

---

# Tampereen kaupunki

## Hervannan hulevesiselvitys

Raportti



6.5.2016

**S** **SITO**

---

**Sisältö**

<b>1</b>	<b>JOHDANTO .....</b>	<b>2</b>
1.1	Suunnittelun lähtökohdat ja tavoitteet .....	2
1.2	Suunnitteluorganisaatio.....	2
<b>2</b>	<b>SELVITYSALUEEN KUVAUS .....</b>	<b>3</b>
2.1	Selvitysalueen sijainti .....	3
2.2	Maaperä ja topografia .....	4
2.3	Valuma-alueet ja virtausreitit.....	5
2.3.1	Valuma-aluejako .....	5
2.3.2	Päävirtausreitin kuvaus.....	5
2.3.3	Painanteet ja pintavalunta .....	14
2.4	Maankäyttö.....	15
2.4.1	Nykyinen maankäyttö .....	15
2.4.2	Suunniteltu maankäyttö ja sen vaikutukset .....	15
2.5	Luontoarvot .....	16
<b>3</b>	<b>HULEVESIMALLINNUS .....</b>	<b>17</b>
3.1	Yleistä.....	17
3.2	Verkosto .....	17
3.3	Osavaluma-aluejako ja parametrisointi .....	17
3.4	Mallinnuksen tuloksia .....	18
3.4.1	Selvitysalue yleisesti.....	18
3.4.2	Hervannan keskusta-alue .....	18
3.4.3	Kauppakeskus Duon alue.....	20
3.4.4	Avouomaosuus Hervannantieltä Houkanojaan .....	24
<b>4</b>	<b>MAHDOLLISET TOIMENPITEET PÄÄPURKUREITILLÄ.....</b>	<b>28</b>
4.1	Tauskonojan linjaaminen uudelleen.....	28
4.2	Pääpurkureitin kapasiteetin kasvattaminen alajuoksulla .....	29
4.3	Hulevesien viivyttäminen ennen Santenia .....	33
4.3.1	Viivytyiskohteiden sijainti ja mitoituslaskelmat .....	33
4.3.2	Viivytystilavuuksien toteuttaminen .....	37
4.4	Tuleva tilanne jos Hermiankadun ympäristö rakennetaan täyteen .....	39
4.5	Yhteenveto mahdollisista toimenpiteistä .....	41
4.5.1	Toimenpiteet kun Hermiankadun itäpää säilyy nykyisellään .....	41
4.5.2	Toimenpiteet kun Hermiankadun itäpää rakennetaan.....	41
<b>5</b>	<b>KUSTANNUSARVIOT .....</b>	<b>42</b>
<b>6</b>	<b>YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....</b>	<b>43</b>

**LIITTEET**

- Liite 1. Valuma-aluekartta 1:5000 (A1)  
 Liite 2. Osavaluma-aluekartta 1:4000 (A1)  
 Liite 3. Tulvivat alueet 1:9000 (A3)

Kaikki raportissa ja liitekartoissa ilmoitetut korkeudet ovat N2000-järjestelmässä.

Kansikuva: Ahvenisjärven rantaa, Sito Oy

## 1 JOHDANTO

### 1.1 Suunnittelun lähtökohdat ja tavoitteet

Tampereen Hervanta on yksi Suomen suurimmista lähiöistä ja käsittää asuin-, työpaikka-, opetus- ja teollisuustoimintojen alueita. Hervannan rakentaminen aloitettiin 1970-luvun alussa ja alueen tiivistyminen on jatkunut näihin päiviin. Hervanta sijoittuu vedenjakaja-alueelle siten, että keskusta-alueen hulevedet (Ahvenisjärven ja Tauskonojan valuma-alue) purkavat itään Houkanojaan, etelä-Hervannan vedet Hervantajärveen ja Suolijärveen ja pohjois-Hervannan vedet Särkijärveen tai Vihiojaan. Tässä selvityksessä on tarkastelu Tauskonojan valuma-aluetta, joka on suurin yhtenäinen valuma-alue Hervannassa.

Työn tarkoituksena on selvittää tarkemmat valuma-alueet ja virtausreitit sekä laatia hulevesiviemäriverkoston ja pääavo-ojat kattava hulevesimallinnus. Mallinnuksella tarkastellaan hulevesijärjestelmän kapasiteettia nykytilanteessa sekä tiedossa olevat maankäyttöhankkeet huomioiden. Tarkastelu ulotetaan Houkanojaan saakka.

### 1.2 Suunnitteluorganisaatio

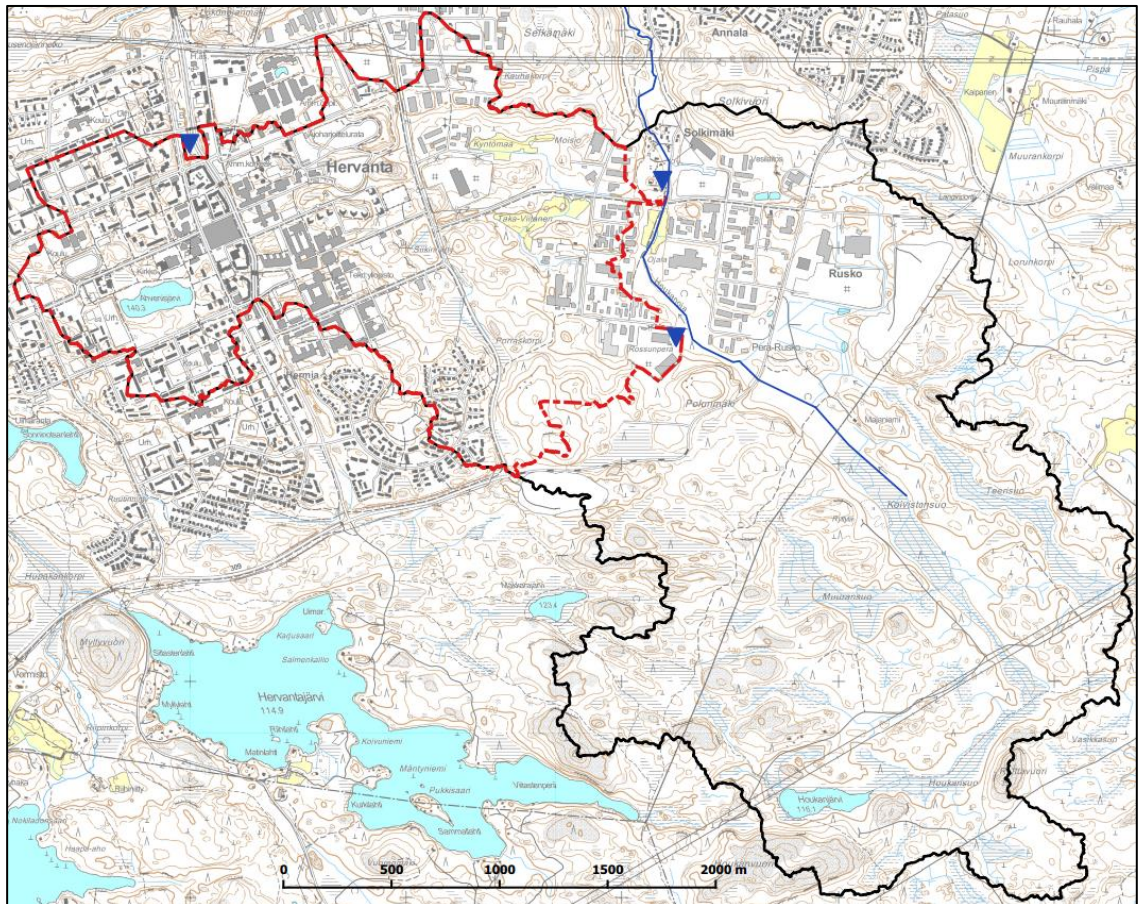
Selvityksen on laatinut Sito Oy. Konsultin työryhmään kuuluivat dipl.ins. Perttu Hyöty, dipl.ins. Lauri Harilainen sekä dipl.ins. Saara Lehtinen. Työn tilaajana on ollut Tampereen kaupunki, kaupunkiympäristön kehittäminen, yhteyshenkilönään vesihuoltainsinööri Maria Åkerman. Tilaajan puolelta työtä on ollut ohjaamassa ohjausryhmä, jonka kokouksiin ovat osallistuneet:

- Juha Brunnila, Tampereen kaupunki, rakennusvalvonta
- Ilkka Kotilainen, Tampereen kaupunki, maankäytön suunnittelu
- Pekka Laakkonen, Tampereen Vesi
- Heidi Rauhamäki, Tampereen Vesi
- Hanna Ohtola, Tampereen kaupunki, maankäytön suunnittelu
- Päivi Veijola, Tampereen kaupunki, maankäytön suunnittelu
- Antonia Sucksdorff, Tampereen kaupunki, maankäytön suunnittelu
- Marjatta Salovaara, Tampereen kaupunki, ympäristönsuojeluyksikkö
- Maria Åkerman, Tampereen kaupunki, yleisten alueiden suunnittelu
- Pekka Heinonen, Tampereen kaupunki, suunnittelupalvelut

## 2 SELVITYSALUEEN KUVAUS

### 2.1 Selvitysalueen sijainti

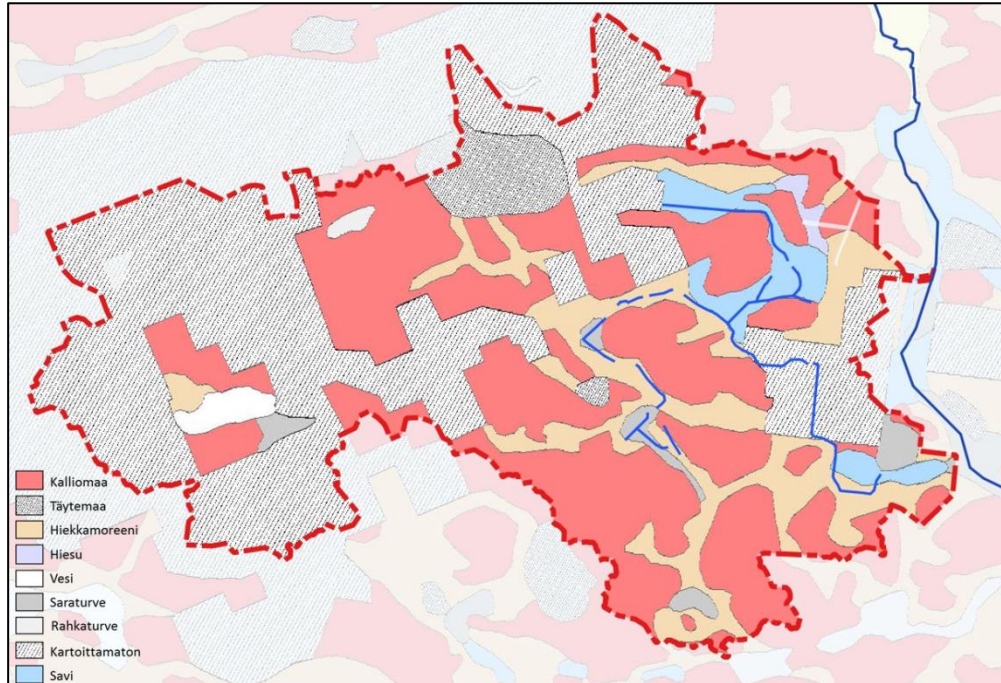
Selvitysalue sijaitsee Houkanojan valuma-alueella. Houkanoja on Vihiojan latvahaara ja se kulkee Hervannan itäpuolella Ruskon työpaikka-alueen halki pohjoiseen. Houkanojan Solkimäen yläpuolinen valuma-alue on kokonaisuudessaan noin 10 km<sup>2</sup> ja siitä karkeasti noin kolmasosa on rakennettua ympäristöä. Tämä hulevesiselvitys koskee Houkanojan länsipuolista ns. Tauskonojan (Ahvenisjärven laskuoja) valuma-aluetta, jonka pinta-ala on noin 3,5 km<sup>2</sup>. Selvitysalue käsittää Hervannan keskeisimmän alueen ja Ruskon työpaikka-alueen länsiosan. Alueen pääpiirteittäinen rajausta ja Houkanojan Solkimäen yläpuolinen valuma-alue on esitetty kuvassa 1. Selvitysalueella on kolme purkupistettä, sillä muutamassa kohdassa samoilta valuma-alueilta ohjautuu vettä useampaan suuntaan. Merkittävin purkureitti, jota pitkin suurin osa hulevesistä purkautuu, on kuitenkin Tauskonoja.



Kuva 1. Selvitysalue (punaisella) suhteessa Houkanojan valuma-alueeseen. Purkupisteet selvitysalueelta on osoitettu sinisillä kolmiolla. Pääpurkupiste on purkupisteistä eteläisin.

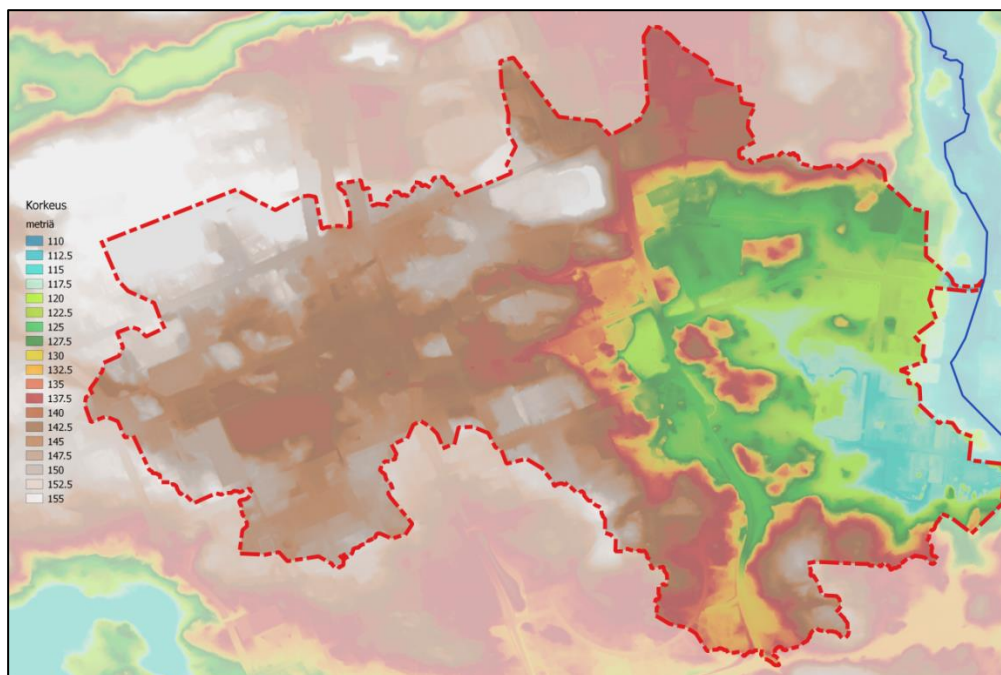
## 2.2 Maaperä ja topografia

Selvitysalue on suurelta osin rakennettua ja esitetty näiltä osin GTK:n maaperäkartoissa kartoittamattomana (2). Muuten pääosa alueesta on kalliioalueita ja hiekkamoreenia. Selvitysalueen koillisosassa Kyntömaan ja Taka-Viitasen peltoalueilla on savimaata.



Kuva 2. Selvitysalueen maaperä<sup>1</sup>

Selvitysalueen topografia on esitetty kuvassa 3. Selvitysalueen maanpinta laskee luoteesta kaakkoon. Maanpinta on korkeimmillaan noin tasolla +158 m ja matalimmillaan tasolla +114 m.



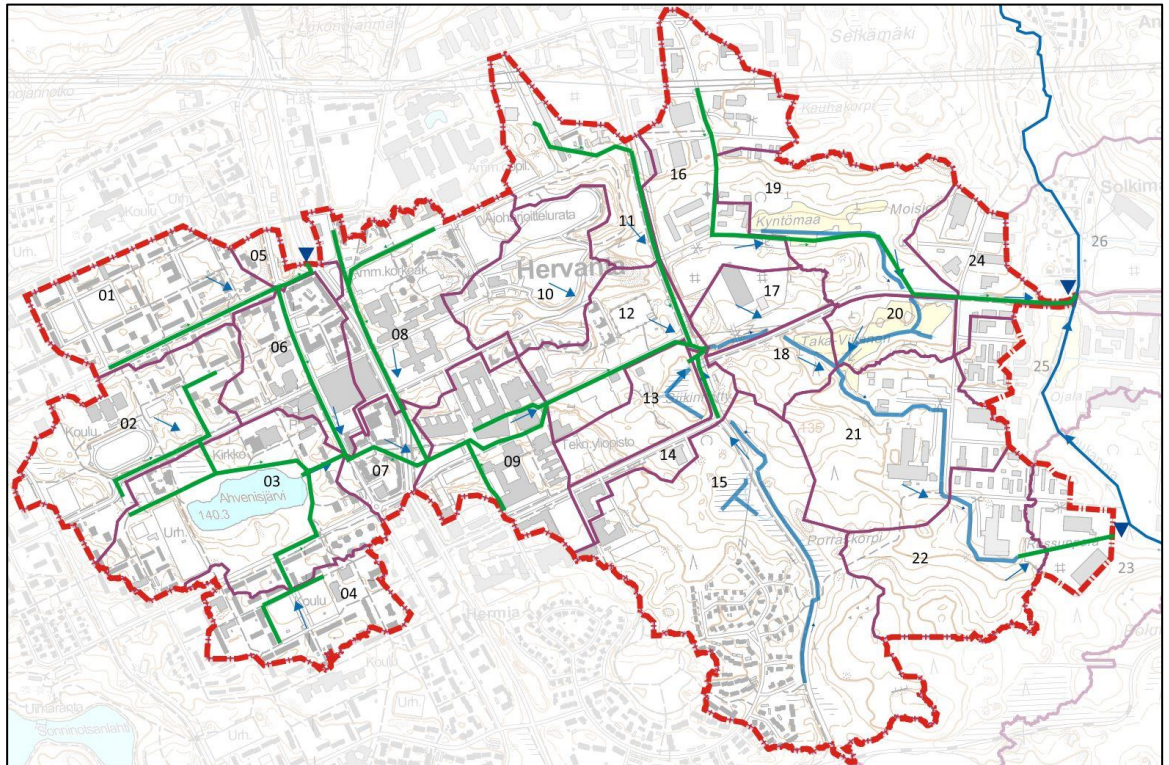
Kuva 3 Selvitysalueen topografia<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Maaperäkarta GTK

## 2.3 Valuma-alueet ja virtausreitit

### 2.3.1 Valuma-aluejako

Houkanojan koko Solkimäen yläpuolinen valuma-alue jaettiin 32 päävaluma-alueeseen osittain FCG:n tekemän raitiotien varikkoalueen hulevesiselvityksen<sup>3</sup> pohjalta. Tässä työssä käsitelty selvitysalue sijoittuu 25 päävaluma-alueelle ja pääpurkupiste on Tauskonkadun lähellä valuma-alueella 23. Päävaluma-alueet jaettiin vielä mallinnusta varten tarkempiin osavaluma-alueisiin. Selvitysalue osavaluma-alueineen ja päävirtausreiteineen on esitetty kartalla liitteessä 1. Kuvassa 4 selvitysalueen tärkeimmät virtausreitit ja päävaluma-alueet on esitetty yleispiirteisemmin.



Kuva 4. Päävaluma-alueet ja niiden purkusuunnat sekä päävirtausreitit (avouomat sinisellä, hulevesiviemärit vihreällä).

### 2.3.2 Päävirtausreitin kuvaus

#### Yleiskuvaus

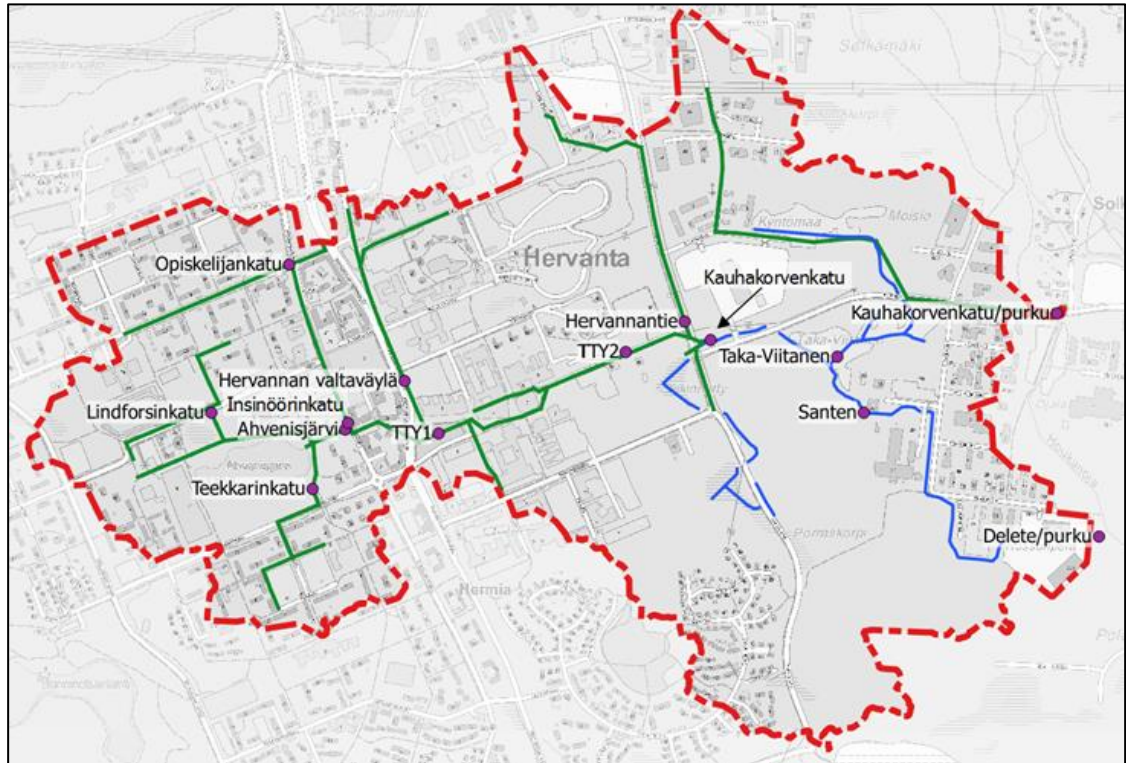
Selvitysalueelta on osoitettavissa koko alueen läpi yhtenäinen päävirtausreitti, joka saa alkunsa selvitysalueen länsireunan asuinalueelta, jatkuu siitä reittiä Opiskelijankatu-Insinöörinkatu-Korkeakoulunkatu, purkaa Hervannantien ja Kauhakorvenkadun risteyksessä Tauskonjojaan, joka kulkee Taka-Viitasen peltoalueen ja Santen Oy:n tontin läpi, seuraa Niittyhaankadun länsireunaa ja kiertää Tauskonkadun teollisuustontit eteläpuolelta metsän reunassa, kunnes sukeltaa Deleten tontin ali kulkevaan 800B viemäriin, joka purkaa lyhyen avo-ojaosuuden kautta Houkanojaan. Tämän päävirtausreitin pituus on kokonaisuudessaan noin 4 kilometriä.

