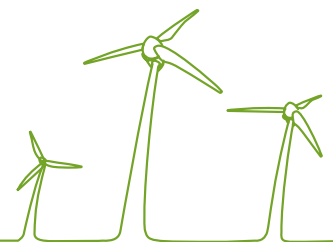


TAMPEREEN KAUPUNKI

## Raitiotien varikkoalueen asemakaavan nro 8600 viitesuunnitelman hulevesiselvitys

Loppuraportti, päivitys 17.12.2015



17.12.2015

**Sisällysluettelo**

1	JOHDANTO .....	1
1.1	Projektin organisaatio .....	1
1.2	Käsitteitä .....	1
2	SUUNNITTELUALUE JA SEN NYKYTILANNE .....	2
2.1	Maankäyttö .....	2
2.2	Topografia ja maaperä .....	2
2.3	Valuma-alueet ja vesistöt .....	3
2.3.1	Houkanoja .....	3
2.3.2	Tauskonoja (Ahvenisjärven laskuoja) .....	3
2.3.3	Lähteet .....	4
2.4	Luontoarvot .....	5
3	SUUNNITELLUN MAANKÄYTÖN HYDROLOGISET VAIKUTUKSET .....	5
3.1	Vaikutukset alueen kosteustasapainoon ja vedenjakajiin .....	6
3.2	Vaikutukset alueen hulevesien määrään ja laatuun .....	6
4	HULEVESIEN HALLINTATOIMENPITEIDEN SUUNNITTELU .....	8
4.1	Raitiotievarikon hulevesien hallinta .....	9
4.1.1	Hulevesien muodostumisen vähentäminen .....	9
4.1.2	Hulevesien viivyttäminen .....	11
4.2	Teollisuustonttien hulevesien hallinta .....	14
4.3	Tauskonojan (Ahvenisjärven laskuojan) siirtäminen .....	14
4.4	Porraskorvenojan siirto tontilla 7083 .....	16
4.5	Rakentamisen aikaisten hulevesien hallinta .....	16
4.5.1	Hulevesien laatuun liittyvät riskit .....	16
4.5.2	Hulevesien määrään liittyvät riskit .....	17
4.5.3	Rakentamisen aikaisen hulevesien hallinnan periaatteet .....	17
4.5.4	Suunnittelualueelle soveltuvat hallintamenetelmät .....	17
5	HALLINTAJÄRJESTELMIEN TOIMINTA JA MITOITUS .....	17
5.1	Tauskonojan siirtäminen/putkittaminen .....	17
5.2	Varikkoalueella toteutettava hulevesien hallinta .....	18
5.2.1	Viivytyjärjestelmien mitoitus .....	18
5.2.2	Maanalaisten viivytyjärjestelmien vaikutus hulevesien huippuvirtaamiin .....	19
5.2.3	Teollisuustonttien hulevesien hallinta .....	20
5.3	Yhteenveto .....	20
6	VAIKUTUKSET ETUHAANPUISTON LÄHTEESEEN .....	20
7	KUSTANNUSARVIO .....	22
8	ALUSTAVAT GEOTEKNISET ARVIOT TAUSKONOJAN SIIRTÄMISESTÄ JA PUTKITTAMISESTA .....	23

17.12.2015

8.1	Nykyiset pohjaolosuhteet.....	23
8.2	Varikon perustaminen maanvaraisena massanvaihtoa hyödyntäen.....	23
8.3	Varikon perustaminen paalulaatalle.....	23
9	YHTEENVETO .....	24
9.1	Valuma-alueet ja luontoarvot .....	24
9.2	Suunniteltu maankäyttö ja sen vaikutukset hulevesiin.....	24
9.3	Hulevesien hallinta raitiotievarikon alueella .....	25
9.4	Tauskonojan siirtäminen/putkittaminen .....	25
9.5	Teollisuustonttien hulevesien hallinta.....	26
9.6	Rakentamisen aikaisten hulevesien hallinta .....	26
9.7	Vaikutukset Etuhaanpuiston lähteeseen .....	26
10	SUOSITUKSET JATKOSUUNNITTELUUN .....	27

**Liitteet**

LIITE 1	VHT-P26458-201	Valuma-aluekartta	1:10 000	17.12.2015
LIITE 2	VHT-P26458-202	Yleissuunnitelmapartta	1:1000	17.12.2015

Kansikuva: MML. 2015. Ortoilmakuva

17.12.2015

---

## Raitiotien varikkoalueen asemakaavan nro 8600 viitesuunnitelman hulevesiselvitys

### 1 JOHDANTO

Työssä on laadittu Tampereen raitiotien Hervannan varikkoalueelle hulevesisuunnitelma asemakaavan nro 8600 viitesuunnitelman pohjalta. Työn tavoitteena on ollut tarkastella muuttuvan maankäytön vaikutuksia hulevesien muodostumiseen. Työssä arvioidaan hulevesien hallinnan tarvetta ja esitetään tarvittavat hulevesien hallintaratkaisut. Lisäksi työssä on esitetty tavoitteet rakentamisen aikaiselle hulevesien hallinnalle.

Tämän työn suunnittelualue käsittää asemakaavan nro 8600, jonka lisäksi lähiympäristöstä muodostuvat hulevedet on huomioitu tarvittavilta osin laajemmaltakin alueelta. Tämä työ on osaselvitys samaan aikaan tekeillä olevan Tampereen raitiotien, Hervannan varikon viitesuunnitelman laadinnassa. Työn yhteydessä laadittu myös varikkoalueen ympäristön viheralueiden<sup>1</sup> yleissuunnitelma, jossa on myös esitetty suunnittelualueen hulevesiratkaisuja.

#### 1.1 Projektin organisaatio

Hulevesiselvitys on tehty konsulttityönä FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:ssä, jossa työn vastuuhenkilönä on toiminut dipl.ins. Pekka Raukola, asiantuntijana dipl.ins. Eric Wehner ja suunnittelijana tekn. kand. Ella Havulinna. Työ on osa Tampereen raitiotien Hervannan varikon viitesuunnitelmaa, jossa työn projektipäällikkönä on toiminut dipl. ins. Tuomas Miettinen. Työn tilaaja on Tampereen kaupunki, jossa yhteyshenkilönä on toiminut liikenneinsinööri Timo Seimelä.

#### 1.2 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, eroosiota purku-uomissa, pohjavedenpinnan alenemista sekä kasvien ja eläinten elinolojen huononemista<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> FCG Suunnittelu ja tekniikka. Tampereen raitiotie, Hervannan varikon viitesuunnitelma. 2015

<sup>2</sup> US EPA. 1999. Preliminary data summary of urban storm water best management practices. EPA-821-R-99-012. Washington D.C.

17.12.2015

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.

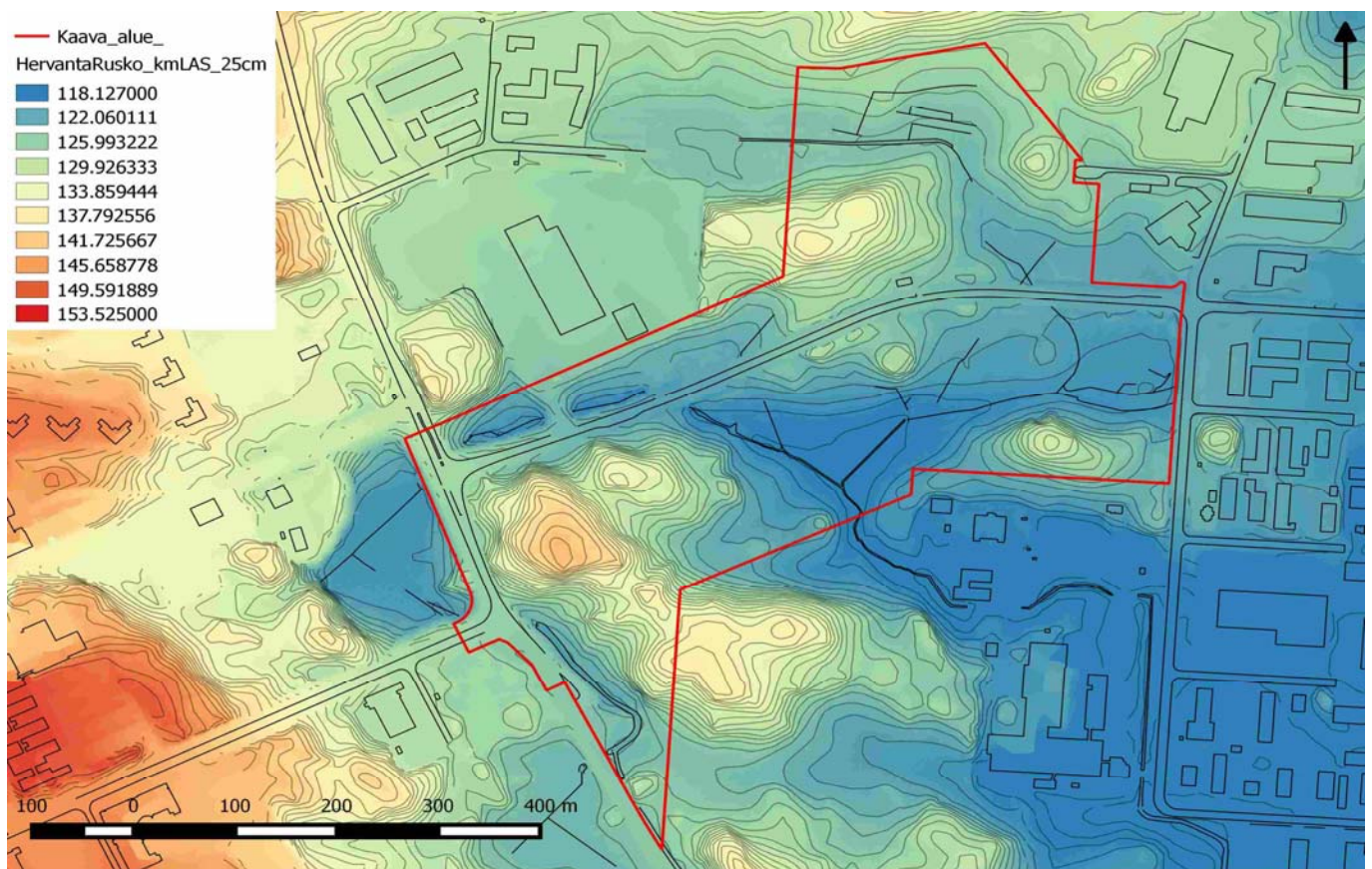
## 2 SUUNNITTELUALUE JA SEN NYKYTILANNE

### 2.1 Maankäyttö

Suunnittelualue on nykytilassa pääasiassa luonnontilaista metsää, alueella on myös peltoa sekä katualuetta. Suunnittelualueen nykyistä maankäyttöä on havainnollistettu kansikuvan ilmakuvassa. Asemakaava-alueen rajaus on esitetty muun muassa *kuvissa 1 ja 2*. Kaava-alue on kooltaan noin 27 ha.

### 2.2 Topografia ja maaperä

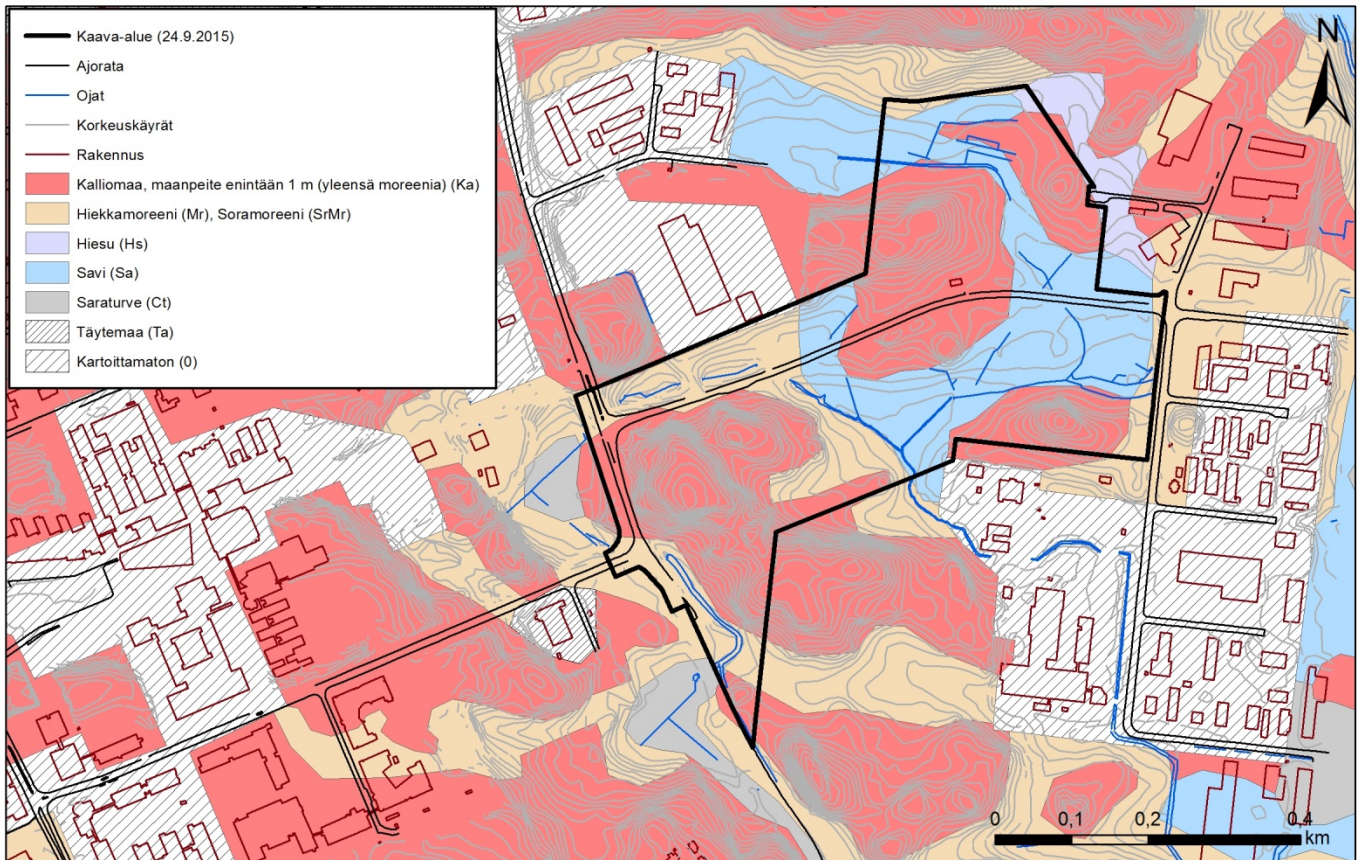
Suunnittelualueen länsiosassa on pääosin kalliota, idästä löytyy saviperäisiä alueita. Kallio- ja savialueiden välisillä alueilla on puolestaan hiekkamoreenisia alueita. *Kuvassa 2* on havainnollistettu yleispiirteisellä tasolla suunnittelualueen maaperää. Suunnittelualueen sisällä korkeusasemien vaihtelu on huomattavaa. Alueen korkeimman kohdan korkeusasema on noin + 142 mpy (N<sub>2000</sub>). Matalin kohta on korkeudella noin + 118 mpy (N<sub>2000</sub>). *Kuvassa 22* on havainnollistettu suunnittelualueen korkeusasemia.



