerkki erotinjärjestelmästä.<sup>17</sup>

## 5.5 Keskitetty hulevesien hallinta yleisillä alueilla

Tonttikohtaisen hulevesien hallinnan lisäksi suunnittelualueella on selkeä tarve yleisien alueiden hulevesijärjestelmille, joilla pystytään tehokkaammin hallitsemaan suurempia hulevesien määriä. Seuraavissa kappaleissa on esitetty ehdotukset keskitetyille hulevesivesijärjestelmille, joiden tarkoituksena on hillitä suunnittelualueen hulevesiverkoston tulvaongelmia.

Kaikista yleisten alueiden hulevesijärjestelmistä tulee laatia jatkosuunnittelussa tarkemmat suunnitelmat ja geotekniset tarkastelut, joissa rakenteiden mitoitukset ja sijainti tarkennetaan. Järjestelmistä on esitetty alustavat mitoitukset.

<sup>17</sup> Wavin Labko Oy

6.6.2016

### 5.5.1 Viivytyispainanne Isometsäntien länsipuoliselle niityalueelle

Rakentamalla Isometsäntien länsipuolelle viivyttävä viherpainanne tai maanalainen viivytyrakenne, voidaan tehokkaasti hallita Kairakadulle pohjoisesta purkavia hulevesivirtaamia. Esimerkiksi noin 900 m<sup>3</sup> viivytystilavuudella, voidaan puolittaa kerran kymmenessä vuodessa toistuvia rankkasadetapahtumien aiheuttamia huippuvirtaamia nykyisessä 500B:ssa, helpottaen samalla Kairankadun verkoston kapasiteettiongelmia.

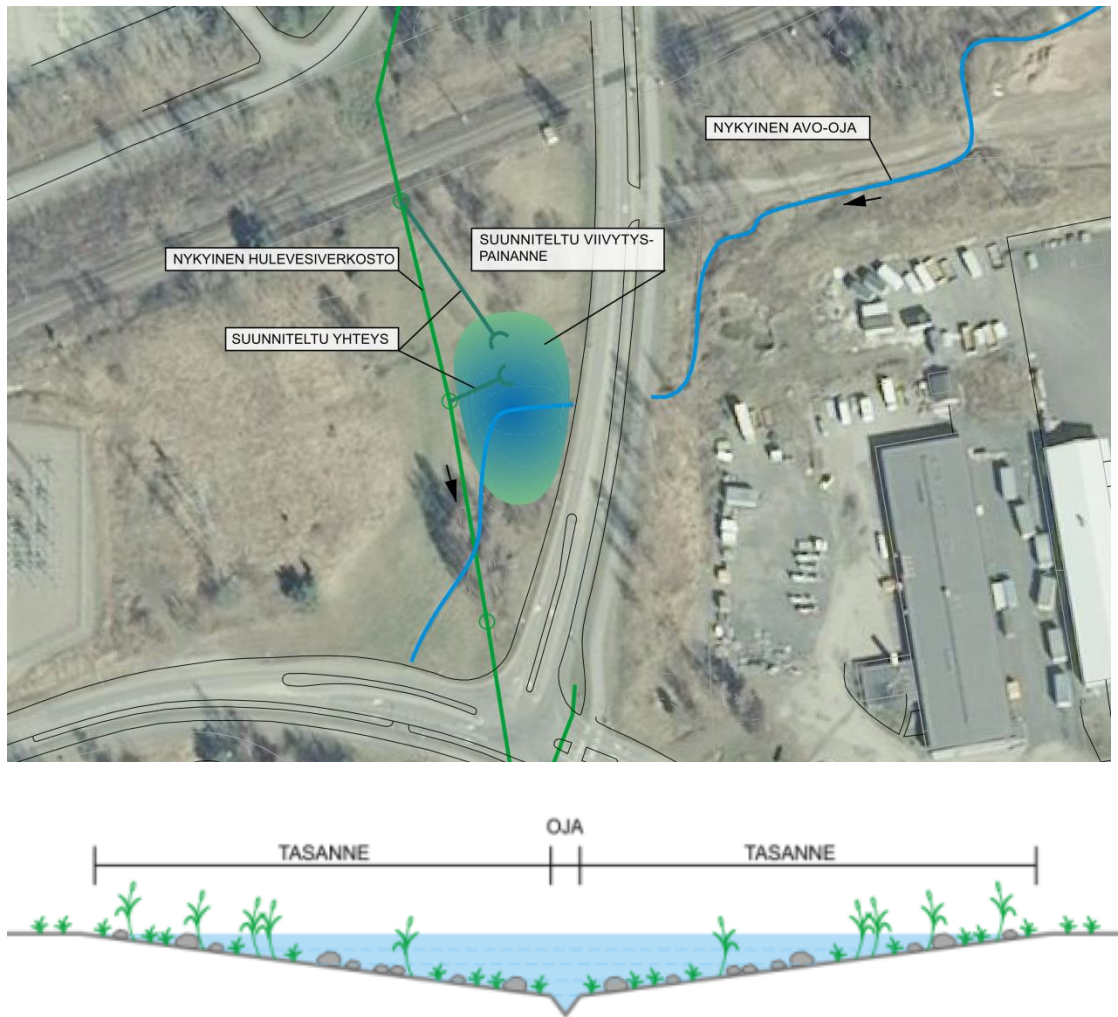
Painanne toimisi tehokkaimmin, jos sen kautta johdetaan pohjoisesta, junaradan pohjoispuolelta laskevan 500B hulevedet. Painanteen pohjassa sijaitseva pienempi purkuputki tyhjentäisi painanteeseen tulevat hulevedet hidastetusti takaisin Kairakadulle johtuvaan 500B hulevesiviemäriin. Tulvatilanteita varten järjestelmässä olisi myös ylivuotorakenne.



**Kuva 24.** Isometsäntien länsipuoliselle niityalueelle ehdotetaan rakennettavan viivyttävä viherpainanne, jonka alustava viivytystilavuus olisi noin 900 m<sup>3</sup>. Painanteen kautta johdettaisiin Isometsäntien alittavan avo-ojan vedet sekä pohjoisesta junaradan pohjoispuolelta laskevan 500B hulevedet. Yllä Google Earth<sup>19</sup> kuva, alempana GoogleStreetView<sup>19</sup> näkymä kohteesta. Nuolilla on osoitettu nykyisen avo-ojan virtaussuunta.