Tärkeimpinä sivuhaaroina päävirtausreittiin liittyy Insinöörinkadulla Ahvenispolun kohdalla lännestä tuleva 500B hulevesiviemäri, joka kerää vedet Ahvenisjärven ym-

<sup>2</sup> Maanmittauslaitoksen 2m korkeusmalli

<sup>3</sup> FCG suunnittelu ja tekniikka oy: *Raitiotien varikkoalueen asemakaavan nro 8600 viitesuunnitelman hulevesiselvitys*, 2015

päritä ja johon myös Ahvenisjärven purku liittyy. Teknillisen yliopiston kampusalueella päävirtausreittiin liittyy pohjoisesta Hervannan valtaväylää seuraava 400B hulevesiviemäri, joka kerää vedet Poliisiammattikorkeakoulun alueelta ja ympäristöstä. Korkeakoulunkadun ja Hervannantien risteyksessä päävirtausreittiin liittyy pohjoisesta 300B hulevesiviemäri, joka kerää vedet Väkipyöränkadulta saakka, sekä etelästä Hervannantien tuntumassa kulkeva avouoma. Taka-Viitanen pelloilla päävirtausreitit avouomaan liittyy vielä koillisesta sivuhaara, joka on saanut alkunsa Kyntömaan pelloilta. Hepolamminkadulta Kytömaankadun kautta Kauhakorvenkadulle kulkee hulevesiviemäri, joka purkaa Houkanojaan Solkimäenkadun risteyksen tuntumassa. Päävirtausreitit keskeiset verkosto- ja avouomakohtat on esitetty kuvassa 5 ja taulukossa 1.



Kuva 5. Keskeiset kohdat päävirtausreitillä.

Taulukko 1. Keskeisten verkostokohtien yläpuoliset valuma-alueet, läpäisemättömyys (TIA) sekä putkikoko pisteessä.

Verkostopisteet	Yläpuolinen valuma-alue [ha]	TIA [%]	Putkikoko
Opiskelijankatu	17	74 %	600B
Lindforsinkatu	20	42 %	400B
Ahvenisjärvi	75	41 %	500B
Insinöörinkatu	29	78 %	800B
Valtaväylä	21	72 %	400B
Teekkarinkatu	17	69 %	800B
Korkeakoulunkatu/ TTY1	115	61 %	800B
Korkeakoulunkatu/ TTY2	136	63 %	800B
Hervannantie	17	46 %	300B
Kauhakorvenkatu	232	53 %	Avouoma
Taka-Viitanen	24	15 %	Avouoma
Santen	272	49 %	Avouoma
Kauhakorvenkatu/purku	30	65 %	800B
Delete/purku	314	48 %	800B

*Avouomaosuus Hervannantien alapuolella*

Pääreitien avouomaosuus saa alkunsa Hervannantien itäpuolelta, missä Korkeakoulunkadulta ja Hervannantieltä tulevat hulevesiviemärit purkavat. Ojan alkupää on esitetty kuvassa 6.



*Kuva 6. Tauskonojan avouomaosuuden alku.*

Kauhakorvenkadun suuntainen avouomaosuus on huomattavan syvässä notkossa katuun ja pohjoispuolen maastoon nähden. Uoman pohja on tukkoinen kasvillisuudesta, kaatuneista puista ja kivistä johtuen, mutta koska ojanotko on niin syvä, padotus ei aiheuta mitään haittaa.



*Kuva 7. Tauskonojaa ennen Schenkerin tonttiliittymää*





*Kuva 8 Tauskonojaa ennen Kauhakorvenkadun alitusta*

Tauskonoja alittaa Kauhakorvenkadun 1200B rummulla ja kadun eteläpuolella ojan poikkileikkaus ei ole enää yhtä syvä. Taka-Viitasen peltoalueen reunassa oja on kuitenkin edelleen hyvin leveä ja sillä on tulvatasanteet, minne vesi voi ylivirtaamalla leviätä.



*Kuva 9. Kauhakorvenkadun alittava 1200B rumpu kadun eteläpuolelta kuvattuna*



*Kuva 10. Tauskonojaa Kauhakorvenkadun eteläpuolella.*

Pääuomaan liittyy koillisesta Niittyhaankadun suunnasta laskeva pieni sivuhaara, minkä jälkeen maaperä muuttuu savikolta moreeniksi ja uoma luonteeltaan hyvin erinäköiseksi. Maasto uoman ympärillä nousee etelään päin mentäessä, mistä johtuen uoma on pienipiirteisempi eikä tulvatasanteita enää juuri ole. Uoman pohjalla on näkyvissä paljon kiviä. Uomaa on todennäköisesti joskus kaivettu peltoalueen kuivatuksen parantamiseksi.



*Kuva 11. Tauskonojan kivikkoista uomaa ennen Santenin tonttia.*

Tauskonoja kulkee Santenin teollisuuskiinteistön läpi avouomana, jossa on kaksi rumpuosuutta. Oja purkaa Santenin tontin jälkeen Niittyhaankadun varteen.



*Kuva 12. Tauskonoja alittaa Santenin verkkoaidan, joka kerää roskia ylivirtaamalla*

Niittyhaankadun varressa oja on matala ja loivaluiskainen. Niittyhaankatu laskee etelästä ja pohjoisesta Keskuvainionkadun kohdalla, missä on esiintynyt ukkossateilla kadulle noussut tulva.



*Kuva 13. Tauskonojaa Niittyhaankadun varressa Santenin liittymän eteläpuolella.*



*Kuva 14. Niittyhaankadun ja Keskuvainionkadun risteys, vesi voi levitä kadulle nuolen suunnasta*



*Kuva 15. Tauskonojaa Niittyhaankadun ja Tauskonkadun risteyksen kohdalla.*

Pääuoma virtaa Tauskonkadun suuntaisesti lyhyen matkaa ja kääntyy etelään teollisuustontin länsireunaa pitkin. Oja on tontin Tauskonkadun vieressä ja tontin länsireunalla hyvin matala ja tontin eteläpuolella uoma on louhittu kallioon. Yhtenäinen avouomaosuus päättyy Deleten tontin alittavaan pitkään 800B rumpuun, joka purkaa lyhyen avo-ojaosuuden kautta Houkanojaan.



*Kuva 16. Tauskonkadun suuntainen avouoma.*



*Kuva 17. Tauskonkatu 22 länsipuolella oja on lähellä tontin tasoa.*



*Kuva 18. Tauskonkatu 22 eteläreunassa uoma on osin louhittu kallioon.*



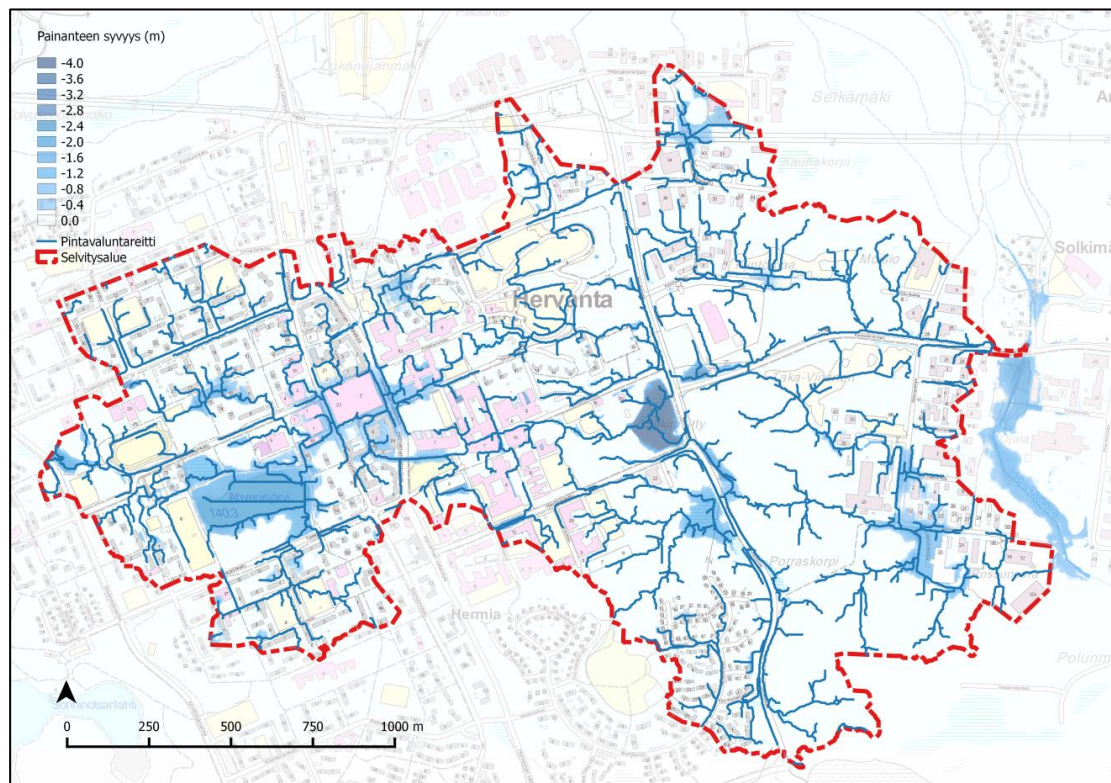
*Kuva 19. Yhtenäinen avouoma päättyy Deleten tontin alittavaan 800B rumpuun.*



*Kuva 20. Tauskonoja liittyy Houkanojaan.*

## 2.3.3 Painanteet ja pintavalunta

Selvitysalueen painanteet ja pintavaluntareitit selvitettiin maanmittauslaitoksen korkeusmallin (ruudut 2 m x 2 m) avulla hyödyntäen GRASS GIS -paikkatietojärjestelmäohjelmiston analyysijä (21). Painanneanalyysi näyttää alueet, joille vesi pääsee kerääntymään ennen kuin pääsee virtaamaan eteenpäin maan pintaa pitkin. Painanneanalyysi ei huomioi teitä allittavia rumpuja eikä viemäreitä, jolloin todellinen tilanne on käytännössä aina parempi kuin kuvan 21 tilanne. Painanneanalyysi osoittaa kuitenkin maastossa olevat painanteet ja sen, kuinka laajalle alueelle vesi pääsee pahimmassa mahdollisessa skenaariossa leviämään, jos viemärit ja rummut ovat tukossa ja vettä sataa todella paljon. Pintavaluntareitit ovat pinnanmuotojen mukaisia virtausreittejä, joita pitkin vesi virtaa jos sitä kertyy niin paljon, että se ei enää pidäty maanpintaan tai painanteisiin tai pääse hulevesiviemäriin.

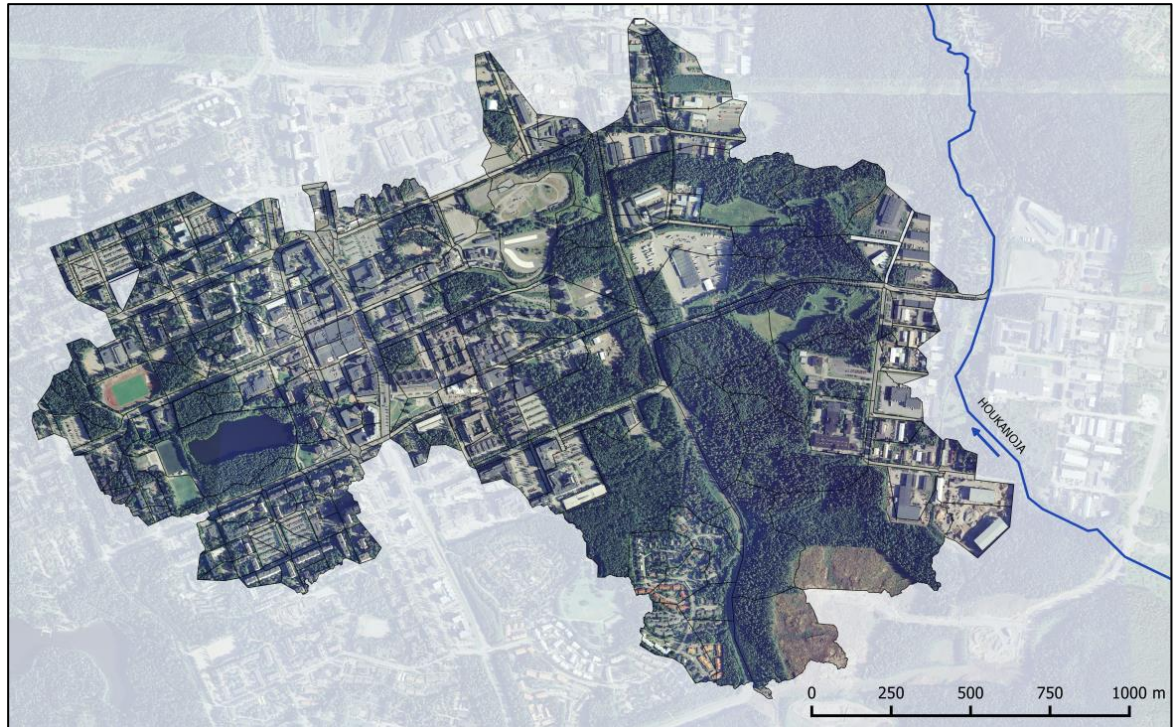


Kuva 21. Selvitysalueen painanteet ja pintavaluntareitit.

## 2.4 Maankäyttö

### 2.4.1 Nykyinen maankäyttö

Selvitysalue koostuu Hervannan keskustan rakennetuista alueista, Porraskorven, Siikinniityn, Kyntömaan ja Taka-Viitaseen metsä- ja peltoalueista sekä pienemmistä rakennetuista alueista Itä-Hervannassa ja Houkanojan varrella. Valuma-alueeseen sisältyy Ahvenisjärvi sekä mm. Poliisikoulun ajoharjoittelurata. Alueen rajaus ja nykyistä maankäyttöä on havainnollistettu kuvassa 22.



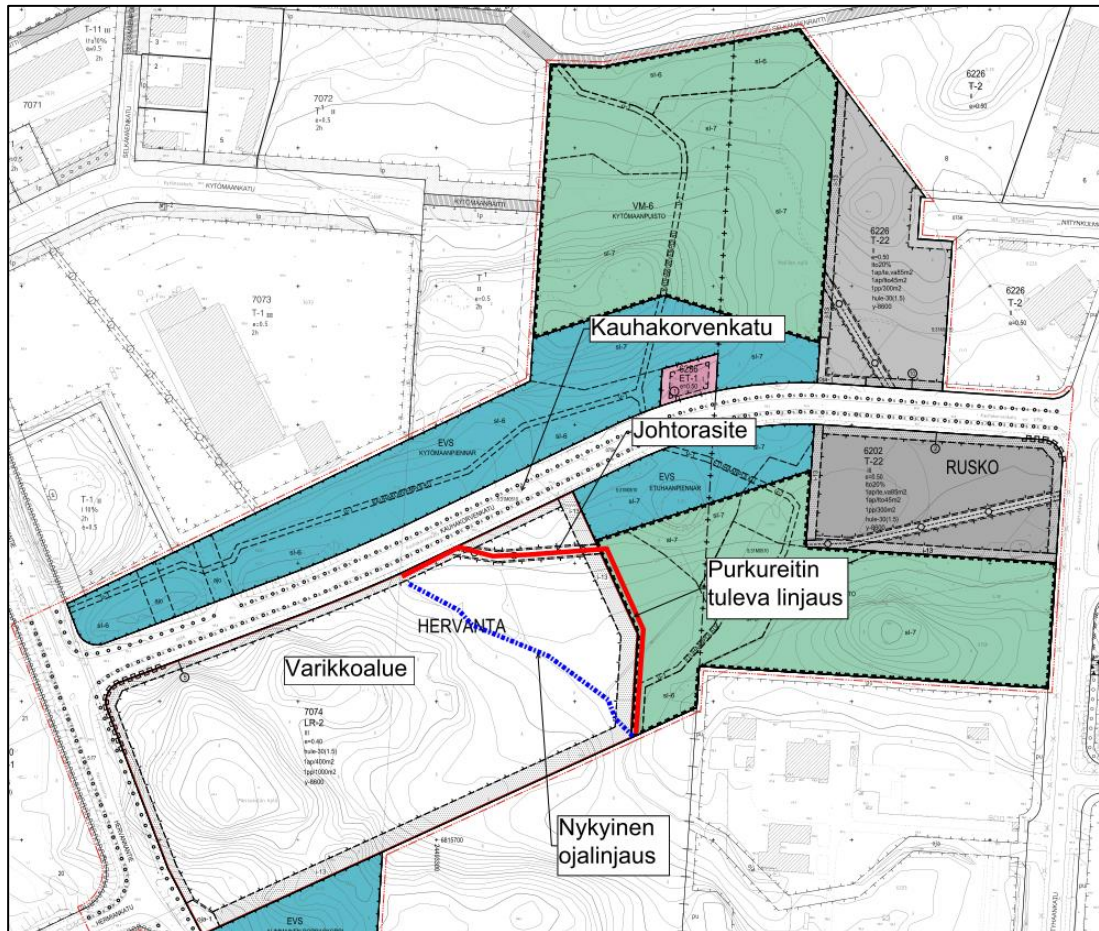
Kuva 22. Selvitysalueen nykyinen maankäyttö<sup>4</sup>

### 2.4.2 Suunniteltu maankäyttö ja sen vaikutukset

Selvitysalueen merkittävin suunnitteilla oleva maankäyttöhanke on Tampereen raitiotien varikkoalue (asemakaava 8600), joka sijoittuisi Kauhakorvenkadun, Hervannantien ja Niittyhaankadun rajaamalle Taka-Viitaseen metsä- ja peltoalueelle (kuva 23). Varikon rakentaminen tulee vaikuttamaan merkittävästi nykyiseen pääpurkureittiin Tauskonojaan, joka joudutaan kierrättämään putkitettuna varikon koillisnurkan ympäri. Putkitettu osuus jatkuu rakennettuna avouomana varikon itäpuolella Etuhaanpuistossa (nyk. Taka-Viitaseen peltoaluetta) ja liittyy nykyiseen uomaan kaava-alueen eteläreunassa. Ojan linjausmuutoksen lisäksi varikon rakentaminen vähentää ojanotkossa tällä hetkellä olevaa tulvatilavuutta merkittävästi, millä voidaan arvioida olevan haitallinen vaikutus Tauskonojan tulvaherkkyyteen.

<sup>4</sup> Ilmakuva MML





Kuva 23. Ote asemakaavan 8600 ehdotuksesta 15.12.2015

Selvitysalueen länsirajalla Ahvenisjärventien ja Opiskelijankadun risteysten tietämillä on vireillä Hervannan lukion alueen asemakaavamuutos nro 8454, mikä sijoittuu vedenjakajalle. Asemakaava-alueen hulevesistä vain pieni osa purkautuu selvitysalueelle, joten sen merkitys hulevesijärjestelmän toiminnallisuudelle on hyvin vähäinen. Asemakaavaa varten on laadittu erillinen hulevesiselvitys, jossa on esitetty hulevesien hallintatoimenpiteitä kaava-alueelle.

Hermiankadun varressa on ollut vireillä jo vuodesta 2007 asemakaava 8110, mikä mahdollistaisi lisärakentamisen tontilla Hermia 2. Tontti on kuitenkin jo nykyisellään suurimmaksi osa läpäisemätöntä pintaa, jolloin tälläkään hankkeella ei ole merkittävää vaikutusta hulevesijärjestelmän toimintaan.

Voimassa olevista asemakaavoista suurin vaikutus selvitysalueen hulevesiin on Hermiankadun itäpäässä, missä Teknillisen yliopiston alue sekä Hermiankadun eteläpuolinen alue rakentuessaan poistaisivat nykyiset luonnontilaiset alavat alueet, jotka toimivat hulevesien tulva-alueina.

## 2.5 Luontoarvot

Selvitysalueen keskeisille alueille päävirtausreitit avouomaosuuden ympäristöön sijoittuu liito-oravan kulkureittejä ja pesimäalueita. Vuosina 2014 ja 2015 tehtyjen liito-oravainventointien mukaan liito-oravan pesimäalueita ovat Hermiankadun ja Hervannantien risteuksen luoteispuolella oleva Teknillisen yliopiston tonttiin kuuluva rakentamaton alue, heti Kauhakorvenkadun pohjoispuolella olevan kukkulan rinteet sekä Etuhaanpuisto, joka sijaitsee Santenin tontin ja Kauhakorvenkadun välissä. Niitty-

haankadun vieritse kulkee liito-oravan kulkuyhteys Kauhakorvenkadun pohjoispuolelle. Myös Houkanojan varsi toimii ilmeisesti liito-oravan kulkuyhteytenä.<sup>5</sup>

### 3 HULEVESIMALLINUS

#### 3.1 Yleistä

Tässä työssä nykyisen ja tulevan maankäytön hydrologisia vaikutuksia ja hulevesijärjestelmän toiminnallisuutta arvioitiin mallintamalla. EPA SWMM -ohjelmalla (United States Environmental Protection Agency Storm Water Management Model) laadittiin selvitysalueesta hulevesimalli, joka koostuu hydrologisesta valuma-alueesta ja hydraulisesta verkostomallista. Nykytilannetta ja tulevaa tilannetta varten laadittiin omat malliversiot, joiden tuloksia verrattiin keskenään muuttuvan maankäytön aiheuttamien vaikutusten selvittämiseksi.