**Kuva 1.** Suunnittelualueen topografia. <sup>3</sup>

<sup>3</sup> Tampereen kaupunki, Laserkeilausaineisto. Rajattuna 25cm

17.12.2015



Kuva 2. Suunnittelualan yleispiirteinen maaperä<sup>4</sup>

## 2.3 Valuma-alueet ja vesistöt

Suunnitteluala kuuluu Vihiojan päävaluma-alueeseen. Suunnittelualan vedet purkautuvat Tauskonojan (Ahvenisjärven laskuojan) kautta Houkanojaan, joka virtaa itä-Hervannan halki pohjoiseen kohti Vihiojaa. Suunnittelualan ja lähiympäristön valuma-alueita on havainnollistettu *liitteen 1* valuma-aluekartassa.

### 2.3.1 Houkanoja

Suunnittelualueesta itään sijaitsee Houkanoja, johon valuma-alueen veden purkavat. Houkanojaan on tehty vuonna 2010 kapasiteettitarkastelu. Kapasiteettitarkastelun mukaan jo kerran viidessä vuodessa toistuvilla sateilla esiintyy tulvahaittoja rumpujen padottaessa.<sup>5</sup>

### 2.3.2 Tauskonoja (Ahvenisjärven laskuoja)

Tauskonoja virtaa suunnittelualan halki. Se kulkee pääosin avouomana. Santen Oy:n tontin (tontti 6203) eteläpuolella oja alittaa tien rummulla ja ojan itäpäässä uoma kulkee Deleten tontin (tontti 6215) ali 800 B hulevesiviemäriässä n. 250 metrin matkan ennen purkua Houkanojaan. Tauskonojassa on havaittu toistuvia tulvaongelmia mm. Niittyhaankadun -Keskuojankadun läheisyydessä.

<sup>4</sup> GTK. Maaperäkartta, 1:20 000

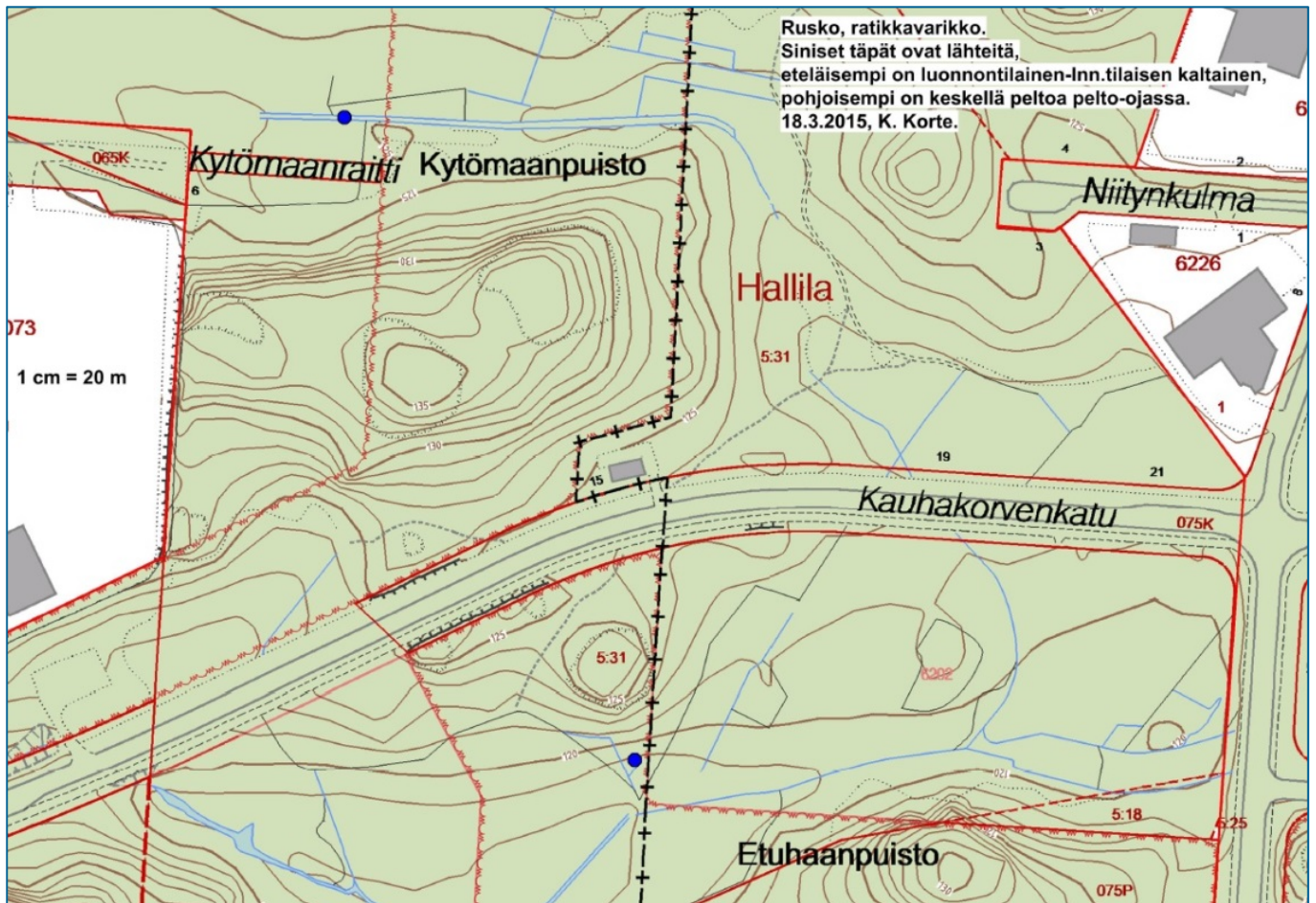
<sup>5</sup> Tampereen infra. 2010. Houkanojan yläosan kapasiteettitarkastelu

17.12.2015

Houkanojan kapasiteettitarkastelun yhteydessä vuonna 2010 mallinnettiin myös Tauskonojan loppupää. Kapasiteettitarkastelun mukaan Tauskonojassa on useita ongelmakohtia, jotka voivat aiheuttaa ongelmia padottavan kohdan yläjuoksulla oleville kiinteistöille.<sup>4</sup> Merkittävin näistä on Deleten tontin ali kulkeva 800 B hulevesiviemäri, jonka kapasiteetti ei ole riittävä välittämään rankkoja sadetapahtumia, Tauskonojan tulvimisen vuoksi hulevesien määrällinen hallinta suunnittelualueella on tärkeää, jotta hulevesien huippuvirtaamien kasvu minimoidaan.

### 2.3.3 Lähteet

Suunnittelualueen läheisyydessä on havaittu myös lähteitä. Lähteet eivät sijaitse kuitenkaan tulevan maankäytön alueella. Suunnittelualueella muodostuvat hulevedet eivät johdu havaittuihin lähteisiin. *Kuvassa 3* on havainnollistettu havaittujen lähteiden sijaintia.



**Kuva 3.** Suunnittelualueen läheisyydessä sijaitsevat lähteet (tummansiniset ympyrät)<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Tampereen kaupunki, Kari Korte. 2015

17.12.2015

## 2.4 Luontoarvot

Suunnittelualueella ja sen lähiympäristössä on tehty liito-oravainventoinnit vuonna 2014 ja 2015. Vuoden 2014 jätös- ja kolopuuhavaintojen perusteella suunnittelualueen itäosan Etuhaanpuistossa sekä Santen Oy:n omistaman alueen metsikössä pesii liito-orava. Vuoden 2015 inventoinnissa metsiköstä ei tehty jätöshavaintoja, mutta alueelta löydettiin useita liito-oravalle soveltuvia kolopuita. Metsikön biotyyppejä on liito-oravan elinympäristöksi hyvin soveltuvaa. Metsikön itälaidassa Niittyhaankadun viertä pitkin kulkee liito-oravan kulkuyhteys Kauhakorvenkadun pohjoispuoleisille liito-orava-alueille, joissa on vuonna 2015 havaittu jätöksiä.<sup>7</sup>

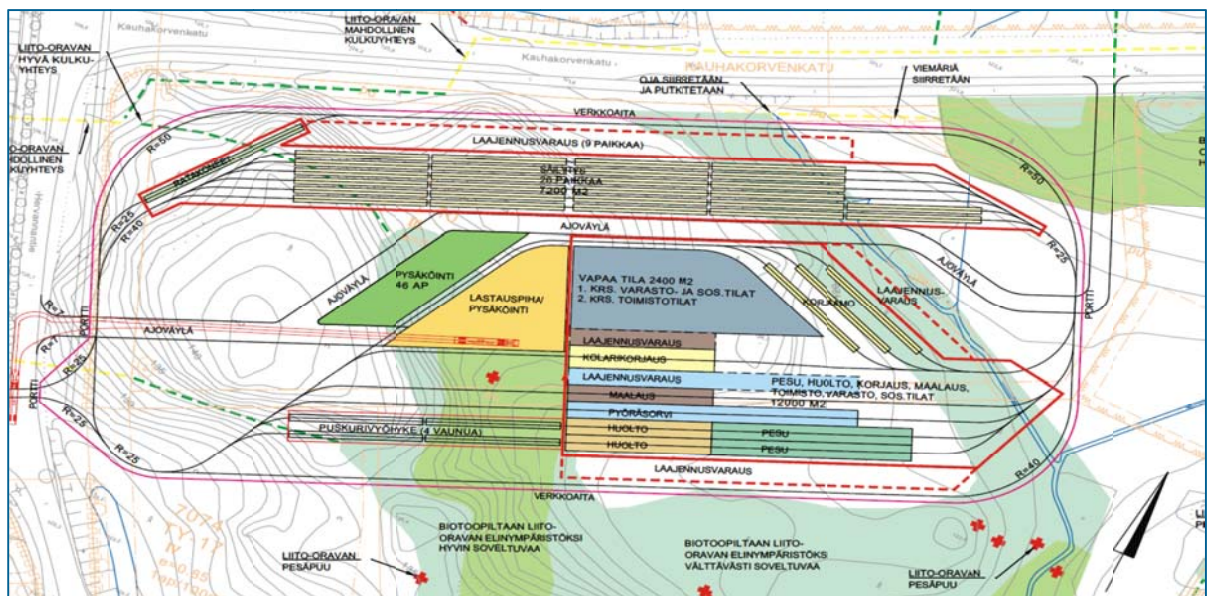
Vuonna 2015 liito-oravan jätöksiä on havaittu suunnittelualueen länsipuolella Hermiankadun ja TTY:n välisellä metsäsaarekkeella. Aivan Hermiankadun laidassa on myös havaittu risupesäpuu.<sup>8</sup>

Suunnittelualueen länsiosassa on myös jonkin verran biotoopiltaan liito-oravan elinympäristöksi hyvin soveltuvaa maastoa. Alueen länsiosan kukkulalla on tehty kolopuulöydöksiä. Suunnittelualueen pohjoislaidalla kulkee liito-oravan kulkuyhteys Kauhakorvenkadun pohjoispuolella.

Liito-oravat toimivat suunnittelualueen tärkeinä reunaehtoina sekä maankäyttösuunnitelmien että myös hulevesiratkaisujen osalta.

## 3 SUUNNITELLUN MAANKÄYTÖN HYDROLOGISET VAIKUTUKSET

Asemakaava-alueelle on suunniteltu sijoittuvan Tampereen raitiotien varikkoalue. Rakentamisen myötä nykyistä metsäaluetta muuttuu muun muassa rakennetuksi asfaltti- ja kattopinnaksi vaikuttaen lähiympäristön hydrologisiin olosuhteisiin. Kuvassa 4 on havainnollistettu tässä hulevesisuunnitelmassa käytettyä tulevan maankäytön luonnosta.



Kuva 4. Hervannan varikon alustava suunniteltu maankäyttö

<sup>7</sup> Tampereen kaupunki. 2014. Hervannan raitiotievarikon alueen liito-oravatilanne keväällä 2014. Korte, K.

<sup>8</sup> Tampereen kaupunki. 2015. Liito-oravaselvitys 2015



17.12.2015

---

### 3.1 Vaikutukset alueen kosteustasapainoon ja vedenjakajiin

Asemakaava-alueen rakentaminen aiheuttaa väistämättä muutoksia hulevesien muodostumiseen. Vettä läpäisemättömien pintojen rakentaminen kasvattaa etenkin ylivirtaamia runsaiden sateiden aikana samalla kun kaava-alueelta muodostuva pintakerrosvalunta pienentyy sateettomina jaksoina. Rakentaminen kohdistuu suunnittelualueella kuitenkin kohtalaisen pienelle alueelle, joten muutokset Tauskonojassa (Ahvenisjärven laskuojassa) ovat vähäisiä.

Suunnittelualueella sijaitsevan pohjavesilähteen ympäristö säilyy luonnonmukaisen viheralueena. On kuitenkin mahdollista, että alueen rakentuminen vaikuttaa lähteen kosteustasapainoon, kun läpäisemättömän pinnan määrän kasvaessa veden imeytyminen muuttuu.

Tulevassa tilanteessa päävedenjakajien sijainnit pysyvät likimain nykytilaisina. Suunnittelualueen ja sen lähiympäristön päävedenjakajat on esitetty *liitekartassa 201*.

### 3.2 Vaikutukset alueen hulevesien määrään ja laatuun

Rakennetuilta alueilta ja erityisesti päällystetyiltä pinnoilta muodostuvat hulevedet sisältävät ajoittain runsaastikin liikenteen päästöistä, ajoneuvojen ja pintamateriaalien kulumisesta sekä talvikunnossapidosta peräisin olevia epäpuhtauksia, kuten raskasmetalleja. Lisäksi irtoroskat ja hiekoitushiekan aiheuttama mahdollinen kiintoaineksen kasvu heikentävät hulevesien laatua. Rakennettujen alueiden kattopinnoilta muodostuvat hulevedet ovat laadultaan suhteellisen puhtaita, mutta niiden runsaus voi aiheuttaa ongelman huuhtoessaan muilta pinnoilta ja virtausreiteiltä mukaansa kiintoaineista ja epäpuhtauksia.

Suunnittelualueella muodostuva pintavalunta on nykytilanteessa puhdasta. Tiivistä rakentuvalla varikkoalueella päällystetyt pinnat, kattopinnot, tiivistynyt maaperä, tehokas kuivatus ja sujuva hulevesien johtaminen tekevät luonnonmukaisesta hulevesien käsittelystä haastavaa. Mikäli hulevesien hallintatoimenpiteitä ei toteuteta, mahdolliset epäpuhtaudet päätyvät hulevesien mukana virtausreiteille ja vesistöihin. Nykyisten hyvien suunnitteluperiaatteiden mukaisesti hulevesien hallinnassa tulee huomioida myös laadun hallinta.

