



Tampereen kaupunki
Kaupunkiympäristön kehittäminen

HIIDENMÄEN ASEMAKAAVAN NRO 8255 HULEVESIEN HALLINNAN YLEISSUUNNITELMA



Loppuraportti

0155-P16126

17.11.2011

17.11.2011

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	1
1.1	Selvityksen lähtökohdat ja tavoitteet	1
1.2	Projektin organisaatio	2
1.3	Käsitteitä.....	2
2	SUUNNITTELUALUEEN NYKYTILA.....	3
2.1	Maanperä ja pinnanmuodot.....	3
2.2	Avainbiotoopit.....	3
2.3	Valuma-alueet.....	4
2.4	Houkanoja	7
3	SUUNNITELLUN MAANKÄYTÖN HYDROLOGISET VAIKUTUKSET	8
3.1	Suunniteltu maankäyttö	8
3.2	Vaikutukset valuma-alueisiin ja virtausreitteihin	9
3.3	Vaikutukset hulevesien määrään ja laatuun	10
3.4	Hulevesien hallinnan tarve.....	13
4	SUOSITELLUT RATKAISUVAIHTOEHDOT.....	14
4.1	Hulevesien hallinnan periaatteet.....	14
4.2	Tonttikohtainen hulevesien hallinta	15
4.3	Yleisillä alueilla tehtävä hulevesien hallinta	20
4.4	Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta	24
5	MITOITUS- JA TOIMIVUUSTARKASTELUT	25
5.1	Mitoitussateet	25
5.2	Hulevesimallinnus.....	26
5.3	Hallintajärjestelmien mitoitus.....	27
5.4	Hulevesien hallinnalla savutettavat tavoitteet.....	28
6	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	30

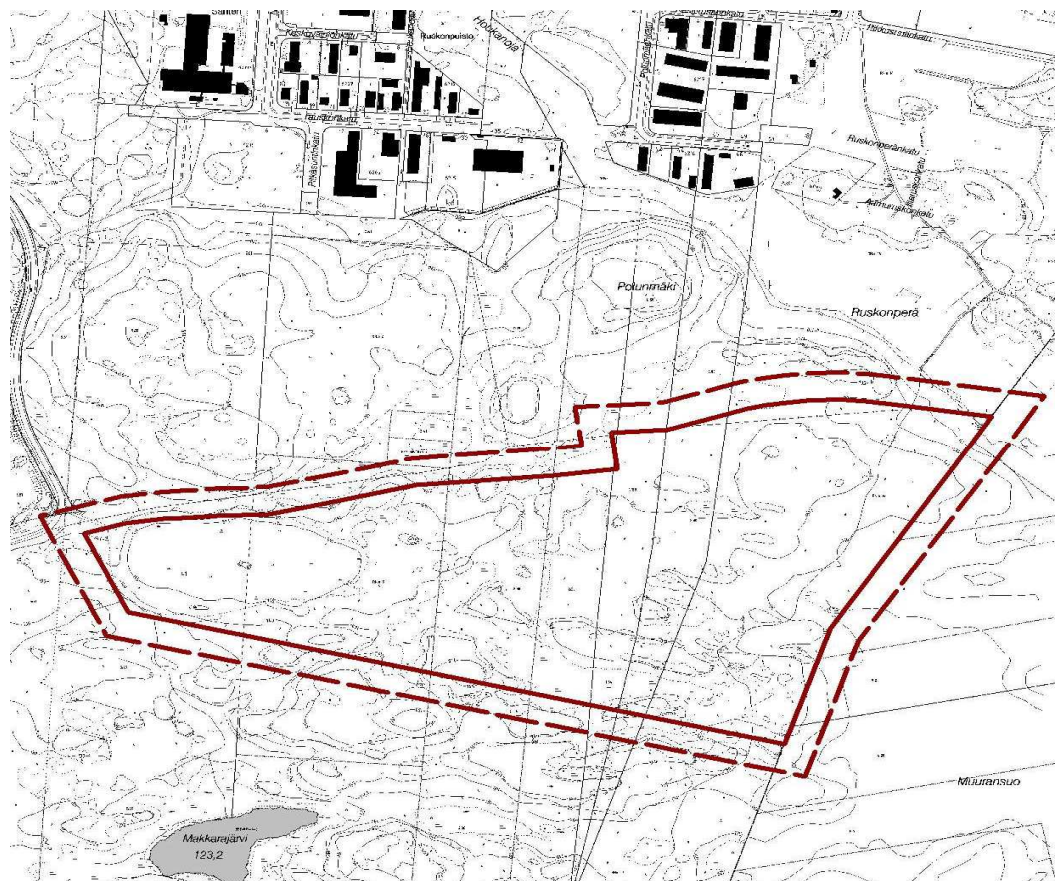
LIITTEET:

LIITE 1	VHT-0155-P16126-201	Valuma-aluekartta, 1:5000 (A2)	17.11.2011
LIITE 2	VHT-0155-P16126-202	Hulevesien hallinnan yleissuunnitelma, kaavarunko VE1, asemapiirustus, 1:2000 (A1)	17.11.2011
LIITE 3	VHT-0155-P16126-203	Hulevesien hallinnan yleissuunnitelma, kaavarunko VE2, asemapiirustus, 1:2000 (A1)	17.11.2011

Kansikuva: Muuransuon vieressä kulkeva purkuoja⁶

**TAMPEREEN KAUPUNKI
HIIDENMÄEN ASEMAKAAVAN NRO 8255 HULEVESIEN HALLINNAN YLEISSUUNNITELMA****1 JOHDANTO****1.1 Selvityksen lähtökohdat ja tavoitteet**

Työn suunnittelualue on Tampereen asemakaavoitusohjelman mukainen Hiidenmäen asemakaava nro 8255, joka sijaitsee noin 9 km Tampereen keskustasta kaakkoon, tulevan Ruskontien jatkeen eteläpuolella. Suunnittelualue on pinta-alaltaan noin 49 hehtaaria ja sinne ollaan suunnittelemassa pientalovaltaista asuinalueita, jossa tulee myös olemaan laaja ulkoilualue. Nykytilassa suunnittelualue on suurimmaksi osaksi rakentamatonta metsää ja suota. Lisäksi suunnittelualueen pohjoispuolella on vireillä työpaikka- ja toimitilarakentamiselle tarkoitettu Huppionmäen asemakaava nro 8111 sekä Ruskontien jatke, johon suunnittelualue rajautuu pohjoisessa. Idässä suunnittelualue rajautuu Kangasalan rajalle ja lännessä nykyiseen Ruskontiehen. Suunnittelualueen länsipuolella sijaitsee myös maisemoitavaksi suunniteltu vanha maankaatopaikka, joka on pinta-alaltaan noin 8 ha. Suunnittelualue sijoittuu Houkanojan valuma-alueelle, joka laskee Houkanojaa ja Vihiojaa pitkin Pyhäjärveen. Kuva 1 esittää suunnittelualueen sijaintia ja likimääräistä rajausta.



Kuva 1. Suunnittelualueen sijainti ja rajausta. Kuvassa yhtenäisellä viivalla näkyy kaava-alueen raja ja katkoviivalla lähivaikutusalueen raja.¹ © Kaupunkimittaus, Tampere.

¹ Kuva: Tampereen kaupunki. 2011. Asemakaavan osallistumis- ja arviointisuunnitelma 15.6.2006, tark. 24.1.2008, 3.10.2011. Hervantajärvi, Hiidenmäki, Asunto-, virkistys- ja erityisalueet, 2-kehä (Ruskonkehä) ja katualuetta, kartta nro 8255.

Tehtävänä on laatia Hiidenmäen asemakaavaa nro 8255 varten tarvittava hulevesien hallinnan yleissuunnitelma, jonka tarve perustuu Tampereen kaupungin yleistavoitteisiin suunnitella hulevesien käsittelyä jo asemakaavoituksen yhteydessä. Hiidenmäen ja Huppionmäen asemakaavojen alustaviin tavoitteisiin kuuluu hulevesien ohjaamisen, luontokohteiden suojelun, maiseman sekä rakennettujen viher- ja virkistysalueiden suunnittelun yhteensovittaminen.

Tässä työssä laadittavaan hulevesien hallinnan yleissuunnitelmaan sisältyy hallintamenetelmien periaatteiden, sijoittumisen ja mitoituksen yleispiirteinen suunnittelu. Työssä annetaan asemakaavan laadintaa ja kaavamääräyksiä varten tarvittavat likimääräiset mitoitukset ja ohjeet hulevesien hallinnasta ja käsittelystä. Suunnittelun tärkeimpänä lähtökohtana on tonttikohtainen hulevesien hallinta sekä hulevesien johtaminen maanpäällisten rakenteiden avulla. Työ pohjautuu aikaisemmin laadittuun Ruskon asemakaavojen hulevesiselvitykseen² ja Ruskon maankaatopaikan hulevesiselvitykseen³ joissa hulevesien hallinnan suuntaviivat on jo määritetty. Kyseisissä suunnitelmissa edetetään selvityksien mukaisesti ja tässä työssä aikaisemmat selvitystyöt on huomioitu karkealla tarkkuudella.

1.2 Projektin organisaatio

Hulevesiselvitys on tehty konsulttityönä FCG Finnish Consulting Group Oy:ssä, jossa työn projektipäällikkönä ja pääsuunnittelijana on toiminut dipl.ins. Hannes Björninen, suunnittelijana tekn.kand Pekka Raukola ja tarkastajana dipl.ins. Perttu Hyöty. Työn tilaaja on Tampereen kaupunki, Kaupunkiympäristön kehittäminen (KAKE), jossa yhteyshenkilönä on toiminut erikoissuunnittelija Anna-Leena Toivonen. Lisäksi tilaajan ohjausryhmään ovat kuuluneet:

- Antonia Sucksdorff-Selkämaa, Tampereen kaupunki, KAKE
- Maria Åkerman, Tampereen kaupunki, KAKE

1.3 Käsitteitä

Valunnalla tarkoitetaan sitä osaa sadannasta, joka virtaa vesistöä kohti maan pinnalla, maaperässä tai kallioperässä. *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 huononemista⁴.

² FCG Planeko Oy. 2008. Ruskon asemakaavojen hulevesiselvitys.

³ FCG Planeko Oy. 2009. Ruskon maankaatopaikan hulevesiselvitys.

⁴ US EPA. 1999. Preliminary data summary of urban storm water best management practices. EPA-821-R-99-012. Washington D.C.

2 SUUNNITTELUALUEEN NYKYTILA

2.1 Maanperä ja pinnanmuodot

Suunnittelualue on nykytilassa suurimmaksi osaksi rakentamatonta metsää ja suota. Maaperältään alue on pääosin heikosti vettä läpäisevää hiekkamoreenia ja kallioperä on monissa paikoissa alle metrin syvyydessä. *Kuvassa 2* on havainnollistettu suunnittelualueen nykyistä maankäyttöä.