Malli koostui 353 osavaluma-alueesta, 861 putki- tai avouoma-osuudesta ja 864 solmupisteestä. Putkien dimensiot ja korkeusasemat määritettiin verkostokartan perusteella. Avo-ojien ja rumpujen osalta käytettiin kantakartan tietoja sekä Ruskon alueella laadittuja tarkemmittauksia. Tarkasteltu valuma-alue Tauskonojan kautta Houkanojaan laskiessa on noin 320 hehtaaria.

Varsinaisia tulvatilanteita tarkasteltiin kestoltaan pidemmillä ja toistuvuudeltaan harvinaisemmilla sadetapahtumilla. Selvitysalueen suuresta koosta johtuen huippuvirtaamat alajuoksulla aiheutuvat muutaman tunnin pituisella sateella.

Hulevesijärjestelmän rakenteesta tunnistettiin kaksi selvää ongelmakohtaa: kauppakeskus Duon ympäristö Hervannan valtavyylällä, Pietilänkadulla ja Hervannantiellä sekä Deleten tontin alittava 800B putki tarkastelualueen alajuoksulla. Tarkasteluissa keskityttiin etenkin näihin kohtiin.

#### 3.2 Verkosto

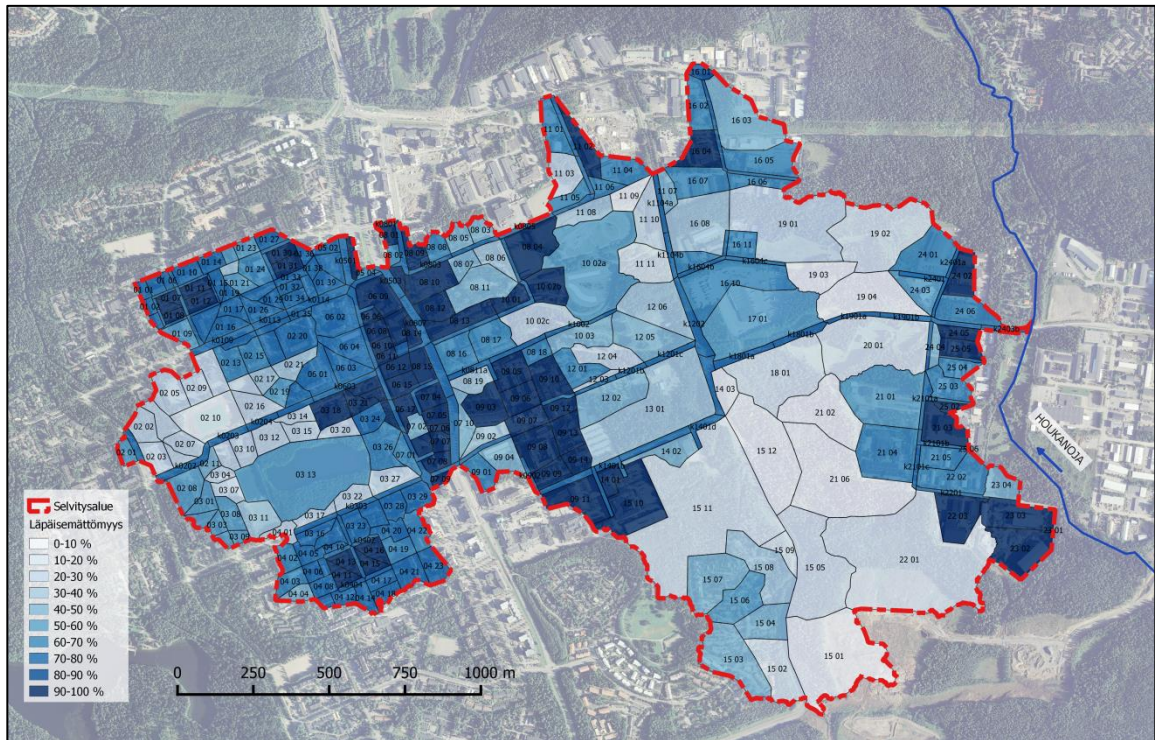
Mallinnukseen otettiin mukaan kaikki halkaisijaltaan 300 mm ja suuremmat hulevesiviemärit. Lisäksi malliin liitettiin sellaiset halkaisijaltaan pienemmät hulevesiviemärit, jotka ovat oleellisia liitoksia osavaluma-alueiden ja pääverkoston välillä. Mallissa katualueet liitettiin suoraan runkoviemäreihin, mutta muut osavaluma-alueet liitettiin aina vähintään 10 m pituisen putkiliitoksen kautta, mikä simuloi tonttiovienäriä.

Tauskonojan avouoman poikkileikkaukset määritettiin kartta- ja mittausaineiston perusteella muutamista kohdista ja samaa poikkileikkausta käytettiin kuvaamaan pidempää, ominaisuuksiltaan samankaltaista uomaosuutta.

#### 3.3 Osavaluma-aluejako ja parametrisointi

Selvitysalueen päävaluma-alueet jaettiin osavaluma-alueisiin liitteen 2 ja kuvan 24 mukaisesti mallin rakentamista varten. Kullekin osavaluma-alueelle määritettiin Urban Atlas -aineiston ja ilmakuvien perusteella arvio läpäisemättömän pinnan määrästä. Kuvasta 24 nähdään, että selvitysalueen länsi- ja keskiosat ovat vahvasti rakennettuja ja läpäisemättömyysprosentti on suuri. Alueen itäosa on puolestaan aivan itäistä reunaa lukuun ottamatta nykyisellään hyvin vettä läpäisevää pintaa. Mallia varten osavaluma-alueille määritettiin läpäisemättömän pinnan määrän lisäksi painannesäilyntä ja kertymisaikaan vaikuttavat tekijät.

<sup>5</sup> Kari Korte, Tampereen kaupunki: *Selvitys raitiotielinjauksen ensimmäisen vaiheen alueen liito-oravatilanteesta sekä raitiotien vaikutuksista lajin elinolosuhteisiin*, 2015



Kuva 24. Selvitysalueen läpäisemättömyys osavaluma-alueittain.

### 3.4 Mallinnuksen tuloksia

#### 3.4.1 Selvitysalue yleisesti

Hulevesiviemäriverkoston mitoituksen vähimmäisvaatimuksena voidaan pitää, että kerran kahdessa vuodessa toistuvan sateen aiheuttama virtaama voidaan johtaa ilman haittaa aiheuttavaa padotusta. Selvitysalueen nykytilannetta tarkasteltiin eripituisilla sadetapahtumilla toistuvuuksilla 1/1a...1/100a. Päävirtausreitit loppupäässä selvitysalueen itäisemmissä osissa suurimmat virtaamat esiintyvät 2-3 tuntia kestäville sateilla ja Hervannan keskustassa suurimmat virtaamat aiheutuvat lyhytkestoisemmilta sateilla (puolesta tunnista tuntiin). Avouomaosuudella Hervannantieltä alaspäin virtaamat eivät merkittävästi kasva sateen toistuvuuden kasvaessa koska reitin välityskyky ei riitä. Harvinaisempien sateiden virtaamilla padotus kasvaa ja virtaustilanne kestää ajallisesti pidempään.

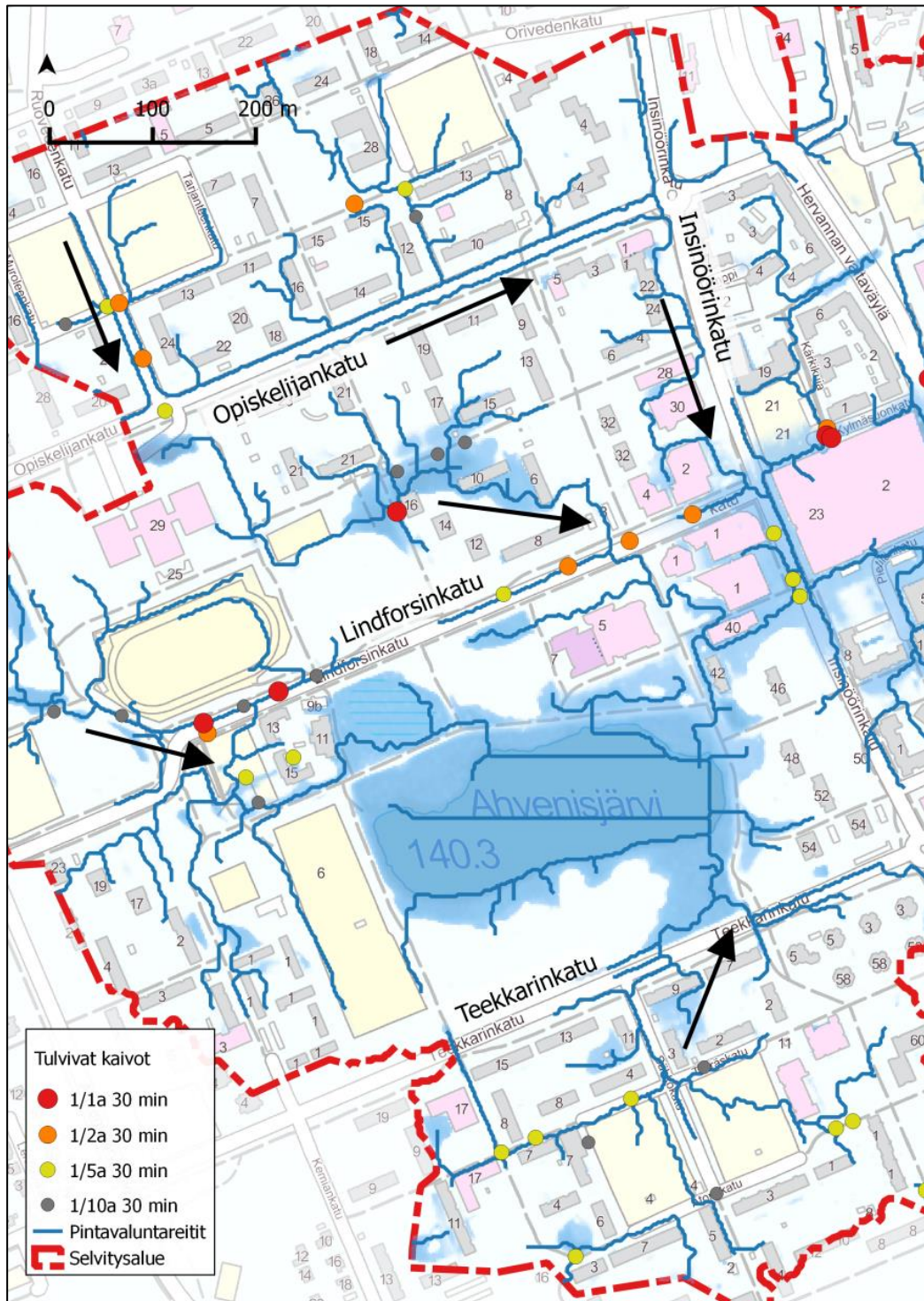
Sekä selvitysalueen alaosissa lähellä Houkanojaa että yläosissa Hervannan keskustan alueella jo kerran vuodessa esiintyvät sateet aiheuttavat tulvariskiä. Deleten tontin alittava 800B rumpu padottaa tavanomaisillakin sateilla ja saa vedenpinnan nousemaan lähes yläpuolisen tontin tasoon. Hervannan keskustan alueella verkoston kapasiteetti täyttyy tai ylittyy monessa kohtaa ja selviä tulvapaikkoja tunnistettiin mm. Hervannan valtavyylällä ja Pietilänkadulla.

#### 3.4.2 Hervannan keskusta-alue

Hervannan alueen verkoston latvaosia Korkeakoulunkadulle saakka mallinnettiin 30 min pituisilla sateilla eri toistuvuuksilla (kerran 1, 2, 5 ja 10 vuodessa). Selvitysalueen luoteisnurkassa Ruovedenkadulla kaivot tulvivat kerran kahdessa vuodessa tapahtuvilla sateilla, mutta Ruovedenkadun ja Opiskelijankadun linjat johtavat melko hyvin ja kadut toimivat tulvareittinä Insinöörinkadulle saakka, jolloin tulvimisesta ei aiheudu suurta haittaa. Opiskelijankadun kaivot tulvivat vasta 1/10a sateilla.

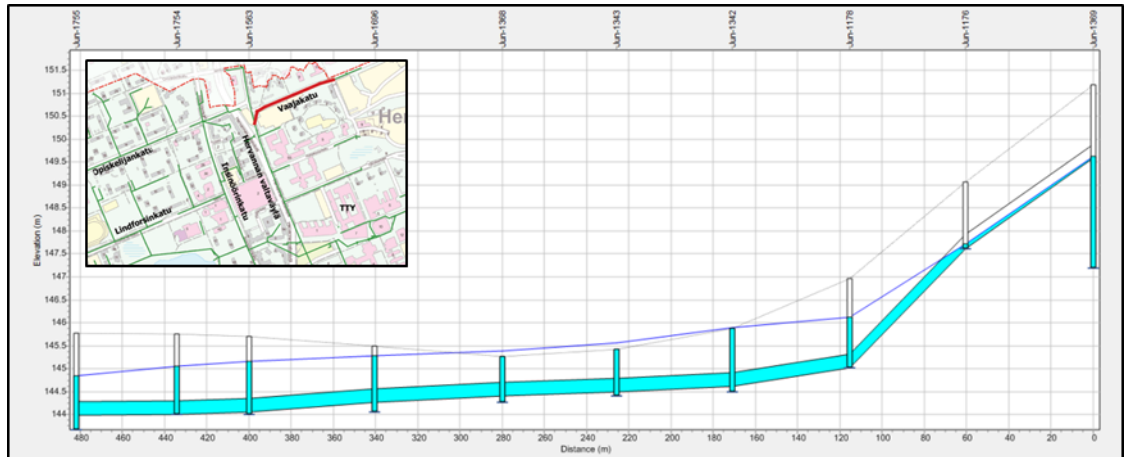
Urheilukentän ympäristöstä selvitysalueen länsireunalta pintavaluntareitit johtavat Ahvenisjärveen, jonne myös Teekkarinkadun eteläpuoliset sekä Teekkarinkadun ja

järven välisen puiston pintavaluntareitit johtavat. Lindforsinkadun pohjoispuolisten kortteleiden välissä on painanne, jonne vesi saattaa jäädä seisomaan kaivojen tulviessa, mikä tapahtuu mallin mukaan jo kerran vuodessa tapahtuvilla sateilla (kuva 25).



Kuva 25. Hervannan keskusta-alueen pintavaluntareitit ja tulvivat kaivot.

Vaajakadulla Poliisikoulun pohjoispuolella tulvii mallin mukaan jo kerran vuodessa esiintyvillä sateilla. Vaajakadun keskikohdilla viemärin viettokaltevuus pienenee rajusti (noin 4 %:sta noin 0,3 %:iin) juuri matalien kaivojen kohdalla (kuva 26), jolloin vesi pyrkii tulvimaan herkästi. Vaajakadun eteläpuolella on myös painannetta, jonne tulvintu vesi virtaa todennäköisemmin kuin jatkaa Vaajakatua ja kevyen liikenteen väylää Hervannan valtavyälle.



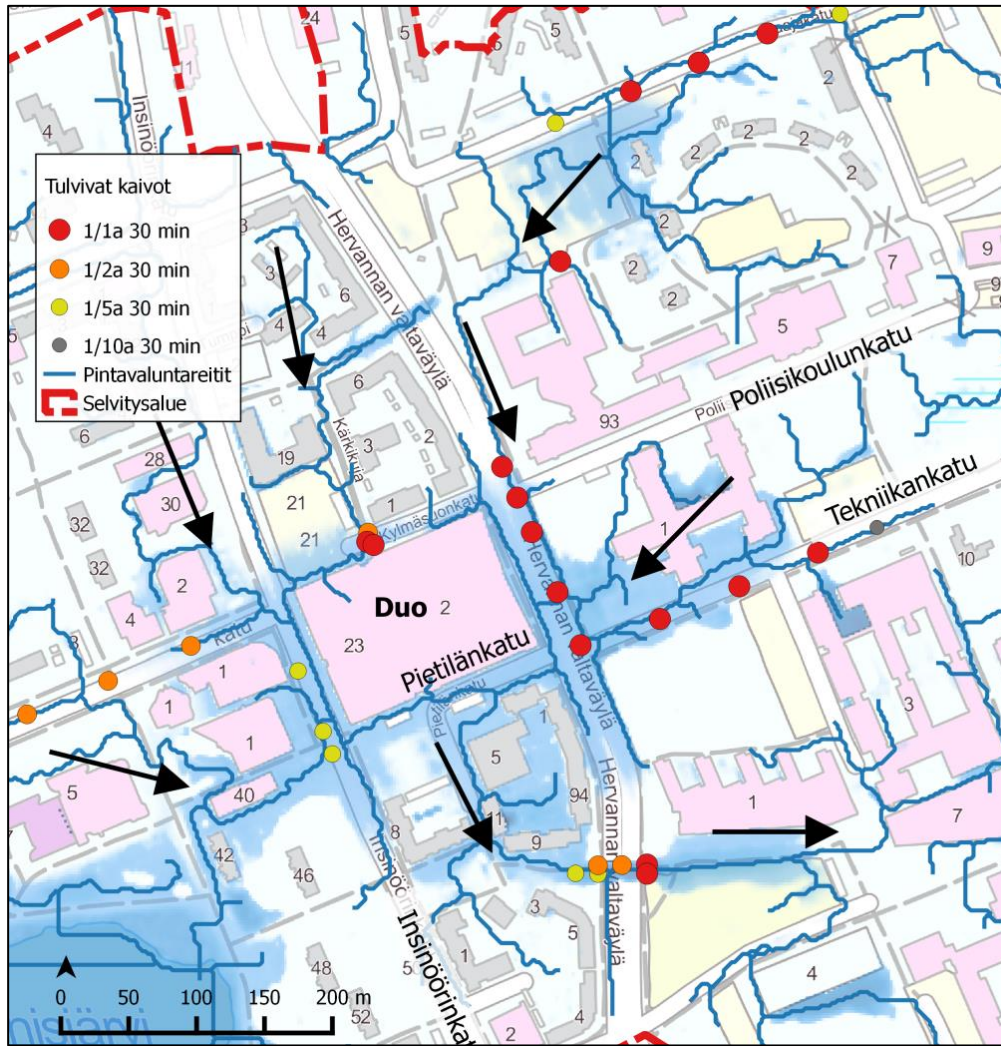
Kuva 26. Vaajakadun viemärin profiili (lännestä itään) 1/1a 30 min sateella ajanhetkellä 30 min.

Mallinnuksen mukaan muutamia muitakin kohtia verkostossa Hervannan rakennetulla alueella saattaa tulla melko tavanomaisilla sateilla, mutta vesi pääsee virtaamaan eteenpäin katuja pitkin tai muuten aiheuttamatta suurempaa haittaa, eikä ongelmaa ole siksi todellisuudessa välttämättä havaittavissa.

### 3.4.3 Kauppakeskus Duon alue

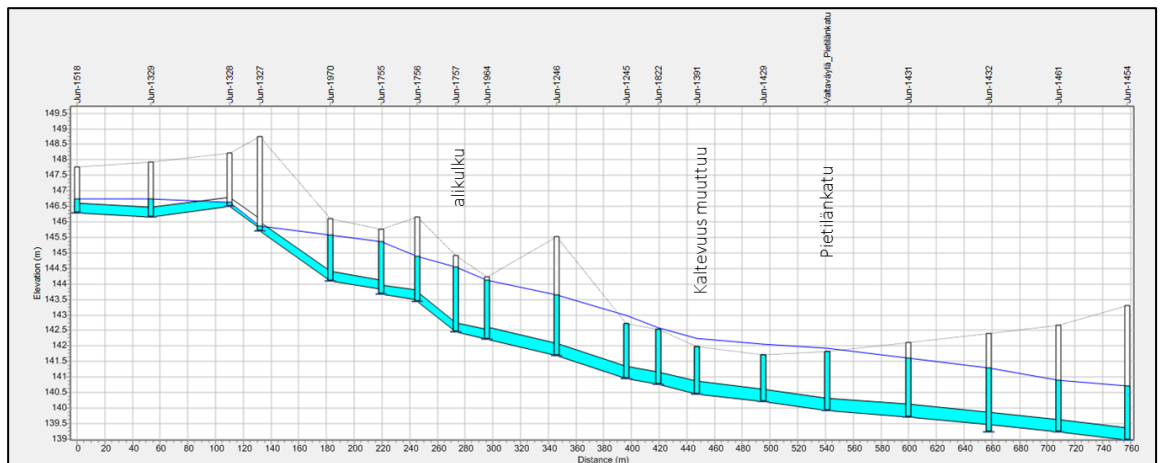
Huomattavin ja merkittävin tulvapaikka Hervannan keskustassa on kauppakeskus Duon ympäristö Insinöörinkadulla, Hervannan valtavyylällä ja Pietilänskadulla. Sekä Insinöörinkatu että Hervannan valtavyylä laskevat pohjoisesta Duon kohdalle ja alkavat uudelleen nousta Duon jälkeen etelään kuljettaessa. Kadut eivät siten muodosta tulvareittiä hulevedelle, vaan tulvinut vesi valuu molemmilta pääkaduilta Pietilänskadulle.

Duon ympäristössä keskeisin tulvakohta on Hervannan valtavyylän ja Pietilänskadun risteyksessä. Vesi kerääntyy risteykseen Poliisikoulunkadulta asti sekä suoraan Hervannan valtavyylältä ja Tekniikkakadulta, joiden kaivot tulvivat mallinnuksen mukaan jo kerran vuodessa toistuvilla sateilla (kuva 27). Risteykseen saattaa tulla vesiä Vaajakadulta saakka.