Suunnittelualue edustaa kuitenkin vain pientä osaa Houkanojan valuma-alueesta ja Tauskonojassa (Ahvenisjärven laskuojassa) johdetaan jo nykytilassa huomattavia määriä puhdistamattomia kaupunkialueen hulevesiä, joten varikkohankkeella ei kuitenkaan ole merkittäviä vaikutuksia Tauskonojan ja Houkanojan veden laatuun. Hulevesien laadullista hallintaa on lisäksi mahdollista tehostaa tässä suunnitelmassa esitetyillä suosituksilla käyttäen vettä läpäiseviä tai osittain läpäiseviä päällysteitä pysäköintialueilla, joissa muodostuu suunnittelualueen heikkolaatuiset hulevedet. Kattopinnoilta muodostuvat hulevedet ovat lähtökohtaisesti puhtaita

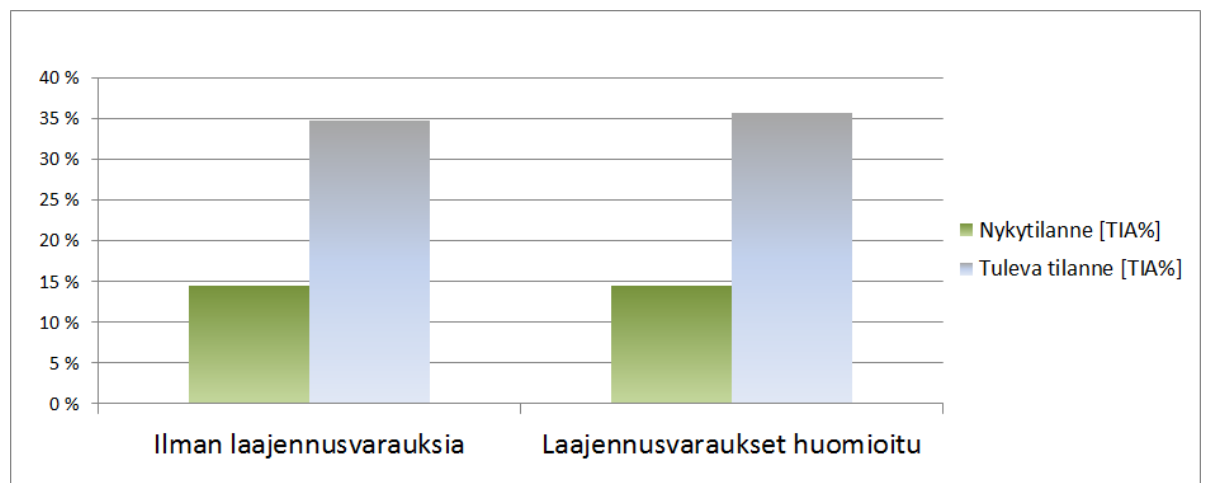
Suunnittelun maankäytön perusteella arvioitiin suunnittelualueen vettä läpäisemättömien pintojen osuutta, jota on kuvattu kaupunkihydrologiassa yleisesti käytetyllä käsitteellä *Total Impervious Area (TIA)*. Siinä vettä läpäisevienkin pintojen ajatellaan olevan osittain läpäisemättömiä eli esimerkiksi 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

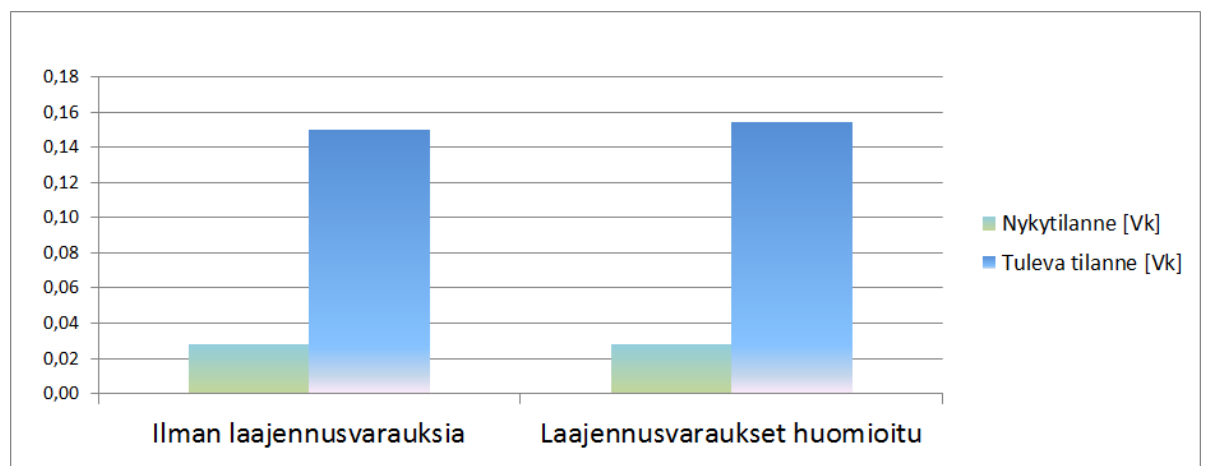
17.12.2015

sademäärästä. Valumakertoimen 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.

Kuvassa 5 on havainnollistettu suunnitellun maankäytön aiheuttamat muutokset asemakaava-alueen vettä läpäisemättömien pintojen ja painannesäilynnän osalta. Lisäksi kuvassa 6 on esitetty kaava-alueen valumakerroin kerran 10 vuodessa toistuvalla, 15 minuutin pituisella rankkasateella.



**Kuva 5.** Suunnittelun maankäytön aiheuttamat hydrologiset muutokset vettä läpäisemättömien pintojen osalta kaava-alueella (18.5.2015 kaavaluonnoksen mukaan)



**Kuva 6.** Suunnittelun maankäytön aiheuttamat hydrologiset muutokset valumakertoimen osalta kaava-alueella. (15min, 1/10a, 14 mm) (18.5.2015 kaavaluonnoksen mukaan)

Suunniteltu maankäyttö kasvattaa tulevan kaava-alueen keskimääräisen TIA-arvon nykyisestä noin 15 % TIA-arvosta (pääosin metsää, Kauhakorvenkatu ja Hervannatie) noin 35 %:iin. Huomioitaessa laajennusvaraukset kasvaa tulevan maankäytön TIA-arvo noin 36%:iin. Tulevassa maankäytössä oletettiin ajoväylien ja pysäköintialueiden lisäksi alustavan lastauspihan eteläpuolen olevan kokonaisuudessaan asfalttia. Muutoin

17.12.2015

varikko-alue oletettiin olevan katto- ja asfalttipintoja lukuun ottamatta kiveystä tai soraa. Alustavien arvioiden perusteella tulevalla maankäytöllä asemakaava-alueen valumakerroin kasvaisi noin 14 mm sadetapahtumalla arvoon noin 0,15. Toisin sanoen esimerkiksi kerran 10 vuodessa toistuvalla 15min pituisella sadetapahtumalla, jonka intensiteetti on noin 157 l/s\*ha, muodostuisi hulevesivalunnan laskennalliseksi huippuvirtaamaksi noin 650 l/s. Varikkoalueen mitoitussade, eli valuma-alueen kertymisajan mukainen sade, on likimain 15min pituinen sadetapahtuma.

Nykytilassa suunnittelualueen pääosin rakentamattomalta metsäalueelta ei muodostu tehokkaasti pinta- ja hulevesivaluntaa sadetapahtumien yhteydessä. Valunnan purkuvirtaamien huippuarvot muodostuvatkin lähinnä keväisistä lumen sulamisvirtaamista. Laskennallisesti asemakaava-alueen noin 18 ha:n alueen kevätylivalunta on 10 vuoden toistuvuudella noin 50 l/s.

Varikkoalueen alle jäävän peltonotkoalueen häviäminen tulevan maankäytön myötä vie osittain pois asemakaava-alueella sijaitsevan Tauskonojan nykyisen tulva-alueen, jossa vesi ajoittain leviää kun Tauskonoja tulvii. Peltoalueen osittainen poistuminen aiheuttaa näin ollen lisäviivytystarvetta Tauskonojan tulvaongelmien hallitsemiseksi, eli varikko vie osan alueen hulevesien viivytykskapasiteetista. Tulee kuitenkin muistaa että nykytilanteessakin asemakaava-alueen eteläpuolella on todettu toistuvia tulvaongelmia, joiden hallinta edellyttäisi tälläkin hetkellä toimenpiteitä. Tuleva varikko ei näin ollen yksistään aiheuta toimenpidetarpeita Tauskonojan tulvaongelmien hallitsemiseksi.

#### 4 HULEVESIEN HALLINTATOIMENPITEIDEN SUUNNITTELU

Suunnittelualueen hulevesien hallinnan suunnittelussa on huomioitava *Tampereen kantakaupungin hulevesiohjelmassa*<sup>9</sup> esitetyt hulevesien käsittelyn ja johtamisen yleiset periaatteet. Yleisten periaatteiden mukainen käsittelyjärjestys on seuraava:

- I. Ehkäistään hulevesien muodostumista
- II. Hyödynnetään hulevesiä niiden syntyapaikalla
- III. Hulevesien puhdistus syntyapaikalla
- IV. Syntyapaikalla tapahtuva hulevesien viivytys
- V. Hulevesien poisjohtaminen syntyapaikaltaan viivyttävillä järjestelmillä
- VI. Hulevedet johdetaan pois syntyapaikaltaan hulevesiviemäroinnin kautta viivytyksalueille ennen vesistöön johtamista

Suunnittelualue sijaitsee Vihiojan valuma-alueella, jonka kaikissa uomissa on hulevesiohjelman<sup>9</sup> mukaan havaittu eroosio-ongelmia. Vihiojan valuma-alueella hulevesivirtaamia on näin ollen vähennettävä, hyödynnettävä ja viivytettävä hajautetusti. Hulevesien määrää tulee vähentää läpäisevien pintojen käytöllä, hyödyntää kiinteistöissä mm. viherkattoja ja sadepuutarhoja sekä lisätä imeyttäviä pintoja tonttien alueella.

Seuraavissa kappaleissa on esitetty suunnittelualueelle soveltuvimmat hulevesien hallinnan toimenpiteet, joilla Tampereen hulevesiohjelman mukaiset tavoitteet voidaan saavuttaa.

<sup>9</sup> Tampereen kantakaupungin hulevesiohjelma, 2012

17.12.2015

---

## 4.1 Raitiotievarikon hulevesien hallinta

### 4.1.1 Hulevesien muodostumisen vähentäminen

Hulevesivaluntau voidaan vähentää osittain **läpäisevien päällysteiden**, kuten reikälaattojen tai -kiveyksien käytöllä mm. jalankulku- ja pysäköintialueilla. Varsinaisten reikälaattojen ohessa myös väljästi saumatut betonikiveykset ovat hulevesien vähentämisen kannalta selvästi asfalttipintoja parempi vaihtoehto. Osittain läpäisevien päällysteiden käyttöä suositellaan raitiotievarikon henkilöautojen pysäköintialueilla sekä jalankulkureiteillä.

Vettä osittain läpäisevillä rakenteilla voidaan tehokkaasti pidättää usein toistuvat, sademäärältään vähäiset sadetapahtumat. Tutkimuksien mukaan esimerkiksi betonilaatoitus, jonka saumavälit on täytetty hiekalla, 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 toistuvia 30 min ja 120 min sadetapahtumia. Sademäärän lisäksi laatoituksen saumavälien koolla ja pohjarakenteiden paksuudella todettiin olevan vaikutusta vedenpidätyskykyyn, leveä saumaväli ja paksu rakennekerros kasvattavat vedenpidätyskykyä.<sup>10</sup> Myös sadetapahtumia edeltävät maaperän kosteusolosuhteet vaikuttavat läpäisevien päällysteiden veden pidätyskykyyn<sup>11</sup>.

Usein toistuvien, sademäärältään vähäisten sateiden pidättämisellä voidaan ehkäistä myös hulevesien sisältämien epäpuhtauksien leviämistä, kun laatoituksen saumat pidättävät niin kutsuttua alkuhuuhtoumaa. Erytisen tehokkaasti läpäisevät päällysteet pidättävät tutkimuksien mukaan hulevesien sisältämän kiintoaineksen<sup>10</sup>.

Osittain läpäisevien laatoituksen ja kiveyksen ohella voidaan käyttää myös varsinaisia vettä läpäiseviä pintamateriaaleja, kuten avointa asfalttia, tai läpäisevää betonia, jossa vesi läpäisee koko pintakerroksen. Läpäisevistä päällysteistä on siis 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>11</sup>. Kuvassa 7 on havainnollistettu ruohosaumaista betonilaatoitusta.

---

<sup>10</sup> Smith R D. 2006. Permeable Interlocking Concrete Pavements. Third Edition.

<sup>11</sup> D. Booth. et al. 1999. Field Evaluation of Permeable Systems for Improved Stormwater Management

---

17.12.2015



Kuva 7. Vettä läpäisevä päällyste Tampereen Sampolassa.<sup>12</sup>

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>13</sup> Kaikkien läpäisevien päällysteiden käytössä tulee myös huomioida rakenteiden edellyttämät ajoittaiset huoltotoimenpiteet, kuten saumojen tai päällystemateriaalin puhdistaminen tukkeutumisen ehkäisemiseksi.

Kattokasvillisuudella, ts. **viherkatoilla**, tarkoitetaan kasvillisuudella peitettyä kattopintaa, joka pidättää ja suodattaa vettä. Viherkaton maa- ja kasvillisuuskerrokseen pidättynyt 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 vesi 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 sammal-maksaruohokatoista on esitetty kuvassa 8.

Suunnittelualueella viherkattoja voitaisiin hyödyntää esimerkiksi huoltorakennusten 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. Sen sijaan viherkattojen käytöstä laajoilla kattopinnoilla Suomen ilmasto-olosuhteissa ei ole vielä kovin paljoa kokemusta, joten niiden käyttöä ei voida välttämättä edellyttää vielä kaavassa. Viherkattojen käyttöön tulisi kuitenkin kaavoituksen ja ohjeistuksen keinoin kannustaa etenkin pienikokoisten varastorakennusten ja katosten yhteydessä.

<sup>12</sup> FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

<sup>13</sup> VVT, 2015, CLASS (Climate Adaptive Surfaces)

17.12.2015



**Kuva 8.** Raitiotien alueen imagoa voisi kohottaa hulevesiä viivyttävillä viherkatoilla, jotka sulautuisivat hyvin metsäiseen lähiympäristöön. Kuva Solvalla Urheiluopisto, Espoo<sup>12</sup>

Viherkattojen paloturvallisuutta on tutkittu muun muassa sammalmaksaruohokattojen osalta. Esimerkiksi NGR Sammal-maksaruohoviherkattojärjestelmän rakenteen 2 – 35 asteen kaltevuudelle on hyväksytty Boverkets paloluokka: Euro Klass BROOF (t2) pintamateriaaleille katoilla<sup>14</sup>. BROOF(t2) on kattojen luokitusjärjestelmän luokka, joka vastaa testauksen ja arviointiperusteiden osalta Suomessa yleisimmin käytössä ollutta luokkaa K2<sup>15</sup>. Katteiden tulee täyttää yleisesti täyttää vähintään paloluokka K1 tai K2<sup>16</sup>.