6.6.2016



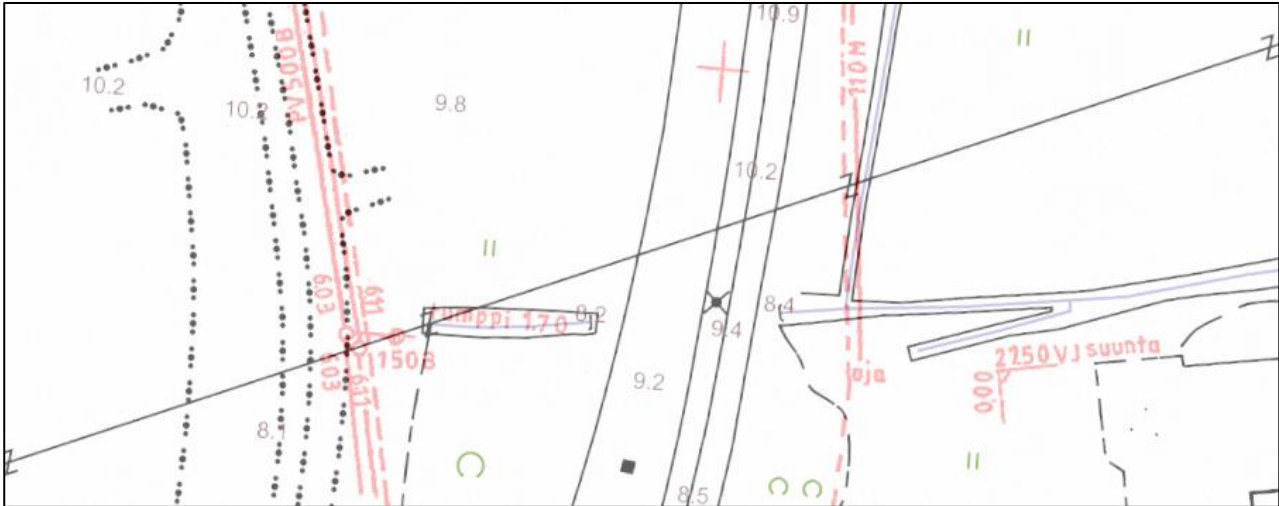
**Kuva 25.** Ylemmässä kuvassa on esitetty periaate viherpainanteen sijainnista ja koosta, alemmassa kuvassa periaate poikkileikkauksesta.

Painanteen läheisyydessä sijaitsee voimalinjat, jotka tulee huomioida mahdollisessa jatkosuunnittelussa. Konsultin muista projekteista saatujen tietojen perusteella viivytysrakenteita ei yleisesti saa sijoittaa voimajohtopylväiden pylvälalalle, joka ulottuu kolmen metrin (3m) päähän pylvään maanpäällisistä perustus- ja harusrakenteista. Viivytysrakenteista hulevedet eivät saa myöskään koskaan tulla niin, että tulvavedet pääsevät valumaan 20 metriä lähemmäksi voimajohtopylväiden pylväs- ja harusrakenteita. Voimalinjan pylvälle on taattava kulkuyhteys niin jalan kuin työkoneella. Jos painanteen rakentaminen edellyttää maavallin rakentamista johtoalueelle, tulee kyseiset suunnitelmat lähettää asianomaisen tahon (Fingrid Oyj) lausunnon antamista varten. Kaikki voimalinjan läheisyydessä maahan upotettavat rakenteet tulee olla sähköä johtamatonta materiaalia, kuten muovia. Metallirakenteiden sijoittaminen linjojen läheisyyteen edellyttää asianomaisen tahon lausunnon pyytämistä kyseisistä suunnitelmista.

Mahdollinen painanne on tässä suunnitelmassa esitetty rakennettavaksi kohtalaisen syväksi (max 1,6m), jotta painanteen tilantarve olisi vähäinen. Riippuen nykyisen avo-ojan korkeusasemasta, painanne on kuitenkin saatavilla

6.6.2016

olleiden tietojen perusteella mahdollista rakentaa loivapiirteisemmäksi ja matalammaksi.



**Kuva 26.** Nykyisen kunnalistekniikan ja voimalinjojen sijainti. Mahdollisessa jatkosuunnittelussa tulee myös huomioida alueen mahdolliset muut maanalaiset rakenteet.

#### 5.5.1.1 Viivyttävän viherpainanteen kasvillisuus

Viherpainanne ehdotetaan rakennettavan nykyisten avo-ojan sekä hulevesiverkoston yhteyteen. Rakenteen periaatteena on kuvan 25 mukaisesti avo-ojan molemmille reunoille laajenevat tasanteet sekä vaiheittainen purkujärjestelmä. Rakenteen toimintaperiaatteena on, että perusvirtaaman aikana tasanne pysyy kuivana ja kasvillisuuden peitossa. Tasanne maisemoidaan esimerkiksi luonnonkivin, kosteikkokasvein sekä heinin. Näin tasanne on tyhjänäkin maisemallisesti siistiä ja vehreitä. Ajoittaisten ylivirtaamien aikaan tasanne täyttyy vedellä ja veden pinta nousee hallitusti avo-ojaa leveämmälle alueelle, kun nykyisen ojan pohjassa sijaitseva pieni rumpuputki padottaa hulevesivirtaamia. Maisemoinnissa käytettävät kasvilajit valitaan siten, että ne kestävät ajoittaista joutumista veteen/vedenpinnan alle. Maisemallisen vehreyden lisäksi kasvillisuus ja maisemakivet pienentävät painanteen eroosiota. Painannetta rakentaessa tulee huomioida maaleikkauksen ulottaminen riittävän syväälle lopullisen pinnan alapuolelle, jotta painanteeseen voidaan tehdä valitun kasvillisuuden edellyttämät rakennekerrokset.

Veden mahdollista imeytyskykyä voidaan tehostaa syventämällä kaivantoa ja tekemällä massanvaihtoa. Tällöin kaivettava painanne täytetään karkealla maaineksella, jonne vedet imeytyvät painanteen pinnalta ja johtuvat edelleen ympäröivään maaperään. Hulevesien varastointi painanteen rakennekerrokseen lisää menetelmän kapasiteettia suhteessa sen tarvitsemaan pinta-alaan ja kasvillisuutta pystyy hyödyntämään painanteen varastoimaa vettä.

Maisemallisen elementin lisäksi viherpainanteen kasvillisuus sekä maaperän suodattavat ominaisuudet auttavat mm. liikenteen epäpuhtauksien poistamisessa. Jos hulevedet johdettaisiin suoraan hulevesiviemäriverkkoon, hulevesien epäpuhtauksia olisi vaikea poistaa ilman suurikokoisia, pitkät viipymät mahdollistavia kosteikkoja.