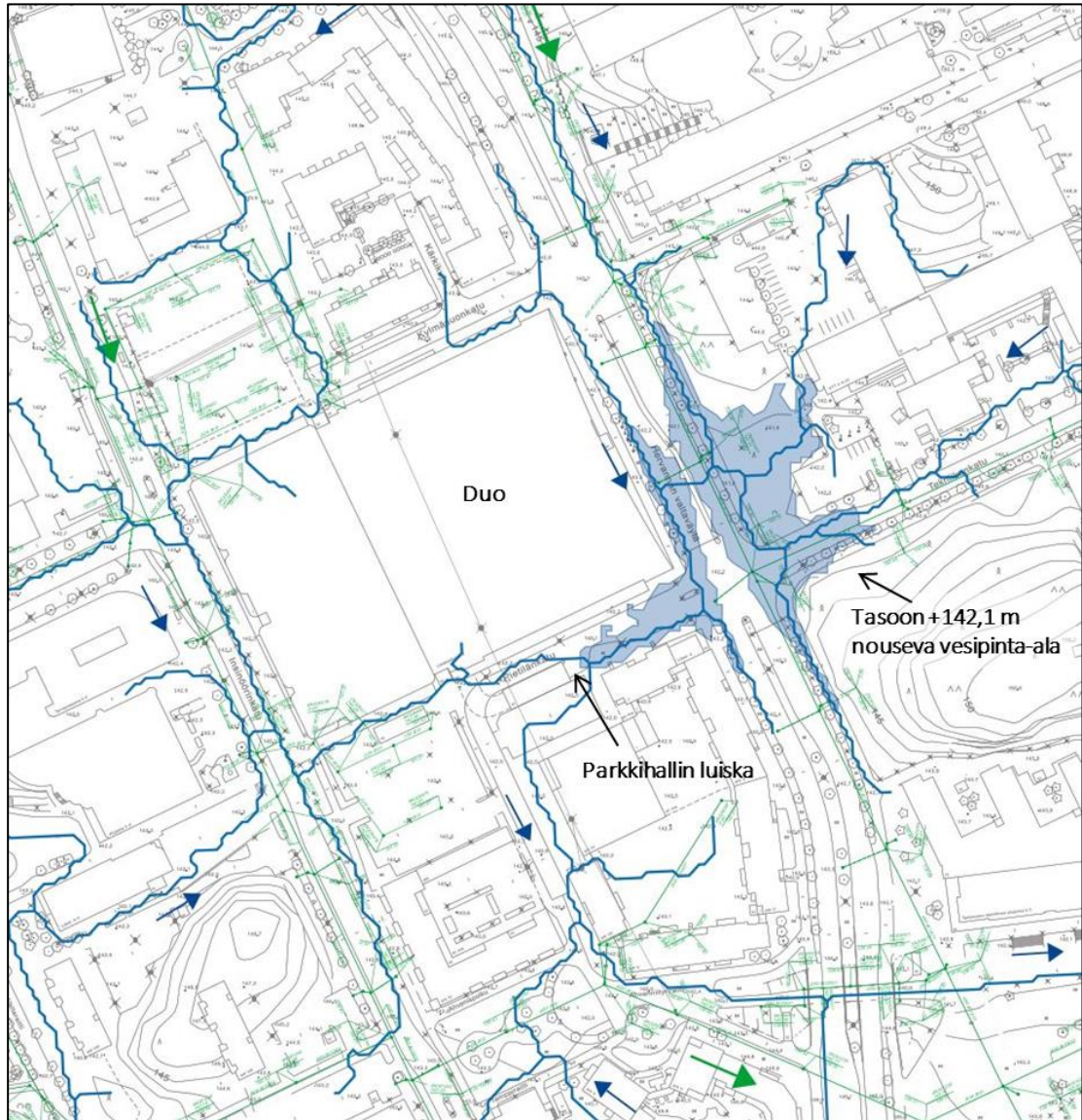
Kuva 27. Tulvivat kaivot, painanteet ja pintavaluntareitit kauppakeskus Duon ympäristössä.

Hervannan valtavyälän kaivojen tulviminen johtuu matalista kaivoista juuri Pietilänkadun risteyksen pohjoispuolella (kuva 28). Hervannan valtavyälän hulevesiviemärin viettokaltevuus on ennen poliisikoulun kohdalla olevaa alikulkua keskimäärin 2,4 %, jonka jälkeen se loivenee 1,1 %:iin ja matalien kaivojen kohdalla Pietilänkadun risteyksessä loivenee edelleen noin 0,5 %:iin, jolloin viemärin kapasiteetti pienenee.



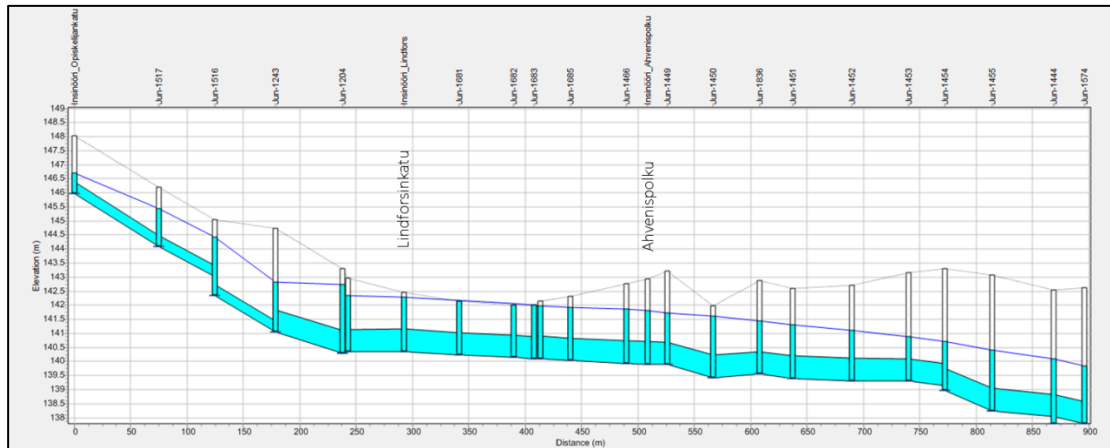
Kuva 28. Hervannan valtavyälän viemärin pituusleikkaus 1/5a 30 min sateella ajanhetkenä 30 min.

Tulvatilanteissa vesi saattaa päästä Hervannan valtaväylältä kauppakeskuksen parkkihalliin, jonka sisäänajoluiska sijaitsee Pietilänkadulla tasolla +142,1 m. Parkkihallin tulviminen on vaarana, jos painanteessa olevan huleveden pinnantas nousee tämän yläpuolelle. Kuvassa 29 on esitetty se lammikoitumisalue, joka jää tason +142,1 m alapuolelle. Tason alapuolelle jäävä vesitilavuus on noin 1000 m<sup>3</sup>. Hervannan valtävälän linjan mallinnuksen mukaan 30 min kestäväällä kerran 10 vuodessa esiintyvällä sateella kaivoista voi tulla yhteensä noin 900 m<sup>3</sup> ja kerran 25 vuodessa esiintyvällä sateella noin 1200 m<sup>3</sup>. Tunnin kestäväällä sateella vettä voi kaivojen tulvimisesta johtuen kerääntyä Pietilänkadun risteykseen kerran 10 vuodessa esiintyvällä sateella noin 1100 m<sup>3</sup>. Ilman toimenpiteitä Duon parkkihallin tulvimiseen joudutaan siis varautumaan noin kerran 10-15 vuodessa.



*Kuva 29. Pietilänkadun ja Hervannan valtaväylän risteykseen tason +142,1 m alapuolelle mahtuva lammikoitumisalue.*

Insinöörinkadulla Duon kohdalla kaivojen tulvimista tapahtuu harvemmin kuin Hervannan valtaväylällä; kerran viidessä vuodessa tapahtuvilla sateilla. Myös Insinöörinkadulla tulvimista aiheuttaa viemärin viettokaltevuuuden huomattavan loivenemisen ja matalien kaivojen yhteysvaikutus (kuva 30). Putkikoko kasvaa ennen Lindforsinkadun risteystä koosta DN400 kokoon DN800, mutta kapasiteetti ei siltikään riitä.



Kuva 30. Insinöörinkadun viemärin pituusleikkaus 1/5a 30 min sateella ajanhetkenä 30 min.

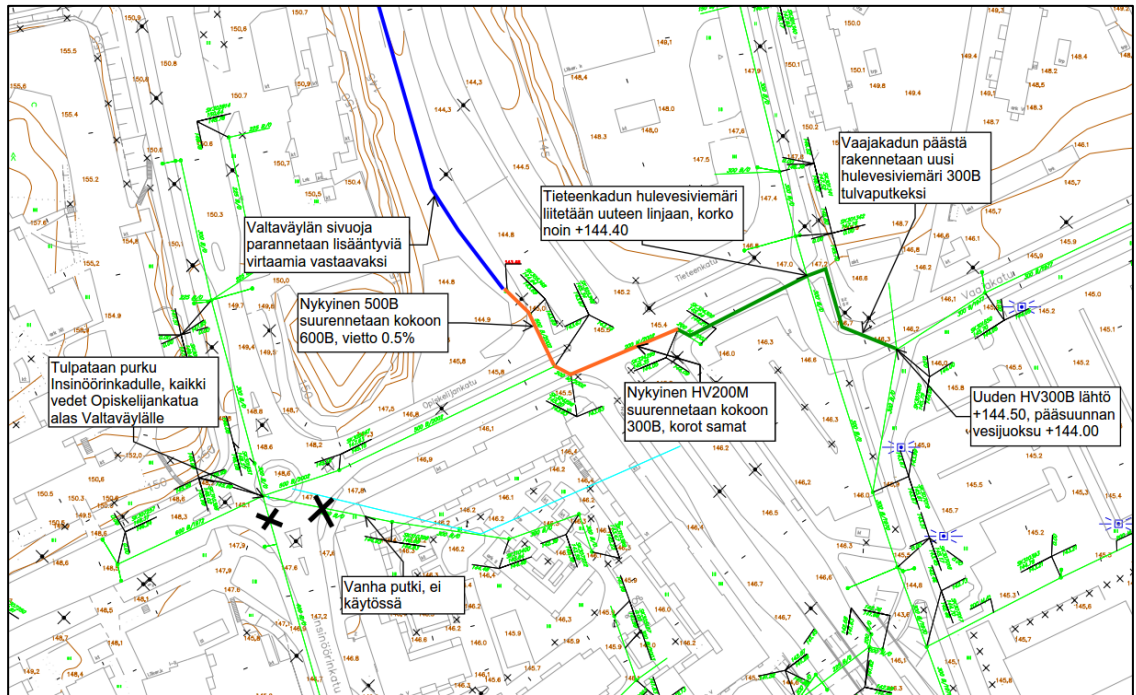
Tavanomaisten sateiden tarkastelusta voidaan vetää johtopäätös, että varsinkin Hervannan valtavyhlän hulevesiviemärin kapasiteetti on jo nykytilanteessa riittämätön ja vaatisi toimenpiteitä tulvaongelmien estämiseksi tulevaisuudessa. Keskeinen toimenpide on Duon parkkihalliin johtavan luiskan yläpään ja Pietilänkadun tasauksen muotoilu siten, että hulevesi ei pääsisi purkautumaan luiskaa pitkin parkkihalliin. Alue on ensimmäiseksi tarkemittava korkeusasemien varmistamiseksi.

Insinöörinkadun ja Hervannan valtavyhlän tulvimisen vähentämiseksi Opiskelijankadun ja Insinöörinkadun viemäryhteys voidaan katkaista ja Opiskelijankadun hulevesiviemärin purku johtaa pohjoiseen Hervannan valtavyhlän viereiseen ojaan. Nykyistä ojaa voidaan syventää ja leventää niin, että sen kapasiteetti riittää kasvavalle vesimäärälle. Samaan uomaan voidaan johtaa myös Vaajakadulta ylivuoto sekä pääosa Tieteenkadun hulevesistä. Tieteenkadulta olisi ylivuoto etelään Hervannan valtavyhlälle. Järjestely on esitetty kuvassa 31. Ehdotetut uudet järjestelyt hulevesien johtamiseksi nykyistä suuremmalta alueelta Hervannan valtavyhlää pohjoiseen.

Jotta tällä järjestelyllä ei olisi negatiivista vaikutusta Opiskelijankadulle, täytyy avuomaa edeltävän Hervannan valtavyhlän suuntaisen 500B putkiosuuden kapasiteettia suurentaa. Nykyisellään toinen osuuden putkista on lähes vaaterissa ja on siksi kapasiteetiltaan huomattavasti yläpuolisia putkia pienempi ja aiheuttaa padotusta kovilla sateilla. Putkiosuus tulee suurentaa kokoon DN600. Opiskelijankadun viemäri täyttyy kovilla sateilla enemmän kuin nykytilanteessa, mutta käytännössä tulvimista ei kuitenkaan tapahdu esimerkiksi kerran viidessä vuodessa esiintyvillä 30 min sateilla.

Johtamalla hulevesiä enemmän pohjoiseen ja katkaisemalla yhteys Opiskelijankadulta Insinöörinkadulle saadaan Insinöörinkadun kerran viidessä vuodessa toistuva tulva poistumaan (tulvatilavuus pienenee noin  $200 \text{ m}^3$ ). Hervannan valtavyhlällä Duon tuntumassa tulvatilavuutta saadaan pienennetyksi 1/5a 30 min sateella n.  $80 \text{ m}^3$  ja 1/10a 1h sateella n.  $50 \text{ m}^3$ . Vaajakadulla hulevesikaivot tulvivat ylivuotoreitistä huolimatta.



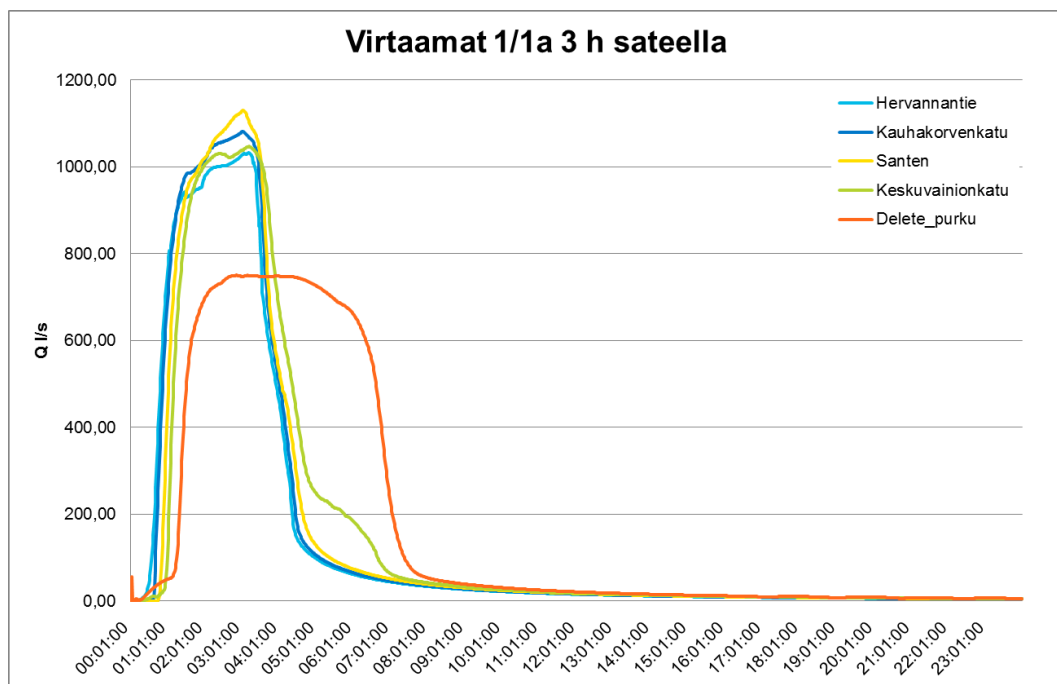


Kuva 31. Ehdotetut uudet järjestelyt hulevesien johtamiseksi nykyistä suuremmalta alueelta Hervannan valtavyölyä pohjoiseen.

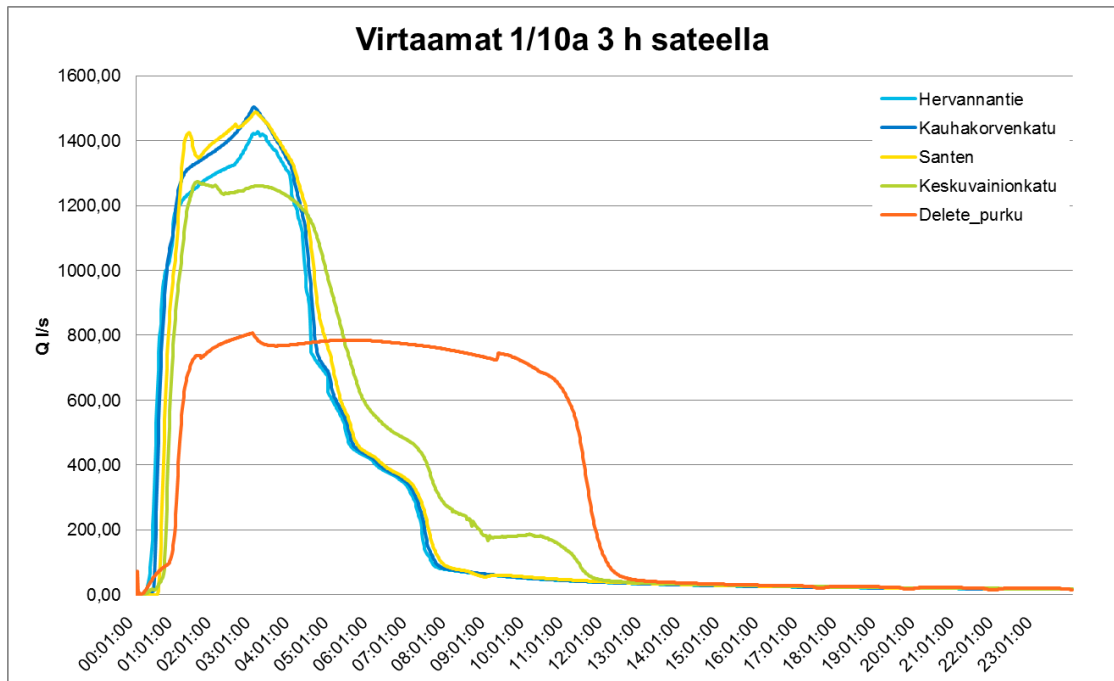
### 3.4.4 Avouomaosuus Hervannantieltä Houkanojaan

#### Nykytilanne

Hervannantien jälkeisellä avouomaosuudella merkittävin padottava elementti on Deleten tontin allttava 800B hulevesiviemäri, jonka kapasiteetti on noin 750 l/s ja jota suurempia virtaamia putki padottaa. Mallinnetut virtaamat nykytilanteessa 1/1a ja 1/10a sateilla avouomaosuuden eri tarkastelupisteissä on esitetty kuvissa 32 ja 33.



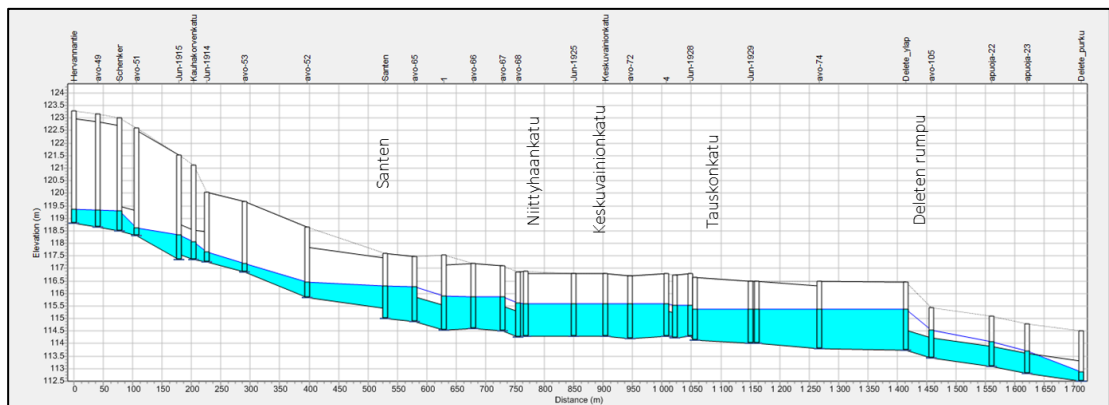
Kuva 32. Mallinnetut virtaamat Tauskonojassa 1/1a sateella.



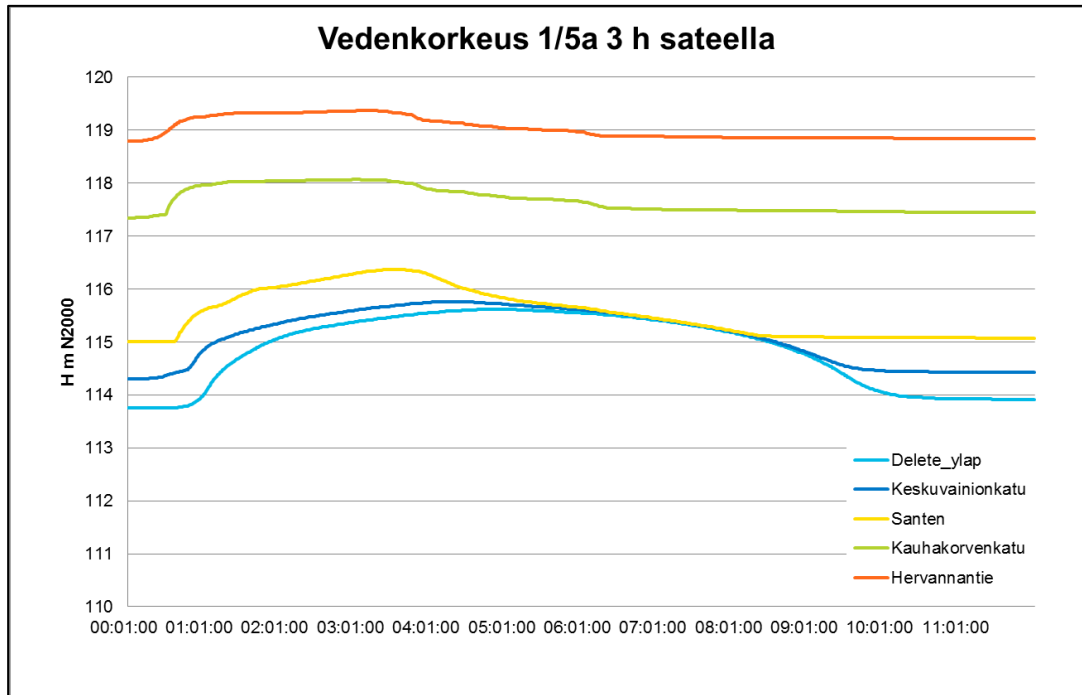
Kuva 33. Mallinnetut virtaamat Tauskonojassa 1/10a sateella.