#### 4.1.2 Hulevesien viivyttäminen

Suunnittelun alueen tehokkaan maankäytön vuoksi asianmukaisille maanpäällisille hulevesien viivytyksjärjestelmille ei ole riittävästi tilaa varikkoalueen sisällä. Näin ollen kaava-alueelle ehdotetaan **maanalaisia hulevesien viivytyksjärjestelmiä**, jotka ovat tyypillisesti joko muovikaseteista koottuja kennostoja tai suurista putkisäiliöistä tehtyjä rakenteita. Verrattuna perinteisiin louhekenttiin, rakenteellisten järjestelmien etu on niiden suuri, jopa 95 % hyötytilavuus, jolloin suhteellisen pienellä rakennetilavuudella saavutetaan suuriakin hulevesien viivytystilavuuksia. Muita etuja ovat helppo huollettavuus ja nopea asennustyö. Säästynyt maanpäällinen tila voidaan käyttää tehokkaasti muihin toimintoihin, koska oikein rakennettuna järjestelmät eivät vaikuta yläpuolisten osien liikennöitävyyteen. Maanalaiset säiliöt voidaan liittää ongelmitta hulevesiviemäriverkkoon ja erilaisiin tontin kaivojärjestelyihin.

<sup>14</sup> RT kortti 38614

<sup>15</sup> E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Rakennusten paloturvallisuus

<sup>16</sup> Kattoliitto, 2001, Toimivat katot.

17.12.2015



**Kuva 9.** Maanalainen viivytysjärjestelmä.<sup>17</sup>

Rakenteet voidaan myös suunnitella siten, että ne toimivat myös hulevesien laadullisessa hallinnassa. Tällöin järjestelmä tulisi toteuttaa siten, että siihen on varattu tyhjenemistason alapuolinen sakkapesä, jonne kiintoaines laskeutuu, tai sitten erillinen järjestelmän osa, jonne sateen alussa johdetaan likainen alkuhuutouma. Rakenne tulee ehdottomasti olla huollettava eli kertynyt liete on päästävä tyhjentämään ja säiliöt huuhtelemaan. Esimerkki tällaisesta rakenteesta on esitetty *kuvassa 10*. Järjestelmän viivytyssäiliöistä on erotettu yksi osa, jonne likainen alkuhuutouma johdetaan.

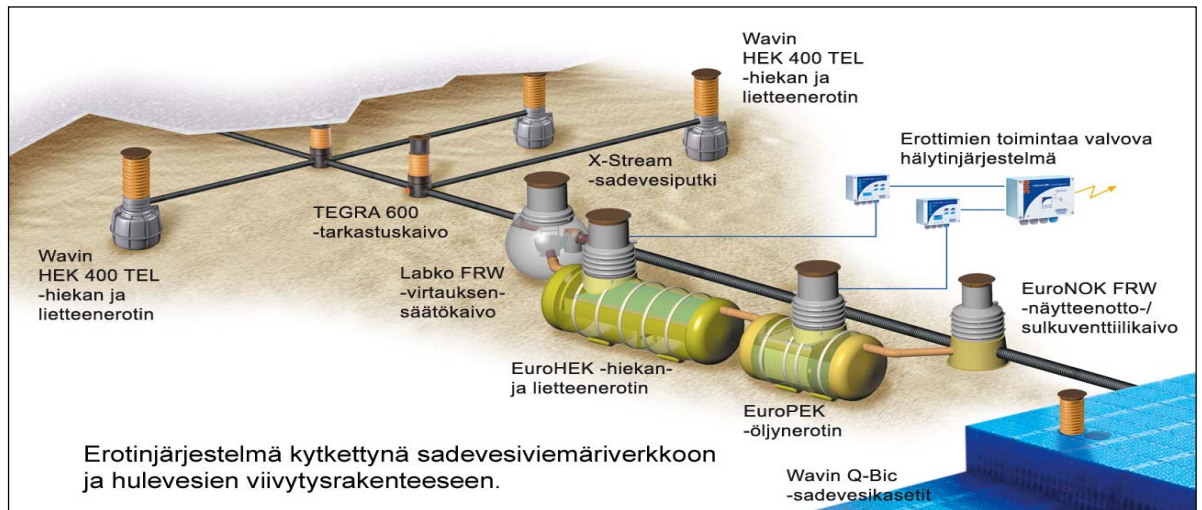
<sup>17</sup> Weholite

17.12.2015



**Kuva 10.** Maanalainen viivytysrakenne, jossa myös hulevesien laadun hallintaa<sup>18</sup>.

Hulevesien laadullista hallintaa voidaan tarvittaessa tehostaa hiekan- ja öljynerotinjärjestelmällä, jolla voidaan varmistaa hulevesien riittävän hyvä laatu ennen niiden purkamista Tauskonojaan. Erotinjärjestelmän muodostamaa kokonaisuutta ja kytkeytymistä tontin hulevesiviemäriverkkoon ja maanalaiseen viivytyskennostoon on havainnollistettu *kuvassa 11*.



**Kuva 11.** Esimerkki hiekan- ja öljynerotinjaerjestelmästä.<sup>19</sup>

*Kuvan 11* mukaisesti tontin erotinjaerjestelmä varustetaan virtauksen-säätökaivolla, joka ohjaa erotinjaerjestelmien välityskyvyn ylittävät virtaamahiiput järjestelmän ohi. Virtauksen-säätökaivo mitoitetaan siten, että erotinjaerjestelmä pystyisi käsittelemään

<sup>18</sup> <http://www.stormtech.com>

<sup>19</sup> Wavin Labko Oy



17.12.2015

noin 95 % vuotuisesta sademäärästä<sup>19</sup>. Sekä erottimista että ohivirtauksesta vedet johdetaan näytteenottokaivoon, joka varustetaan lisäksi sulkuventtiileillä, jolloin erityistilanteissa purkuvirtaus voidaan katkaista kokonaan. Erotinjärjestelmistä hulevedet johdetaan maanalaiseen viivytysjärjestelmään.

Viivytyksen ohella maanalaisien hulevesijärjestelmiä voidaan hyödyntää käyttämällä hulevesiä esimerkiksi raitiovaunujen pesuvedenä. Erityisesti puhdasta kattovettä voidaan kerätä talteen **kattovesisäiliöillä**, joista varastoitu vesi voidaan myöhemmin ottaa hyötykäyttöön.

## 4.2 Teollisuustonttien hulevesien hallinta

Suunnittelualueelle on raitiotievarikon lisäksi kaavoitettu kolme teollisuustonttia. Teollisuusalueille on tyypillistä suuri läpäisemättömien pintojen osuus, mikä kasvattaa alueen hulevesivirtaamaa. Erityisesti suunnittelualueen koillinen tontti sijaitsee Tauskonojan välittömässä yhteydessä, jossa jo nykyiset hulevesivirtaamat aiheuttavat ajoittain tulvaongelmia.

Alustavien tarkasteluiden perusteella suunnittelualueen teollisuustonteille soveltuu todennäköisesti maanpäälliset hulevesijärjestelmät, johtuen tonttiin loivapiirteisyydestä ja matalasta korkeusasemasta nykyisiin hulevesien virtausreitteihin nähden. Maanpäällisiä viivytysjärjestelmiä voivat olla esimerkiksi ympäröivää maanpintaa alempana olevat viherpainanteet, joilla hulevesien sallitaan hetkellisesti lammikoitua. Esimerkki maanpäällisestä viherpainanteesta on *kuvassa 12*, jossa viherpainanteella hallitaan pysäköintialueen hulevesiä. Lisäksi mahdollisuuksien mukaan tonteille suositellaan vettä läpäiseviä päällysteitä ja viherkattoja.



**Kuva 12.** Pysäköintialueen viherpainanne, jonne hulevedet ohjataan maanpinnalla reunakivien aukoista (Seattle).<sup>12</sup>

Soveltuvien korttelikohtainen viivytysjärjestelmä tulee suunnitella jatkosuunnittelun yhteydessä tulevan maankäytön tarkentuessa.

## 4.3 Tauskonojan (Ahvenisjärven laskuojan) siirtäminen

Tauskonoja kulkee osittain tulevan varikkoalueen alla. Tauskonojan pohja on alueella tehtyjen maastomittauksien ja verkostokartasta saatujen tietojen perusteella korkeusasemassa noin +117 (N2000). Varikkoalueen tuleva korkeusasema on

17.12.2015

---

alustavien suunnitelmien perusteella noin +125,5<sub>(N2000)</sub>. Suurista korkeuseroista johtuen nykyinen avo-oja suositellaan alustavien tarkasteluiden perusteella putkitettavaksi, jotta Tauskonojan ajoittaiset huippuvirtaamat eivät aiheuta eroosiovaurioita varikon jyrkässä luiskassa. Lisäksi alueella tehtyjen pohjaveden pinnan mittauksien perusteella nykyinen pohjavedenpinnan taso on kohtalaisen korkealla, noin 0,5m maanpinnan alapuolella.

Vaihtoehtoisesti Tauskonoja voidaan alustavien tarkasteluiden perusteella uudelleen linjata siten, että se säilyy avo-ojana. Tällöin Tauskonojan valuntareitti säilyisi luonnonmukaisempana. Tauskonojan siirtämisen toteuttamiskelpoisuus tulee kuitenkin jatkosuunnittelussa tarkennetusti selvittää huomioiden alueen geotekniset olosuhteet ja pohjaveden pinnan taso.

Maastomittausten perusteella Tauskonojan uoman syvyys on nykytilassa noin 0,5 m. Mikäli uusi oja mitoitettaisiin välittämään myös poikkeustilanteiden (1/100a) virtaamat, olisi uuden ojan leveys noin 7 metriä (ojan luiskien luiskakaltevuudella 1:1 ja 0,65 m vesisyvyydellä). Nykytilassa Tauskonojan uoma on alajuoksultaan kuitenkin huomattavasti kapeampi, minkä vuoksi kapasiteettiongelmia esiintyisi joka tapauksessa 1/100a yleisemmälläkin sateilla aiheuttaen Tauskonojassa tulvimisongelmia. Näin ollen mahdollinen varikon itäpuolella sijaitsevan Tauskonojan uuden uoman mitoitusta ei todennäköisesti ole tarpeen mitoitaa poikkeuksellisia hulevesivirtaamia varten, mikäli sallitaan vesien padottaminen ja ajoittainen leviäminen itäisille peltoalueille tulvatilanteissa. Uuden avo-ojan mitoitus suositellaan tarkennettavan jatkosuunnittelussa, jossa huomioidaan myös varikon eteläpuoleisen Tauskonojan osuuksien välityskapasiteetti.

Ensiarvoisen tärkeää olisi ratkaista Tauskonojan virtaamapiikkien aiheuttamat ongelmat toteuttamalla viivytystä jo valuma-alueen latvaosissa. Esimerkiksi Senaatti-kiinteistöjen tontilla sijaitsevan kosteikkopainanteen hyödyntämistä viivytyksessä suositellaan tarkasteltavan jatkosuunnittelussa.

Saatavilla olleiden tietojen perusteella suositellaan ojan putkittamista varikon kohdalla. Putkittamista puoltavat erityisesti tilan säästyminen ja ratkaisun joustavuus, sillä putki sallii linjauksen melko vapaan sijoittamisen, jolloin liito-oravalle tärkeitä puita voidaan säästää. Lisäksi on huomioitava, että oja tulisi myös avo-ojaratkaisussa osittain putkittaa, joten avo-ojaratkaisu ei täysin poista kapasiteettiongelmia.

Putkituksessa tulee huomioida myös poikkeustilanteiden hulevesivirtaamat. Mikäli hulevesiviemäriä ei mitoiteta johtamaan myös tulvatilanteiden hulevesivirtaamia, tulee Tauskonojaan tehdä erillinen tulvareitti varikon ulkopuolelle. Tulvareitti on tarkoituksenmukaisinta olla avoin järjestelmä, joka puolestaan tukisi ajatusta Tauskonojan säilyttämisestä avo-ojana. *Taulukkoon 1* on koottu molempien ratkaisuvaihtoehtojen edut ja haitat vertailua varten.

17.12.2015

Taulukko 1

	Avo-oja	Putkitus
<b>Edut</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Luonnonmukainen ratkaisu</li> <li>+ Kapasiteetti ei yhtä rajallinen kuin putkella, mikäli sallitaan ajoittainen veden leviäminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Putki vie todennäköisesti vähemmän tilaa maan päällä, jolloin liito-oravien puustoa ja kulkuyhteyttä varten varattua aluetta säästyy</li> <li>+ Joustavuus, putki voidaan sijoittaa vapaammin kuin avo-oja</li> <li>+ Ei eroosio-ongelmia putkitusosuudella</li> </ul>
<b>Haitat</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eroosioriski</li> <li>- Tilantarve</li> <li>- Oja on joka tapauksessa putkitettava Kauhakorvenkadun ja varikon välisellä osuudella korkeuserojen vuoksi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hinta (Iso putki)</li> <li>- Kapasiteetin rajallisuus. Ratkaisu voi edellyttää erillistä tulvareittiä, joka olisi tarkoituksenmukaisinta tehdä avo-ojana</li> <li>- Mikäli sijoitetaan tontin ulkopuolelle, työalue voi vaatia puiden kaatamista</li> <li>- Mikäli sijoitetaan tontille, tulee esittää rasiitteena kaavassa, mikä voi rajoittaa varikon toimintojen sijoittelua</li> <li>- Hulevesien nopeampi virtaus alajuoksulle, jossa on jo ennestään tulvaongelmia.</li> </ul>

#### 4.4 Porraskorvenojan siirto tontilla 7083

Tontilla 7083 suositellaan ojan putkitusta, sillä Hervannantien ja tontin välissä ei korkeuserojen vuoksi riitä tilaa ojalle. Nykyisen 600B purku on korkeusasemassa noin +121,30 ja nykyinen maanpinnan korkeusasema tontin länsireunassa luokaa +124, jolloin mahdollinen oja olisi lähes 3m syvä. Nykyinen oja kulkee Hervannantien ali 600B rummulla, joka on noin 7,8 promillen kaltevuudessa. Tällöin putken maksimikapasiteetti on noin 416 l/s. Uuden putkilinjan kapasiteetti on oltava vähintään sama. Nykyisten rummun ja ojan korkeusasemien perusteella tämä tarkoittaisi esimerkiksi noin 11,8 ‰ kaltevuudella 600B putkea. Tontin ulkopuolella kulkeva ojaosuus säilytetään nykytilaisena. Mikäli oja kuitenkin halutaan säilyttää avoimena tontilla 7083, tulee sille varata asianmukainen tila.

Myös varikkoalueen lounaiskulmassa suositellaan oja säilytettävän nykytilaisena.