6.6.2016



**Kuva 276.** Esimerkkejä painanteen rakentamisesta pehmeästi, ympäristöä mukailien.



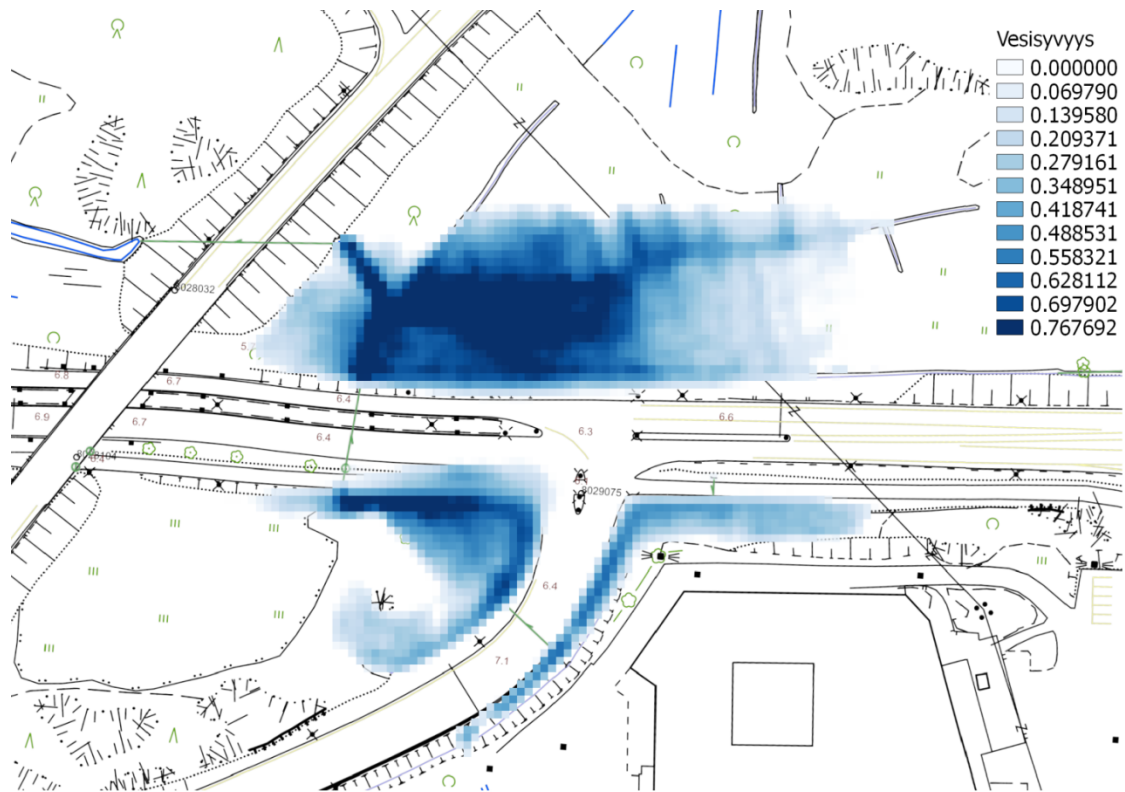
**Kuva 27.** Esimerkkejä painanteen rakentamisesta tiukemmin ja hallitummin.

#### 5.5.2 Hulevesien viivyttäminen Huittistentien ja valtatie 8:n väliselle alavalla alueelle

Harvemmin toistuvia tulvatilanteita voidaan hallita myös hyödyntämällä nykyisiä maanpinnan muotoja. Esimerkiksi Huittistentien ja valtatie 8:n välinen rakentamaton alue on alavaa ja mahdollistaisi tulva-aikaan hulevesien viivyttämistä. Esimerkiksi padottamalla hulevesiä maksimissaan noin 1m syvyiseksi vesipatsaaksi ennen valtatie 8 alittavaa rumpuputkea, voidaan viivyttää hetkellisesti jopa noin 4000 m<sup>3</sup> hulevesiä. Hulevesien padottaminen näin paljon tulee mahdollisessa jatkosuunnittelussa tarkistaa tiepenkereiden teknisen toimivuuden kannalta.

Alueelle on tilaajalta saatujen tietojen mukaan mahdollisesti suunniteltu uutta valtatie 8:n rampin rakentamista. Mikäli rampin rakentaminen toteutuu, on suositeltavaa jättää hulevesille mahdollisuuksien mukaan mahdollisimman paljon tilaa. Alue on lähiympäristön alavinta aluetta, jonne hulevedet luontaisesti leviävät verkoston padottaessa. Mikäli hulevedet joudutaan alueella pääosin putkittamaan ja hulevesien leviämiselle jää vähän tilaa, on mahdollista että esimerkiksi Metallitien hulevesiviemäri padottaa entistä herkemmin.

6.6.2016



**Kuva 28.** Mikäli valtatie 8:n alituksen yhteyteen rakennettaisiin säätöpato, jonka avulla hulevesiä voitaisiin ajoittain padottaa maksimissaan 1m, leviäisi padotetut hulevedet kuvan mukaiselle alueelle. Alueelle padottuva vesimäärä olisi noin 4 000m<sup>3</sup>. Alemmassa kuvassa alueen GoogleStreetView<sup>19</sup> näkymä Huittistentieltä katsottuna.

### 5.5.3 Maanalainen viivytyks Kairakadun ja Hakunintien risteykseen

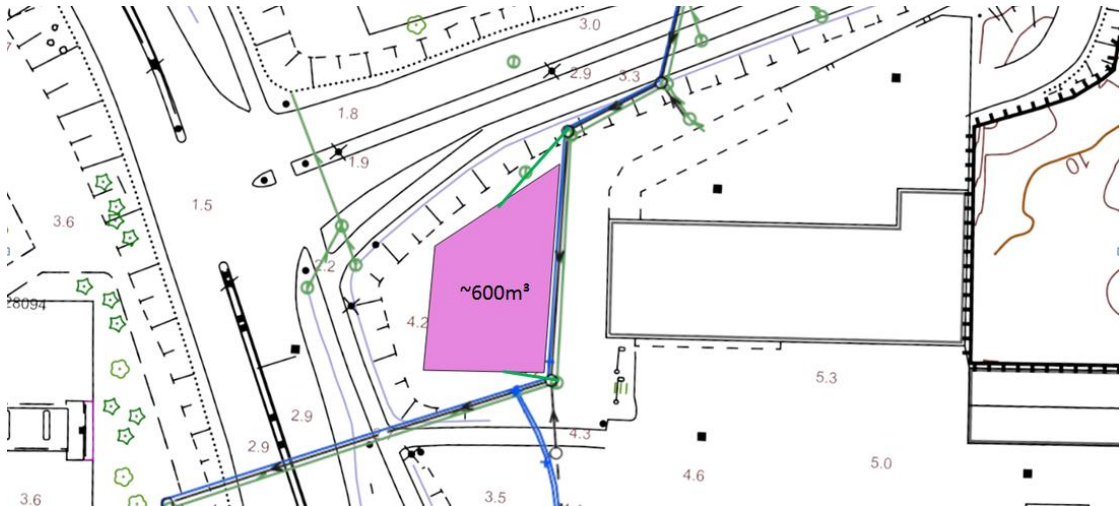
Rakentamalla maanalainen hulevesien viivytyksrakente Kairakadun ja Kaunintien risteuksen läheisyydessä nykyisen hulevesiviemärin yhteyteen, voidaan hidastaa Kairakadun hulevesivirtaamien johtumista Kukonkarinkadun huleveden runkolinjaan ja siten vähentää verkoston padottamista.