Virtaamakuvaajista voidaan nähdä, että rankkuudeltaan 80 % suurempi sadetapahtuma aiheuttaa vain noin 20 % suuremmat virtaamat Hervannantien ja Keskuvainionkadun välisellä uomaosuudella ja Deleten tontin kohdalla virtaamat eivät käytännössä kasva lainkaan, koska purkuputki 800B ei yksinkertaisesti pysty johtamaan enempää vettä. Ylipäätään mallinnuksen mukaan Tauskonojassa ei erittäin harvinaisillakaan sateilla esiinny yli 1800 l/s virtaamia johtuen Hervannan hulevesiviemäriverkon alueella tapahtuvasta padotuksesta ja tulvimisesta sekä avouomaosuuksien ja rumpujen rajallisesta kapasiteetista.

Vedenpinta nousee padotuksen johdosta Niittyhaankadun ja Tauskonkadun liepeillä lähelle kadun ja tonttien tasoa toistuvuudeltaan jo kerran vuodessa esiintyvillä sateilla. Kerran viidessä vuodessa esiintyvillä sateilla vedenpinta on jo tasolla +115,6...+115,7 (kuva 34), jolloin vesi nousee Deleten yläpuoliselle tontille sekä Keskuvainionkadun ja Niittyhaankadun risteykseen, missä on todetusti esiintynyt ukkosateen aiheuttama tulva. Mallinnetut vedenkorkeudet Hervannantieltä alaspäin viidessä tarkastelupisteessä on esitetty kuvassa 35.

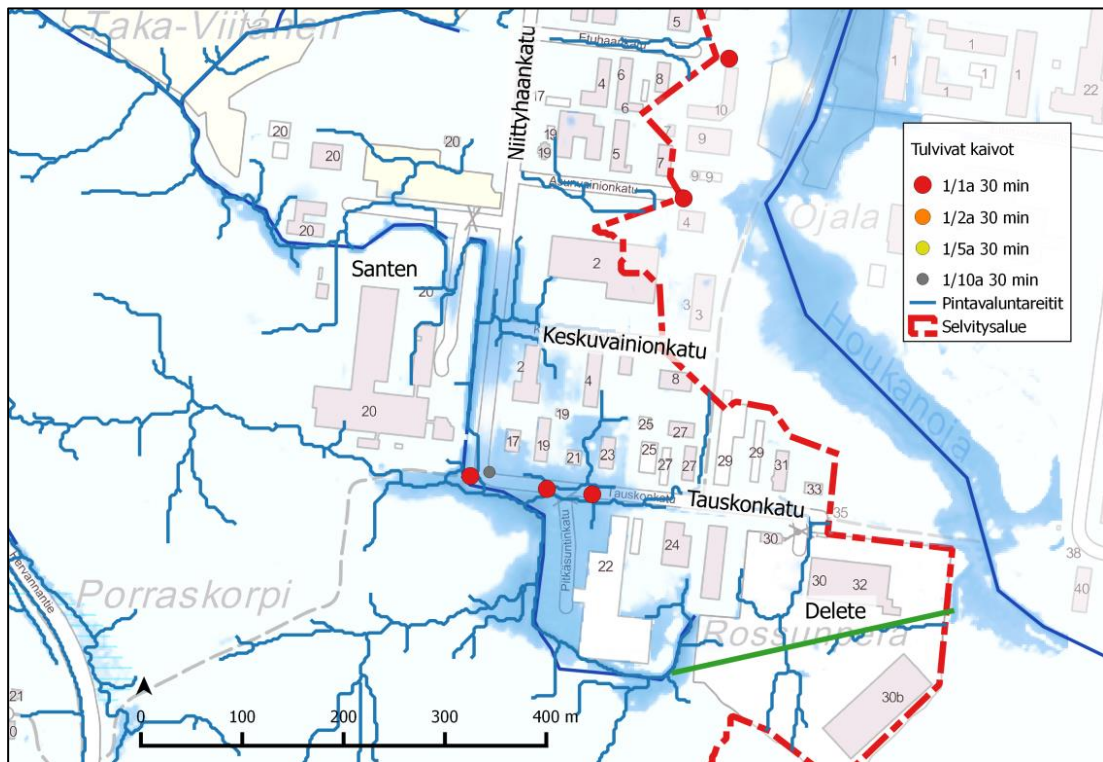


Kuva 34. Avouomaosuuden pituusprofiili Hervannantieltä Houkanojan purkuun 1/5a 3h sateella ajanhetkenä 3 h.



Kuva 35. Vedenkorkeudet Hervannantien alapuolisessa avouomassa 1/5a 3h sateella

Niittyhaankadun länsipuolisen Santenin tontin riskiraja on pihan taso +117. Santenin tontti on kuitenkin turvattu Niittyhaankadun tulvan varalta, koska veden noustessa yli tason +116,5 m, vesi pääsee jo virtaamaan Tauskonkatua pitkin Houkanojaan. Ennen purkamistaan Houkanojaan päin vesi on kuitenkin jo lammikoitunut suurelle alueelle Niittyhaankadun ja Tauskonkadun risteykseen sekä ylempäs Niittyhaankadulle (kuva 36).



Kuva 36. Päävirtausreitit loppupään painanteet ja pintavirtausreitit. Deleten allittavan hulevesiviemärin (vihreällä) sijainti on viitteellinen.

Santenin tontilla olevien rumpujen kapasiteetti ei kuitenkaan ole riittävä johtamaan erittäin harvinaisten ja pitkäkestoisten sateiden aiheuttamaa Tauskonojan virtaamaa, jolloin riskinä on myös se, että vesi nousee rumpujen länsipuolelta tontille. Santenin läpi voidaan johtaa nykytilanteessa jatkuvasti noin 1200 l/s virtaama ilman padotusta tontin tasoon. Nykytilanteessa tulvariskin realisoituminen on kuitenkin epätodennäköistä, koska Taka-Viitasen peltoalue toimii tulvapuskurina.

#### *Tuleva tilanne*

Raitiotievarikolla on toteutuessaan selvä vaikutus Hervannantien alapuoliseen päävirtausreittiin, joka joudutaan kierrättämään putkitettuna varikon koillisnurkan ympäri. Putkitettu osuus jatkuu rakennettuna avouomana varikon itäpuolella Etuhaanpuistossa (nyk. Taka-Viitasen peltoaluetta) ja liittyy nykyiseen uomaan varikon kaava-alueen eteläpuolella. Ojan linjausmuutoksen lisäksi varikon rakentaminen vähentää ojanotkossa tällä hetkellä olevaa tulvatilavuutta merkittävästi.

Putkitus ja uusi ojalinjaus nopeuttavat ja lisäävät virtaamia Santenin kohdalla sekä Niittyhaankadulla. Kerran 10 vuodessa toistuvalla sateella vesipinta ei mallinnuksen mukaan nouse Santenin kannalta haitalliseen tasoon +117 tontin länsipuolella, mutta Niittyhaankadulla tulviminen pahenee nykytilanteeseen verrattuna. Vesi on kadunpinnan +115.60 yläpuolella useita tunteja. Harvinaisilla kerran 100 vuodessa toistuvilla sateilla vesi padottuu yli tason +117 Santenin länsipuolella ja vesi voi tulla tontille.

Tulvaongelmien välttämiseksi virtaamaa tulisi pääpurkureitin loppupäässä rajoittaa, parantaa nykyisen purkureitin kapasiteettia tai toteuttaa osittain tai kokonaan nykyisen reitin korvaava yhteys. Maksimivirtaama ennen Santenia pitäisi rajoittaa noin tasoon 1200 l/s jotta Santenin läpi menevän reitin kapasiteetti olisi varmuudella riittävä, eikä vesi tulvisi tontille. Jotta Niittyhaankadulla ja Tauskonkadun eteläpuolisella tontilla ei tulvisi, virtaama tulisi kuitenkin rajoittaa jo noin tasoon 750 l/s, minkä pääreitin viimeinen putkitettu osuus DN800 Deleten tontin ali pystyy johtamaan. Näitä parannustoimenpiteitä on käsitelty tarkemmin seuraavassa kappaleessa.

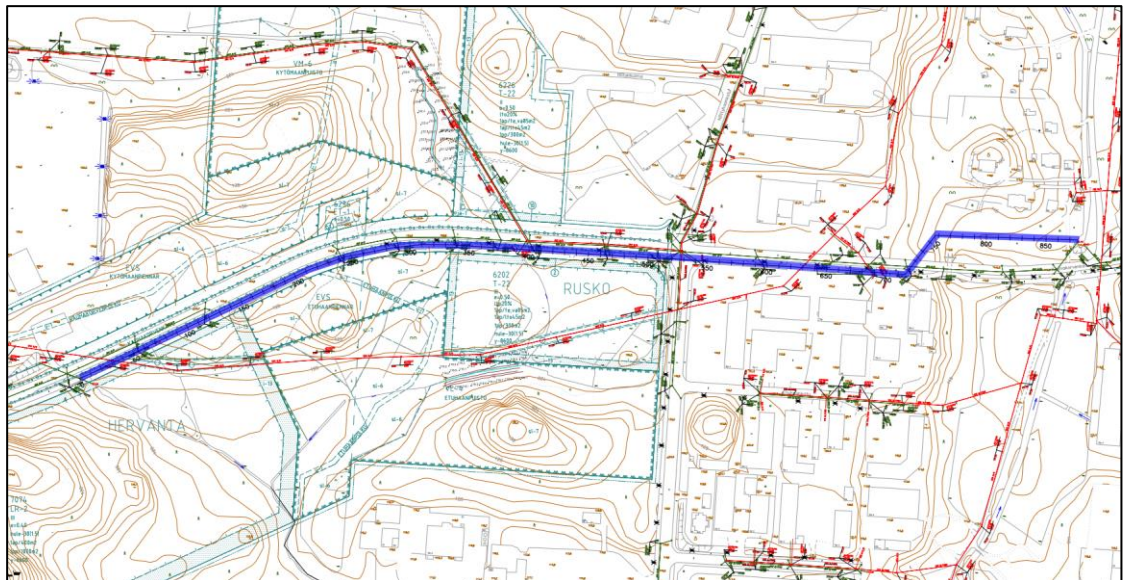
Tulevaisuudessa on myös mahdollista, että Hermiankadun itäpäässä oleva suuri maastopainanne ja sinne etelästä laskevat avo-ojat ympäristöineen rakennetaan. Voimassa olevissa asemakaavoissa nämä alueet on osoitettu työpaikka-alueiksi, tosin luontoarvot, mm. liito-orava, voivat rajoittaa niiden rakentamista. Mikäli nykyiset painanteet täytetään ja rakennetaan, poistuu niiden hulevesiä tasaava vaikutus ja virtaamat Tauskonojaan Kauhakorvenkadun varrella kasvavat selvästi. Tätä mahdollista tulevaisuuden skenaariota on tarkasteltu erikseen kappaleessa 4.4.

## 4 MAHDOLLISET TOIMENPITEET PÄÄPURKUREITILLÄ

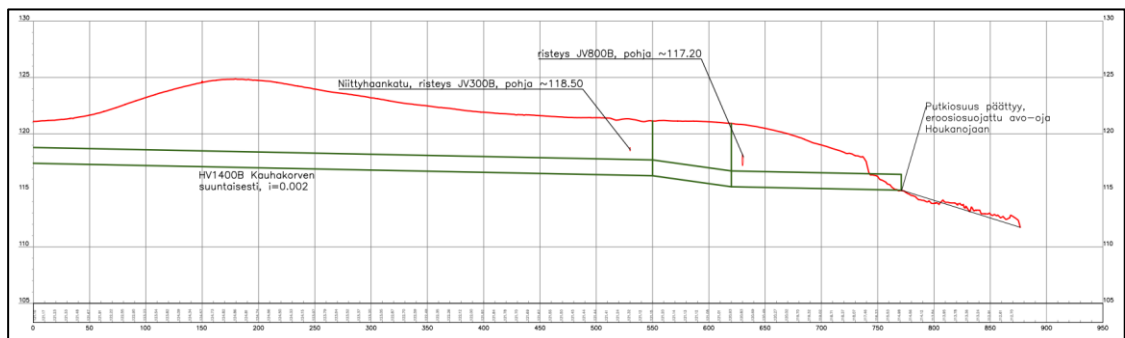
### 4.1 Tauskonojan linjaaminen uudelleen

Pääpurkureitti Tauskonoja voidaan linjata täysin uudestaan siten, ettei viivytystarvetta olisi käytännössä lainkaan Hervannantien alapuolisella osuudella. Tällöin uusi purkureitti kulki putkitettuna nykyiseltä Kauhakorvenkadun alittavalta 1200B rummulta Kauhakorvenkadun suuntaisesti Houkanojaan Solkimäenkadun ja Kauhakorvenkadun risteyksessä.

Vaadittava putkikoko olisi DN1400 ja pituuskaltevuus olisi noin 0,2 % suurimman osan reitistä. Hulevesiviemäri alittaisi risteävät jätevesiviemärit Niittyhaankadun lähitöllä ja siirtyisi Kauhakorvenkadun pohjoispuolelle ennen ulkoilureitin alikulkua. Putkiosuuden pituudeksi tulisi noin 770 metriä, josta viimeinen 100 metriä olisi eroosiosuojattua avo-ojaa. Uudelleenlinjaus vaatisi huomattavan syvän kaivannon (suurin syvyys noin 8 metriä ja keskisyvyys 5 metriä), jolloin tuennat lisäisivät merkittävästi kustannuksia. Linjauksen sijainti on esitetty kuvassa 37 ja yleissuunnitelmatasoinen pituusleikkaus kuvassa 38.



Kuva 37. Tauskonojan putkittaminen Kauhakorvenkadun suuntaisesti, asemapiirros



Kuva 38. Tauskonojan putkittaminen Kauhakorvenkadun suuntaisesti, pituusleikkaus

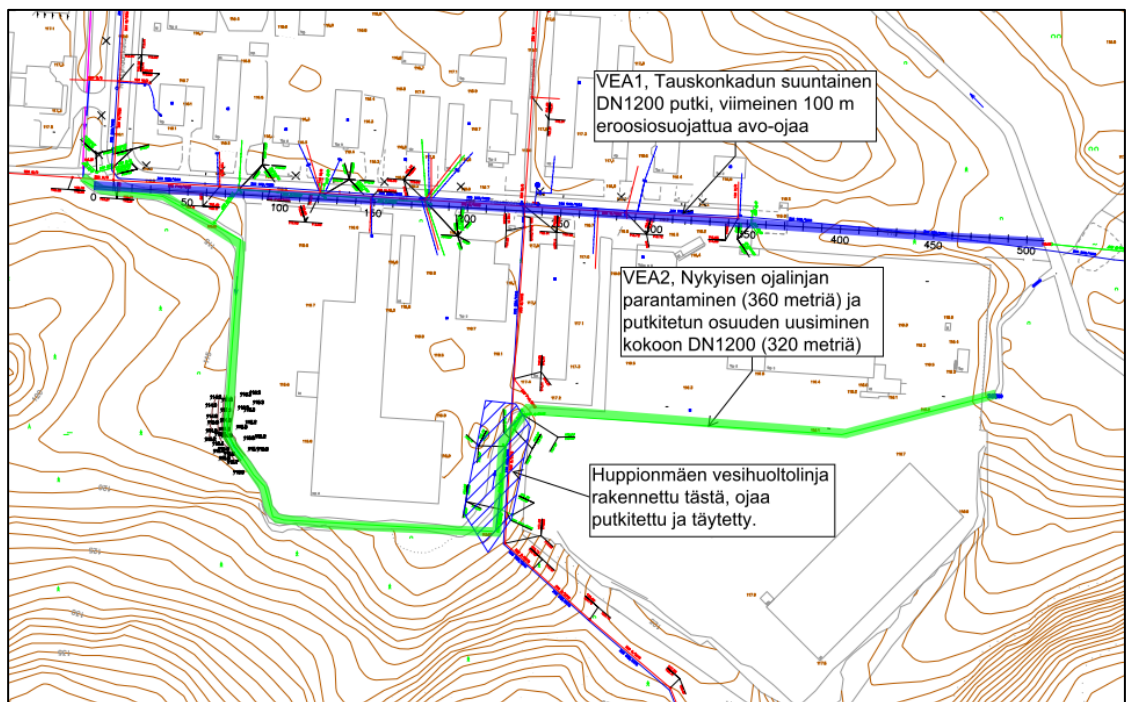
Hulevesien johtaminen tällä tavalla lisäisi Houkanojan hetkellisiä virtaamia Kauhakorvenkadun pohjoispuolella huomattavasti. Tulvahaittojen lisääntyminen olisi varmaa Solkimäenkadulla ja todennäköistä myös alempana uomassa. Vaihtoehto on myös ristiriidassa Tampereen hulevesiohjelman tavoitteiden kanssa.

Hanke edellyttäisi todennäköisesti myös vesilain mukaista lupaa ja vaikutusten arviointia koska siinä muutettaisiin Tauskonojaa, mikä on vesilain mukaan vähintäänkin noro sekä lisättäisiin vesilain mukaisen puron, Houkanojan virtaamia.

#### 4.2 Pääpurkureitin kapasiteetin kasvattaminen alajuoksulla

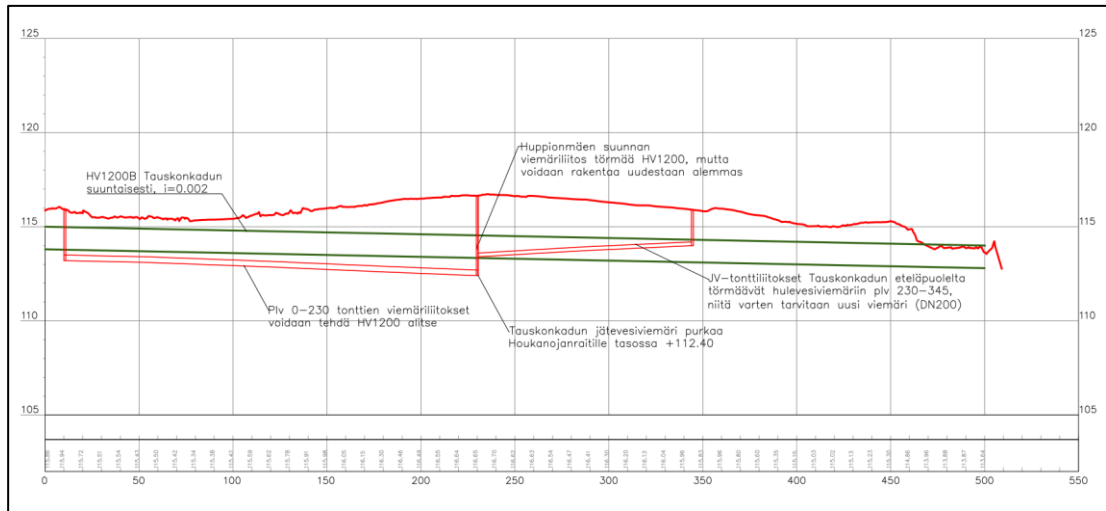
##### Vaihtoehto A, Tauskonkadun osuuden parantaminen

Tauskonojan kapasiteetin parantaminen alajuoksulla Tauskonkadun osuudella olisi todennäköisesti helpoiten toteutettavissa Tauskonkadun suuntaisella DN1200 putkella, joka purkaa suoraan Houkanojaan (VEA1). Toinen vaihtoehto (VEA2) olisi nykyisen ojan huomattava perkaaminen ja vallittaminen sekä Deleten alittavan 800B rummun rakentaminen uudelleen kokoon DN1200. Tauskonkadun kohdan väljentäminen ei poista viivytystarvetta ylempänä, vaan lisäksi tarvitaan viivytystä Santenin yläpuolella virtaaman rajoittamiseksi Santenin kannalta haitattomaan tasoon 1200 l/s. Vaihtoehdot on esitetty kuvassa 39.



Kuva 39. Pääpurkureitin kapasiteetin kasvattamisen vaihtoehdot alajuoksulla.

VEA1 mukainen Tauskonkadun putkitus olisi pituudeltaan noin 400 metriä ja viimeiset 100 metriä voi olla eroosiosuojattua avo-ojaa. Kaivanto olisi syvimmillään noin 4 metriä lyhyeltä matkalta, mutta pääsääntöisesti 2-2,5 metriä syvä. Tauskonkadun jätevesiviemärijärjestelyjä joudutaan osittain uusimaan jotta törmäilyt voitaisiin välttää. Hulevesiviemäriin ja Tauskonkadun nykyinen kokoojaviemäri on esitetty pituusleikkauksessa kuvassa 40.



Kuva 40. Tauskonkadun suuntainen iso hulevesiviemäri, pituusleikkaus.

Vaihtoehdossa VEA1 Houkanojaan purkautuvat virtaamat kasvaisivat nykytilanteeseen verrattuna (arvioitu maksimi nykytilanteessa 750 l/s, parannettuna 1200 l/s). Tällä voi olla haitallista vaikutusta Houkanojan tulvakäyttämiseen Kauhakorvenkadun eteläpuolella sekä Solkimäenkadun kohdalla. Tauskonjojan purkupiste Houkanojaan siirtyisi nykytilanteeseen nähden vain hyvin vähän, käytännössä muutamia metrejä. Vaihtoehdon hyötyinä Niittyhaankadun ja Tauskonkadun hulevesitulvariskien vähentämisen lisäksi on Deleten jätteenkäsittelykeskuksen vesistökuormituksen todennäköinen pienentyminen, kun Tauskonjojan virtaamaa ei enää johdeta Deleten tontin läpi.