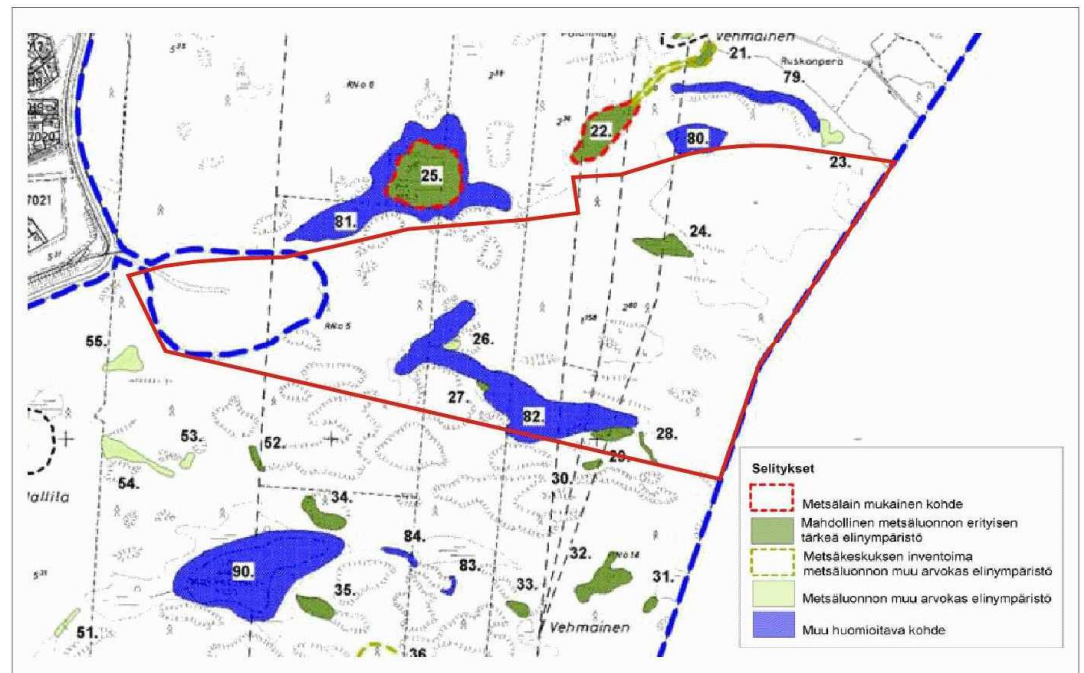
Kuva 2. Suunnittelualueen nykyinen maankäyttö ¹

Suunnittelualue kuuluu Särkijärvi-Hervanta moreeniselänteeseen ja sen maasto on pinnanmuodoiltaan vaihteleva ja pienipiirteinen. Jyrkkiä rinteitä suunnittelualueelta löytyy muun muassa maankaatopaikan reunoilta. Vesistöjä suunnittelualueella ei ole, mutta sen eteläpuolella sijaitsee Makkarajärvi ja Hervantajärvi.⁵

2.2 Avainbiotoopit

Suunnittelualueen lähellä, Polunmäellä sijaitsee lähes luonnontilainen avosuo, joka on suurimmaksi osaksi nevaa. Kohde on metsäluonnolle erityisen tärkeä elinympäristö ja sijaitsee alueella, joka on nimetty hulevesien viivytysalueeksi (hule-18). *Kuva 3* esittää suunnittelualueen lähetyvillä sijaitsevat avainbiotoopit. Polunmäellä sijaitseva avainbiotooppi on numeroitu kuvassa numerolla 22. *Kuvassa 4* on esitetty Polunmäellä sijaitseva avainbiotooppi nykytilassaan.

⁵ Tampereen kaupunki, yhdyskuntapalvelut- selvitys- ja arviointiryhmä. 2006. Hervantajärvi – Rusko, Ympäristö- ja maisemaselvitys.



Kuva 3. Suunnittelualueen lähettyvillä sijaitsevat avainbiotoopit. Kuva muokattu Hervantajärvi- Rusko maisema- ja ympäristöselvityksen liitekartasta 4.⁵



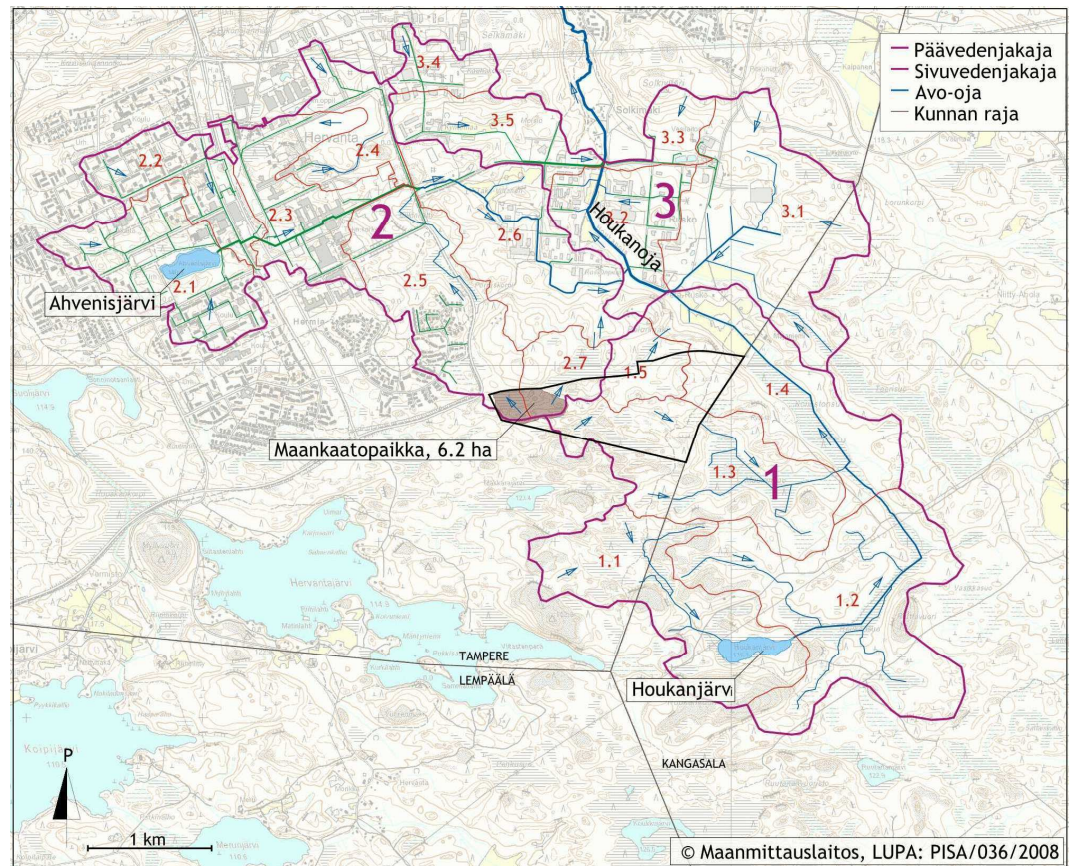
Kuva 4. Polunmäen lähettyvillä sijaitseva avosuo syksyllä 2011. Kuva on otettu suon lounaiskärjestä koillisen suuntaan.⁶

2.3 Valuma-alueet

Työn suunnittelualue sijoittuu Houkanojan valuma- alueelle, joka rajautuu etelässä Viitastenperän, Houkanvuoren ja Riuttavuoren pohjoisrinteisiin; lännessä Ahvenisjärven ja Opiskelijankadun ympäristöön; pohjoisessa Selkämäen ja Solkimäen etelärinteisiin; ja idässä Koivistonsuon ja Perä-Ruskon itäosiin. Houkanojan valuma-alueen päävalumareittinä on Ruskon eteläpuolelta, Kangasalan kunnan alueelta alkava Houkanoja ja valuma-alue on Kauhakor-

⁶ FCG Finnish Consulting Group Oy

venkadun eteläpuolella laajuudeltaan noin 9,2 km². Houkanojan valuma-alue kuuluu laajempaan Vihiojan valuma-alueeseen, jonka vedet valuvat Houkanojaa ja Vihiojaa pitkin Pyhäjärveen. Houkanojan valuma-alue voidaan Kauhakorvenkadun eteläpuolella jakaa Ruskon maankaatopaikan hulevesiselvityksen³ mukaisesti kolmeen pääosavaluma-alueeseen: Houkanojan eteläinen valuma-alue (1), Ahvenisjärven laskuojan valuma-alue (2) ja Ruskon valuma-alue (3). Pääosa suunnittelualueesta sijaitsee Houkanojan eteläisessä valuma-alueessa. Kuva 5 havainnollistaa Houkanojan valuma-aluetta.



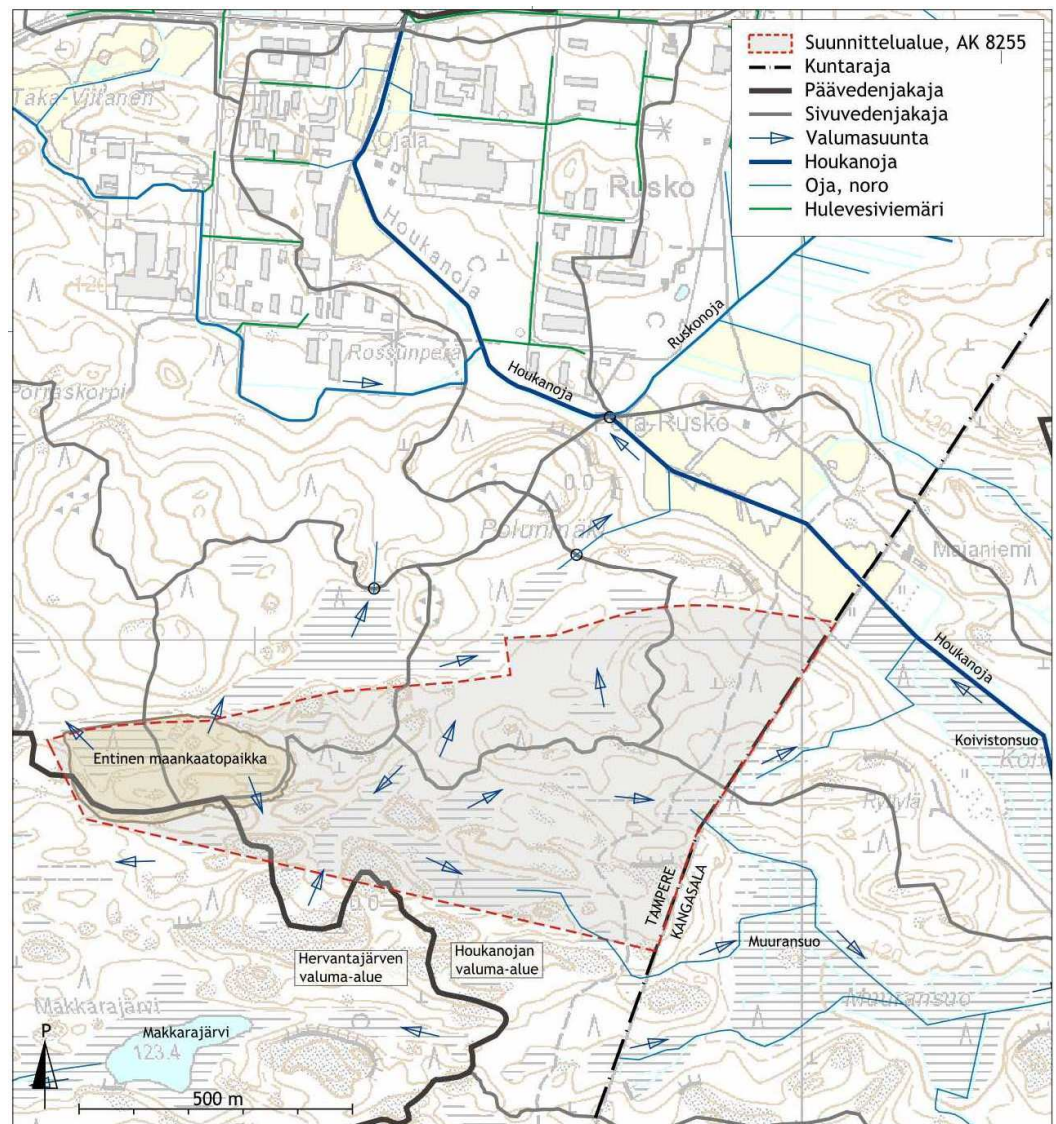
Kuva 5. Houkanojan valuma-alue Kauhakorvenkadun eteläpuolelta. Valuma-alueesta on eritelty tärkeimmät osavaluma-alueet: Houkanojan eteläinen valuma-alue (1), Ahvenisjärven laskuojan valuma-alue (2) ja Ruskon valuma-alue (3)³.