Mallinnustuloksien perusteella jo noin 600 m<sup>3</sup> (esim. 2m x 10m x 30m) viivytystilavuus hidastaa hulevesivirtaamia noin 30 minuutilla ja pienentää



6.6.2016

huippuvirtaamia yli 30%:lla. Rakenne mallinnettiin siten, rakenteen pohjassa olisi perusvirtaamille Dn200 purkuputki ja noin 1,6m kennoston vesijuoksusta olisi Dn400 ylivuotoputki, jonka välityskapasiteetti olisi vähintään noin 500 l/s. Maanalainen viivytyksrakenne voi mahdollisuuksien mukaan olla myös isompi, jolloin hulevesivirtaamien viivytyks on tehokkaampaa. Mahdollisen maanalaisen rakenteen alustavaa sijaintia on havainnollistettu kuvassa 29.



**Kuva 29.** Nykyisen hulevesiviemärin yhteyteen ehdotetaan rakennettavan maanalainen viivytyksrakenne, jossa hidastetaan hulevesivirtaamia ennen Kukonkarinkadun runkolinjaa. Kuvassa esitetyn kennoston muoto on viitteellinen, kuvan tarkoituksena on hahmottaa noin 300m<sup>2</sup> suuruisen pinta-alan kokoa. Kennosto olisi noin 2m korkea ja pinta-alaltaan 300 m<sup>2</sup>.



**Kuva 30.** Maanalainen hulevesien viivytyksrakenne vähentäisi Kukonkarinkadun runkolinjan kuormitusta. GoogleStreetView<sup>19</sup> näkymä kohteesta.

## 5.6 Viivytyksjärjestelmien vaikutus verkoston toimintaan

Taulukossa 2 on havainnollistettu ehdotettujen hulevesijärjestelmien vaikutusta verkoston tulvimiseen. Tarkastelussa käytettiin tulvimisen muutosta vertailuarvona, johtuen siitä että mallinnustuloksien perusteella mallinnetun alueen (Kuva 11) verkosto tulvii jo tilassa kohtalaisen voimakkaasti usein toistuvilla rankkasateilla. Koska mallinnukseen ja sen lähtötietoihin sisältyi epävarmuuksia, on tulokset esitetyt prosentteina, jolloin eri ratkaisuvaihtoehtojen

6.6.2016

suhteellinen vaikutus ilmenisi selkeimmin. Hulevesimallinnuksen epävarmuuksista huolimatta tulokset antavat hyvän kokonaiskuvan ei ratkaisujen kokonaisvaikutuksesta verkoston käyttäytymiseen.

**Taulukko 2.** Ehdotettujen hulevesiratkaisujen laskennallinen vaikutus verkoston tulvimiseen. Taulukon tuloksista voidaan havaita että tulevan tilanteen (Ei toimenpiteitä) suhteellinen muutos verkoston laskennalliseen tulvimiseen vähenee sateiden toistuvuuksien harvinaistuessa. Tämä johtuu siitä, että mitä harvinaisempia sateita mallinnetaan sitä herkemmin verkosto tulvii myös nykytilanteessa. Samoin hulevesien viivytyrakenteiden vaikutus tulvimisen vähentämiseen pienenee toistuvuuksien harvinaistuessa johtuen siitä että harvinaisemmilla sadetapahtumilla järjestelmät menevät herkemmin ylivuotoon. Tulokset on laskettu 60 minuutin pituisille sadetapahtumille, koska verkosto laskennallisesti tulvii kyseisen pituisilla sateilla eniten.

Toistuvuus	Verkoston suhteellinen tulviminen. Nykytilanteen mukainen laskennallinen tulviminen on 100%			
	Nykytilanne	Tuleva tilanne (Ei toimenpiteitä)	Tuleva tilanne (Alueellinen viivytys kappaleiden 5.4.1 ja 5.4.2 mukaisesti)	Tuleva tilanne (Alueellinen viivytys kappaleiden 5.4.1, 5.4.2, 5.4.3 mukaisesti + tonttikohtainen viivytys uudisrakentamiseen)
1/1a	100 %	381 %	270 %	13 %
1/5a	100 %	196 %	127 %	77 %
1/10a	100 %	186 %	125 %	108 %

## 5.7 Tulvareitit ja tulvavesien hallinta

Hulevesien vähentämisen, viivyttämisen ja perinteisen johtamisen lisäksi on suunniteltava erityistilanteita varten hulevesien tulvareitit. Niillä turvataan hulevesien hallittu johtaminen ja rakenteiden kuivana pysyminen tilanteissa, joissa hulevesien johtamisreittien ja hallintamenetelmien kapasiteetti ylittyy.

Tonttien pihojen kaltevuudet tulee suunnitella siten, että valumasuunnat ovat poispäin rakennuksista ja kaltevuudet riittävät hulevesien sujuvaan pintajohtamiseen. Hulevesien tonttikohtaisista maanalaisista ja maanpäällisistä viivytyksen menetelmistä tulee olla riittävät ja yhtenäiset tulvareitit katualueen hulevesiviemäriverkkoon. Tilanteissa, joissa hulevesiviemäriverkon kapasiteetti on ylittynyt, katualue toimii tulvareittinä.

Myös suunnitelluista hulevesien viivytysohjeista ja muista rakenteista tulee olla hallitut ylivuotoreitit tulvatilanteita varten. Ylivuodon tarkoituksena on estää hallintajärjestelmän hallitsematon tulviminen esimerkiksi sen yläpuoliseen verkostoon ja rakennusten salaojiin asti.

Suunnittelualueen päävaluma-alueella ei ole varsinaisia erillisiä tulvareittejä, joita pitkin hulevedet voidaan johtaa poikkeustilanteissa normaalien hulevesin virtausreittien ohitse. Tulvareitteinä toimivat lähtökohtaisesti katuja alempana sijaitsevat ojareunat, jonne hulevedet luonteisesti kertyvät tulvatilanteissa. Katualueella tulvareittejä voidaan muodostaa myös käyttämällä yhtenäisiä reunakiveyksiä, jolloin hulevedet pysyvät tiettyyn rajaan asti katualueella. Soveltuvista kohdista hulevedet voidaan purkaa reunakiveysten aukoista yleisille alueille, joissa hulevedet eivät aiheuta aineellisia vahinkoja eivätkä haittaa alueiden käyttöä muuten kuin hetkellisesti. Esimerkiksi Metallitiellä on rakennettuna yhtenäiset reunakiveykset, jotka pitävät poikkeustilanteessa tulvavedet katualueella.



6.6.2016



**Kuva 31.** Metallitien yhtenäiset reunakivet pitävät poikkeustilanteissa tulvavedet katualueella. GoogleStreetView<sup>16</sup> näkymä kohteesta.