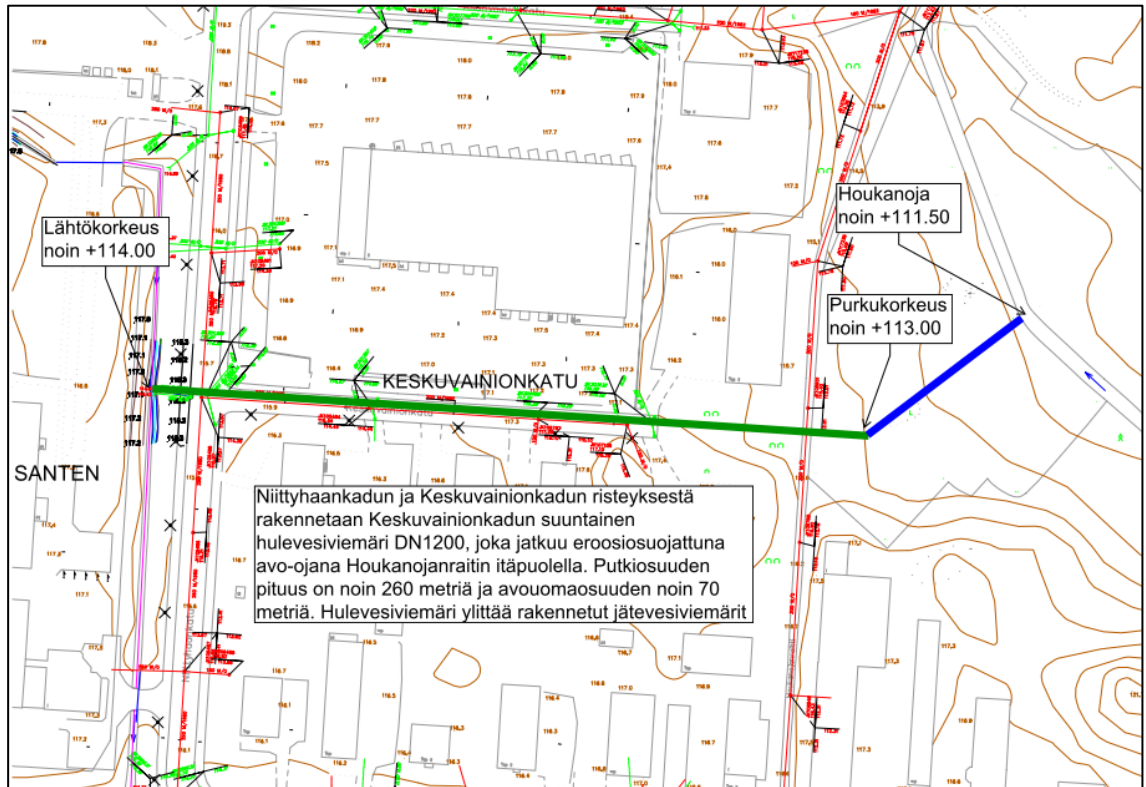
VEA2:ssa oja ja putkea tulisi parantaa yhteensä noin 680 metrin matkalta, josta 360 metriä olisi avo-ojan parantamista välillä Niittyhaankadun ja Tauskonkadun risteys – Deleten putkitus ja 320 metriä uusittavaa putkilinjaa Deleten tontilla. Avouomalle kaivettaisiin isompi poikkileikkaus, pohja perattaisiin ja tontin puolelle rakennettaisiin tulvapenger. Deleten tontilla nykyinen 800B putkilinja uusittaisiin kokoon DN1200. Tarvittava putkikaivanto olisi yli kolme metriä tai paikoitellen neljäkin metriä syvä. Parannustöitä ei voida tehdä kuivatyönä, paitsi jos putki tehdään uudelle linjalle tontin läpi. Tontilla on kuitenkin putkirasite vain nykyisellä sijainnilla, jolloin uuden linjauksen toteuttaminen edellyttäisi erillistä sopimusta tontin haltijan kanssa ja uuden rasitteen perustamista.

#### Vaihtoehto B, uusi purkureitti Keskuvainionkadulle

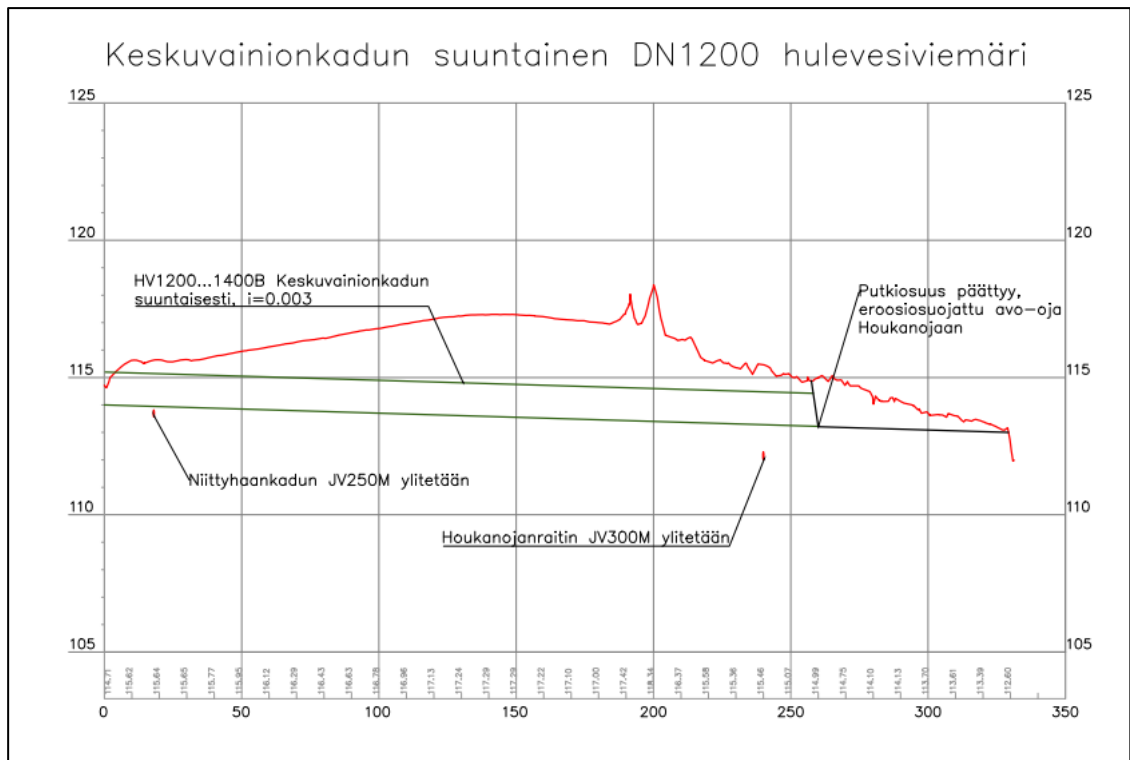
Tässä vaihtoehdossa rakennetaan uusi DN1200 hulevesiviemäri Keskuvainionkadun suuntaisesti Houkanojaan. Hulevesiviemäri alkaa Niittyhaankadun ja Keskuvainionkadun risteuksen länsipuolelta ja purkaa Houkanojanraitin itäpuolelle, mistä rakennetaan eroosiosuojattu avo-oja Houkanojaan. Hulevesiviemäriin pituuskaltevuudeksi tulisi noin 0.2-0.3 % ja se ylittää rakennetut jätevesiviemärit Niittyhaankadulla sekä Houkanojanraitilla. Putkiviemäriin pituus olisi noin 260 metriä ja avouomaosuuden pituus noin 70 metriä. Keskuvainionkatu nousee itään päin, mistä johtuen viemärikaivanto olisi noin 100 metrin matkalla keskimäärin 4 metriä syvä. Putkiviemäri ja avo-oja sijoittuvat kokonaisuudessaan kaupungin omistamalle maalle.

Vaihtoehdossa B Houkanojaan purkautuvat virtaamat kasvaisivat nykytilanteeseen verrattuna (arvioitu maksimi nykytilanteessa 750 l/s, parannettuna 1200 l/s) ja Tauskonjojan purkupiste siirtyy noin 300 metriä alavirtaan. Tällä voi olla haitallista vaikutusta Houkanojan tulvakäyttämiseen Kauhakorvenkadun eteläpuolella sekä Solkimäenkadun kohdalla. Vaihtoehdon hyötyinä Niittyhaankadun ja Tauskonkadun hulevesitulvariskien vähentämisen lisäksi on Deleten jätteenkäsittelykeskuksen vesistö-

kuormituksen todennäköinen pienentyminen, kun Tauskonojan virtaamaa ei enää johdeta Deleten tontin läpi. Vaihtoehto B on esitetty kuvassa 41. ja kuvassa 42.



Kuva 41. Keskuvainionkadun suuntainen uusi purkureitti, asemapiirros



Kuva 42. Keskuvainionkadun suuntainen uusi purkureitti, pituusleikkaus



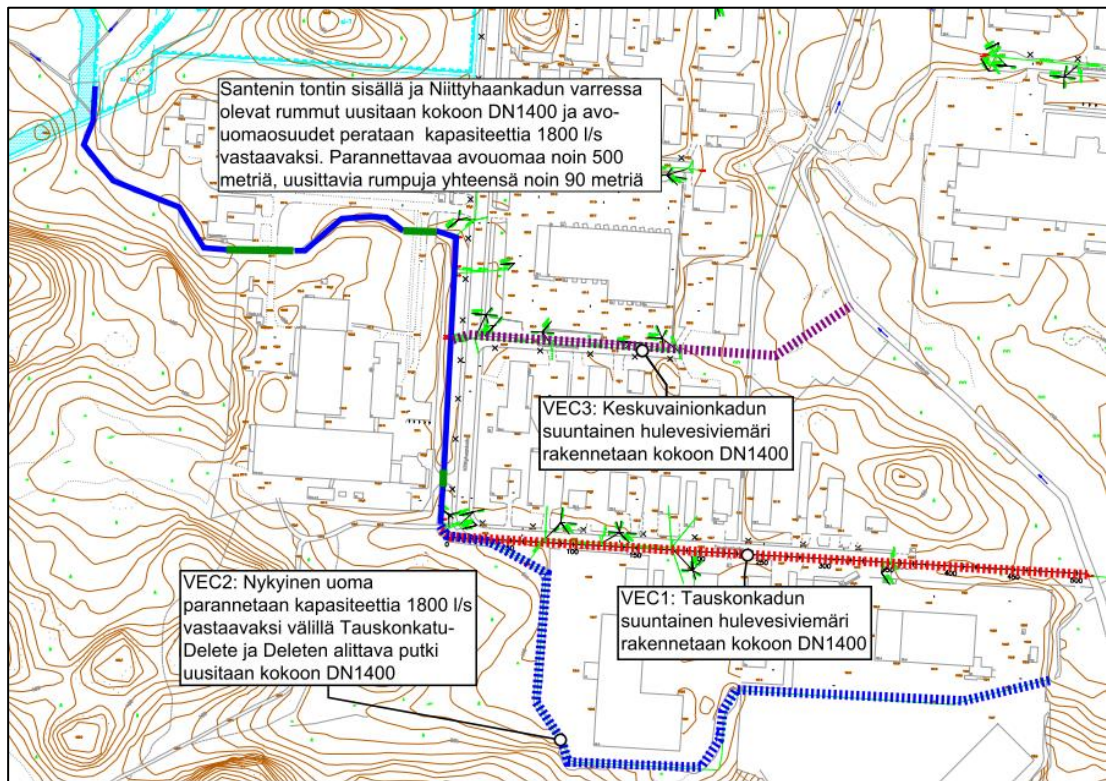
*Vaihtoehto C, pääreitit välityskyvyn lisääminen välillä Santen-Houkanoja*

Varikon alapuolisen virtausreitin välityskyky on teknisesti mahdollista nostaa myös tasolle, mikä ei edellytä huleveden viivyttämistä yläpuolisella valuma-alueella lainkaan. Tämä edellyttää nykyisen avouoman perkaamista ja rumpujen uusimista kokoon DN1400 välillä Varikko-Santen-Niittyhaankatu. Avouoman poikkileikkauksen tulee olla niin suuri, että se pystyy johtamaan arvioidun huippuvirtaaman 1800 l/s.

Niittyhaankadulta hulevedet johdetaan Houkanojaan joko Tauskonkadun suuntaista rakennettavaa DN1400 hulevesiviemäriä pitkin (VEC1), nykyistä parannettua avo-ojaa ja Deleten alittavaa putkea pitkin (VEC2) tai Keskuvainionkadun suuntaisesti rakennettavaa DN1400 hulevesiviemäriä pitkin (VEC3).

Vaihtoehdon C mukaiset toimenpiteet lisäävät Tauskonojasta Houkanojaan purettavaa huippuvirtaamaa huomattavasti (nykytilanteessa noin 750 l/s, väljennetyllä purkureitillä noin 1800 l/s), mikä lähes varmasti lisääsi Houkanojan tulvimista Solkimäenkadulla ja todennäköistä myös alempana uomassa. Vaihtoehdossa VEC3 Tauskonojan purkupiste lisäksi siirtyisi noin 300 metriä pohjoisemmaksi. Toimenpiteet muuttavat Tauskonojan nykytilaa ja lisäävät Houkanojan virtaamia, joten ne saattavat edellyttää vesilain mukaista lupaa. Vaihtoehto on myös ristiriidassa Tampereen hulevesiohjelman tavoitteiden kanssa.

Vaihtoehto C:n toimenpiteet on esitetty kuvassa 43



Kuva 43. Tauskonojan alajuoksun kapasiteetin nosto huippuvirtaamien tasolle

### 4.3 Hulevesien viivyttäminen ennen Santenia

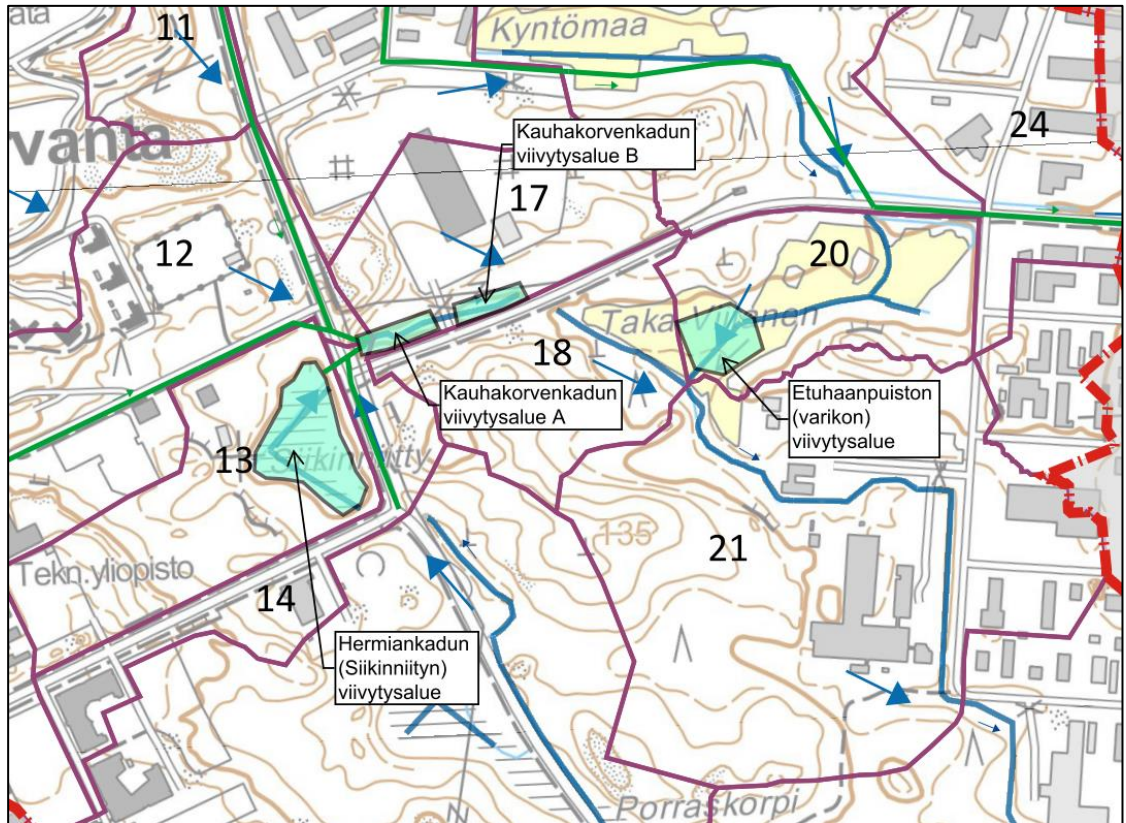
#### 4.3.1 Viivytyiskohteiden sijainti ja mitoituslaskelmat

Jos Tauskonojan alajuoksun välityskykyä ei paranneta, hulevesiä tulisi viivyttää Santenin yläpuolisella alueella siten, että maksimivirtaama rajoitetaan tasoon 750 l/s, jolloin padotus pysyy haitattomalla tasolla Niittyhaankadulla ja Tauskonkadun ympäristössä. Tarvittava viivytystilavuus 1/100a tilanteen hallintaan keskitetyllä rakenteella on noin 23000 m<sup>3</sup>, mitä ei voida osoittaa Etuhaanpuistosta, sillä liito-oravan suojelu sekä Kauhakorvenkadun ja Niittyhaankadun risteyksen länsipuolinen T-22 aluevaraus rajoittavat viivyttämiseen käytettävää aluetta selvästi. Viivytystratkaisuja on siksi pakko hajauttaa Etuhaanpuiston lisäksi Kauhakorvenkadun varren syviin avo-ojiin sekä Hermiankadun ja Hervannantien risteyksen isoon maastopainanteeseen.

Hermiankadun viivytyalue sijaitsee TTY:n alueella ja maanomistaja on Suomen Yliopistokiinteistöt. Kyseessä oleva alue on syvä maastopainanne, jolla on liito-oravan suojeluun liittyviä arvoja, joten sen käyttöönotto varsinaiseen rakentamiseen ei tällä hetkellä ole välttämättä mahdollista. Tästä johtuen aluetta on esitetty käytettävän nykyisessä tilanteessa hulevesien viivyttämiseen. Hulevesisuunnittelussa on kuitenkin varauduttava siihen, että tontti tulevaisuudessa rakennetaan, eikä tontilla tällä hetkellä oleva viivytykapasiteetti ole enää hyödynnettävissä. Tätä tulevaisuuden skenaariota on käsitelty kappaleessa 4.4.

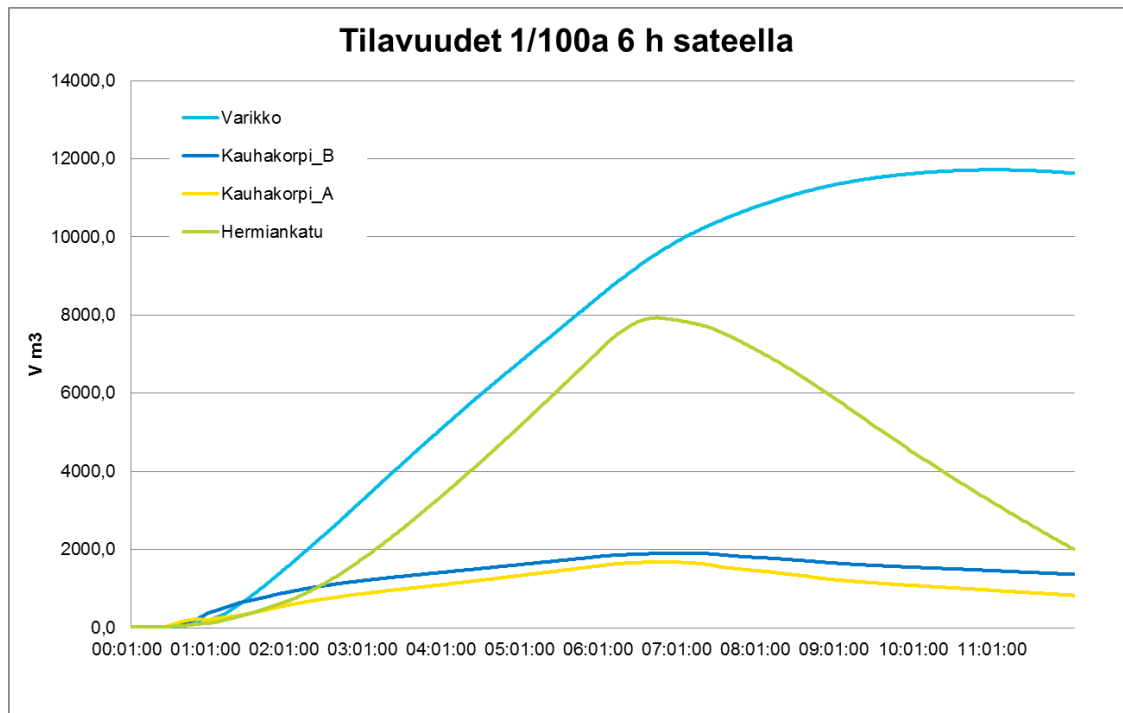
Muut viivytyalueet sijaitsevat kaupungin omistamilla alueilla ja ne on osoitettu tekeillä olevassa asemakaavassa 8600 viheralueeksi tai suojaviheralueeksi.

Viivytyismahdollisuuksien tutkimiseksi laserkeilausaineistosta tehdystä maastomallista määritettiin mahdolliset viivytystilavuudet eri kohteissa. Ensin tarkasteltiin tilannetta, jossa Varikon kohdalta purettava virtaama on kuristettu tasoon 750 l/s. Viivytystilavuuden kokonaistarve n. 23000 m<sup>3</sup> (1/100a) hajautettiin eri kohteisiin, mitkä on esitetty kuvassa 44.