#### 4.5 Rakentamisen aikaisten hulevesien hallinta

##### 4.5.1 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.

17.12.2015

---

#### 4.5.2 Hulevesien määrään liittyvät riskit

Suunnittelualue on monin paikoin kallioista, joten hulevesien imeytyminen on todennäköisesti vähäistä. Rakentamisen aikana muodostuva pintavalunta voi näin ollen olla ajoittain kohtalaisen suurta aiheuttaen eroosioriskejä ja kiintoaineskuormitusta eteläpuolisilla alueilla ja Tauskonojassa.

Louhinnan ja maanrakennustöiden aikana voi ilmetä mahdollisia kaivantojen pumppaustarpeita johtuen alueen kallioisesta maaperästä. Pumpattavien vesien määrä voi olla suuri ja kiintoaineksen sekoittuessa veteen, veden laatu voi olla myös heikko. Hulevesien pumppaus- ja hallintatarve ennen Tauskonojaan johtamista tulee huomioida rakentamisen aikaisien vesien hallinnassa.

#### 4.5.3 Rakentamisen aikaisen hulevesien hallinnan periaatteet

Hulevesien käsittely on suositeltavaa järjestää erillään lopullisen tilanteen hulevesien hallintajärjestelmästä, koska lopullisia järjestelmiä ei todennäköisesti pystytä rakentamaan niin etupainotteisesti, että ne olisivat käyttökunnossa muun rakentamisen aikana. Lisäksi rakennusvaiheen runsas kiintoainehuuhtouma voi tukkia rakennetun hulevesijärjestelmän. Tästä johtuen rakentamisen aikaisia hulevesiä ei tule viivyttää ja käsitellä esimerkiksi maanalaisilla hulevesikennostoilla tai kaivannoilla, koska ne tukkeutuvat helposti. Rakentamisen aikaisten hulevesien käsittelyalueiden ei ole suositeltavaa olla yhteydessä hulevesiviemäriverkkoon, vaan vesille suositellaan erilliset maanpäälliset alueet.

Rakentamisen aikaisten hulevesien hallintaratkaisujen tulee olla toiminnaltaan yksinkertaisia, toimintavarmoja ja sijoitettavissa siten, että ne eivät haittaa käytännön toteutusta. Suurien tilapäisten järjestelmien rakentamista tulee välttää, koska esim. kaivutöistä aiheutuu helposti enemmän kiintoaineskuormitusta kuin niiltä alueilta, joiden vesiä järjestelmän tulisi lopulta käsitellä.

#### 4.5.4 Suunnittelualueelle soveltuvat hallintamenetelmät

Hulevesien laadulliseen hallintaan vaikutetaan tehokkaimmin kiintoaineksen pidättämisellä. Suunnitellusta tehokkaasta maankäytöstä ja Tauskonojan välittömästä läheisyydestä johtuen rakentamisen aikaisiksi järjestelmiksi soveltuvat alustavasti väliaikaiset Tauskonojasta erillään olevat matalat laskeutuspaiteet, jotka on varustettu hulevesien suotopadoilla. Johtamalla pintavalunta ja mahdolliset pumppausvedet painanteiden kautta, voidaan vähentää kiintoaineskuormitus Tauskonojassa.

Rakentamisen aikaisien järjestelmien soveltuvimmat sijainnit tarkentuvat rakentamisen edetessä. Suositeltavinta olisi hyödyntää työmaan alavia alueita, jonne pintavalunta luontaisesti kertyy. Matalat laskeutuspaiteet voidaan esimerkiksi sijoittaa varikkoalueen itäreunaan, jolloin työmaalla mahdollisesti muodostuva pintavalunta johtuu mahdollisimman luontaisesti suotopatojen suuntaan. Lisäksi periaatteena tulisi olla, että pintamaata ja kasvillisuutta poistetaan mahdollisimman pieneltä alueelta kerrallaan.

## 5 HALLINTAJÄRJESTELMIEN TOIMINTA JA MITOITUS

### 5.1 Tauskonojan siirtäminen/putkittaminen

Tauskonoja toimii tärkeänä alueellisena kuivatusreitteinä johtaen pääosan Hervannan hulevesistä Houkanojaan. Näin ollen tuleva hulevesiviemäri tulee mitoittaa välittämään myös poikkeuksellisten rankkasadetilanteiden aiheuttamat hulevesien huippuvirtaamat.

17.12.2015

Hulevesiviemärin mitoitukseksi suositellaan 1/100 vuoden toistuvuus, joka vastaa rautatien alittavan rumpuputken mitoitusta.<sup>20</sup>

Tässä työssä laadittiin vain karkea hulevesimalli Tauskonojan valuma-alueesta, sillä Hervannan alueelta on tekeillä kattavampi hulevesimalli. Alustavien hulevesimallinnustulosten perusteella Tauskonojan mitoitussateen kesto on suunnittelualueen kohdalla likimain noin 4 - 6 h. Kerran sadassa vuodessa toistuvalla 6h pituisella rankkasateella Tauskonojassa ilmenee Kauhakorventien alituksen jälkeen alustavien mallinnustulosten perusteella noin 2,1 m<sup>3</sup>/s huippuvirtaama. Tauskonojan mitoitusvirtaamia tulee kuitenkin tarkentaa Hervannan hulevesimallinnuksen valmistuttua.

Tauskonojassa havaittavat huippuvirtaamat ilmenevät huomattavan hitaasti verrattuna Hervannan varikon alueelta purkautuviin hulevesiin. Mallinnustuloksien perusteella varikon alueen mitoitussateen kesto on noin 15min, mikä tarkoittaa, että lyhytkestoisilla rankkasadetilanteilla varikkoalueen hulevedet ehtivät johtua Tauskonojaan ennen kuin Hervannan alueen hulevesien virtaamahuippu ehtii ilmetä.

Vaihtoehtoisesti jos Tauskonoja päädytään säilyttämään avo-ojana, tulee uusi oja mitoitaa asianmukaisesti jatkosuunnittelun yhteydessä.

Pitempiketoisilla rankkasadetilanteilla varikon alue kasvattaa kuitenkin Tauskonojan hulevesien huippuvirtaamia, kun maanalaisien viivytysjärjestelmien kapasiteetti täyttyy ja Hervannasta johtuva runsas hulevesivirtaus ehtii saavuttaa suunnittelualueen kohdan. Tauskonojan virtaamien hallinta on tehokkainta toteuttaa ojan yläjuoksulla, jossa hulevesiä tulisi viivyttää. Lisäksi esimerkiksi Hervannantien ja Hermiankadun risteyksen länsipuolella sijaitseva kosteikko voi mahdollisuuksien mukaan tarjota tulva-alueen ajoittaisten tulvavirtaamien hallintaa varten.

## 5.2 Varikkoalueella toteutettava hulevesien hallinta

### 5.2.1 Viivytysjärjestelmien mitoitus

Suunnittelualueella ehdotetaan hulevesien hallintaa maanalaisilla järjestelmillä. Maanalaisten järjestelmien mitoitukseksi esitetään 1,5 m<sup>3</sup>/ 100 vettä läpäisemätöntä pintaneliometriä kohden. Viivytysvaatimus on Tampereen kaupungin käytössä olevaa 'hule-9' kaavamääräystä 1,5 kertaa suurempi ja se vastaa 15 mm sademäärän viivyttämistä eli noin kerran 10 vuodessa toistuvaa 15 min pituista sadetapahtumaa. Alustavan maankäytön perusteella asfaltti- ja kattopintoja arvioidaan muodostuvan noin 30 000 m<sup>2</sup> (huomioiden laajennusvaraukset). Vettä läpäisemättömien pintojen määrä tarkoittaa ehdotetulla mitoituksella yhteensä noin 450 m<sup>3</sup>:n viivytystilavuutta.

Viivytysvaatimukseksi esitetään 'hule-9'- kaavamääräystä hieman suurempi vaatimus johtuen alueellisesti tärkeänä hulevesien virtausreitteinä toimivan Tauskonojan (Ahvenisjärven laskuojan) välittömästä läheisyydestä. Lisäksi asemakaavan sisällä on rajoitetusti tilaa harvinaisempia tulvatilanteita hallitseville hulevesijärjestelmille. Esimerkiksi Tauskonojan yhteyteen rakennettavalla patorakenteella ajoittaisia tulvavirtaamia on mahdollista osittain viivyttää myös varikon itäpuolella. Patorakenteen mahdollista vaikutusalueetta on esimerkinomaisesti kuvattu *liitekartassa 202*. Hulevesien viivyttäminen ei kuitenkaan saa aiheuttaa kaava-alueen sl-6 ja sl-7 alueen puustolle ja kasvillisuudelle sellaista haittaa, että alueen luontoarvot ja esimerkiksi liito-oravan elinmahdollisuudet heikkenisivät.

<sup>20</sup> Liikennevirasto.2013. Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu. s. 31

17.12.2015

Hulevesien hallinnan tehostamisen vuoksi varikkoalueelle suositellaan myös viherkattoja ja vettä läpäiseviä päällysteitä tukemaan maanalaista hulevesien viivytystä.

Hule-9 kaavamääräyksen mukaisesti hulevesirakenteiden tulee tyhjentyä viimeistään 12 h tunnin kuluttua täyttymisestään, jotta viivytystilavuus olisi käytettävissä seuraavalla sadetapahtumalla.

Sallitun tyhjentymisajan (12 h) lisäksi viivytysvesirakenteella tulee kuitenkin olla myös minimityhjentyä, jotta rakenne olisi aidosti viivyttävä. Hulevesirakenteille olisi siis suositeltavaa ehdottaa aikaraja, joka viivytysrakenteen tyhjentymiseen tulisi kulu. Aikaraja ei saa kuitenkaan olla kohtuuttoman pitkä, koska maanalaisten hulevesirakenteiden purku toteutetaan putkijärjestelmillä. Liian pitkä viivytysvaatimus johtaa helposti erittäin pieniin purkuputkiin, jotka ovat tukkeutumisherkkiä ja edellyttävät todennäköisesti huomattavaa kunnossapitoa ja huoltoa. Suunnittelualueelle ehdotetut maanalaiset viivytysjärjestelmät ovat kohtalaisen suuria, joten asianmukainen viivytysvaikutus saadaan aikaan myös suuremmilla purkuputkilla. Esimerkiksi DN 200, joka 5 ‰ pituuskaltevuudella välittää noin 20 l/s, eli 72 m<sup>3</sup>/h (PP-putki, Colebrook karkeuskerroin 0,25 mm<sup>21</sup>). Suunnittelualueelle suunniteltujen maanalaisten viivytysjärjestelmien alustava yhteistilavuus on noin 450 m<sup>3</sup>, joka tyhjenisi edellä mainitulla DN 200 purkuputkella noin 6 tunnissa.

Asettamalla suunnittelualueen viivytysjärjestelmille aikaraja, jonka aikana täyttynyt järjestelmä ei saa kokonaan tyhjentyä, varmistetaan, että rakennettavat hulevesijärjestelmät ovat aidosti viivyttäviä. Mahdollista aikarajaa tulee tarkentaa jatkosuunnittelussa.

Viivytysjärjestelmissä tulee aina olla myös ylivuotojärjestelmä, jolla estetään rakenteiden vaurioituminen tai tulvavesien johtuminen rakennettuun ympäristöön poikkeustilanteiden aikana.

Maanalaiset järjestelmät on alustavasti mitoitettu sillä oletuksella, että kaikki katto- ja asfalttivedet johdetaan maanalaiseen viivytykseen. Eteläisen rakennuksen kattovesiä voidaan vaihtoehtoisesti viivyttää tontin eteläpuoleisessa louheojassa, jolloin maanalaisia järjestelmien mitoitusta voidaan vastaavasti pienentää.

## 5.2.2 Maanalaisten viivytysjärjestelmien vaikutus hulevesien huippuvirtaamiin

Mallinnuksessa tarkasteltiin tilannetta, jossa varikon sisäinen hulevesiviemärointi on mitoitettu välittämään kerran kymmenessä vuodessa toistuva 15min pituinen rankkasade (155 l/s\*ha) ilman, että verkosto tulvii. Alustava mitoitus on likimain rakennusmääräyskokoelman D1 mukainen tontin sisäisen hulevesiviemäroinnin mitoitus.

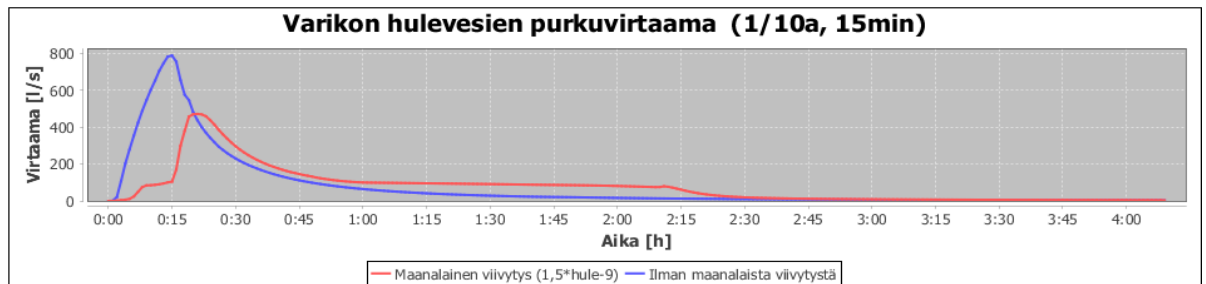
Tulevat varastotilat oletettiin olevan kokonaisuudessaan kattopintaa. Mallinnuksessa huomioitiin myös laajennusvaraukset, jotka oletettiin olevan myös kokonaisuudessaan kattopintaa. Pysäköinti- ja lastausalueet oletettiin olevan kokonaisuudessaan asfaltoitua pintaa. Todellisuudessa tuleva maankäyttö ei todennäköisesti ole yhtä tehokasta kuin mallinnuksessa tehdyt arviot. Tarkastelu kuitenkin havainnollistaa kuinka suuret hulevesivirtaamat voivat suurimmillaan olla.

Mallinnustuloksista nähdään, että jos varikon sisäinen verkosto mitoitetaan välittämään kerran 10 vuodessa toistuvat lyhytkestoiset (15min) rankkasateet ja tuleva maankäyttö

<sup>21</sup> Uponor, 2007. Sadevesijärjestelmä PP

17.12.2015

rakennetaan tehokkaasti täyteen vettä läpäisemättömiä asfaltti- ja kattopintoja, on alueelta muodostuva hulevesien huippuvirtaama huomattavan suuri. Alustavien mallinnustuloksien perusteella maanalaisilla viivytysjärjestelmillä voidaan kuitenkin lähes puolittaa kerran 10 vuodessa toistuvan 15min pituisen rankkasateen aiheuttama huippuvirtaama. *Kuvassa 13* on havainnollistettu varikon alueen hulevesimallinnuksen tuloksia.



**Kuva 13.** Mallinnustulokset varikon alueelta muodostuvien hulevesien huippuvirtaaman osalta. Tarkastellussa skenaariossa kaikki varikkoalueen katto- ja kenttävedet on johdettu maanalaiseen viivytysjärjestelmään.

### 5.2.3 Teollisuustonttien hulevesien hallinta

Suunnittelualueen teollisuustontille suositellaan samoja mitoitusperusteita kuin varikkoalueelle, 1,5 m<sup>3</sup> jokaista 100 läpäisemätöntä pintaneliötä kohden. Näin voidaan ehkäistä virtaamahuippujen kasvamista Tauskonojassa, jossa jo nykytilassa esiintyy tulvimista.