Suunnittelualueen sisällä osavaluma-alueet voidaan jakaa tarkennetusti pienempiin osavaluma-alueisiin, joissa veden virtaussuunnat erottuvat paremmin. Suunnittelualueen kaakkois- ja eteläosista vedet virtaavat nykytilassa Muuransuon kautta Houkanojaan. Muuransuon kautta kulkeva purkuoja esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Muuransuon vieressä kulkeva purkuoja. Kuva on otettu syksyllä 2011.⁶

Suunnittelualueen keskiosasta vedet virtaavat puolestaan pääosin Polunmäen valuma-alueen reittejä pohjoiseen, päättyen myös lopulta Houkanojaan. Maankaatopaikan hulevedet jakaantuvat itä-länsi suuntaisesti, mutta virtaavat pääosin kohti pohjoista. Suunnittelualueen koilliskulmasta vedet virtaavat itään. Suunnittelualueen tarkempaa osavaluma-aluejakoa sekä veden virtaus-suuntia on havainnollistettu *kuvassa 7* sekä *liitteenä 1* olevassa valuma-aluekartassa.



Kuva 7. Suunnittelualueen tarkemmat osavaluma-alueet.

2.4 Houkanoja

Houkanoja saa varsinaisesti alkunsa Ruskon teollisuusalueen kohdalla, jossa Houkanjärven laskuojaan yhtyvät Ruskon teollisuusalueen länsipuolen vedet ja Kangasalan puolelta virtaavat ojat⁵. Houkanojan alkupäähän päättyy myös Ahvenisjärven laskuoja, joka on Hervannan kaupunkiympäristössä johdettu kokonaan hulevesiviemäriin. Houkanojan valumareitti jatkaa Ruskon teollisuusalueelta pohjoiseen, josta se Kaukajärven ja Lukonmäen välissä kääntyy itään päin laskien lopulta Pyhäjärveen. Metsäalueilla Houkanoja on luonteeltaan puitten ja kivien välissä mutkitteleva puro.

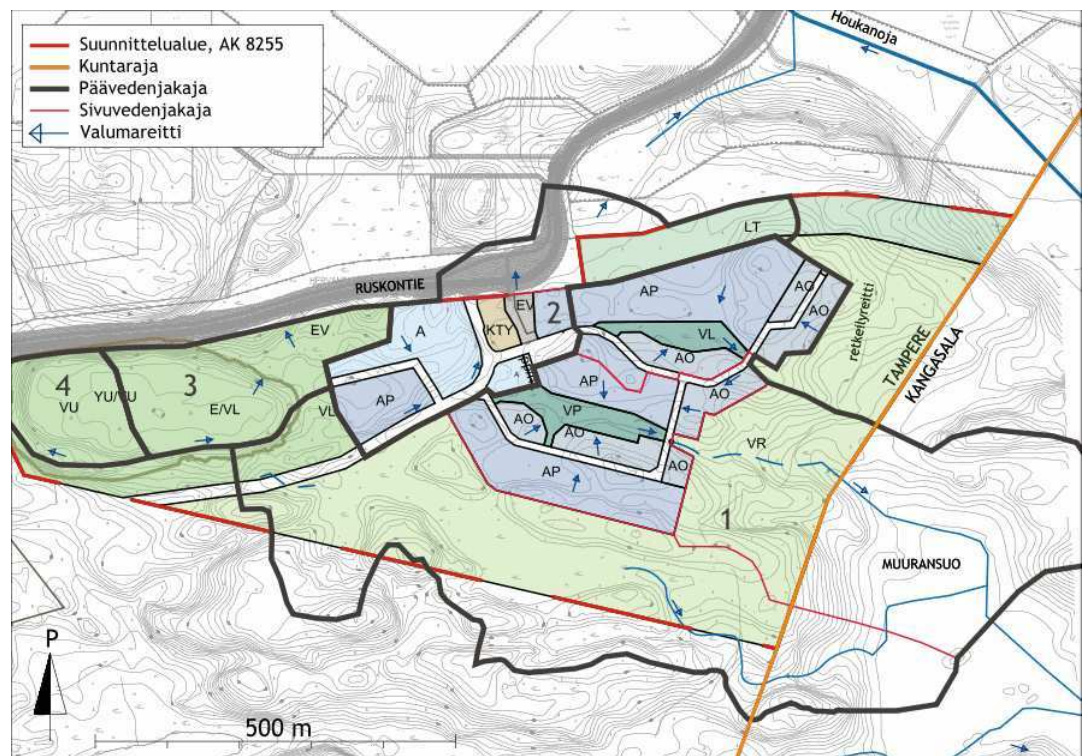
Tampereen Infran laatimassa raportissa, Houkanojan yläosan kapasiteettitarkastelussa⁷, todetaan että Houkanojan uomissa esiintyy tulvimisongelmia, jotka johtuvat tonttiliittymien liian pienistä rumpuputkista. Toisinaan Houkanoja kärsii myös heikosta vedenlaadusta lähistöllä sijaitsevan teollisuuden takia. Tulvaongelmat ja hulevesien laatu on huomioitu suunnittelualueen hulevesihallinnan suunnittelussa suosimalla ratkaisuehdotuksissa hulevesien viivytystä, luonnonmukaisia hulevesien hallintamenetelmiä sekä vettä läpäiseviä päällysteitä.

⁷ Tampereen Infra. 2010. Houkanojan yläosan kapasiteettitarkastelu

3 SUUNNITELLUN MAANKÄYTÖN HYDROLOGISET VAIKUTUKSET

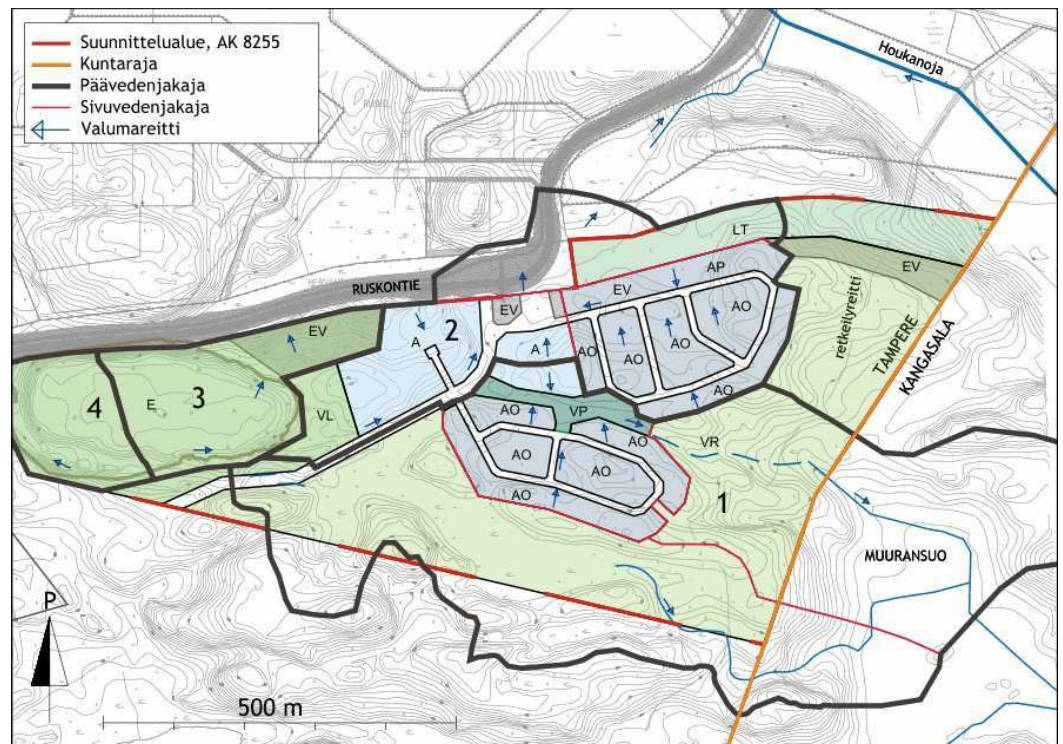
3.1 Suunniteltu maankäyttö

Suunnittelualueelle rakennetaan uusi pientalovaltainen asuinalue. Parhaillaan ollaan laatimassa asemakaavaa, jossa on tarjolla kaksi ratkaisuvaihtoehtoa. Kummastakin kaavarunkovaihtoehdosta laaditaan kaavaluonnos, joten suunnittelussa on tarkasteltu molempia vaihtoehtoja. Tässä hulevesien yleissuunnitelmassa kaavarungot on nimetty VE1:ksi (AP-tontit) ja VE2:ksi (AO-tontit). Kaavarungossa VE1 alueelle sijoitetaan alustavien suunnitelmien mukaan enemmän asuinpienalojen korttelialueita. Kaavarungossa VE2 alueelle on suunniteltu sen sijaan pääosin erillispientalojen korttelialueita. Kuvassa 8 on havainnollistettu kaavarungon VE1 suunniteltua maankäyttöä.



Kuva 8. Kaavarunko VE1. Kuvassa näkyy myös suunnittelualueen tarkennetut osavaluma-alueet sekä suunnitellut hulevesien johtamisreitit.

Kaavarungossa VE1 asuinalueen keskelle on suunniteltu puistoalue (VP) ja koilliskulmaan lähivirkistysalue (VL). Kaavarungossa VE2 asuinalueen keskelle sijoitettaisiin vain puistoalue. Alustavien suunnitelmien mukaan puistoalueen ja lähivirkistysalueen tasauksia tullaan todennäköisesti korottamaan nykytilasta, joten niiden korkeusasemat eivät pysy luonnontilaisena. Kuva 9 havainnollistaa kaavarunkoa VE2 suunniteltua maankäyttöä.