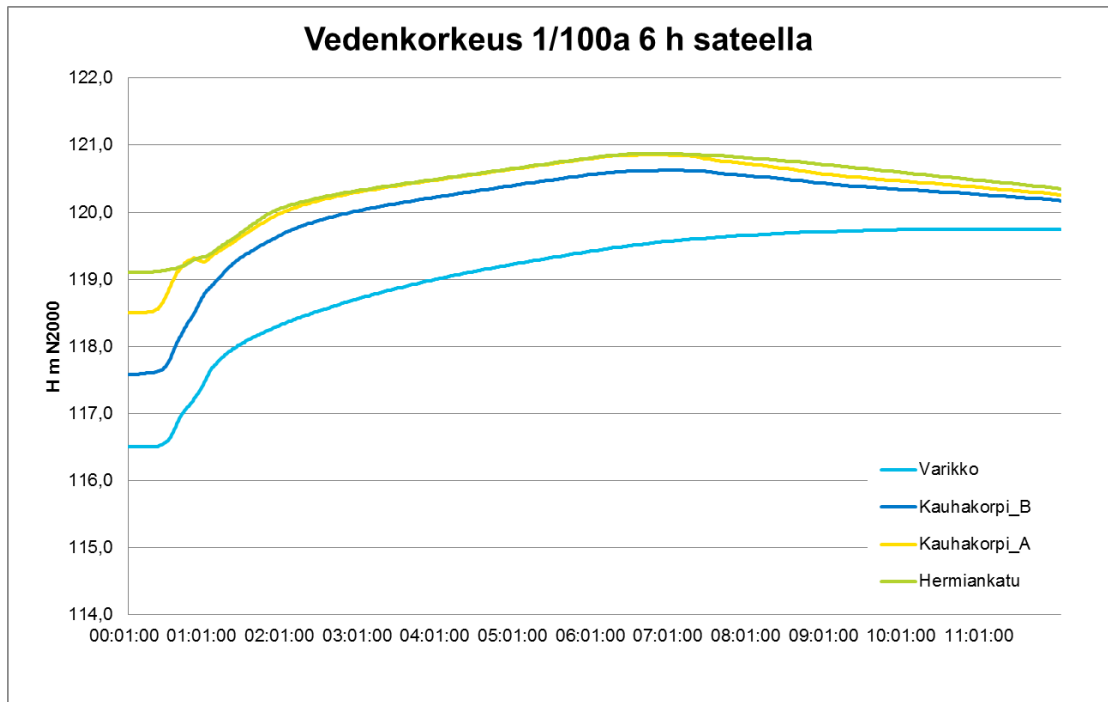


Kuva 44. Mahdolliset viivytysalueet ennen Santenin tonttia.

Kohdekohtaiset viivytystilavuudet ja vedenpinnankorkeudet eri viivytysalueilla 1/100a 6 h sateella, mikä aiheutti suurimman viivytystilavuuden tarpeen, on esitetty ohessa kuvissa 45 ja 46.



Kuva 45. Viivytystilavuudet 1/100a sateella kun virtaama rajoitettu tasoon 750 l/s.

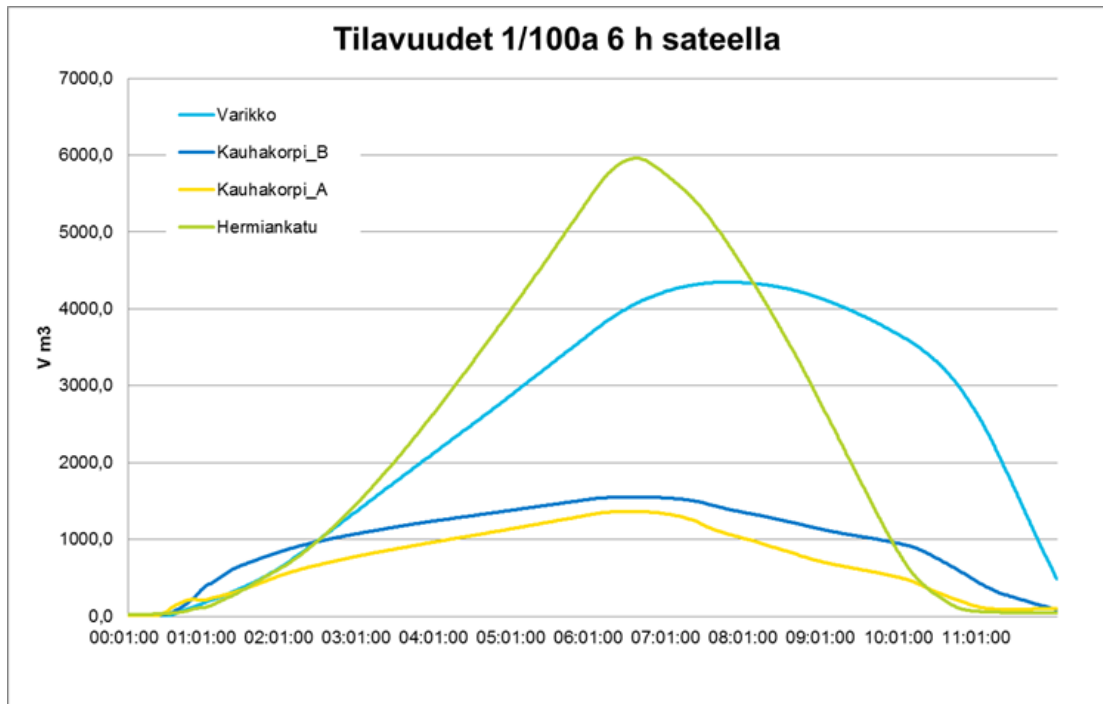


Kuva 46. Vedenkorkeudet viivytyskohteissa, kun virtaama rajoitettu tasoon 750 l/s.

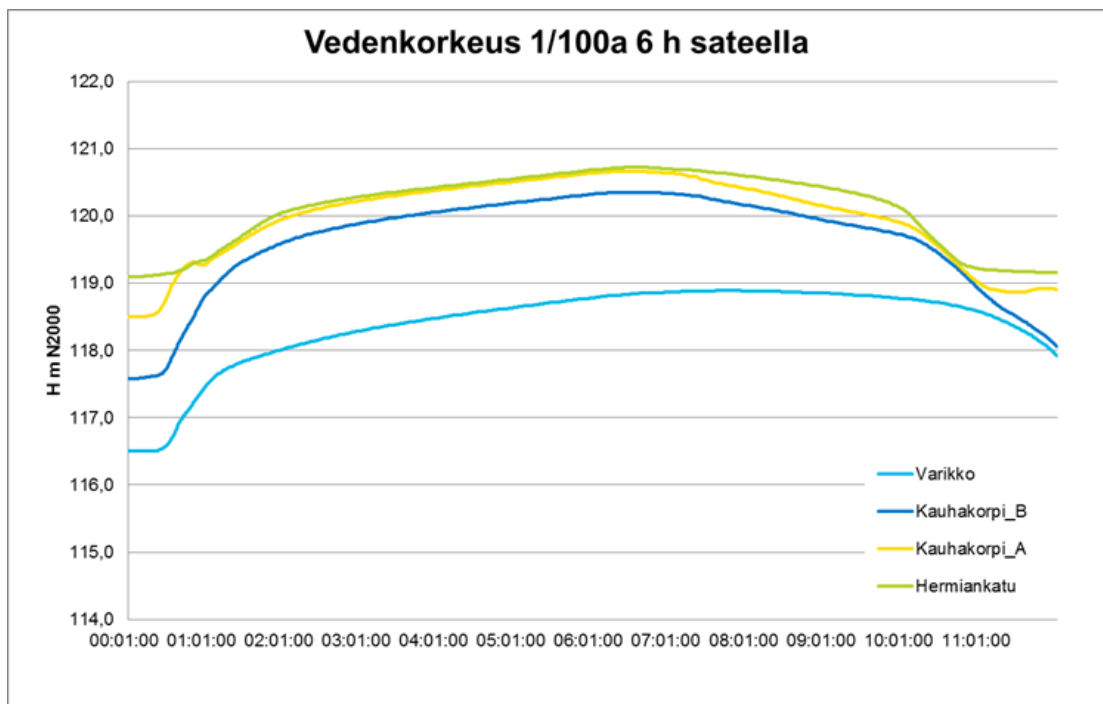
Kuvaajista voidaan nähdä, että varikon (Etuhaanpuiston) viivytystilavuus olisi lähes 12000 m<sup>3</sup> ja vesipinta olisi hieman alle +120 m, jollaisena viivytys ei ole toteutuskelpoinen. Kauhakorvenkadun ojan tilavuus on yhteensä noin 4000 m<sup>3</sup>, jota ei voida kasvattaa, sillä kadun alin taso tulee vastaan. Hermiankadun painanteessa saavutetaan keskimäärin metrin vesisyvyydellä noin 8000 m<sup>3</sup> tilavuutta, jota voitaisiin lisätä vesisyvyyttä kasvattamalla. Tämä ei todennäköisesti ole kuitenkaan mahdollista painanteessa olevan puuston säilyttämiseksi. Puustoa ei saisi alueelta poistaa tai vaurioittaa, jotta alue säilyisi liito-oraville soveltuvana.

Purkuvirtaaman rajoittaminen tasoon 750 l/s edellyttäisi niin suuria viivytystilavuuksia, että niiden toteuttaminen ei ole kovin helposti toteutettavissa. On kuitenkin huomiotava, että nykyinen huippuvirtaama 750 l/s johtuu yksinomaan Deleten tontin allittavan rummun koosta, joka on liian pieni huomioiden yläpuolisen valuma-alueen koko. Jos Tauskonojan alajuoksun kapasiteettia kasvatetaan maltillisesti ja sallittu purkuvirtaama nostetaan tasoon 1200 l/s, mikä ei aiheuttaisi ongelmia Santenin alueella, viivytystilavuuden tarve olisi enää noin 13 000 m<sup>3</sup>. Tämäkin on liian suuri määrä yhdessä kohdassa toteutettavaksi, mutta hajauttamalla tilavuus edellä esitettyihin kohteisiin ratkaisu on toteutuskelpoinen teknisessä mielessä.

Kohdekohtaiset viivytystilavuudet ja vedenpinnankorkeudet eri viivytysalueilla 1/100a 6 h sateella, kun purkuvirtaama Varikon alapuolelle on rajattu tasoon 1200 l/s, on esitetty kuvissa 47 ja 48.

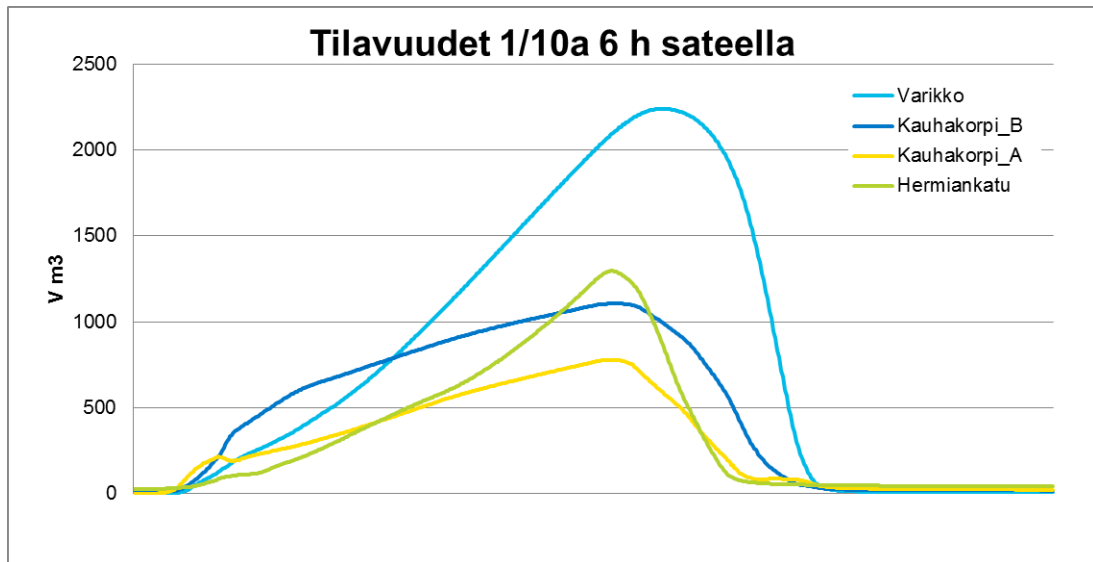


Kuva 47 Viivytystilavuudet 1/100a sateella kun virtaama rajoitettu tasoon 1200 l/s.



Kuva 48. Vedenkorkeudet viivytyskohteissa, kun virtaama rajoitettu tasoon 1200 l/s.

Kuvaajissa esitetty tilanne on hyvin harvinaisen ja pitkän sadetapahtuman aiheuttama ja edustaa viivytystilavuuksien maksimiarvoja. Tavanomaisemmillä tai lyhyemmillä sateilla huomattavasti pienemmät tilavuudet riittävät purkuvirtaaman rajoittamiseen tasoon 1200 l/s varikon alapuolisessa uomassa. Tällöin vain tulva-alueiden alavammat osat ovat veden peittämiä tai vesisyvyys on huomattavasti pienempi kuin maksimitilanteissa. Vastaavasti viivytystilavuuden tyhjenemisajat ovat lyhyempiä, mikä tarkoittaa, että tavanomaisilla sateilla tulva-alueella olevat puut ovat veden ympäröimiä selvästi lyhyemmän ajan. Esimerkkinä tästä kuvassa 49 on esitetty viivytystilavuudet 1/10a 6 h sateella.



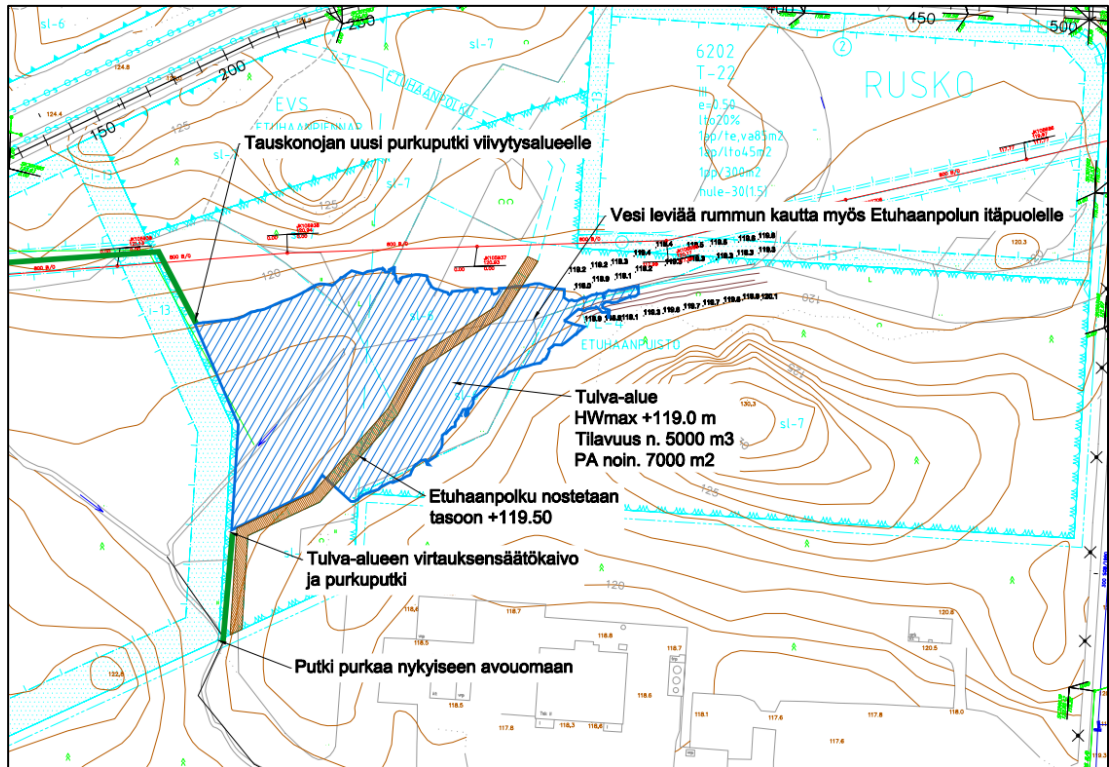
Kuva 49 Viivytystilavuudet 1/10a sateella kun virtaama rajoitettu tasoon 1200 l/s.

Kuvaajasta voidaan nähdä että tarvittava viivytystilavuus yhteensä on alle puolet siitä mitä 1/100a sateen aiheuttaman virtaaman hallinta edellyttää. Viivytysalueiden tyhjeneminen kestää 2-3 tuntia sateen loppumisen jälkeen.

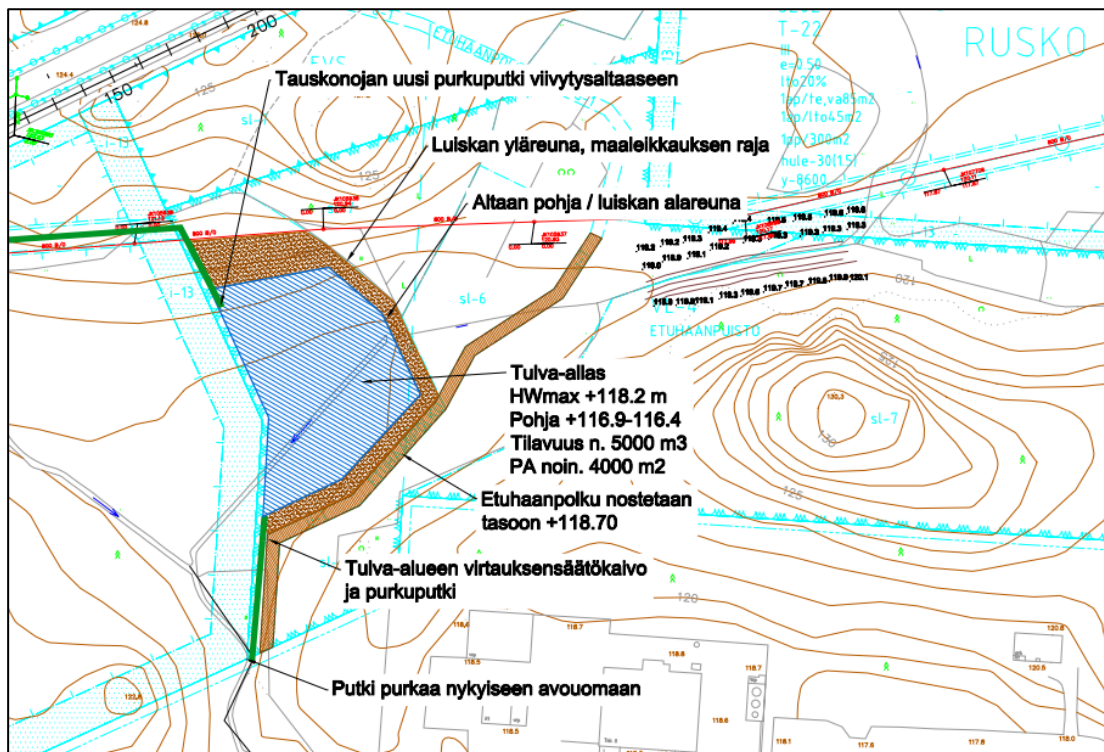
#### 4.3.2 Viivytystilavuuksien toteuttaminen

Noin 13000 m<sup>3</sup> viivytystilavuus on sovitettavissa suunnitelluille alueille siten, että merkittävää ristiriitaa muun käytön kanssa ei synny. Hulevesien viivyttämiseen esitetyillä alueilla on olemassa olevaa puustoa sekä liito-oravan suojelutarpeita. Suunnitellut viivytysjärjestelmät ovat luonteeltaan tulva-alueita, joissa sallitun virtaamatason ylittävät vesimäärät voivat varastoitua. Varastotilavuus tyhjenee sateen loputtua verrattain nopeasti, enintään 12 tunnissa, jolloin tulva-alueilla oleva kasvillisuus ei ole veden ympäröimänä pitkään. Ympäristönsuojeluyksikön näkemyksen mukaan hulevettä voidaan viivyttää kaava-alueen istutettaviksi esitetyillä alueilla lyhytaikaisesti, korkeintaan 1 - 2 viikkoa kerrallaan. Istutettavan alueen puut tulee valita siten, että ne kestävät kosteutta. Jo olemassa olevilla alueilla erityisesti vanhat kuuset eivät kestä muutoksia niiden juuristoalueella. Hermiankadun itäpään tontin painanteen säilytettävän puuston korkeusasema sekä painanteen pohja tulisikin mitata, jotta mahdollisia viivytystilavuuksia voitaisiin määrittää tarkemmin.

Pienimmillä rakennustoilla päästään, jos viivytys toteutetaan nykyisiä pinnanmuotoja mukailevilla tulva-alueilla, joilla ei tehdä merkittäviä kaivu- tai pengerrystöitä. Etuhaanpuistossa tämä ei välttämättä ole mahdollista, jos viivytys pitää ehdottomasti rajata alueelle, jossa ei ole sl-6 tai sl-7 suojelumerkintöjä. Istutettaville alueille, joille istutetaan kosteutta ja satunnaista tulvaa kestäviä puulajeja, vettä voidaan nostaa muutaman viikon ajaksi muutamia kymmeniä senttejä. Alle vuorokauden kestävä korkeampikin vedenpinnan nosto on mahdollista. Etuhaanpuiston viivytyksestä on esitetty tästä johtuen kaksi vaihtoehtoa, laaja tulva-alue sekä kaivamalla tehtävä allas (kuvat 50 ja 51).

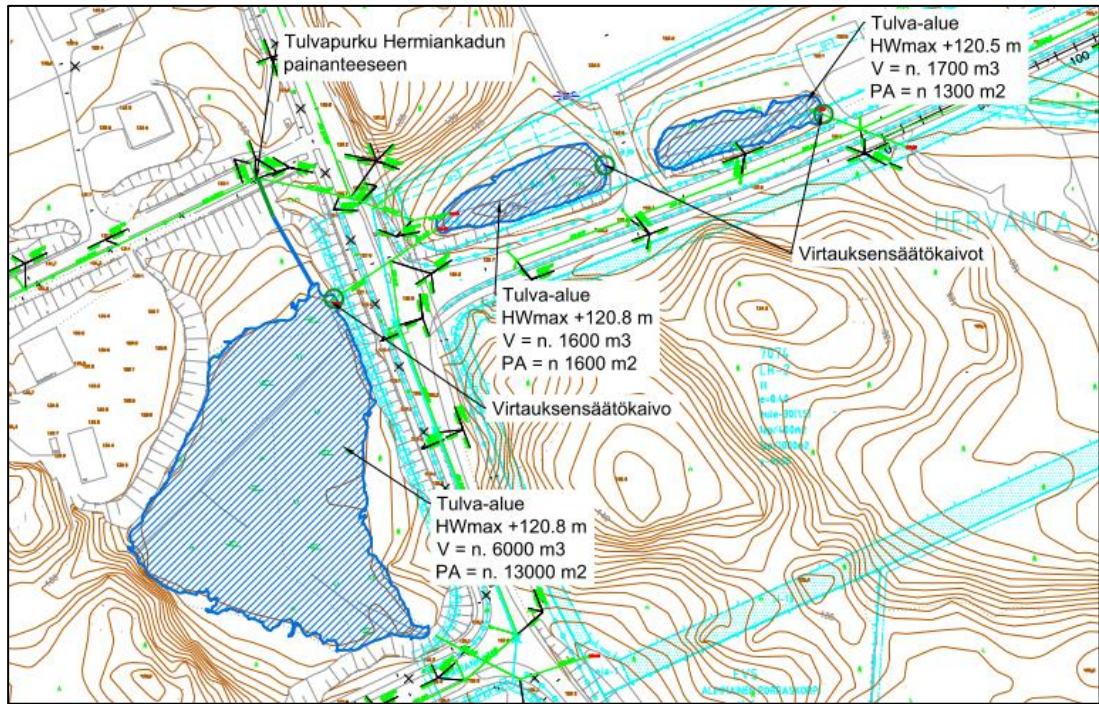


Kuva 50. Etuhaanpuiston viivytys laajana tulva-alueena toteutettuna.