Eteläisellä teollisuustontilla 7083 hulevesien hallinnan osalta suositellaan tontin tulevasta toiminnasta riippuen painotusta hulevesien laadulliseen hallintaan, jotta nykyisen kosteikon luontoarvoja ei vaaranneta.

## 5.3 Yhteenveto

Järjestelmien mitoitusperusteet ja tärkeimmät tehtävät hallintaketjussa on kuvattu *taulukossa 2*. Taulukossa esitettyjä tietoja tulee hyödyntää kaavamääräysten laadinnassa.

**Taulukko 2.** Järjestelmien osien mitoitusperusteet ja tärkeimmät tehtävät.

Järjestelmä	Mitoitusperuste	Tärkein tehtävä
Tonttikohtaiset järjestelmät Varikkoalueella	1/10a, 1,5 m <sup>3</sup> / 100 m <sup>2</sup> läpäisemätöntä pintaa (Yht. 450 m <sup>3</sup> )	Hulevesien viivytys ja käsittely
Tonttikohtaiset järjestelmät Muilla teollisuustontilla	1/10a 1,5 m <sup>3</sup> / 100 m <sup>2</sup> läpäisemätöntä pintaa	Hulevesien viivytys ja käsittely
Tauskonojan putkittaminen/siirtäminen	1/100a	Alueellisesti tärkeän kuivatusreitit välityskapasiteetin varmistaminen

## 6 VAIKUTUKSET ETUHAANPUISTON LÄHTEESEEN

Etuhaanpuistossa sijaitsevan lähteen tilaa ja siihen kohdistuvia vaikutuksia arvioitiin maastokäynnin avulla. Lähde sijaitsee lähellä Tauskonojan sivuhaaraa rinteiden juurella, suuren kuusen juurakossa. Maastokäynnin aikaan veden syvyys oli noin 40-50 cm.

17.12.2015

Havaintoaikaa on edeltänyt kuiva syksy, joten todennäköisesti myöhemmin syksyllä sekä keväisin vettä on lähteessä runsaammin. *Kuvassa 14* on havainnollistettu lähdeä.



**Kuva 14.** Etuhaanpuiston lähde maastokäynnin yhteydessä (22.10.2015)

Vesimäärältään lähde ei ole suuri ja se kerää todennäköisesti vetensä sen pohjoispuolella sijaitsevalta mäeltä, joka on kaavassa merkitty sl-7 alueeksi. Pintavalunnan pääuomat kuljettavat vedet suunniteltujen toimintojen alueilta ja lähde sijaitsee näiden uomien välissä. Näin ollen riski on pieni, että rakentaminen vaikuttaa lähteen tilaan.

Muutoksiin on siitä huolimatta syytä varautua, joten lähteen tilan seuranta on suositeltavaa. Seuranta voidaan toteuttaa esimerkiksi lähteeseen asennettavan mittapaalun ja valokuvien avulla, joilla voidaan seurata lähteen pinnankorkeutta ja vesimäärää. Minimi tarkkailutiheys on 4 kertaa vuodessa. Mikäli varikon rakentaminen käynnistyy nopealla aikataululla, suositellaan tiheämpää seurantaa, jotta tarkkailukertojen määrä on riittävä. Seurannan avulla voidaan selvittää lähteen käytös luonnontilassa, jolloin on mahdollista tunnistaa johtuvatko mahdolliset muutokset rakentamisesta vai luonnollisesta vaihtelusta. Lähteen pienen valuma-alueen vuoksi on mahdollista, että lähde on luonnontilaisena osan aikaa vuotta niukkavetinen.

Mahdollinen Tauskonojan siirto vaikuttaa lähteeseen sitä enemmän, mitä lähemmäs lähdeä oja tulee. Todennäköisesti suurimmat vaikutukset siirrosta aiheutuisivat rakentamisen aikana. Ojan siirron valmistuttua tilanne todennäköisesti tasoittuisi.

Tämän raportin laadinnan yhteydessä kysyttiin ELY:n kantaa Etuhaanpuiston lähteestä. ELY-keskukselta saatujen tietojen perusteella kyseessä ei olisi vesilain mukainen lähde, sillä lähteen läheisyydessä ei havaittu kaupungin ja viranomaisen tekemällä maastokäynnillä lähteisyyteen liittyvää lajistoa.<sup>22</sup>

<sup>22</sup> Sähköpostiviesti. Vesa Hyvärinen. 25.11.2015



17.12.2015

## 7 KUSTANNUSARVIO

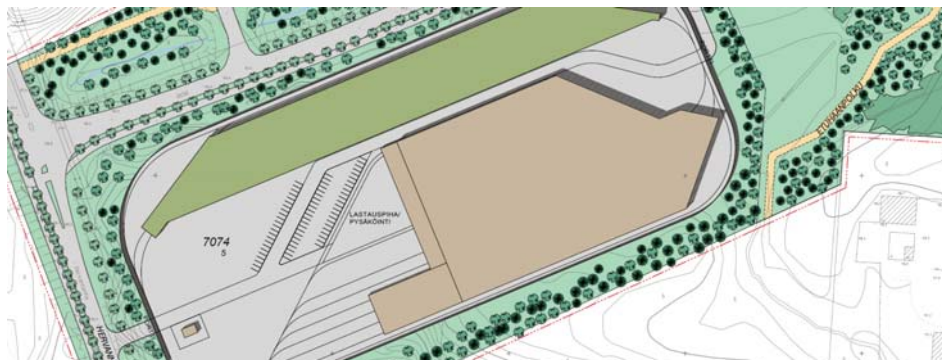
Lopullisen tilanteen hulevesien hallintarakenteiden kustannuksia arvioitiin karkeasti *taulukon 3* mukaisesti. Kustannusarviossa on käytetty muun muassa hulevesioppaan<sup>23</sup> ja FOREn<sup>24</sup> kustannuslaskentaohjelman mukaisia hintoja hulevesien hallintamenetelmille. Hulevesioppaassa ilmoitetut kustannukset ovat sidottu vuoden 2010 kustannustasoon. Kokonaiskustannusarviot on kootusti esitetty *taulukossa 3*.

**Taulukko 3.** Hulevesirakenteiden alustavat kustannusarviot (Alv. 0%)

Kohde	Yksikköhinta [€]	Määrä	Kustannus [€]
<b>Maanalainen hulevesien viivytys</b> (Sis. alustavan arvion maanrakennustöistä)	400 €/ m <sup>3</sup>	~450 m <sup>3</sup> (Jos kaikki varikon katovedet johdetaan maanalaisiin järjestelmiin)	180 000€
<b>Viherkatto</b>	~100 €/m <sup>2</sup> <sup>25</sup>	Tarve tarkentuu jatkosuunnittelussa	Tarve tarkentuu jatkosuunnittelussa
<b>Tauskonojan siirto (Vain uuden ojan rakentaminen)</b>	~ 60 €/ m	~200 m	12 000 €

Maanalaisien viivytysjärjestelmien kustannuksissa on huomioitu materiaalikustannukset sekä alustava arvio maanrakennustöistä. Tauskonojan siirtämisessä on huomioitu alustavasti vain uuden avo-ojan rakentamiskustannukset. Kustannusarvion loppusummaan tulee lisätä noin +30%, joka käsittää yleiskuluja muun muassa rakennussuunnittelun kustannuksista sekä rakennustöiden työmaatehtävistä. Kustannusarvio on alustava ja sitä tulee jatkosuunnittelussa maankäyttösuunnitelmien ja hulevesien hallintasuunnitelmien tarkentuessa tarkentaa.

Mikäli varikon alustavassa maankäyttösuunnitelmassa esitetyt säilytyshallit toteutettaisiin kokonaisuudessaan viherkattorakenteilla (*kuvan 15* ruskea alue), tarvittaisiin viherkattoa noin 1,5 ha, joka tarkoittaisi karkeasti noin 1,5 M€ kustannuksia. Hinta riippuu kuitenkin hyvin paljon valittavasta kattorakenteesta, joten kustannusarviota tulee tarkentaa jatkosuunnittelussa. Alustavien tietojen perusteella viherkaton hinta on noin 2-kertainen esimerkiksi laadukkaaseen bitumikattoon verrattuna, jonka hinta on noin 50 €/m<sup>2</sup>.<sup>25</sup> Bitumikattoisena säilytyshallit olisivat karkeasti noin 750 000€. Mikäli säilytyshallit toteutettaisiin kokonaan viherkattorakenteina, vähenisi maanalaisen viivytyksen tarve alustavasti noin 150 m<sup>3</sup>:lla.



**Kuva 15.** Ruskealla väritetty alue on alustavasti suunniteltu säilytyshallialue

<sup>23</sup> Kuntaliitto. 2012. Hulevesioppas

<sup>24</sup> fore.in-infra.net

<sup>25</sup> Sähköpostikeskustelu Henrik Bosin (VRJ Group Oy) kanssa 14.12.2015

17.12.2015

---

## 8 ALUSTAVAT GEOTEKNISET ARVIOT TAUSKONOJAN SIIRTÄMISESTÄ JA PUTKITTAMISESTA

### 8.1 Nykyiset pohjaolosuhteet

Nykyinen maanpinnan taso vaihtelee noin korkeusvälillä +117,83...+140. Maanpinta viettää lännestä itään.

Kootun lähtö- ja tutkimusaineiston perusteella varikon alue sijoittuu puoleksi kitkamaa-alueelle ja puoliksi humuspitoiselle savikkoalueelle. Maaperäolosuhteet ja niiden vaihtelu on esitetty 8.6.2015 laaditussa rakennettavuusselvityksessä.

Varikko rakennettaisiin alustavien arvioiden perusteella noin korkeusasemaan +125 (N2000). Suunnitellun varikkoalueen läpi kulkee Tauskonoja (noin korkeusasemassa +117 N2000), joka tullaan tulevassa tilanteessa joko putkittamaan tai säilyttämään avo-ojana. Mikäli Tauskonoja säilytettäisiin osittain avoimena ojarakenteena, siirrettäisiin se varikon itäpuolelle. Ratkaisuvaihtoehdossa, jossa Tauskonoja säilytetään osittain avoimena, edellytetään joka tapauksessa ojan putkittamista vähintään varikon ja Kauhakorvenkadun välisellä alueella.

Geoteknisesti suositeltavimmat ratkaisuvaihtoehdot Tauskonojan putkittamisen/siirtämisen osalta riippuvat pitkälti varikon perustamisratkaisusta. Lisäksi geoteknisten jatkotutkimusten tarkempi tarve voidaan määritellä vasta varikon perustamisrakenteiden selvittyä. Seuraavassa kappaleessa on kuitenkin esitetty alustavat geotekniset arviot Tauskonojan putkittamisesta tai siirtämisestä riippuen varikon tulevasta perustamistavasta.

### 8.2 Varikon perustaminen maanvaraisena massanvaihtoa hyödyntäen

Tuleva varikko rakennetaan alustavien arvioiden perusteella noin korkeusasemalle +125,0 (N2000). Tällöin varikon itäpuolelle toteutetaan pengerrys noin 7 – 8 m korkeana.

Mikäli varikko perustetaan maanvaraisena massavaihdon välityksellä louhemateriaalien käyttäen, voidaan alustavasti arvioida onnistuvan Tauskonojan säilyttäminen osittain avo-ojana huolimatta siitä, että oja sijoittuisi pengerryksen juureen. Ratkaisuperiaate edellyttää massavaihdon seurantaa ja osoittamista. Lisäksi massavaihto tulee olla suoritettuna kovaan pohjaan asti eikä saven pehmeitä kerroksia saa jäädä poistamatta. Mahdolliset savikerrokset voisivat nimittäin aiheuttaa painumia sekä stabiliteettiriskien nousua avo-ojan ratkaisun osalta. Ratkaisuvaihtoehdo tulee kuitenkin varmistaa laskennallisesti.

### 8.3 Varikon perustaminen paalulaatalle

Vaihtoehdossa, jossa varikko perustetaan paalulaatalla, on tarkistettava laatan alapuolelle tulevat rakenteet. Mikäli alla oleva tila täytetään, tulee stabiliteetti- ja painumariskit huomioida. Stabiliteettiriski nimittäin kasvaa mitä lähempänä avo-ojaa ollaan. Paalulaatan ratkaisuvaihtoehdossa tulee huomioida suurista painumista aiheutuva negatiivinen vaippa-hankaus paaluihin sekä tarvittavat toimenpiteet ongelman vähentämiseksi. Mikäli varikko perustetaan paalulaatalle suositellaan ojan putkittamista sekä tarvittaessa putkilinjan ympäristön täyttämistä vastapenkereenä. Ratkaisuvaihtoehdo tulee varmistaa laskennallisesti. Mikäli rakenne toimii "sillan kannen tavoin", eikä täyttöjä laatan alle tehdä, oja voidaan toteuttaa avo-ojana.

17.12.2015

---

## 9 YHTEENVETO

Tässä työssä on laadittu Tampereen raitiotien Hervannan varikkoalueelle hulevesisuunnitelma asemakaavan nro 8600 viitesuunnitelman pohjalta. Työn tavoitteena on ollut tarkastella muuttuvan maankäytön vaikutuksia hulevesien muodostumiseen. Työssä on arvioitu hulevesien hallinnan tarvetta ja esitetty tarvittavat hulevesien hallintaratkaisut. Lisäksi työssä on esitetty tavoitteet rakentamisen aikaiselle hulevesien hallinnalle.

### 9.1 Valuma-alueet ja luontoarvot

Suunnittelualue kuuluu Vihiojan päävaluma-alueeseen. Suunnittelualan vedet purkautuvat Tauskonojan (Ahvenisjärven laskuojan) kautta Houkanojaan, joka virtaa itä-Hervannan halki pohjoiseen kohti Vihiojaa. Suunnittelualan läheisyydessä on havaittu myös lähteitä. Lähteet eivät sijaitse tulevan maankäytön alueella ja saatujen tietojen perusteella kyseessä ei olisi vesilain mukainen lähde, sillä lähteen läheisyydessä ei havaittu kaupungin ja viranomaisen tekemällä maastokäynnillä lähteisyyteen liittyvää lajistoa.

Suunnittelualueella ja sen lähiympäristössä on tehty liito-oraviin liittyviä havaintoja. Vuoden 2014 jätös- ja kolopuuhavaintojen perusteella suunnittelualan itäosassa Etuhaanpuistossa sekä Santen Oy:n omistaman alueen metsikössä pesii liito-orava. Metsikön biotyyppejä on liito-oravan elinympäristöksi hyvin soveltuvaa. Metsikön itälaidassa Niittyhaankadun viertä pitkin kulkee liito-oravan kulkuyhteys Kauhakorvenkadun pohjoispuoleisille liito-orava-alueille, joissa on vuonna 2015 tehty jätöshavaintoja.<sup>26</sup> Vuonna 2015 liito-oravan jätöshavaintoja on tehty suunnittelualan länsipuolella Hermiankadun ja TTY:n välisellä metsäsaarekkeella. Aivan Hermiankadun laidassa on myös havaittu risupesäpuu.<sup>27</sup> Suunnittelualan länsiosassa on myös jonkin verran biotoopiltaan liito-oravan elinympäristöksi hyvin soveltuvaa maastoa. Alueen länsiosan kukkulalla on tehty kolopuulöydöksiä. Suunnittelualan pohjoislaidalla kulkee liito-oravan kulkuyhteys. Kulkuyhteys on kirjattu myös kaava-alueen pohjoisosaan, Kauhakorvenkadun pohjoispuolelle.