Kuva 9. Kaavarunko VE2. Kuvassa näkyy myös suunnittelualueen tarkennetut osavaluma-alueet sekä suunnitellut hulevesien johtamisreitit.

Kuvista nähdään, että uusi rakentaminen sijoittuu tulevan Ruskontien jatkeen eteläpuolelle. Kummassakin kaavarungossa suunnittelualueen etelä- ja länsipuolelle tullaan jättämään laajoja alueita retkeily- ja ulkoilukäyttöön. Lisäksi alueen itäpuolelle, entiselle maankaatopaikalle ollaan suunnittelemassa virkistyspalvelualueita sekä lumenvastaanottopaikka. Uutta katualuetta alueelle on suunniteltu lähinnä tulevan asutuksen ympärille. Suunnittelualueen kevyenliikenteenväylän on esitetty alittavan tuleva Ruskontien jatke suunnittelualueen pohjoisreunassa. Alueen koilliskulmassa sijaitsee varaus Tampereen 2. kehätielle (LT-alue).

3.2 Vaikutukset valuma-alueisiin ja virtausreitteihin

Suunnittelualueen sisällä valuma-aluejakoa tarkennettiin pintavaluntareittien ja suunnitellun maankäytön mukaisesti. Samalla alue jaettiin vaikutustenvaikutustenarviointia ja hulevesien hallintamenetelmien sijoittamista varten useaksi osavaluma-alueeksi. Kuva 8 ja kuva 9 esittävät tarkennettuja valuma-alueiden jakoa sekä tärkeimpiä virtausreittejä.

Suunnittelun asuinalueen rakentamisella ei ole vaikutusta Houkanojan ja Hervantajärven valuma-alueiden väliseen päävedenjakajaan. Rakentaminen kuitenkin muuttaa hieman suunnittelualueen osavaluma-alueiden rajauksia. Suunnittelualueen eteläpuolelta vedet eivät maankäytön muutoksien johdosta pääse jatkossa virtaamaan Polunmäen valuma-alueen reittejä pitkin pohjoiseen. Vedet virtaavat sen sijaan itään kohti Muuransuota, josta ne lopulta päättyvät purkuojia pitkin Houkanojaan. Alueen itä- ja koillisosien rakentamattomilla alueilla vedet pääsevät virtaamaan luonnonmukaisia reittejä pitkin Houkanojaan. Maankaatopaikalta valuvat vedet johdetaan jatkossa Ruskon maankaatopaikan hulevesiselvityksen³ mukaisin reittein koilliseen ja pohjoiseen. Tulevilla asuinalueilla valuma-alueet rajautuvat pääosin kortteleiden rajojen mukaisesti.

3.3 Vaikutukset hulevesien määrään ja laatuun

3.3.1 Läpäisemättömien pintojen määrä

Suunnittelualueen rakentamisen hydrologiset vaikutukset arvioitiin läpäisemättömien pintojen perusteella, koska niiltä muodostuu suurin osa hulevesistä. Läpäisemättömistä pinnoista merkittävimpiä ovat kattopinnat, koska ne ovat usein kytketty suoraan tontin kuivatusjärjestelmään. Lisäksi kattojen kaltevuus on yleensä muita rakennettuja pintoja suurempi ja virtausvastus pieni, etenkin peltikatoilla. Näin ollen kattovedet johtuvat nopeasti syöksyputkien kautta hulevesiviemäriverkkoon, maan pinnalla oleviin hulevesikouruihin tai vastaaviin ja edelleen osavaluma-alueen purkupisteeseen.

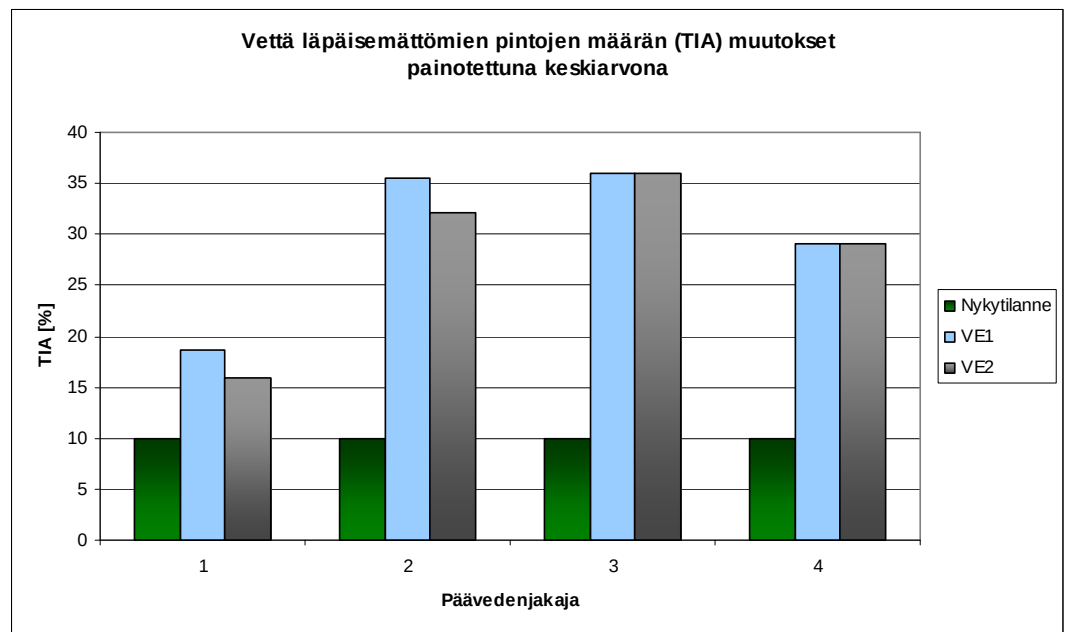
Valuma-alueilta määritettiin läpäisemättömien pintojen kokonaismäärä, jota on kuvattu kaupunkihydrologiassa yleisesti käytetyllä käsitteellä *Total Impervious Area* (TIA). Siinä vettä läpäisevienkin pintojen ajatellaan olevan osittain läpäisemättömiä eli esimerkiksi läpäiseviltä nurmipinnoilta muodostuu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

Läpäisemättömien pintojen määrän lisäksi on huomioitava, että uudisrakentamisen myötä läpäisemättömien pintojen laatu tasoittuu ja kaltevuudet kasvavat. Näin ollen rakentaminen pienentää pintojen painanteisiin varastoituvan veden, eli painannesäilynnän määrää. Esimerkiksi luonnontilainen alue voi pidättää jopa 10 millimetrin sademäärän, kun taas uusi asfalttipinta pidättää vain alle millimetrin. Rakentamisen myötä myös päällystämättömät pinnat tiivistyvät luonnontilaan verrattuna. Kokonaisuudessaan rakentaminen tehostaa tonteilla tapahtuvaa hulevesien keräystä ja johtamista merkittävästi, mikä johtaa purkautuvien hulevesien määrän ja virtaaman selvään kasvuun. Tarkasteluissa käytetyt läpäisemättömän pinnan osuudet (TIA) ja painannesäilynnän ominaisarvot erilaisille pinnoille on koottu *taulukkoon 1*.

Taulukko 1. Tarkasteluissa käytetyt rankkasadetilanteissa pätevät pintojen TIA-arvot sekä painannesäilynnän ominaisarvot.

Pinta	TIA	Painannesäilyntä
<i>katto</i>	100 %	0 mm
<i>asfaltti</i>	95 %	0,5 mm
<i>kiveys, laatat, sora</i>	60 %	2 mm
<i>viherpinta, maa</i>	20 %	5 mm
<i>metsä, puisto</i>	10 %	12 mm

Taulukossa 1 esitettyjen TIA-ominaisarvojen ja alustavien maankäyttötietojen perusteella määritettiin läpäisemättömien pintojen kokonaismäärät (TIA) nykytilanteessa ja rakentamisen jälkeen. Asemakaavan 8255 mukainen uudisrakentaminen kohdistuu Ruskontien jatkeen eteläpuolelle, jossa se muuttaa nykyistä pääosin luonnontilaista metsäaluetta (TIA 10 %) rakennetuksi asuinalueeksi. Muutos johtaa tehokkaasti sadevettä pidättävien metsäalueiden korvaamiseen vettä läpäisemättömillä katto- ja asfalttipinnoilla. Suunnittelualueelle ollaan kuitenkin jättämässä laajoja retkeily- ja ulkoilualueita jotka säilyvät lähes luonnontilaisina. Rakentamisen jälkeen vettä läpäisemättömien pintojen määrä kasvaa näin ollen koko suunnittelualueella keskimäärin 10–25 prosenttiyksikköä. *Kuvaaja 1* esittää vettä läpäisemättömien pintojen määrän muutoksen painotettuna keskiarvona, jossa on huomioitu korttelikohtaisten osavaluma-alueiden pinta-alat. Päävedenjakajien rajaukset on esitetty *kappaleen 3.1* kuvissa 8 ja 9.



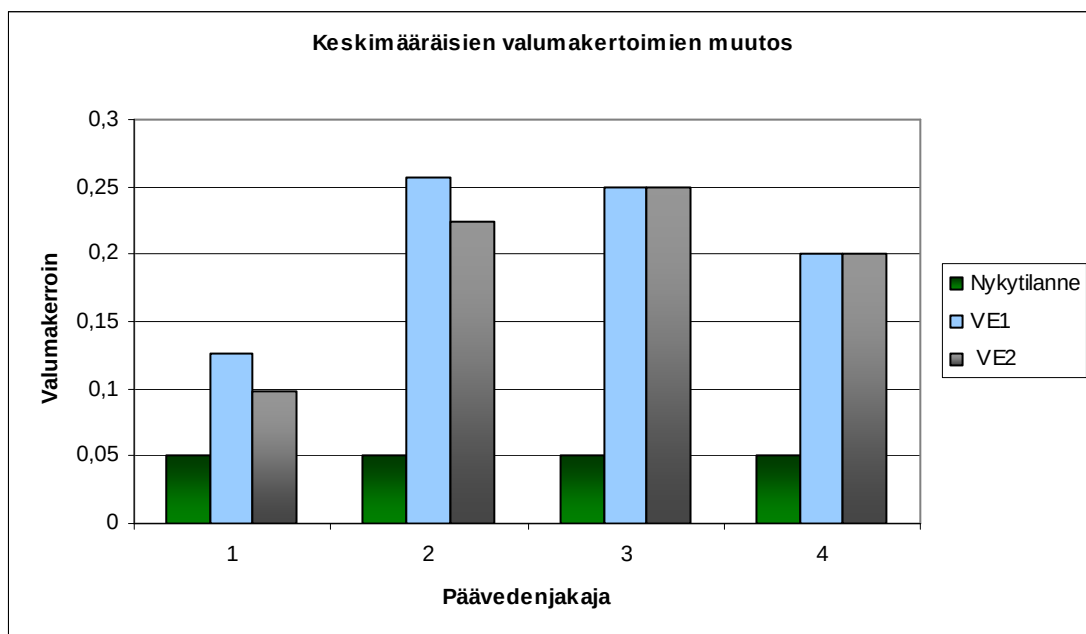
Kuvaaja 1. Vettä läpäisemättömien pintojen määrän (TIA) muutos suunnittelussa maankäytössä. Taulukossa esitetyt TIA- arvojen muutokset on laskettu painotettuna keskiarvona, jossa painotuksena on käytetty korttelikohtaisien osavaluma-alueiden pinta-alaa.