## 6 HULEVESIEN HALLINTAJÄRJESTELMIEN TOIMINTA JA MITOITUS

Suunnittelualueella hulevesien hallinta esitetään jakautuvan tontti- tai korttelikohtaiseen hallintaan ja yleisellä alueella tehtävään hulevesien hallintaan, joilla on järjestelmänä erilaiset mitoitusperusteet ja tehtävät. Olennaista on ymmärtää, että hulevesien laadun hallinta tulee tehdä mahdollisimman lähellä hulevesien syntypaikkaa, jolloin vesimäärät ovat vielä suhteellisen pieniä ja hallintajärjestelmät voivat olla pienimuotoisia. Lisäksi hulevesien määrää tulee rajoittaa syntypaikalla yleisimmillä sateilla, mutta tämän jälkeen määrän hallinta on kustannustehokkainta keskitetyissä, yleisellä alueella sijaitsevissa maanpäällisissä järjestelmissä.

### 6.1 Tonttikohtaiset viivytyjärjestelmät

#### 6.1.1 Viivytyksvaatimus

Tonttikohtaisien järjestelmien mitoituksessa päädyttiin mallinnustuloksien perusteella esittämään täydennysrakentamisen alueilla 1 m<sup>3</sup>/ 100 vettä läpäisemätöntä pintaneliometriä kohden. Viivytyksvaatimus on tyypillinen kuntien käyttämä korttelikohtainen viivytyksvaatimus ja se vastaa 10 mm sademäärän viivyttämistä, eli noin kerran viidessä vuodessa toistuvaa 15 min pituista sadetapahtumaa.

Tyypillisesti korttelikohtaisen hulevesirakenteen tulee tyhjentyä viimeistään 12 h tunnin kuluttua täyttymisestäään, jotta viivytystilavuus olisi käytettävissä seuraavalla sadetapahtumalla.

#### 6.1.2 Tyhjentymisaika

Sallitun tyhjentymisaajan (12 h) lisäksi hulevesirakenteella suositellaan olevan myös minimityhjentymisaika, jotta rakenne olisi aidosti viivyttävä. Hulevesirakenteille olisi siis suositeltavaa ehdottaa aikaraja, joka viivytyksrakenteen tyhjentymiseen tulisi kulua. Aikaraja ei saa kuitenkaan olla kohtuuttoman pitkä, koska jos hulevesirakenteiden purku toteutetaan putkijärjestelmällä, johtaisi pitkä viivytyksvaatimus erittäin pieniin purkuputkiin viivytystilavuudeltaan pienikokoisien rakenteiden osalta. Liian pienet purkuputket ovat puolestaan tukkeutumisherkkiä ja edellyttävät näin ollen todennäköisesti huomattavasti enemmän kunnossapitoa ja huoltoa.

6.6.2016

Toteuttaessa viivytyrakenteiden purkujärjestelmä esimerkiksi purkuputken avulla, voidaan putken minimikoon katsoa olevan DN 200, joka 5 %o pituuskaltevuudella välittää noin 18 l/s, eli 65 m<sup>3</sup>/h (PP-putki, Colebrook karkeuskerroin 0,25 mm<sup>18</sup>). Suunnittelualueelle suunniteltujen korttelikohtaisten viivytyjärjestelmien alustavat viivytystilavuudet ovat keskimäärin noin 50 - 100 m<sup>3</sup> luokkaa, eli tyhjenisivät noin 1 - 2 tunnissa edellä mainituilla purkurakenteilla.

Hulevesijärjestelmien purkurakenteita voidaan toteuttaa myös muilla järjestelmin kuten suodattavilla murskepadoilla, salaojituksella tai pohjapadoilla, joissa hulevesien virtaus on todennäköisesti heikompa purkuputkeen verrattuna. Myös 5 %o purkuputken välityskapasiteetti on todellisuudessa suurempi järjestelmän täyttyessään, kun veden hydraulinen gradientti muuttaa virtauksen paineelliseksi. Esimerkki kuitenkin havainnollistaa likimääräisesti kuinka nopeasti viivytyjärjestelmät tyhjentyvät täyttyessään, jos purkujärjestelmä toteutetaan purkuputkella. Vaihtoehtoisesti purkurakenteet kuten pohjapadot voidaan usein toteuttaa niin, että hulevesien viivytyrakenteet tyhjentyy purkuputkeen verrattuna huomattavasti hitaammin. Kaavamääräyksissä käytettävä hulevesirakenteiden minimityhjentymisaika tulisi kuitenkin olla kaikenlaisiin järjestelmiin yleistettävissä, riippumatta siitä minkälainen hulevesien purkuratkaisu järjestelmässä on.

1 - 2 tunnin vähimmäisviivyty korttelikohtaisissa hulevesijärjestelmissä tarjoaa huomattavan viivytyvaikutuksen kortteleilta poistuviin hulevesivirtaamiin, sillä korttelialueiden huippuvirtaamat ilmenevät tyypillisesti lyhytkestoisilla, noin 10-15 min pituisilla rankkasateilla. Näin ollen 1 - 2h viivytyvaatimuksella saavutettaisiin hulevesien huippuvirtaaman muodostuminen karkeasti noin 4 - 8 kertaa pidemmällä ajalla.

Asettamalla korttelikohtaisille viivytyjärjestelmille 1 - 2 h aikaraja, jonka aikana täyttynyt järjestelmä ei saa kokonaan tyhjentyä, varmistetaan että rakennettavat hulevesijärjestelmät ovat aidosti viivyttäviä. Viivytyjärjestelmissä tulee kuitenkin aina olla myös ylivuotojärjestelmä, jolla estetään rakenteiden vaurioituminen tai tulvavesien johtuminen rakennettuun ympäristöön poikkeustilanteiden aikana.

## 6.2 Ehdotukset kaavamääräyksille

### Tonttikohtainen hulevesien hallinta

*Vettä läpäisemättömiltä pinnoilta tulevia hulevesiä tulee viivyttää alueella siten, että viivytyspainanteiden, -altaiden tai -säiliöiden mitoitustilavuuden tulee olla yksi kuutiometri jokaista sataa vettä läpäisemätöntä pintaneliometriä kohden. Määräys koskee vain kokonaan uutta rakentamista sekä laajennusrakentamista. Viivytyspainanteiden, -altaiden tai -säiliöiden tulee tyhjentyä 12 tunnin kuluessa täyttymisestään ja niissä tulee olla suunniteltu ylivuoto.*

### Maanalainen viivyty Kairakadun ja Hakunintien risteykseen

*Sijainniltaan ohjeellinen alueelliselle hulevesijärjestelmälle varattu alueen osa, jonka kautta johdetaan ja viivytetään hulevesiä.*

### Viivytyspainanne Isometsäntien länsipuoliselle niittyalueelle

*Sijainniltaan ohjeellinen alueelliselle hulevesijärjestelmälle varattu alueen osa, jonka kautta johdetaan ja viivytetään hulevesiä.*

<sup>18</sup> Uponor, 2007. Sadevesijärjestelmä PP

6.6.2016

### Lukkovaheen itäpuolisen avo-ojan ympäristö

*Sijainniltaan ohjeellinen alueelliselle hulevesijärjestelmälle varattu alueen osa, jonka kautta johdetaan ja viivytetään hulevesiä.*