### 9.2 Suunniteltu maankäyttö ja sen vaikutukset hulevesiin

Asemakaava-alueelle on suunniteltu sijoittuvan Tampereen raitiotien varikkoalue sekä kaksi teollisuustonttia. Rakentamisen myötä nykyistä metsäaluetta muuttuu muun muassa rakennetuksi asfaltti- ja kattopinnaksi vaikuttaen lähiympäristön hydrologisiin olosuhteisiin. Tulevassa tilanteessa päävedenjakajien sijainnit pysyvät likimain nykytilaisina.

Suunnittelualan muodostuvat hulevedet eivät johdu havaittuihin lähteisiin. On kuitenkin mahdollista, että alueen rakentuminen vaikuttaa lähteiden kosteustasapainoon, kun läpäisemättömän pinnan määrän kasvaessa veden imeytyminen muuttuu.

Tulevalla maankäytöllä asemakaava-alueen valumakerroin kasvaisi noin 14 mm sadetapahtumalla arvoon noin 0,15. Toisin sanoen noin kerran 10 vuodessa toistuvalla 15min pituisella sadetapahtumalla, jonka intensiteetti on noin 157 l/s\*ha, muodostuisi hulevesivalunnan laskennalliseksi huippuvirtaamaksi noin 650 l/s. Varikkoalueen

---

<sup>26</sup> Tampereen kaupunki. 2014. Hervannan raitiotievarikon alueen liito-oravatilanne keväällä 2014. Korte, K.

<sup>27</sup> Tampereen kaupunki. 2015. Liito-oravaselvitys 2015

17.12.2015

---

mitoitussade, eli valuma-alueen kertymisajan mukainen sade, on likimain 15min pituinen sadetapahtuma.

Nykytilassa suunnittelualueen pääosin rakentamattomalta metsäalueelta ei muodostu tehokkaasti pinta- ja hulevesivaluntaa sadetapahtumien yhteydessä. Valunnan purkuvirtaamien huippuarvot muodostuvatkin lähinnä keväisistä lumen sulamisvirtaamista. Laskennallisesti asemakaava-alueen noin 18 ha:n alueen kevätylivalunta on 10 vuoden toistuvuudella noin 50 l/s.

### 9.3 Hulevesien hallinta raitiotievarikon alueella

Hulevesien muodostumisen vähentämiseksi suositellaan varikkoalueella hyödynnettävien viherkattoja ja vettä läpäiseviä päällysteitä. Lisäksi hulevesiä viivytetään maanalaisilla viivytysjärjestelmillä ennen Tauskonojaan johtumista. Maanalaisten järjestelmien mitoitukseksi sekä varikkoalueella että teollisuustonteilla esitetään 1,5 m<sup>3</sup>/100 vettä läpäisemätöntä pintaneliometriä kohden. Viivytysvaatimukseksi esitetään 'hule-9'-kaavamääräystä hieman suurempi mitoitus johtuen alueellisesti tärkeänä hulevesien virtausreittinä toimivan Tauskonojan (Ahvenisjärven laskuojaan) välittömästä läheisyydestä. Lisäksi asemakaavan sisällä on rajoitetusti tilaa harvinaisempia tulvatilanteita hallitseville hulevesijärjestelmille. Esimerkiksi Tauskonojan yhteyteen rakennettavalla patorakenteella ajoittaisia tulvavirtaamia on mahdollista osittain viivyttää myös varikon itäpuolella. Patorakenteen mahdollista vaikutusalueutta on esimerkinomaisesti kuvattu *liitekartassa 202*. Hulevesien viivyttäminen ei kuitenkaan saa aiheuttaa kaava-alueen sl-6 ja sl-7 alueen puustolle ja kasvillisuudelle sellaista haittaa, että alueen luontoarvot ja esimerkiksi liito-oravan elinmahdollisuudet heikkenisivät.

Varikon eteläisen rakennuksen puhtaita kattovesiä voidaan vaihtoehtoisesti viivyttää tontin eteläpuoleisessa louheojassa, jolloin maanalaisia järjestelmien mitoitusta voidaan pienentää.

Hulevesien hallinnan tehostamisen vuoksi varikkoalueelle suositellaan myös viherkattoja ja vettä läpäiseviä päällysteitä tukemaan maanalaista hulevesien viivytystä. Erityisesti puhdasta kattovettä voidaan kerätä talteen esimerkiksi kattovesisäiliöillä, joista varastoitu vesi voidaan myöhemmin ottaa hyötykäyttöön käyttämällä hulevesiä esimerkiksi raitiovaunujen pesuvedenä.

### 9.4 Tauskonojan siirtäminen/putkittaminen

Tauskonoja kulkee osittain tulevan varikkoalueen alla. Tauskonojan pohja on alueella tehtyjen maastomittauksien ja verkostokartasta saatujen tietojen perusteella korkeusasemassa noin +117 (N2000)0. Varikkoalueen tuleva korkeusasema on alustavien suunnitelmien perusteella noin +125,5 (N2000). Suuresta korkeuserosta johtuen Tauskonoja suositellaan alustavasti putkittettavan.

Vaihtoehtoisesti Tauskonoja voidaan alustavien tarkasteluiden perusteella uudelleen linjata siten, että se säilyy avo-ojana. Tauskonojan siirtämisen ja mahdollisen tulvarakenteen toteuttamiskelpoisuus tulee kuitenkin tarkennetusti tarkastella jatkosuunnittelun yhteydessä.

Tauskonoja toimii tärkeänä alueellisena kuivatusreittinä johtaen pääosan Hervannan hulevesistä Houkanojaan. Näin ollen tuleva hulevesiviemärin tai uuden avo-ojan jatkosuunnittelussa tulee huomioida myös poikkeuksellisten rankkasadetilanteiden aiheuttamat hulevesien huippuvirtaamat. Alustavien hulevesimallinnustulosten

17.12.2015

---

perusteella Tauskonojan mitoitussateen kesto on suunnittelualueen kohdalla likimain noin 4 - 6 h. Kerran sadassa vuodessa toistuvalla 6h pituisella rankkasateella Tauskonojassa ilmenee Kauhakorventien alituksen jälkeen alustavien mallinnustulosten perusteella noin 2,1 m<sup>3</sup>/s huippuvirtaama.

### 9.5 Teollisuustonttien hulevesien hallinta

Teollisuusalueille on tyypillistä suuri läpäisemättömien pintojen osuus, mikä kasvattaa alueen hulevesivirtaamaa. Eryityisesti suunnittelualueen koillinen tontti sijaitsee Tauskonojan välittömässä yhteydessä, jossa jo nykyiset hulevesivirtaamat aiheuttavat ajoittain tulvaongelmia.

Alustavien tarkasteluiden perusteella suunnittelualueen teollisuustonteille soveltuu todennäköisesti maanpäälliset hulevesijärjestelmät, johtuen tonttien loivapiirteisyydestä ja matalasta korkeusasemasta nykyisiin hulevesien virtausreitteihin nähden. Maanpäällisiä viivytysjärjestelmiä voivat olla esimerkiksi ympäröivää maanpintaa alempana olevat viherpainanteet, joilla hulevesien sallitaan hetkellisesti lammikoitua. Lisäksi mahdollisuuksien mukaan tonteille suositellaan vettä läpäiseviä päällysteitä ja viherkattoja.

Suunnittelualueen teollisuustontille suositellaan samoja mitoituspäätöksiä kuin varikkoalueelle, 1,5 m<sup>3</sup> jokaista 100 läpäisemätöntä pintaneliötä kohden. Näin voidaan minimoida virtaamahuippujen kasvamista Tauskonojassa, jossa jo nykytilassa esiintyy tulvimista.

### 9.6 Rakentamisen aikaisten hulevesien hallinta

Suunnitellusta tehokkaasta maankäytöstä ja Tauskonojan välittömästä läheisyydestä johtuen rakentamisen aikaisiksi järjestelmiksi suositellaan väliaikaiset Tauskonojasta erillään olevia väliaikaisia matalia laskeutuspainanteita, jotka on varustettu suotopadoilla. Johtamalla pintavalunta ja mahdolliset pumppausvedet painanteiden kautta, voidaan vähentää kiintoaineskuormitus Tauskonojassa.

Rakentamisen aikaisien järjestelmien soveltuvimmat sijainnit tarkentuvat rakentamisen edetessä. Suositeltavinta olisi hyödyntää työmaan alavia alueita, jonne pintavalunta luontaisesti kertyy. Matalat laskeutuspainanteet voidaan esimerkiksi sijoittaa varikkoalueen itäreunaan, jolloin työmaalla mahdollisesti muodostuva pintavalunta johtuu mahdollisimman luontaisesti suotopatojen suuntaan. Lisäksi periaatteena tulisi olla, että pintamaata ja kasvillisuutta poistetaan mahdollisimman pieneltä alueelta kerrallaan.

### 9.7 Vaikutukset Etuhaanpuiston lähteeseen

Rakentaminen ei todennäköisesti tule vaikuttamaan havaitun lähteen tilaan. Muutoksiin on siitä huolimatta syytä varautua, joten lähteen tilan seuranta suositellaan. Seurannan avulla voidaan selvittää lähteen käytös luonnontilassa, jolloin on mahdollista tunnistaa johtuvatko mahdolliset muutokset rakentamisesta vai luonnollisesta vaihtelusta.

Tämän raportin laadinnan yhteydessä kysyttiin ELY:n kantaa Etuhaanpuiston lähteestä. ELY-keskukselta saatujen tietojen perusteella kyseessä ei olisi vesilain mukainen lähde, sillä lähteen läheisyydessä ei havaittu kaupungin ja viranomaisen tekemällä maastokäynnillä lähteisyyteen liittyvää lajistoa.

17.12.2015

---

## 10 SUOSITUKSET JATKOSUUNNITTELUUN

Tässä työssä laadittiin vain karkea hulevesimalli Tauskonojan valuma-alueesta, sillä Hervannan alueelta on tekeillä kattavampi hulevesimalli<sup>28</sup>. Hulevesimallinnuksessa on tarkoitus myös ratkaista alueellisten hulevesijärjestelmien sijoittuminen. Tauskonojan mitoitusvirtaamia ja siten myös tai Tauskonojan siirtämisen tai putkittamisen mitoitusta tulee tarkentaa Hervannan hulevesimallinnuksen valmistuttua.

Tässä työssä ei ole tehty tarkennettuja geoteknisiä laskelmia Tauskonojan mahdollisen siirtämisen osalta. Mikäli Tauskonoja halutaan pitää avo-ojana varikon itäreunassa, tulee ratkaisusta laatia asianmukainen geotekninen laskelma.

Asemakaavan ja erityisesti varikon maankäyttösuunnitelmien tarkentuessa tulee hulevesien hallintasuunnitelmaa tarkentaa. Myös soveltuvin korttelikohtainen viivytysjärjestelmä tulee suunnitella jatkosuunnittelun yhteydessä tulevan maankäytön tarkentuessa.

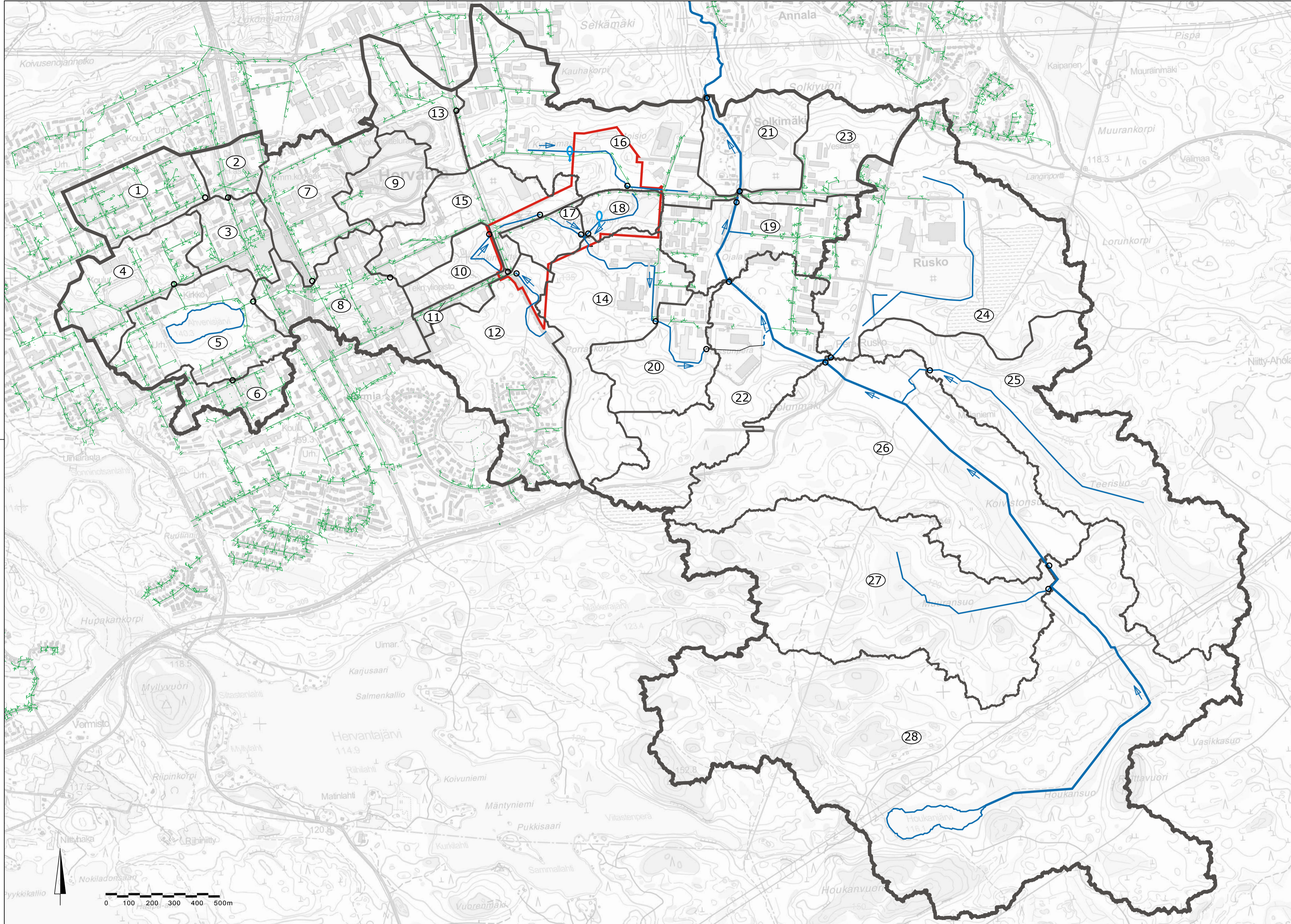
### FCG Suunnittelu ja Tekniikka Oy

Hyväksynyt: Tuomas Miettinen  
aluepäällikkö, dipl.ins.