Tarkasteltaessa yksittäisiä korttelialueita todetaan, että rakennetuilla alueilla vettä läpäisemättömien pintojen määrä tulee kasvamaan huomattavasti enemmän kuin suunnittelualueen puisto- ja retkeilyalueilla. Kaavarungossa VE1 muutos on rakennetuilla alueilla noin 50 prosenttiyksikköä. Kaavarungon VE2 väljempi rakentaminen tuottaisi sen sijaan hieman vähemmän vettä läpäisemättömää pintaa. Vettä läpäisemättömän pinnan määrä kasvaisi VE2:n rakennetuilla alueilla noin 40 prosenttiyksikköä.

Valuma-alueet 3 ja 4 sijaitsevat entisen maankaatopaikan alueella, jonne on laadittu Ruskon maankaatopaikan hulevesiselvityksessä³ erillinen hulevesien hallintasuunnitelma.

3.3.2 Hulevesien määrä

Valuma-alueilta muodostuvien hulevesien määrää arvioitiin keskimääräisillä valumakertoimilla, jotka kuvaavat hulevesivalunnan osuutta yksittäisen sadetapahtuman sademäärästä. Valumakertoimen maksimiarvo on 1,0. Tarkastelussa oletettiin, että kaikki hulevesivalunta muodostuu edellä kuvatuilta läpäisemättömiltä pinnoilta (TIA). Kun otettiin lisäksi huomioon esitetyt painannesailynnän aiheuttamat häviöt, voitiin laskea keskimääräinen rankkasadetapahtuman valumakerroin. On huomattava, että valumakerroin riippuu aina sadetapahtuman ominaisuuksista ja sitä edeltävistä olosuhteista, kuten maaperän ja pintojen kosteudesta, joten tulosta ei voi yleistää koskemaan kaikkia tapauksia. Tarkastelu havainnollistaa silti hyvin muodostuvien hulevesien määrän muutosta ja rakentamisen hydrologisia vaikutuksia. *Kuvaaja 2* esittää suunnittelualueen keskimääräiset valumakertoimet sekä niiden arvioituja muutoksia. Tarkastelussa käytettiin 20 mm rankkasadetapahtumaa.



Kuvaaja 2. Suunnitellun maankäytön vaikutukset suunnittelualueen valumakertoimiin. Muutokset on laskettu painotettuna keskiarvona, jossa on painotuksena on käytetty osavaluoma-alueiden pinta-alaa. Tarkastelussa käytettiin 20 mm rankkasadetapahtumaa.

Valumakertoimien muutoksia tarkastelemalla voidaan todeta, että suunnittelualueen rakennetuilla korttelialueilla hulevesien muodostuminen lisääntyy merkittävästi. Esimerkiksi sademäärältään 20 mm rankkasateella nykytilaiselta metsäalueelta ei muodostu juurikaan välitöntä hulevesivaluntaa, vaan valunnasta suurin osa pidättyy kasvillisuuteen, maanpinnan epätasaisuuksiin sekä maan pintakerrokseen ja vain pieni osa tästä päätyy hitaasti purkuvesistöön. Sen sijaan tulevassa tilanteessa saman kokoiselta katto- ja asfalttipintoja sisältävältä alueelta 20 mm sademäärä muuttuu lähes kokonaan välittömäksi hulevesivalunnaksi.

Karkeasti voidaan arvioida, että suunnittelualueella hulevesien muodostuminen keskimäärin vähintään kaksinkertaistuu rakentamisesta johtuen. Rakennetuilla asuinalueilla muutos on suurempi kuin retkeily ja ulkoilualueilla, joissa alueen hydrologisia ominaisuuksia ei juuri muuteta. Rakennetuilla alueilla hulevesien muodostumisen arvioidaan kasvavan korttelialueesta riippuen noin 3–10-kertaisesti nykytilanteeseen verrattuna. Muutos korostuu lyhytkestoisilla rankkasateilla, jotka luonnontilainen metsä pystyisi pidättämään kokonaan. Ongelmaa korostaa lisäksi hulevesien entistä sujuvampi virtaus alueiden purkupisteisiin, jolloin virtaamahuiput näissä pisteissä voivat olla pahimmillaan kymmeniä kertoja nykyistä suurempia. Toisaalta hulevesimäärät tulevat suunnittelualueella olemaan kuitenkin kohtuullisen alhaisia, koska kyseessä on pientalovaltainen alue.

3.3.3 Hulevesien laatu

Kattopinnoilta muodostuvat hulevedet ovat laadultaan suhteellisen puhtaita, vaikka voivatkin sisältää hieman mm. tuulen kuljettamaa kiintoainesta. Asfalttipinnoilta muodostuvat hulevedet sisältävät sen sijaan ajoittain runsaastikin ajoneuvoista, materiaalien kulumisesta ja talvikunnossapidosta peräisin olevia epäpuhtauksia kuten raskasmetalleja. Näin ollen, kun kattopintojen osuus suunnittelualueesta kasvaa, hulevesien keskimääräinen laatu paranee. Lisäksi jos suunnittelualueelle toteutetaan hulevesiä suodattavia hallintamenetelmiä, myös liikennealueiden epäpuhtauksia voidaan tietyssä määrin poistaa. Hallintatoimenpiteillä voidaan näin ollen vaikuttaa myös hulevesien laatuun.

3.4 Hulevesien hallinnan tarve

Suunnittelualue on nykytilassa vettä hyvin pidättää metsää, joten suunnittelun maankäytön johdosta hulevesien määrä tulee kasvamaan merkittävästi. Koska kyseessä on kuitenkin pientalovaltainen asuinalue, hulevesimäärät tulevat olemaan kohtuullisen alhaiset ja rakentamisen vaikutukset lähinnä paikalliset. Näin ollen merkittäviä muutoksia Houkanojan virtaamassa, tai vedenlaadussa ei ole odotettavissa. Hulevesien hallinnalla voidaan kuitenkin ehkäistä hulevesitulvia ja niiden aiheuttamia ongelmia suunnittelualueen sisällä ja sen välittömässä läheisyydessä. Lisäksi hulevesien hallintaa on syytä suunnitella jo kaavoituksen yhteydessä hyviä ja luonnonmukaisia hulevesien hallinnan periaatteita noudattaen.

Suunnittelualueen lähetyvillä sijaitsee monta arvokasta luontokohdetta, kuten Polunmäen avainbiotooppi. Hulevesisuunnittelun tärkeimpiä tavoitteita onkin Polunmäen avosuon ja suunnittelualuetta ympäröivän luonnon suojelu muun muassa hulevesien aiheuttamilta eroosio- ja pilaantumisongelmilta. Hulevesien määrällisen hallinnan lisäksi on näin ollen tärkeää kiinnittää huomiota myös hulevesien laadulliseen hallintaan.

Hulevesien hallintamenetelmien kuten rakennettujen purojen ja altaiden positiivista vaikutusta kaupunkiympäristöön ja maisemiin ei pidä myöskään vähätellä. Hulevesien hallinnan tavoitteena onkin yhdessä viher- ja maisemasuunnittelun kanssa luoda viihtyisää, laadukasta ja omaleimaista kaupunkiympäristöä, jossa ympäristönäkökulmat on huomioitu parhaalla mahdollisella tavalla.

4 SUOSITELLUT RATKAISUVAIHTOEHDOT

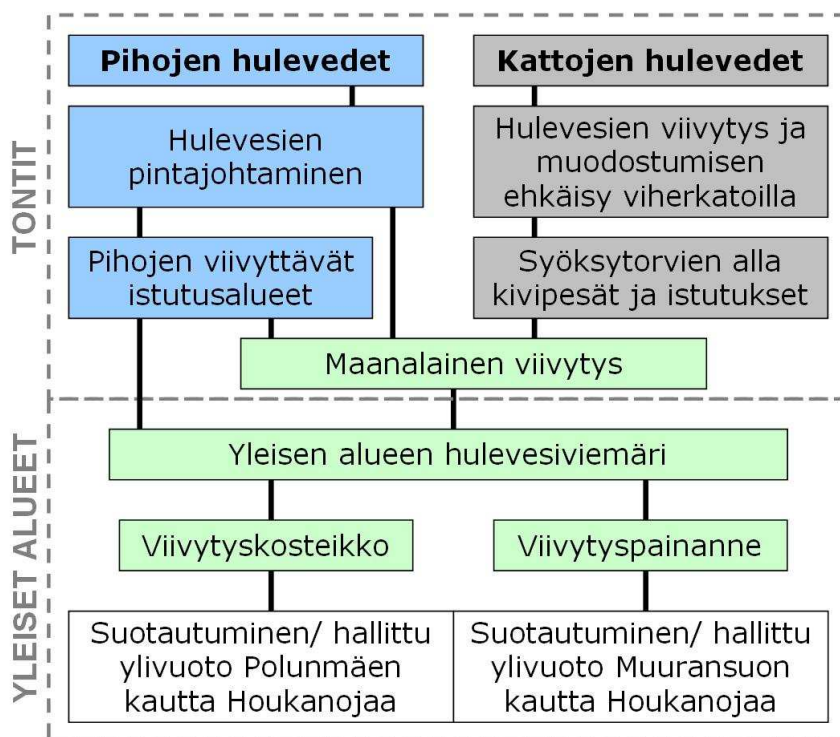
4.1 Hulevesien hallinnan periaatteet

4.1.1 Hallintatoimenpiteiden priorisointi

Hulevesien hallinnan lähtökohtana on ehkäistä hulevesien muodostumista ja niihin kohdistuvaa laatuhaittaa sekä pyrkiä säilyttämään veden kiertokulku mahdollisimman luonnollisena. Näihin tavoitteisiin pyritään hallitsemalla hulevesiä seuraavan prioriteettijärjestyksen mukaisesti:

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

Suunnittelualueella hulevesien hallinnan periaatteena tulee olla edellä kuvattujen toimintatapojen I–IV tehokas yhdistäminen. Tällöin hallintamenetelmien ketju alkaa hajautetusti hulevesien syntypaikalta, tonttien sisältä, ja päättyy yleisillä alueilla sijaitseviin keskitettyihin hulevesien hallintajärjestelmiin. Eri-tyyppisiä hallintamenetelmiä yhdistelemällä voidaan vaikuttaa tehokkaimmin sekä hulevesien määrään että laatuun. Suunnittelualueelle esitetään *kuvan 10* mukaista monivaiheista hallintajärjestelmää.



Kuva 10. Suositellun hulevesien hallintajärjestelmän vaiheet

Kuvassa 10 esitetyn hajautetun järjestelmän ansiosta yksittäisen hallintamenetelmän mitoituksen ylittyminen tai rakenteellinen vaurio ei johda välttämättä hulevesien johtamiseen suoraan ympäröivään luontoon. Näin ollen hulevesien hallinnan kokonaisvarmuus lisääntyy ja ylivuotojen riski alenee. Samalla yksittäisen hallintamenetelmän mitoitus ja tilavaraus pienenee, jolloin ne on mahdollista toteuttaa vähäisemmin rakennustöin ja sijoittaa joustavammin muun maankäytön mukaan. Järjestelmää kuvataan tarkemmin seuraavissa kappaleissa ja se on esitetty *liitteenä* 2 ja 3 olevissa yleissuunnitelmakartoissa.