### Huittistentien ja valtatie 8:n välinen alue

*Sijainniltaan ohjeellinen hulevesien ajoittaiselle tulvimiselle varattu alueen osa.*

### Tontit, joissa on riski muodostua poikkeuksellisen likaisia hulevesiä

*Mikäli tontin toiminta tuottaa poikkeuksellisen likaisia hulevesiä, tulee tontilta keraantuvasta hulevedestä on erottaa oljy, hiekka ja roskat. Huleveden käsittely tulee mitoittaa vähintään 10mm/10min minsateelle. Hulevedet saa laskea purkuojaan vain naytteenottokaivon kautta.*

## **7 HULEVESIEN KANNALTA SUOSITELTAVIA ALUEITA SÄILYTTÄÄ RAKENTAMATTOMINA**

### **7.1 Huittistentien ja valtatie 8:n välinen alue**

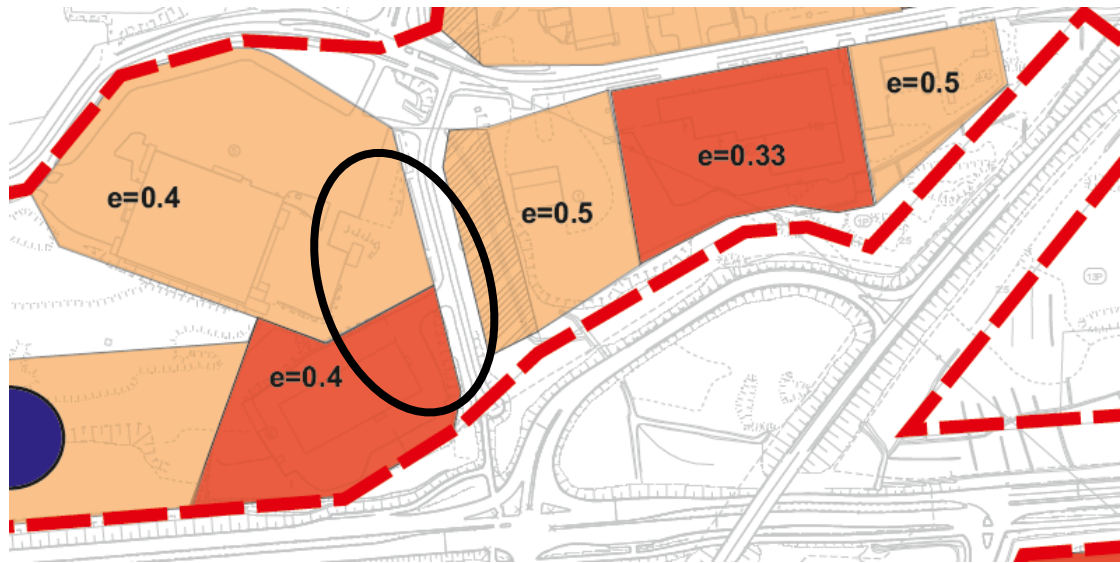
Alueella on tilaajalta saatujen tietojen perusteella varaus uudelle Huittistentien ja valtatie 8:n väliselle rampille. Hulevesien hallinnan kannalta rampin rakentaminen todennäköisesti lisää alueen tulvaongelmia, sillä alueen alava maasto todennäköisesti toimii todennäköisesti jo nykyiselläänkin hulevesiä viivyttävä tulva-alueena, jossa tulvivat saavat levitä ympäröivään maaston aiheuttamatta ongelmia rakennetussa ympäristössä. Lisäksi alueella olisi kappaleen 5.5.2 mukaisesti mahdollisuus padottamalla viivyttää hulevesivirtaamia.

### **7.2 Lukkovaheen itäpuolisen avo-ojan ympäristö**

Lukkovahea itäpuolisen avo-ojan lähiympäristöön on maankäyttösuunnitelmien perusteella mahdollista tulla täydennysrakentamista. Alueen oja vastaanottaa kappaleessa 7.2 esitettyjen mallinnustulosten perusteella Kairakadun ajoittaisi tulvavesiä. Toisin sanoen Kairakadun hulevesiviemäri padottaa hulevesiä ja padottuvat vedet purkautuvat Lukkovahan itäpuoliseen avo-ojaan.

Mikäli avo-ojan lähiympäristö rakennetaan umpeen ja avo-oja esimerkiksi putkitetaan, siirtyy tulviminen helpommin Kairakadulle samalla kun takaisin takaisinvirtausta esiintyy todennäköisesti edelleen Lukkovaheen itäpuolella ja Huittistentien ja valtatie 8:n välisellä alueella.

6.6.2016

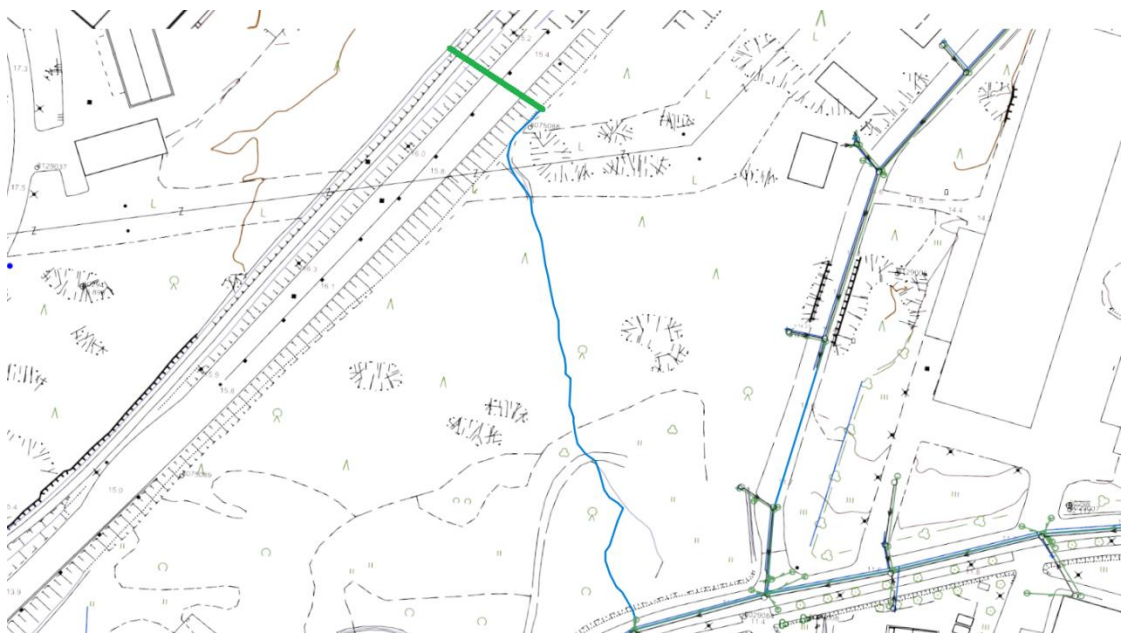


**Kuva 32.** Lukkovaheen itäpuolisen avo-ojan yhteyteen esitetty täydennysrakentamisen alue (musta ympyrä)

### 7.3 Muita täydennysrakentamisessa huomioitavia asioita

MML:n 2mx2m korkeusmallin perusteella Metallintien pohjoispuolella sijaitsee todennäköisesti avo-oja, joka kerää vesiä valtatie 8 pohjoispuolelta. Ojan metsäinen valuma-alue on noin 7,5 ha, eli verrattain pieni. Ojan huippuvirtaamat esiintyvät todennäköisesti lumien sulaessa ja kerran 10 vuodessa toistuvan kevätylivalunnan aikaan ojan purkuvirtaama on vain noin 25 l/s.