Laatinut: Pekka Raukola  
projektipäällikkö, dipl.ins  
Ella Havulinna  
diplomityöntekijä, tekn. kand

---

<sup>28</sup> SITO Oy. Hervannan hulevesimallinnus



- Kaava-alueen raja
- Päävedenjakaja
- Sivuvedenjakaja
- Hulevesiviemäri, nykyinen
- o Purkupiste
- Oja, nykyinen
- o Lähde
- > Pintavalunnan virtaussuunta

**Osavalmu-alueiden pinta-alat:**

1: 16,4ha	11: 3,0ha	21: 18,2ha
2: 6,5ha	12: 39,8ha	22: 46,3ha
3: 10,7ha	13: 15,2ha	23: 17,0ha
4: 19,5ha	14: 36,7ha	24: 77,3ha
5: 26,4ha	15: 22,6ha	25: 89,0ha
6: 9,7ha	16: 49,9ha	26: 89,0ha
7: 21,1ha	17: 5,7ha	27: 81,5ha
8: 22,6ha	18: 6,4ha	28: 212,7ha
9: 12,1ha	19: 23,0ha	
10: 7,7ha	20: 19,2ha	

Rakennuskohde <b>TAMPEREEN KAUPUNKI</b> <b>RAITTIOTIE, HERVANNAN VARIKKO</b> <b>HULEVESISELVITYS - PÄIVITYS</b>	Piirustuksen sisältö <b>VALUMA-ALUEKARTTA</b>	Mittakaavat 1:10 000
Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero		Muutos
FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy Pyhäjärvenkatu 1 33200 Tampere Puh. 0104090 www.fcg.fi		<b>VHT -P28077- 201</b>
Päiväys 17.12.2015 Pääsuunn. Pekka Raukola Hyv. Tuomas Miettinen		Tiedosto P26536 Tre raitiotie_GK24.dwg Suunn./Piirt. Ella Havulinna / Tiina Puska Tarkastaja Pekka Raukola Yhteyshenkilö Tuomas Miettinen
		A S

- Kaava-alueen raja
- Pintavalunnan virtausuunta
- Hulevesiviemäri, nykyinen
- Hulevesiviemäri, uusi (sijainti viitteellinen)
- Avo-oja, nykyinen
- Avo-oja, nykyinen, käytöstä poistuva
- Avo-oja, uusi (sijainti viitteellinen)
- Lähde
- Suunniteltu hulevesien maanalainen viivytyskennosto (sijainti viitteellinen)
- Suunniteltu louheoja (sijainti viitteellinen)
- Mahdollinen tulvareitti (sijainti viitteellinen)
- Mahdollinen, viitteellinen patorakenne

Korttelikohtainen hulevesien hallinta voidaan toteuttaa esimerkiksi viherpainanteilla. Soveltuvin viivytysmenetelmä tulee selvittää tulevan maankäytön tarkentuksessa. Järjestelmät mitoitetaan samoin kuin varikkoalue, 1,5 m<sup>3</sup>/100 m<sup>2</sup> läpäisemätöntä pintaa. Korttelikohtaiset järjestelmät puretaan läntiseen avo-ojaan.

6226  
T-22  
II  
e=0,50  
Ito20%  
Iap/te, va85m2  
Iap/Ito45m2  
Ipp/300m2  
hule-30(1,5)  
y-8600

Nykyinen hulevesiviemäri suositellaan säilytettävän. Tontille rasite.

Niittyhaantien allittua todennäköisesti rumpu. Selvittävä jatkosuunnittelussa

Nykyinen avo-oja liittyy Kauhakorvenkadun hulevesiviemäriin oletettavasti tässä

Tauskonoja tulee putkittaa vähintään Kauhakorvenkadun ja varikon välisellä kapealla kaistaleella. Avo-oharakenne Kauhakorvenkadun ja varikon välisellä alueella johtaisi erittäin syvään ja luiskakätevyydetään jyrkkään avo-ojaan

Putkittaessa Tauskonoja, uusi hulevesiviemäri tulee rakentaa etupainotteisesti siten, että Kauhakorventien allittava virtaus voidaan ohjata hulevesiviemäriin ennen nykyisen ojan peittämistä.

Mikäli Tauskonojan putkistusta ei mitoiteta johtamaan myös poikkeuslaitteiden (tulvatilanteiden) hulevesivirtaama, tulee tontin itäreunaan varata erillinen hulevesien tulvareitti poikkeustilanteita varten.

Tauskonojan mahdollisen tulvareitin geotekninen tarkastelu tulee tehdä jatkosuunnittelussa. Tulvareittiä ei saa sijoittaa sl-7 alueelle.

Mikäli varikon itäpuolella halutaan osittain hallita Tauskonojan virtaamaa, voidaan tulvavirtaamaa viivyttää esimerkiksi varikon kaakkospuolelta sijoitettavalla patorakenteella. Sallitussa tulvavesien nousta ajoittain esimerkiksi tasoon +119 (N2000), leviäisi vesipinta kartassa esitetylle alueelle mikäli nykyisiä maanpinnan korkeusasetelmiä ei muuteta. Viesien padottaminen olisi vain hetkellistä ja tapahtuisi tulvatilanteiden aikana. Hulevesien viivyttyminen ei kuitenkaan saa aiheuttaa kaava-alueen sl-6 ja sl-7 alueen puustolle ja kasvillisuudelle sellaista haittaa, että alueen luontoarvot ja esimerkiksi liito-oravan elinmahdollisuudet heikentyvät. Mikäli jatkosuunnittelussa Tauskonojan padottaminen osoittautuu toteutettavaksi ratkaisuvaihtoehdoksi, niin toteutusmahdollisuudesta tulee neuvotella viranomaisten kanssa.

Katto- ja pintavalunta johdetaan maanalaisten viivytysten kautta itään. Hulevesien viivytysvaatimus 1,5 m<sup>3</sup> viivytystilavuutta 100 katto- ja asfalttipintaneliometriä kohden. Mitoituksella hallitaan tehokkaasti 15 mm sadanta, eli esimerkiksi 1/10a toistuva 15min sadetapahtuma.

Harvinaisempien rankkasateiden varalta viivytysrakentamassa on viivutojajärjestelmät. Alustavan maankäytön perusteella asfaltti- ja kattopintoja arvioidaan muodostuvan noin 30 000 m<sup>2</sup> (huomioiden laajennusvaraukset).

Vettä läpäisemättömien pintojen määrä tarkoitetaan ehdotetulla mitoituksella noin 450 m<sup>2</sup>n viivytystilavuutta. Mitoituksessa on oletettu, että kaikki kattovedet johdetaan maanalaisten viivyttykseen.

Maanalaisten viivytysten alustava mitoituksella:

Viivytysrakenne 1:

- 150 m<sup>3</sup>
- Esim. 42m x 3m x 1,2m (p x l x s)

Viivytysrakenne 2:

- 300 m<sup>3</sup>
- Esim. 84m x 3m x 1,2m (p x l x s)

RUSKO

Korttelikohtainen hulevesien hallinta voidaan toteuttaa alustavien arvioiden perusteella maanpäällisillä viivytysjärjestelmillä kuten viherpainanteilla. Soveltuvin viivytysmenetelmä tulee selvittää tulevan maankäytön tarkentuksessa. Järjestelmät mitoitetaan samoin kuin varikkoalue, 1,5 m<sup>3</sup>/100 m<sup>2</sup> läpäisemätöntä pintaa. Korttelikohtaiset järjestelmät puretaan avo-ojaan.

Mikäli Tauskonojaa ei putkitteta, voi alustavasti jatkua tulvareitti toimia Tauskonojan uuteen ojaan. Mahdollinen avo-oja tulee mitoitaa tarkempien mallinnustuloksien ja Tauskonojan tarkemmittausten perusteella jatkosuunnittelussa.

Kuvassa on esitetty esimerkinomaisena mitoituksena 0,65m uomasyvyyden omaava, noin 7,3m leveä uoma, joka 2% pituuskaitevedellä pystyy välittämään ajoittaiset tulvatilanteen virtaamat (2,1 m<sup>3</sup>/s). Tauskonojan uoma on varikon eteläpuolella kuitenkin huomattavasti kapeampi, eli nykyinen uoma aiheuttaisi tulevassakin tilanteessa padotusta hulevesien huippuvirtaaman aikaan varikon itäpuolella. Näin ollen mahdollinen varikon itäpuolella sijaitsevan Tauskonojan uuden uoman mitoitusta ei ole tarpeen mitoitaa poikkeuksellisia hulevesivirtaamia varten, ellei ojaa kunnosteta laajemminkin alueelta alajuoksulla. Tulvareitin/ uuden avo-ojan mitoituksella tulee tarkentaa jatkosuunnittelussa, jossa huomioidaan myös varikon eteläpuoleisen Tauskonojan osuuden välityskapasiteetti.

Etuhaanpuistosta laskeva pieni avo-oja yhdistetään Tauskonojaan esimerkiksi kaivon välityksellä, mikäli Tauskonoja putkittetaan

Poikkeustilanteissa Tauskonoja tulee todennäköisesti jatkossakin ajoittain tulvimaan ellei Tauskonojan tulvavirtaamaa viivytetä myös asemakaava-alueen ulkopuolella. Alustavien arvioiden perusteella varikon itäpuolella olisi myös mahdollista toteuttaa hulevesien viivytystä esim. patorakenteen avulla. Tauskonojan tulvavirtaamien perusteellisesti rakaiseminen edellyttää kuitenkin kokonaisvaltaisempaa ratkaisua, jossa Tauskonojan virtaama viivytettäisiin jo uoman yläjuoksulla, ennen varikon kaava-alueita.

Huolto- ja pesutiloissa syntyvät vedet johdetaan jätevesiviemäriin

Louheojassa voidaan viivyttää eteläisen rakennuksen kattovesiä esimerkiksi murskeputkien avulla. Ratkaisulla maanalaisten viivytysten mitoitusta voidaan pienentää.

Avo-ojan pohjan korkeusasetelmä tarkennettava, jotta uusi hulevesiviemäri/ oja voidaan asianmukaisesti mitoitaa.

Mahdollinen uusi hulevesiviemäri toimii tärkeänä alueellisenä kuivatusreitina. Hulevesiviemäri mitoitetaan välittämään myös poikkeuksellisen harvoin (väh. 1/100a) toistuvan rankkasateen aiheuttama huippuvirtaama. Mahdollisessa putkityksessä huomioidava myös työn aiheuttama työalue.

Alustavien mallinnustarkasteluiden perusteella rumpuputken välityskapasiteetin tulee olla Kauhakorventien alituksen jälkeen 1/100a tilanteella noin 2,1 m<sup>3</sup>/s. Hervannan varikoilta tulevan hulevesiviemäriin liittymispisteen jälkeen teknisen kapasiteetin tulee alustavien mallinnustuloksien perusteella olla noin 2,4m<sup>3</sup>/s. Ahvenisjärven laskujan huippuvirtaama tulee kuitenkin tarkentaa tekeillä olevan Hervannan hulevesimallinnuksen perusteella.

Rumpuputken asianmukainen mitoituksella edellyttää mittaus-tietoa Tauskonojan pohjan korkeusasetelmästä.

Uusi hulevesiviemäri joudutaan todennäköisesti rakentamaan loivan pituuskaiteveduuten, alustavien arvioiden perusteella noin 2‰:een. Tällöin putkikokoiksi soveltuvi esimerkiksi 1600B.

Tauskonojan uoma on varikon eteläpuolella kuitenkin välityskapasiteetiltaan todennäköisesti huomattavasti heikompi, eli nykyinen uoma aiheuttaisi tulevassakin tilanteessa padotusta hulevesien huippuvirtaaman aikaan varikon kaakkospuolella. Näin ollen Tauskonojan uuden mahdollisen putken mitoituksella tulee tarkentaa jatkosuunnittelussa, jossa huomioidaan myös varikon eteläpuoleisen Tauskonojan osuuden välityskapasiteetti.

Kallioleikkauksen juurelle louhitaan avo-oja tontin tason alapuolelle. Louheojalla johdetaan metsän puhdas pintakerrosvalunta ojaan, jolloin puhas pintavalunta ja tontilla syntyvät hulevedet pidetään erillään.

Tontti lasetaan niin, että sen pintavalunta johtuu tontin sisäisen hulevesiviemäriin kautta maanalaisten viivyttykseen.

Henkilöautojen pysäköintialueilla suositellaan läpäiseviä päällysteitä

7083  
TY-17  
IV  
e=0,85  
Iap/te130m2  
Iap/to90m2  
Ipp/300m2  
hule-30(1,5)  
y-8600

Alustavien tietojen perusteella avo-oja ei aiheuta ongelmia varikon lounaiskuilussa ja voidaan näin ollen säilyttää

Tontin halki kulkeva Porraskorvenoja tulee putkittaa ja purkaa nykyiseen ojaan. Tontin ulkopuolella oja säilytetään nykytilaisena.

Alustava mitoituksella 600B.

Jos oja halutaan säilyttää avoimena tontilla, tulee sille varata enemmän tilaa ja osoittaa kaavassa rasitteena.

Korttelikohtainen hulevesien hallinta voidaan toteuttaa esimerkiksi maanpäällisillä viherpainanteilla. Järjestelmät ehdotetaan mitoitettavan 1,5 m<sup>3</sup>/100 m<sup>2</sup> läpäisemätöntä pintaa. Korttelikohtaiset järjestelmät puretaan avo-ojaan.

Riippuen teollisuusalueen tulevasta toiminnasta, hulevesien laadulliseen hallintaan tulee tarvittaessa kiinnittää erityistä huomiota, jotta nykyisen kosteikon luontoarvoja ei vaaranneta.

Kosteikkaa voidaan mahdollisesti hyödyntää Tauskonojan huippuvirtaamien viivyttyksessä. Tulvavesien johtamisen ekologisia vaikutuksia kosteikkoon ja liito-oravien elinympäristöön tulee kuitenkin tarkastella erikseen.

Rakennuskohde <b>TAMPEREEN KAUPUNKI RATITOTIE, HERVANNAN VARIKKO HULEVESIVIIVYTYS - PÄIVITYS</b>	Projektiin sisältyvä <b>VIIESSUUNNITELMAKARTTA</b>	Mittakaava <b>1:1000</b>
FCG Suunnittelu ja teknikka Oy Puh. 0104090 www.fcg.fi	Suunnittelun, työnnumero ja piirustuksen numero <b>VHT 202</b>	Muutos <b>0</b>
Päiväys: 17.12.2015 Pääsuunn. Pekka Raskola Hyv. Tuomas Miettinen	Suunn./Piir. Ella Havelinna / Tiina Puska Tarkastaja Pekka Raskola Yhteyshenkilö Tuomas Miettinen	A S