4.2 Tonttikohtainen hulevesien hallinta

4.2.1 Kattojen hulevesien hallinta

Tonttikohtainen hulevesien hallinta voidaan mitoittaa esimerkiksi Tampereen kaavamääräyksen, *hule-9* mukaisesti. Viivytystilavuutta tulee tällöin olla 1 m³ jokaista sataa vettä läpäisemättömästä pintaneliömetriä kohden. Tonttien läpäisemättömien pintojen määrää voidaan kuitenkin vähentää hyödyntämällä niin sanottuja viherkattoja, jolla tarkoitetaan kasvillisuudella peitettyä kattopintaa, joka pidättää ja suodattaa vettä. Viherkaton maa- ja kasvillisuuskerrokseen pidättyvä vesi haihtuu suoraan tai kasvillisuuden käyttämänä. Viherkattojen avulla voidaan myös vähentää tonteilla olevien vettä läpäisemättömien pintojen määrää, jolloin voidaan pienentää tonttikohtaista hulevesien viivytystilavuutta.

Viherkatoilla pystytään pidättämään matalan intensiteetin sateet usein kokonaan. Tutkimusten mukaan viherkatoilla voidaan tutkitusti vähentää hulevesivalunnan määrää vuositasolla vähintään 50 %, mutta niillä on hulevesivaluntaa vähentävä vaikutus myös rankkasadetilanteissa. Rankkasateiden aikana viherkatot pystyvät hidastamaan kattopinnoilta syntyvän valunnan alkamista, kunnes kattorakenteen vedenpidätyskapasiteetti ylittyy. Viherkaton vedenpidätyskapasiteetin ylittyessä sadanta muuttuu lähes välittömästi valunnaksi, joka ilmenee kuitenkin perinteisiä kattorakenteita hitaampana valuntana⁸.

Viherkattojen vettä pidättäviin ja viivytttäviin ominaisuuksiin vaikuttaa ratkaisevasti viherkattorakenteen paksuus, kasvillisuus sekä katon kaltevuus. Vettä viivytävät ominaisuudet lisääntyvät rakenteen paksuuden kasvaessa ja katotkaltevuuden pienentyessä. Viherkattorakenteen paksuuden ja kasvillisuuden laadun perusteella viherkatot on jaettavissa yleistäen kahteen päätyyppiin, laaja-alaisiin ja intensiivisiin viherkattoihin.

Laaja-alaisilla viherkatoilla käytetään pääasiassa ohuita sammalmaksaruohomattoja (*sedum*), joilla rakenteesta saadaan ohut ja neliöpainoltaan kevyt. Kuivatus ja kasvukerroksen yhteispaksuus vedeneristeen yläpuolella on tuotteista riippuen 40–150 mm, jolloin rakenteen paino kosteana on vastaavasti noin 50–150 kg/m². Sammalmaksaruohokatto on myös helppohoitoinen, koska Suomen ilmasto-olosuhteissa sammalmaksaruohokattoja ei tyypillisesti tarvitse kastella lainkaan rakentamismatkaa lukuun ottamatta. Käytettävissä olevat kasvilajivalikoimat ovat laajat ja niiden avulla voidaan luoda katoille näyttävää ja vaihtelevaa ilmettä värien ja muotojen avulla. Sammalmaksaruohokattojen vedenpidätysominaisuudet ovat kasvukerroksen paksuuteen nähden hyvät, mutta ohut rakennekerros rajoittaa pidättyvän veden määrää. Tasakatoilla viivytettäviä ominaisuuksia voidaan kuitenkin kasvat-

⁸ Bergage R. D et al.2009. Green Roofs for Stormwater Runoff Control. EPA.

taa sallimalla vedenpinnan nousu kasvukerroksen yläpuolelle. Esimerkkejä sammal-maksaruohokatoista on esitetty *kuvissa 11 ja 12 ja 13*.



Kuva 11. Viherkattorakenne pientalokohteessa (Ruotsi, Huskvarna). Kuvassa olevan viherkaton kasvillisuus on sammal-maksaruohoa (Sedum).⁹



Kuva 12. Sammal-maksaruohokattoja rivitalokohteen (Ruotsi, Växjö) varastojen ja autotallien katoissa.¹⁰

⁹ vegtech.se, Takvegetation – Grönä tak. Fotogalleri.

¹⁰ Veg Tech AB. Vegetationsteknik. Grönare byggnade för framtidens städer



Kuva 13. Sammal-maksaruohomattojen asennusta. Vihermattojen alle on asennettu suodatinkangasta.⁹

Intensiivisillä viherkatoilla tarkoitetaan kasvukerrokseltaan paksumpia, kasvillisuudeltaan runsaampia ja usein pinta-alaltaan pienempiä kasvillisuuspeitteisiä kattoja. Intensiiviset viherkatot liittyvät usein ns. kattopuutarhoihin, jotka voivat olla kasvillisuudeltaan selvästi rehevämpiä ja monipuolisempia kuin sammal-maksaruohokatot. Kasvillisuus voi olla monipuolista käsittäen esimerkiksi perenna- ja nurmi-, ja heinäistutuksia, pensaita ja jopa pieniä puita. Pinta-alaan suhteutettuna intensiivisten viherkattojen vettä pidättävät ja viivyttävät ominaisuudet ovat moninkertaisia sammal-maksaruohokattoihin verrattuna. Intensiivisten viherkattojen paksummista rakennekerroksista (150–1000 mm) johtuen myös niiden neliöpaino on jo kuivana moninkertainen sammal-maksaruohokattoihin verrattuna. Rakenteen paino kosteana vaihtelee kerrospaksuudesta riippuen noin 100–700 kg/m² välillä. *Kuva 14* esittää esimerkkiä intensiivisen viherkaton rakentamisesta. *Kuvassa 15* samainen kattorakenne on valmis.



Kuva 14. Irtoturpeen levittämistä intensiivisen viherkaton kasvualustaksi.¹¹



Kuva 15. Edellisen kuvan turvekatto seitsemän viikon kuluttua asentamisesta.¹¹

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

4.2.2 Piha-alueiden hulevesien hallinta

Piha-alueiden hulevesien hallinta alkaa kattovesien hallitulla johtamisella eteenpäin. Hallintaratkaisussa kattovedet esitetään johdettavan syöksytorvien juuressa oleviin kivipesiin, joiden kiviaineksen läpi hulevesien on virrattava ennen päätymistään eteenpäin. Näin tehostetaan hajautettua hulevesien viivytystä. Kivipesistä hulevedet voidaan johtaa pihojen istutusalueille, ns. sadepuutarhoihin, jolloin hulevesien purkautumista tontilta yleiselle alueelle saadaan viivytettyä vieläkin enemmän. Vaihtoehtoisesti hulevedet voidaan johtaa kivipesistä tai hulevesiviemärin kautta maanalaiseen viivytysrakenteesseen, josta hulevedet purkautuvat vähitellen yleiselle alueelle. *Kuva 16* esittää esimerkkiä syöksytorven juuressa olevasta kivipesästä. *Kuvassa 17* On puolestaan esimerkki sadepuutarhasta.

¹¹ Lemminkäinen Rakennustuotteet Oy. 2010 Vantaa. Viherkatot hulevesien hallinnassa.



Kuva 16. Kivipesä syöksytorven yhteydessä (Portland Oregon).⁶



Kuva 17. Esimerkki sadeputarhasta (Minnesota).⁶

Rankkasadetilanteissa kaikki piha-alueiden hulevedet eivät pysty suotautumaan suodattavien rakenteiden läpi, joten ylimääräisille hulevesille on järjestettävä turvalliset pintavaluntareitit hulevesiviemäriin, maanalaiseen hulevesikennostoon tai viivyttävälle istutusalueille. Piha-alueen salaojat voidaan edelleen kytkeä maanalaisiin viivytysjärjestelmiin, josta hulevedet purkautuvat hitaasti hulevesiviemäriverkoston kautta suunnittelualueen hulevesikosteikolle tai viivytyspainanteisiin.

4.2.3 Maanalainen viivytys

Tonttikohtaisessa hulevesien hallinnassa voidaan hyödyntää myös maanalaisia hulevesikennostoja, jotka soveltuvat erityisen hyvin hulevesien määrälliseen hallintaan ja niillä pystytään vastaanottamaan suuriakin virtaamapiikkejä. Viivytyskennostosta hulevedet puretaan vaihteittain alueelliseen hulevesiviemäriverkkoon ja sieltä jälleen yleisillä alueilla oleviin hulevesien viivytysrakenteisiin, joita on käsitelty *kappaleessa 4.3*. Suunnittelualueella hulevesien purku

on perustelua toteuttaa hulevesiviemäröinnillä, sillä suunnittelualan korkeusasemat estävät asianmukaisen avo-ojaratkaisun hyödyntämistä katualueella. Laajamittainen hulevesien imeytys ei myöskään ole mahdollista maaperän vedenläpäisemättömyyden ja kosteuden takia.

Maanalaiset kennostot ovat tyypillisesti muovikaseteista päällekkäin ja vierekkäin koottuja rakenteita. Muovikennostojen etu on niiden suuri, jopa 95 % hyötytilavuus, jolloin suhteellisen pienellä rakennetilavuudella saavutetaan suuriakin hulevesien viivytystilavuuksia. Samalla maanpäällinen tila voidaan käyttää tehokkaasti muihin toimintoihin. Maanalaiset kennostot voidaan liittää ongelmitta hulevesiviemäriverkkoon ja erilaisiin tontin kaivojärjestelyihin. Oikein rakennettuna kennostot eivät vaikuta yläpuolisten alueiden liikennöityvyyteen. Suunnittelualan korttelialueille tarvittavat viivytystilavuudet on esitetty *liitteinä 2 ja 3* olevissa yleissuunnitelmakartoissa. *Kuva 18* esittää esimerkkiä maanalaisesta kennostosta omakotitontilla.



Kuva 18. Esimerkki maanalaisesta kennostosta omakotitontilla.¹²

Kuvasta poiketen normaalitilanteessa hulevesien purku tapahtuu katualueen hulevesiviemäriverkkoon. Purku tapahtuu ensin kennoston pienikokoisen tyhjennysputken kautta, jolloin purkuvirtaama saadaan rajoitettua alhaiseksi. Viivytystilavuuden täytyttyä purku tapahtuu samanaikaisesti myös suuremman ylivuotoputken kautta. Vaihtoehtoisesti maanalainen viivytys voidaan toteuttaa yksinkertaisella hulevesikaivolla, jonka tilavuus täyttää viivytysvaatimuksen. Kaivosta tulee olla tyhjennysputki ja ylivuoto katualueen hulevesiviemäriin.