Oja suositellaan mahdollisuuksien mukaan säilytettävän, mutta tarvittaessa ojalle voidaan rakentaa uusi vaihtoehtoinen purkureitti tontilla. Ojaa on havainnollistettu kuvassa 33.





6.6.2016



**Kuva 33.** Valtatie 8 alittava rumpuputken likimääräinen sijainti kantakartalla (arvioitu korkeusmallin perusteella) ja kuvat ojasta ja rumpuputkista GoogleStreetView -näkyvässä<sup>19</sup>.

## 8 RAKENTAMISEN AIKAINEN HULEVESIEN HALLINTA

### 8.1 Hulevesien laatuun liittyvät riskit

Rakentamisen aikaiset hulevedet ovat poikkeuksetta laadultaan huonoja, koska hulevesiin huuhtoutuu mm. häiriintyneistä maakerroksista runsaasti kiintoaineista. Ilman hallintaa tästä aiheutuva tilapäinen kiintoainekuormitus voi nousta haitallisemmaksi kuin valmiin alueen aiheuttama pitkäaikainen kuormitus. Kiintoainekuormituksen lisäksi muita ympäristöä kuormittavia päästöjä ovat mm. työmaakoneiden mahdolliset öljy- ja polttoainepäästöt, roskat ja mahdolliset ympäristön kannalta haitalliset kemikaalit kuten maalit ja liuottimet.

### 8.2 Hulevesien määrään liittyvät riskit

Rakentamisen aikana hulevesien määrä on harvoin yhtä suuri kuin lopullisessa tilanteessa, koska suurin osa pinnoista on rakentamisen aikana avoimia ja imeytyminen maaperään on ainakin jossain määrin mahdollista. Hulevesien määrään liittyvät ongelmat ilmenevätkin lähinnä runsaana lammikoitumisena, koska sedimenttipitoisia vesiä ei ole suositeltavaa johtaa suoraan maastoon tai purkuvesistöön.

### 8.3 Rakentamisen aikaisen hulevesien hallinnan periaatteet

Hulevesien käsittely on suositeltavaa järjestää erillään lopullisen tilanteen hulevesien hallintajärjestelmästä, koska niitä ei todennäköisesti pystytä rakentamaan niin etupainotteisesti, että ne olisivat käyttökunnossa muun rakentamisen aikana. Lisäksi rakennusvaiheen runsas kiintoainehuuhtouma voi tukkia rakennetun

<sup>19</sup> GoogleStreetView.2015

6.6.2016

---

hulevesijärjestelmän. Rakentamisen aikaisia hulevesiä ei tule viivyttää ja käsitellä esimerkiksi maanalaisilla hulevesikennostoilla tai kaivannoilla, koska ne tukkeutuvat helposti. Rakentamisen aikaisten hulevesien viivytysalueiden ei tule olla suoraan yhteydessä hulevesiviemäriverkkoon, vaan vesille tulee olla erilliset järjestelmät.

Rakentamisen aikaisten hulevesien hallintaratkaisujen tulee olla toiminnaltaan yksinkertaisia, toimintavarmoja ja sijoitettavissa siten, että ne eivät häiritse käytännön toteutusta. Suurien tilapäisten altaiden kaivamista tulee välttää, koska kaivutöistä aiheutuu enemmän kiintoainekuormitusta, kuin niiltä alueilta, joiden vesiä järjestelmän tulisi lopulta käsitellä. Tästä johtuen rakentamisen aikaisten hulevesien käsittelyssä tulisi hyödyntää mahdollisimman paljon myöhemmissä vaiheissa rakennettavia tai tyhjiä tontteja, joilla hulevesien on mahdollista imeytyä osittain maaperään ja suurin kiintoainekasa saadaan laskeutettua. Kasvillisuus tehostaa imeytymistä ja kiintoainekasan laskeutusta sekä ehkäisee eroosiota.

#### **8.4 Suunnittelualueen rakentamisen aikainen hulevesien hallinta**

Suunnittelualueen sisällä rakentamisen aikaisien hulevesien hallinnalle on tarjolla kohtalaisen vähän tilaa. Mikäli rakentamisen aikaiset hulevedet johdetaan tehokkaasti käsittelemättöminä hulevesiviemäriin, johtuu rakentamisen aikana irronnut kiintoainekasa tehokkaasti hulevesien mukana alajuoksulle. Rakentamisen aikaisien vesien johtamista suoraan hulevesiviemäriin tulee siis välttää.

Suunnittelualueen todennäköisen tilanpuutteen vuoksi esitetään että rakentamisen aikaisia hulevesiä käsitellään hajautetusti tonteille sijoittuvilla pienillä laskeutuspainanteilla ja suodatuksen avulla, joka voidaan toteuttaa esimerkiksi hiekka- tai kangassuodatuksella. Suodatus voidaan toteuttaa myös keskitetysti esimerkiksi vaihtolavan/-lavojen sisään rakennettavalla suodattimella. *Kuvassa 34* on havainnollistettu auton vaihtolavalle rakennettua "konttiselkeytintä". Vaihtoehtoisesti hulevesiä voidaan suodattaa uusien hulevesiviemärikaivojen yhteyteen asennettavilla suodatinkankailla. Suodatinkankaita käytettäessä tulee huomioida kankaiden säännöllinen puhdistamistarve.

6.6.2016



Kuva 34. Esimerkkikuva konttiselkeyttimestä.<sup>20</sup>

## 8.5 Rakentajan suunnitelma rakentamisen aikaisten hulevesien hallinnasta

Pääpaino ja velvollisuus rakentamisen aikaisten hulevesien käsittelystä on usein rakentajilla. Rakentajilta voidaan näin ollen edellyttää erikseen rakentamisen aikaisten hulevesien sekä lopullisen tilanteen hulevesien hallintasuunnitelmia. Kaupunki voi velvoittaa rakentajia osoittamaan suunnitelmissaan kuinka varmistetaan että rakentamisen aikaiset hulevedet eivät aiheuta haittaa vesistöille tai muulle ympäristölle ja rakenteille. Hulevesisuunnitelmat voidaan asettaa hyväksyttäväksi kaupungin viranomaisella ennen töiden aloittamista. Lisäksi ennen rakentamisen aikaisten hulevesien käsittelyjärjestelmien rakentamista voidaan järjestää katselmus, missä käydään läpi tontin hulevesiasiat ja tontille annetaan lupa järjestelmien rakentamiselle.