Kuva 51. Etuhaanpuiston viivytys allasratkaisuna toteutettuna

Huomioiden käytettävissä oleva pinta-ala ja nykyisestä uomasta määräytyvä purkutaso, Etuhaanpuistoon ei ole toteutettavissa yli 5000 m<sup>3</sup> viivytystilavuutta ellei vedenpintaa nosteta huomattavasti (yli tason +119) ja veden leviämistä myös sl6- ja sl7-alueille sallita (52).

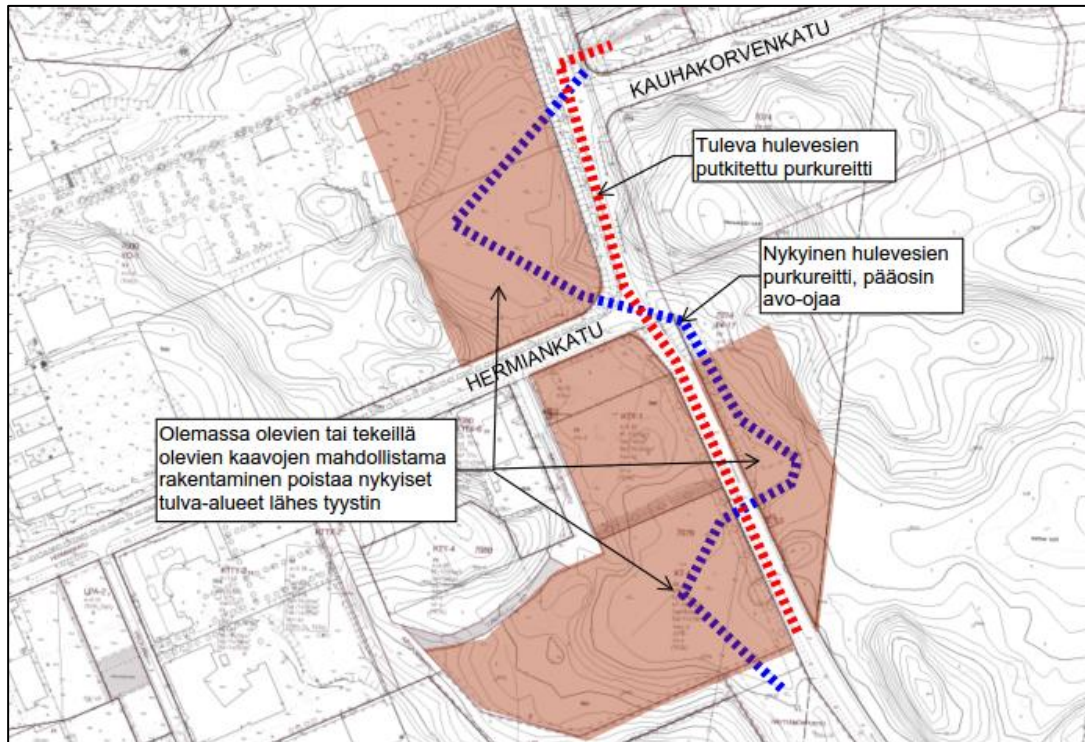


Kuva 52. Hermiankadun ja Kauhakorvenkadun viivytysalueet.

#### 4.4 Tuleva tilanne jos Hermiankadun ympäristö rakennetaan täyteen

Hermiankadun maastopainanne ei ole Tampereen kaupungin maaomaisuutta, joten alueen mahdolliseen rakentamiseen tulevaisuudessa tulee varautua hulevesien hallinnan suunnittelussa. Alueen mahdollinen rakentaminen vähentää huomattavasti tarjolla olevaa viivytystilavuutta. Myös Hermiankadun eteläpuolella Hervannantien molemmin puolin on kaavoitettu työpaikkatoimintoja nykyisen etelästä laskevan avouoman kohdalle, mikä edelleen lisää Kauhakorvenkadun varren avo-ojaan tulevaa virtaamaa. Tätä hankalinta tulevaisuuden skenaariota on havainnollistettu kuvassa 53.





Kuva 53. Hermiankadun ympäristön mahdollinen rakentuminen

Kuvan 53 mukaisessa tilanteessa viivytämättömät huippuvirtaamat varikon kohdalla 1/100a sateilla ovat jopa 2300 l/s, mikä on 500 l/s enemmän kuin tilanteessa, jossa Hermiankadun itäpäättä ei ole rakennettu. Tällainen virtaama aiheuttaa tulvan Santenin tontilla. Skenaariossa, jossa Hermiankadun painanne on rakennettu eikä painanteen viivytystilavuus ole hyödynnettävissä, on viivytystilavuutta enää Kauhakorven varren syvässä avo-ojassa ja Etuhaanpuistossa varikon itäpuolella. Korkeustasot ja liito-oravan suojeluun varatut alueet huomioiden viivytystilavuutta on näillä alueilla tarjolla enintään noin 9000 m<sup>3</sup>, josta noin 5000 m<sup>3</sup> Etuhaanpuistossa ja noin 4000 m<sup>3</sup> Kauhakorvenkadun varren avo-ojassa. Kauhakorvenkadun ojassa maksimivesisyvyys olisi paikoitellen mitoitustilanteessa jo noin kolme metriä, mikä on toteutuskelpoisuuden ylärajoilla.

Kuten aiemmin on jo esitetty, virtaaman rajoittaminen siedettävään tasoon 1200 l/s edellyttäisi noin 13 000 m<sup>3</sup> viivytystilavuutta Santenin yläpuolella. Tässä skenaariossa tarjolla oleva 9000 m<sup>3</sup> ei ole riittävä harvinaisimpien virtaamatilanteiden hallintaan ja yleisemmälläkään sateilla virtaamaa ei pystytä rajoittamaan tasoon 1200 l/s. Esimerkiksi 1/5a sateilla 9000 m<sup>3</sup> riittää rajoittamaan virtaaman tasoon noin 1400 l/s ja 1/10a sateilla tasoon 1600 l/s, mutta tätä harvinaisemmilla sateilla viivytystilavuus täyttyy ja vettä ohjautuu ylivuotoon aiheuttaen hetkellisen virtaamapiikin. Tästä johtuen Santenin tontilla olevan uoman ja rumpujen sekä Tauskonojan loppupään kapasiteettia tulee parantaa siten, että tontin läpi pystyy ohjaamaan mahdollisen tulvahuipun ilman ongelmia. Tarvittava tulvareitin mitoitus on 1/100a tilanteessa noin 2300 l/s. Tauskonojan loppupään osalta näin suuren virtaaman hallittu johtaminen on mahdollista DN1400 hulevesiviemärillä, joka sijoitettaisiin joko Tauskonkadun tai Keskuvainionkadun suuntaisesti.

Tilanteessa, jossa Hermiankadun itäpää rakennetaan ja siellä oleva viivytystilavuus häviää, johtaa Houkanojaan johdettavien virtaamien kasvuun kautta linjan ja harvinaisissa tilanteissa huomattavasti. Käytettävissä oleva viivytystilavuus riittää rajoittamaan virtaamia 1/5a...1/10a sateilla tasoon 1400-1600 l/s mutta tätä harvinaisimmilla sateilla viivytystilavuus ei riitä.

## 4.5 Yhteenveto mahdollisista toimenpiteistä

### 4.5.1 Toimenpiteet kun Hermiankadun itäpää säilyy nykyisellään

Tauskonojan purkuvirtaama on riippuvainen aivan uoman alajuoksulla Deleten kiinteistön alittavasta 800B rummusta, jonka kapasiteetti 750 l/s on liian pieni yläpuolisen valuma-alueen kokoon nähden. Nykytilanteessa Tauskonoja on tulvinut Niittyhaankadulla ukkossateilla muttei kovin usein, mikä johtunee Santenin yläpuolisten avoumaosuuksien tarjoamasta tulvatilavuudesta. Raitiotievarikon rakentaminen vähentää luontaista tulvatilavuutta ja nopeuttaa virtaamia, minkä seurauksena suunnitelmallisen hulevesien viivyttämisen tarve kasvaa. Virtaamien rajoittaminen Deleten rummun kapasiteetin tasolle aiheuttaa kuitenkin niin suuren viivytystilavuuden tarpeen, ettei sen toteuttaminen ole käytännössä mahdollista.

Mahdollisia toimenpiteitä tilanteen hallitsemiseksi ovat:

- Tauskonojan linjaaminen varikon ja alapuolisten tulvaherkkien alueiden ohitse Kauhakorvenkadun suuntaisella DN1400 putkella. Vaihtoehdossa ei tarvita isoja viivytysalueita, mutta se lisää varmuudella Houkanojan tulvimista, on ristiriidassa Tampereen hulevesiohjelman kanssa ja edellyttää todennäköisesti vesilain mukaista lupaa.
- Tauskonojan alajuoksun kapasiteetin parantaminen huippuvirtaamia vastaanvaksi perkaamalla kaikki avouomaosuudet varikon alapuolella, uusimalla Santenin tontin ja Niittyhaankadun varren rummut sekä toteuttamalla uusi DN1400 purkuputki joko Tauskonkadun suuntaisesti, Deleten tontin ali tai Keskuvainionkadun suuntaisesti. Vaihtoehdossa ei tarvita isoja viivytysalueita, mutta se todennäköisesti lisää Houkanojan tulvimista, on ristiriidassa Tampereen hulevesiohjelman kanssa ja edellyttää mahdollisesti vesilain mukaista lupaa.
- Huippuvirtaaman rajoittaminen varikon alapuolella tasoon 1200 l/s toteuttamalla yhteensä noin 13000 m<sup>3</sup> viivytystilavuutta Hermiankatu - Kauhakorvenkatu - Etuhaanpuisto -alueelle. Tämän lisäksi Tauskonojan alajuoksun kapasiteettia tulee parantaa virtaamaa 1200 l/s vastaanvaksi toteuttamalla uusi purkuputki DN1200 Tauskonkadun suuntaisesti, parantamalla nykyistä reittiä ja uusimalla Deleten alittava putki kokoon DN1200 tai toteuttamalla uusi purkuputki DN1200 Keskuvainionkadun suuntaisesti. Vaihtoehdossa purkuvirtaama kasvaa nykytilanteeseen nähden, millä voi olla haitallista vaikutusta Houkanojan tulvimiseen.

### 4.5.2 Toimenpiteet kun Hermiankadun itäpää rakennetaan

Hermiankadun itäpään rakentaminen poistaa suuren luontaisen hulevesien viivytysalueen, mistä aiheutuu selvää kasvua Tauskonojan virtaamissa. Käytettävissä oleville alueille pystytään toteuttamaan vain noin 9000 m<sup>3</sup> hulevesien viivytystilavuutta, mikä ei riitä poikkeustilanteiden virtaamien hallintaan. Tästä johtuen pääpurkureitti vaihtoehdosta riippumatta pitää rakentaa uudestaan siten, että se pystyy johtamaan tulva-aiikkin noin 2300 l/s aiheuttamatta merkittävää haittaa. Viivytyrakenteiden toteuttaminen Kauhakorvenkadun varteen sekä Etuhaanpuistoon on silti ehdottoman tärkeää, koska muutoin myös tavanomaisilla sateilla virtaamat Houkanojaan kasvaisivat huomattavasti nykytilanteesta aiheuttaen eroosiota ja tulvahaittaa.

Mahdollisia toimenpiteitä tilanteen hallitsemiseksi ovat samat ratkaisut kuin edellisessä kappaleessa huomioiden kuitenkin huippuvirtaamien kasvu noin 1800 l/s tasosta noin 2300 l/s tasoon. Putkidimensioissa DN1400 on riittävä koko kaikkien virtaamatilanteiden johtamiseen.

## 5 KUSTANNUSARVIOT

Alustavat eri toimenpiteiden kustannusarviot on esitetty taulukossa alla.

*Taulukko 2. Alustavat kustannusarviot*

Toimenpide	Perustelut	Kustannusarvio €
Kauhakorvenkadun suuntainen hulevesiviemäri DN1400	Noin 770 metriä putkikaivantoa, noin 100 metriä eroosiosuojattua avouomaa. Kaivannon keskisyvyys 5 metriä, suurin syvyys 8 metriä -> tuentatarve nostaa kustannuksia	2 000 000 – 2 500 000 €
Nykyisen ojan parantaminen huippuvirtaamaa vastaavaksi välillä Etuhaanpuisto-Tauskonkatu	Parannettavaa avo-ojaa 500 metriä, kokoon DN1400 uusittavia rumpuja 90 metriä. Voi edellyttää pengerryksiä uoman ympärille.	150 000 €
Tauskonkadun suuntainen hulevesiviemäri DN1200...DN1400	Noin 400 metriä putkikaivantoa ja noin 100 metriä eroosiosuojattua avo-ojaa. Kaivanto syvimillään noin 4 metriä lyhyellä matkalla, pääsääntöisesti 2-2.5 metriä. Voi edellyttää jätevesiviemärin uusimista lyhyellä matkalla jos risteilyt eivät muuten onnistu	500 000 - 600 000 €
Tauskonojan alaosan parantaminen nykyiselle sijainnilleen Tauskonkatu - Houkanoja välillä, Deleten rummun uusiminen kokoon DN1200...DN1400	Pituus yhteensä noin 680 metriä, josta 360 metriä avo-ojan parantamista (isompi poikkileikkaus, pohjan perkaus, tulvapenger tontin puolelle) ja 320 metriä uusittavaa putkilinjaa. Deleten tontilla kaivanto yli 3 metriä, paikoitellen 4 metriä. Ei voida tehdä kuivatyönä paitsi jos putki tehdään uudelle linjalle tontin läpi	500 000 - 600 000 €
Keskuvainionkadun suuntainen hulevesiviemäri DN1200...DN1400	Noin 260 metriä putkikaivantoa, noin 70 metriä eroosiosuojattua avouomaa. Kaivanto 100 metrin matkalla keskimäärin 4 metriä syvä -> tuentatarve.	350 000 – 450 000 €
Viivytyalueet Etuhaanpuistossa, Kauhakorvenkadun avo-ojissa sekä Hermiankadun painanteessa	Hermiankadun painannetta ja Kauhakorvenkadun avo-ojia voidaan käyttää viivytyalueina pelkästään säätörakenteet toteuttamalla, ilman isompia maaleikkauksia tai pengerryksiä. Etuhaanpuistossa järjestely voidaan toteuttaa joko nykyisiä pinnanmuotoja noudatellen, jolloin maarakennustöitä tarvitaan vähän, tai sitten rakennetun altaan muodossa, jonka kustannukset ovat merkittävästi suuremmat.	Säätörakenteet ja rumpujärjestelyt 50 000 € Tulva-alueiden perkaukset ja muotoilut 50 000 € Etuhaanpuiston viivytytys altaana toteutettuna 200 000 €

## 6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä työssä laadittiin hulevesimallinnukseen perustuva selvitys Hervannan alueen hulevesijärjestelmän toiminnasta nyt ja tulevaisuudessa, kun alueelle suunniteltu raitiotievarikko on toteutunut. Selvitysalue käsitti Hervannan alueelta Houkanojaan purkavan ns. Tauskonojan valuma-alueen, pinta-alaltaan noin 3,5 km<sup>2</sup>. Mallintamalla tarkasteltiin tavanomaisten, toistuvuudeltaan 1/2a...1/5a sateiden sekä harvinaisten 1/10a...1/100a sateiden vaikutuksia.

Mallintamalla todettiin, että alueella on kaksi merkittävää hulevesitulvariskikohdetta: kauppakeskus Duon ympäristö Hervannan keskustassa sekä Tauskonojan alajuoksu Niittyhaankadulla sekä Tauskonkadun eteläpuolella. Kauppakeskus Duon itäpuolella Hervannan valtavyylän ja Pietilänkadun risteyksessä verkoston kapasiteetti loppuu jo tavanomaisilla sateilla aiheuttaen tulvimista, milloin hulevedet voivat päästä katupintoja pitkin purkautumaan Duon maanalaiseen parkkihalliin. Tilannetta voidaan hallita muuttamalla Pietilänkadun tasausta siten että virtaus parkkihallin luiskaan estetään. Alueesta tulee mitata maastomalli tarkkojen korkeusasemien selvittämiseksi ennen jatkosuunnittelua.

Tauskonojan alaosalla tulvariski aiheutuu tällä hetkellä pääreitin liian pienestä putkuksesta Deleten kiinteistön ali, mikä padottaa vettä huomattavasti nostaen tulvan rankemmilla sateilla Niittyhaankadun ja Keskuvainionkadun risteykseen sekä Tauskonkadun eteläpuolisille tonteille. Suunnitellun raitiotievarikon rakentaminen muuttaa pääpurkureittiä Kauhakorvenkadun alapuolella siten, että nykyisellä alavalla peltoalueella oleva tulvatilavuus merkittävästi vähenee ja virtausnopeudet kasvavat ojan putkittamisesta johtuen. Tällä on haitallinen vaikutus Tauskonojan tulvimiseen ja toimenpiteet tilanteen hallitsemiseksi ovat välttämättömiä.

Nykytilanteessa Hermiankadun itäpäässä oleva suuri maastonpainanne toimii virtaamia tehokkaasti tasaavana tulva-alueena, koska se on yhteydessä Tauskonojaan Kauhakorvenkadun varressa Hervannantien alittavan rummun kautta. Alue on kuitenkin osoitettu asemakaavassa rakennettavaksi ja sen omistaa Suomen yliopistokiinteistöt. Mikäli painanne täytetään ja rakennetaan, tulvatilavuuden väheneminen aiheuttaa Tauskonojan virtaamien selvää kasvua ja vaikeuttaa suunnitelmallista hulevesien viivyttämistä. Jäljelle jääville alueille ei voida osoittaa riittävästi viivytystilavuutta erittäin rankkojen sateiden aiheuttamien virtaamien hallintaan vaan huippuvirtaamat tulevat kasvamaan huomattavasti.

Tauskonojan tulvimisen estäminen voidaan toteuttaa lisäämällä pääreitin kapasiteettia huippuvirtaaman tasolle tai parantamalla pääreitin kapasiteettia maltillisesti ja toteuttamalla tätä vastaava virtaamien viivyttäminen. Virtaamia ei ole mahdollista viivyttää täysin pääreitin nykykapasiteetin tasolle, koska käytettävissä ei ole riittävän suuria alueita.

Pääreitin parantaminen huippuvirtaamien tasolle tai toteuttamalla kokonaan uusi purkureitti ilman minkäänlaista hulevesien viivyttämistä siirtää tulvaongelman Tauskonojasta Houkanojaan, mikä ei ole Tampereen hulevesiohjelman tavoitteiden mukaista ja edellyttää todennäköisesti vesilain mukaista luvitusta. Tästä johtuen vaihtoehtoa ei suositella jatkosuunnittelun pohjaksi.

Virtaamien viivyttämismahdollisuuksia rajoittaa muu maankäyttö sekä suojeluarvot, mistä johtuen joudutaan tekemään kompromissi viivyttämisen ja purkureitin kapasiteetin kasvattamisen välillä. Ratkaisuun vaikuttaa keskeisesti Hermiankadun itäpään maastonpainanteen kohtalo. Mikäli se täytetään ja rakennetaan, riittävää viivytystilavuutta poikkeuksellisten sateiden aiheuttamien virtaamien hallitsemiseksi ei enää ole ja huippuvirtaamat Houkanojaan kasvavat selvästi. Mikäli painannetta voidaan käyttää osana hulevesien viivytysjärjestelmää, pystytään pääreitin virtaamat rajoittamaan

poikkeuksellisissakin tilanteissa rajoittamaan noin tasoon 1200 l/s ja tulvahaittaa ei merkittävästi siirretä Houkanojaan.

***Suosittelavin vaihtoehto jatkosuunnitteluun on pääreitin parantaminen välillä Etuhaanpuisto-Houkanoja ja mahdollisimman suuren viivytystilavuuden toteuttaminen Etuhaanpuistoon, Kauhakorvenkadun avo-ojiin sekä Hermiankadun painanteeseen. Pääreitin mitoituksessa tulee varautua tulvatilanteeseen, jossa Hermiankadun painanne ei ole enää käytettävissä ja järjestelmän viivytyiskapasiteetti ylittyy.***

Jatkosuunnittelun esitetty vaihtoehto on toteuttavissa edullisimmin nykyisiä pinnanmuotoja mukailevilla tulva-alueilla ja parantamalla pääreitin virtauskapasiteettia uudella Keskuvainionkadun suuntaisella hulevesiviemärillä. Tämän yhdistelmän kustannusarvio on 450 000 – 550 000 €. Mikäli Etuhaanpuiston viivytys pitää toteuttaa allasratkaisuna, vaihtoehdon kustannusarvio on noin 650 000 – 750 000 €.

Esitetyistä viivytyksratkaisuksista avouomaosuudella sekä Keskuvainionkadun hulevesiviemäristä tulee laatia tarkemmat suunnitelmat. Hulevesijärjestelmän toteuttaminen tulee sitoa raitiotievarikon toteutusaikatauluun. Keskuvainionkadun hulevesiviemäri suositellaan rakennettavaksi mahdollisimman pikaisesti, koska sillä voitaisiin poistaa nykyinen tulvaongelma Niittyhaankadulla riippumatta varikon aikataulusta. Ratkaisujen vesilain mukaisen luvan tarve tulee selvittää Pirkanmaan ELY-keskukselta. Hulevesiselvitystä esitetään päivitettäväksi ja alueellisen viivytyksen tarvetta ja sijoittumista tarkistettavaksi kun maankäytön tulevaisuudesta on tarkempaa tietoa.

**Sito Oy**