Tonttikohtaisessa hulevesien hallinnassa saavutetaan paras tulos kun käytetään kaikkia edellä mainittuja hallintamenetelmiä. Yhdistettynä ratkaisuna hulevesien viivytys tehostuu ja yksittäisten hallintamenetelmien mitoitus jää pienemmäksi.

4.3 Yleisillä alueilla tehtävä hulevesien hallinta

Tonttikohtainen hulevesien hallinta tulee olemaan suunnittelualan tärkein tekijä hulevesien hallinnassa. Tämän lisäksi yleisien alueiden viheralueille sijoitetaan viivytyspainanteita, joilla tuodaan lisävarmuutta harvoin toistuvia, sademäärältään suuria rankkasadetapahtumia vastaan. Suunnittelualan

¹² Kuva: Uponor Suomi Oy

pohjoispuolella sijaitsevaa hulevesien hallinnalle varattua aluetta (hule-18) voidaan myös hyödyntää viivytyksosteikon sijoituspaikkana. Tarkoituksena on, että hulevesien hallinta tapahtuisi hajautetusti, jolloin osa hulevesistä johdetaan pohjoisessa sijaitsevalle viivytyksosteikolle ja osa viheralueiden viivytyspainanteisiin.

4.3.1 Viivytyksosteikko

Hulevesien viivytyksosteikossa viivytetään muiden hulevesien hallintajärjestelmien tulvavesiä sekä katualueiden hulevesiä ennen niiden purkamista Houkanojaan johtaville valumareiteille. Kosteikon purkuratkaisut ovat vaihteellaisia, jolloin purkuvirtaama voidaan rajoittaa tavanomaisia tilanteita varten alhaiseksi, mutta tulvatilanteessa voidaan johtaa myös suurempia virtaamia hallitun ylivuodon kautta. Perusvirtaama voidaan johtaa kosteikon tyhjennysputken kautta ja ylivuoto toteutetaan joko suuremmalla putkella tai patopenkereen yli esimerkiksi V-aukko- tai suorakaidepatona. Viivytyksosteikkoon johdettavia katualueen hulevesiä voidaan viivyttää ja mahdollisesti käsitellä rakentamalla kosteikon tyhjennysputken eteen matala pohjapato tai kynnyks.

Hulevesien viivytyksosteikolle etsittiin karttatarkastelun ja maastokäynnin perusteella paras sijoituspaikka, jonne hulevedet voisi johtaa mahdollisimman luonnonmukaisesti. Molemmissa kaavarungoissa suunnittelualueen pohjois- ja länsiosien hulevedet voidaan johtaa suunnittelualueen pohjoispuolelle, Ruskontien jatkeen yhteydessä sijaitsevalle hulevesien hallinnalle varatulle alueelle (*hule-18*).

Alue on nykytilassa metsää ja sen koillisosassa sijaitsee *kappaleen 2.2 kuvassa 4* esitetty avainbiotooppikohde. Luontoarvojen säilyttämisen takia hulevesiä ei padoteta lähettyvillä olevaan avainbiotooppiin vaan padotus tapahtuu sitä ennen. Hulevesien viivytyksosteikko tulee olemaan alaosaan suodattava ja kosteikon säätöpadossa tulee olemaan vaihteellinen purku. Näin ollen hulevedet valuvat kosteikosta hitaasti avainbiotoopin läpi päättyen lopulta Houkanojaan. Harvinaisempien sadetapahtumien varalta viivytyksosteikon säätöpatoon tulisi myös ylivuotorakenne. *Kuva 19* esittää esimerkkiä patorakenteella varustetusta viivytyksosteikosta.



Kuva 19. Patorakenteella varustettu viivytykskosteikko (Hannover). Kuvan kosteikko on muotoilultaan jyrkempi kuin suunnittelualueelle esitetty loivapiirteinen viivytykskosteikko.⁶

Viivytykskosteikon tilanvaraus olisi kaavarungossa VE1, kerran viidessä vuodessa toistuvalla (1/5a) sadetapahtumalla noin 1100 m² ja kerran kymmenessä vuodessa toistuvalla (1/10a) sadetapahtumalla noin 1300 m². Vastaavasti kaavarungossa VE2, viivytykskosteikon tilanvaraus on noin 1400 m² (1/5a) ja noin 1900 m² (1/10a). Ero selittyy sillä, että VE2:ssa viivytykskosteikolle johdetaan suurempi osa suunnittelualueen hulevesistä. Viivytykskosteikon sijainti sekä alustavasti arvioitu tilantarve on esitetty *liitteenä 2 ja 3* olevissa yleissuunnitelmakartoissa.

Hulevesien viivytyksalue on nykytilassa metsää ja suota, joten patorakenteen rakentaminen alueelle on voi olla haastavaa, mutta mahdollista esimerkiksi kevennetyn pengerrakenteen tai puorakenteen avulla. Viivytykskosteikon patorakenteen rakentaminen edellyttää kuitenkin hyvää geoteknistä asiantuntemusta.

4.3.2 Viivytykspainanteet

Viivytykspainanteet toimivat viivytykskosteikon tapaan lisävarmuutta toimivina ratkaisuna, joilla ehkäistään purkureittien eroosioriskit harvoin toistuvilla sadetapahtumilla. Viivytykspainanteet ovat tavanomaisilla sadetapahtumilla lähes tyhjiä ja viivytyksalavuus tulee käyttöön vasta harvemmin toistuvilla rankkasateilla. Viivytykspainanteissa esiintyy kuitenkin pientä hulevesien virtausta säännöllisesti, koska tonttikohtaisien hulevesijärjestelmien purku tapahtuu näihin hitaasti. Lisäksi katualueen hulevedet johdetaan painanteisiin varsin suoraviivaisesti.

Suunnittelualueelle esitetään toteutettavan nauhamaisia viivytykspainanteita, jotka voidaan muotoilla varsin huomaamattomiksi osiksi viheralueita. Painanteet sijoittuvat kaavarungossa VE1 asuinalueiden keskellä sijaitsevalle lähivirkistysalueelle ja puistoalueelle ja kaavarungossa vain VE2 asuinalueen keskellä sijaitsevalle puistoalueelle. Korkeuserot tonttien, hulevesiviemäreiden ja viivytykspainanteiden välillä tulee olla sellaiset, että hulevesien purku tonteilta

viivytysspainanteisiin on mahdollista painovoimaisesti. Viivytysspainanteista hulevedet johdetaan hallitusti tarkoituksenmukaisiin purkupisteisiin. Viivytysspainanteiden sijainti sekä alustavasti arvioitu tilantarve on esitetty liitekartoissa. Kuva 20 esittää esimerkkiä yksinkertaisesta viivytysspainanteesta.



Kuva 20. Esimerkki viivytysspainanteesta¹³

Kaavarungossa VE1 lähivirkistysalueeseen sijoitettavan viivytysspainanteen 2 tilantarve olisi kerran viidessä vuodessa toistuvalla sadetapahtumalla (1/5a) noin 750 m². Puistoalueeseen sijoitettavan viivytysspainanteen 1 tilantarve olisi puolestaan 300 m² (1/5a). Vastaavasti kaavarungossa VE2 asuinalueen keskellä sijaitsevalle puistoalueelle sijoittuisi viivytysspainanne 1, jonka tilantarve olisi noin 500 m² (1/5a).

4.3.3 Tulvareitit

Hulevesien vähentämisen, viivyttämisen ja perinteisen johtamisen lisäksi on suunniteltava erityistilanteita varten hulevesien tulvareitit. Niillä turvataan hulevesien hallittu johtaminen ja rakenteiden kuivana pysyminen tilanteissa joissa hulevesiviemäriverkon ja hallintamenetelmien kapasiteetti ylittyy. Tulvareitit tulee ketjuttaa siten, ensimmäisen järjestelmän tulviminen pyritään hallitsemaan seuraavalla hallintamenetelmällä. Kun kaikkien järjestelmien viivytystilavuus täyttyy, tulvareitin on oltava sujuva purkujojaan asti, jotta aineellisia vahinkoja voidaan ehkäistä.

Pihojen kaltevuudet tulee suunnitella siten, että valumasuunnat ovat poispäin rakennuksista ja kaltevuudet riittävät hulevesien sujuvaan pintajohtamiseen. Hulevesien tonttikohtaisista maanalaisista ja maanpäällisistä viivytyksmenetelmistä tulee olla riittävät ja yhtenäiset tulvareitit katualueen hulevesiviemä-

¹³ Virginia stormwater management handbook. 1999. Department of conservation and recreation, Commonwealth of Virginia.

riverkkoon. Tilanteissa, joissa hulevesiviemäriverkon kapasiteetti on ylittynyt, katualue toimii tulvareittinä.

Katualueella tulvareittejä voidaan muodostaa käyttämällä yhtenäisiä reunakiveyksiä, jolloin hulevedet pysyvät tiettyyn rajaan asti katualueella. Soveltuvista kohdista hulevedet puretaan reunakiveysten aukoista yleisille alueille rakennettuihin viivytyspainanteisiin, -kosteikkoihin tai niihin johtaviin ojiin, joissa hulevedet eivät aiheuta aineellisia vahinkoja eivätkä haittaa alueiden käyttöä muuten kuin hetkellisesti.

Myös suunnitelluista hulevesien viivytyskosteikosta ja viivytyspainanteista on hallitut ylivuotoreitit tulvatilanteita varten. Ylivuoto ohjataan maastoon mahdollisimman hallitusti ja ylivuotoreitin riittävään eroosiosuojaukseen tulee kiinnittää huomioita. Ylivuodon tarkoituksena on estää hallintajärjestelmän hallitsematon tulviminen esimerkiksi sen yläpuoliseen verkostoon ja rakennusten salaojiin asti. Tulvareittien tarkoituksena on myös estää rakenteelliset vauriot, joita hallitsemattomat tulvavedet voisivat aiheuttaa mm. kosteikkojen ja biopidätysalueiden maa- ja kasvillisuusrakenteille.

4.4 Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta

Rakentamisen aikaiset hulevedet ovat poikkeuksetta laadultaan huonoja, koska niihin huuhtoutuu mm. häiriintyneistä maakerroksista runsaasti kiintoaineista. Rakennusvaiheen hulevesien käsittely kannattaa järjestää tilapäisillä ratkaisuilla erillään lopullisen tilanteen hulevesien hallintajärjestelmistä, koska hulevesijärjestelmiä ei todennäköisesti voida rakentaa niin etupainotteisesti, että se olisi käyttökunnossa muun rakentamisen aikana. Lisäksi rakennusvaiheen runsas kiintoainehuuhtouma voi tukkia suodattavat hulevesien hallintamenetelmät.

Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta tulee ottaa huomioon kohteen jatkosuunnittelussa eikä hulevesiä saa johtaa käsittelemättöminä luontoon. Polunmäen avainbiotooppi tulee suojata, joten tämän välittömässä läheisyydessä sijaitsevan Ruskontien jatkeen rakentamisen aikana tulee noudattaa erityistä varovaisuutta. Hiidenmäen asemakaava-alueen hulevedet tulisi rakentamisaikana hallita Ruskontien eteläpuolella ja välttää hulevesien johtamista Polunmäen avainbiotoopin suuntaan. Johtamalla rakentamisen aikaiset hulevedet mahdollisuuksien mukaan Muuransuon suuntaan saavutetaan pidempi valumareitti Houkanojaan, mikä pienentää siihen kohdistuvaa kuormitusta.