## 9 YHTEENVETO

### *Lähtökohdat*

Suunnittelualan päävaluma-alue on hyvin pitkälti rakennettua ympäristöä, joka sisältää huomattavan määrän vettä läpäisemätöntä asfaltti ja kattopintaa. Suunnittelualueella ja sen lähiympäristössä ei sijaitse luonnonsuojellisesti arvokkaita alueita. Päävaluma-alueen itäosassa sijaitseva vesistö toimii metsäteollisuuden raakavesikanavana, minkä vuoksi hulevesiä ei tässä suunnitelmassa esitetä johdettavan itään.

<sup>20</sup> Riipinen, M. 2013. Vesien käsittely työmailla – valvontaa ja ohjeistusta Helsingissä.



6.6.2016

Mallinnustuloksien perusteella hulevesiverkoston heikko välityskapasiteetti aiheuttaa nykyäänkin padotusta jo usein toistuvilla sadetapahtumilla ja mallinnustulosten perusteella verkostossa ilmenee usein tulvimista. Laskennallisesti koko valuma-alueen hulevesiverkoston tulviminen on voimakkainta noin tunnin pituisilla rankkasadetapahtumilla.

### ***Maankäytön aiheuttamat muutokset ja niiden hallinta***

Tulevan maankäytön myötä suunnittelualueen päävaluma-alueen vettä läpäisemättömien pintojen kokonaismäärä kasvaa noin 15%:lla. Tämä tarkoittaa esimerkiksi 19mm sadetapahtumalla noin 25% kasvua valumakertoimessa. Muutos on maltillinen johtuen suunnittelualueen ennestään tiivistä maankäytöstä. Muutokset vettä läpäisemättömien pintojen kasvussa eivät ole kuitenkaan tasaisia, vaan ne jakautuvat eri tavalla eri osavaluma-alueille riippuen mahdollisen lisärakentamisen määrästä.

Suunnittelualueelle esitetään monivaiheista ja hajautettua hulevesien hallintajärjestelmää, jolla tavoitellaan sekä hulevesien laadun että määrän tehokasta hallintaa. Lisäksi tavoitteena on kannustaa luonnonmukaisten, maanpäällisten ja esteettisesti miellyttävien ratkaisujen käyttöön. Hulevesien hallinta esitetään alkavan hajautetusti hulevesien syntypaikalta, tonttien sisältä, ja päättyvän yleisillä alueilla sijaitseviin keskitettyihin hulevesien hallintajärjestelmiin, joissa hulevesien määrälliselle hallinnalle on enemmän tarjolla tilaa.

### ***Tonttikohtainen hulevesien hallinta***

Tonttikohtaisien järjestelmien mitoituksessa päädyttiin mallinnustuloksien perusteella esittämään täydennysrakentamisen alueilla 1 m<sup>3</sup>/ 100 vettä läpäisemättömä pintaneliometriä kohden. Tonttikohtaisesta hulevesien hallinnasta on annettu esimerkkejä tässä raportissa.

### ***Yleisien alueiden hulevesijärjestelmät***

Rakentamalla maanalainen hulevesien viivytyksrakente Kairakadun ja Kaunintien risteyksen läheisyydessä nykyisen hulevesiviemärin yhteyteen, voidaan hidastaa Kairakadun hulevesivirtaamien johtumista Kukonkarinkadun huleveden runkolinjaan ja siten vähentää verkoston padottamista. Mallinnustuloksien perusteella jo noin 600 m<sup>3</sup> (esim. 2m x 10m x 30m) viivytystilavuus hidastaa hulevesivirtaamia noin 30 minuutilla ja pienentää huippuvirtaamia yli 30%:lla.

Lukkovaheen itäpuolista avo-ojaa olisi mahdollista hyödyntää tehokkaamminkin hulevesien hallinnassa leventämällä avo-ojaan tulvatasanne.

Isometsäntien länsipuolelle olisi mahdollista rakentaa viivyttävä viherpainanne tai maanalainen viivytyksrakente, jolla voidaan tehokkaasti hallita Kairakadulle pohjoisesta purkavia hulevesivirtaamia. Esimerkiksi noin 900 m<sup>3</sup> viivytystilavuudella, voidaan puolittaa kerran kymmenessä vuodessa toistuvia rankkasadetapahtumien aiheuttamia huippuvirtaamia nykyisessä 500B:ssa, helpottaen samalla Kairankadun verkoston kapasiteettiongelmia.

Harvemmin toistuvia tulvatilanteita voidaan hallita myös hyödyntämällä Huittistentien ja valtatie 8:n välistä rakentamatonta aluetta, joka on alavaa ja mahdollistaisi tulva-aikaan hulevesien viivyttämistä. Alueelle on tilaajalta saatujen tietojen mukaan mahdollisesti suunniteltu uutta valtatie ramppeja. Mikäli rampin

6.6.2016

---

rakentaminen toteutuu, on suositeltavaa jättää hulevesille mahdollisuuksien mukaan mahdollisimman paljon tilaa. Alue on lähiympäristön alavinta aluetta, jonne hulevedet luontaisesti leviävät verkoston padottaessa.

### ***Rakentamisen aikaisien hulevesien hallinta***

Suunnittelualan todennäköisen tilanpuutteen vuoksi esitetään että rakentamisen aikaisia hulevesiä käsitellään hajautetusti tonteille sijoittuvilla pienillä laskeutuspainanteilla ja suodatuksen avulla, joka voidaan toteuttaa esimerkiksi hiekka- tai kangassuodatuksella. Suodatus voidaan toteuttaa myös keskitetysti esimerkiksi vaihtolavan/-lavojen sisään rakennettavalla suodattimella. Vaihtoehtoisesti hulevesiä voidaan suodattaa uusien hulevesiviemärikaivojen yhteyteen asennettavilla suodatinkankailla. Suodatinkankaita käytettäessä tulee huomioida kankaiden säännöllinen puhdistamistarve.

### ***Ohjeet jatkosuunnitteluun***

Maankäyttösuunnitelmien tarkentuessa tässä hulevesien hallinnan yleissuunnitelmassa esitetyjä ratkaisuja tulee tarkentaa. Hulevesien hallintajärjestelmistä tulee laatia tarkennetut rakennussuunnitelmat, joissa järjestelmien yksityiskohtainen sijoittuminen ja mitoitus tarkennetaan.

## **FCG Suunnittelu ja Tekniikka Oy**

Tarkastanut: Eeva-Riikka Bossmann  
projektipäällikkö, dipl.ins.

Laatinut: Pekka Raukola  
projektipäällikkö, dipl.ins.

Tiina Puska  
maisemasuunnittelijana, miljöösuunnittelija