Suunnittelualueella rakentamisen aikaiseen hulevesien hallintaan luontevimmat paikat ovat ne painanteet, joihin hulevedet on helposti painovoimaisesti johdettavissa. Hallintapaikat tulee olla sellaisia, joilla ei olisi muutenkaan erityisiä luontoarvoja alueen rakentamisen jälkeen. Rakentamisen aikaisien hallintamenetelmien tulee olla hulevesiä suodattavia ja viivyttäviä järjestelmiä, kuten murskepadolla toteutettuja altaita. Altaiden paikat voivat vaihdella alueen rakentamisvaiheiden mukaisesti.

5 MITOITUS- JA TOIMIVUUSTARKASTELUT

5.1 Mitoitussateet

Mitoitussade määritetään valuma-alueen pinta-alan, kertymisajan ja sateen toistuvuuden perusteella. Suurimmat hulevesivirtaamat saavutetaan yleensä silloin, kun rankkasateen kesto valitaan kertymisajan eli valuma-alueen etäisimmästä reunasta purkupisteeseen kuluva virtausajan pituiseksi¹⁴. Toisin sanoen kertymisaika määrittää suurimpien virtaamahuippujen esiintymishetken rankkasateen alkamishetkestä lukien. Hulevesiviemäriverkostossa pahin hetkellinen tulvatilanne syntyy lyhytkestoisella, intensiteetiltään suurella rankkasateella silloin, kuin usean osavaluma-alueen huippuvirtaamat esiintyvät samanaikaisesti samassa verkoston osassa. Sen sijaan esimerkiksi hulevesikosteikossa pahimman tulvatilanteen aiheuttaa yleensä pitkäkestoisempi rankkasade, jonka sademäärä on suuri.

Valuma-alueen koon ja muodon lisäksi kertymisaikaan vaikuttaa olennaisesti sateen rankkuus. Heikoilla sateilla vaaditaan pitkäkestoisempi sadetapahtuma virtaamahuipun saavuttamiseksi, kun taas hyvin rankoilla sateilla virtaamahuippu muodostuu pintojen nopean kastumisen johdosta selvästi lyhyemmässä ajassa. Erot kertymisajoissa jäävät kuitenkin vähäisiksi, kun siirrytään kerran viidessä vuodessa tai tätä harvemmin toistuviin tilanteisiin. Tilanteessa, jossa hulevesien hallintajärjestelmiä ei olisi toteutettu, suunnittelualueen kertymisajaksi kortteleista Houkanojaan johtaville valumareiteille arvioitiin noin 15 minuuttia. Suunniteltujen hallintamenetelmien viivyttävä vaikutus huomioituna kertymisajaksi arvioitiin noin 30–60 minuuttia.

Tarkasteluissa on käytetty Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU)¹⁵ loppuraportin mukaisia, tarkistettuja sateen keskimääräisiä intensiteettejä 1 km² aluesadannalle. Sadetiedot perustuvat Suomessa kesällä 2000–2005 aikana tehtyihin tutkasadehavaintoihin ja vastaavat Etelä-Suomen sateita. Mallinnuksessa on käytetty kerran 2, 5 ja 10 vuodessa toistuvia rankkasadetapahtumia, joiden intensiteetit ja sademäärät on esitetty kootusti *taulukossa 2*.

Taulukko 2. Mallinnuksessa käytetyt rankkasadetapahtumat (1 km²).

Kesto	Toistuvuus	Keskim. intensiteetti		Sademäärä
15 min	1/2a	0,60 mm/min	100 l/s*ha	9 mm
	1/5a	0,73 mm/min	122 l/s*ha	11 mm
	1/10a	0,94 mm/min	156 l/s*ha	14 mm
30 min	1/2a	0,37 mm/min	61 l/s*ha	11 mm
	1/5a	0,50 mm/min	83 l/s*ha	15 mm
	1/10a	0,60 mm/min	100 l/s*ha	18 mm
1 h	1/2a	0,25 mm/min	42 l/s*ha	15 mm
	1/5a	0,32 mm/min	53 l/s*ha	19 mm
	1/10a	0,39 mm/min	64 l/s*ha	23 mm

Ilmastonmuutoksen on ennustettu kasvattavan rankkasateiden intensiteettejä keskimäärin 15–20 % vuosiin 2071–2100 mennessä.¹⁵ Arviot perustuvat Ilmatieteen laitoksen ennusteisiin. RATU:n¹⁵ suositusten mukaisesti ilmasto-
muutos voidaan huomioida käyttämällä 20 % nykyistä rankempia sateita. Tämä tarkoittaa esimerkiksi, että nykyhetken 1/10a toistuvuus vastaa ennustetun ilmastonmuutoksen mukaisessa tilanteessa likimäärin 1/5a toistuvuutta. Vastaavasti nykyinen 1/5a toistuvuus vastaa ennustetussa tilanteessa likimäärin 1/3a toistuvuutta.

¹⁴ Suunnittelukeskus Oy 2007. Hulevesien luonnonmukaisen hallinnan menetelmät, suunnitteluohje.

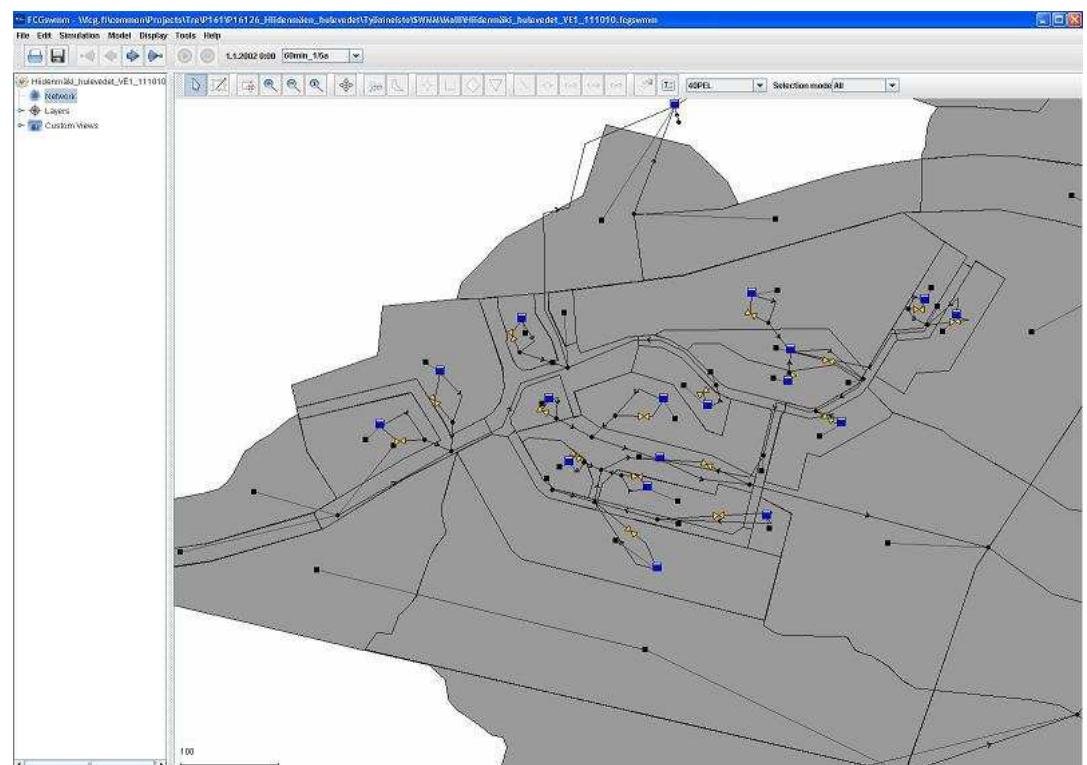
¹⁵ Aaltonen, J. ym. 2008. Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU). Suomen Ympäristö, 31. 123 s.

5.2 Hulevesimallinnus

Suunnitellun hulevesien hallintajärjestelmän toimivuutta kokonaisuutena sekä alueellisten hallintajärjestelmien mitoitusta tarkasteltiin hulevesimallin avulla. Mallinnus suoritettiin FCG SWMM -ohjelmalla (Storm Water Management Model), joka sisältää hulevesien muodostumista kuvaavan hydrologinen valuma-aluemallin sekä virtausreitit kuvaavan hydraulisen mallin.

Hydrologisella mallilla kuvataan erityisesti valuma-alueelta muodostuvan pintavalun määrää ajan suhteen. Hydrologinen malli perustuu syötteenä olevaan sadetapahtumaan ja valuma-alueiden ominaisuuksista johtuvien sadanнан häviöiden laskemiseen. Malliin rakennettiin osavaluma-alueet ja valuma-reitit ominaisuuksineen, joista huomioitiin mm. pinta-ala, läpäisemättömän pinnan määrä, keskimääräinen kaltevuus sekä virtausvastuskerroin. Mallinnuksen tuloksena saatiin valuma-aluekohtaiset purkautumiskäyrät, jotka toimivat syötteenä hydrauliselle verkostomallille.

Hydraulinen malli rakennettiin yhdistämällä edellä kuvattu hydrologinen valuma-aluemalli avo-uomista ja sadevesiviemäreistä muodostuvaan verkostomalliin. Hydrauliseen malliin sisällytettiin myös suunnitellut hulevesien hallintajärjestelmät. Mallin avulla voitiin tarkastella monipuolisesti mm. ajasta riippuvia virtaamien summakäyriä, vedenpinnan tasoja ja alaiden tilavuuksia. Hydraulisessa mallinnuksessa käytettiin nk. dynaamista menetelmää¹⁶, jolla voitiin tarkastella monimutkaisiakin ilmiöitä kuten paineellista virtausta, taaksepäin virtausta sekä virtausreittien tulvimista ja padotusta. Kuva 21 esittää otetta rakennetusta hulevesimallista.



Kuva 21. Ote suunnittelualueesta rakennetusta SWMM-hulevesimallista.

¹⁶ US EPA. 2009. Storm Water Management Model, User's manual, version 5.0.

5.3 Hallintajärjestelmien mitoitus

Tonttikohtainen hulevesien viivytytys esitetään mitoitettavan Tampereen kaavamääräyksen *hule-9* mukaisesti. Tällöin tonteilla tulee olla 1 m³ viivytystilavuutta jokaista 100 m² vettä läpäisemätöntä pintaa kohden, mikä vastaa 10 mm sademäärää. Asuinalueiden kortteleiden hulevesien hallintaratkaisut edellyttävät *liitteenä 2* ja *3* olevissa yleissuunnitelmakartoissa kortteleiden kohdalla esitettyjä viivytystilavuuksia.

Käytännössä tonttikohtainen viivytysvaatimus voidaan täyttää viherkattojen, istutusalueiden ja maanalaisien kennostojen avulla niitä järkevästi yhdistelemällä. Ohuiden sammalmaksaruohokerroksella toteutettujen viherkattojen viivytyskyky vastaa esimerkiksi keskimäärin noin 3 mm sademäärää ja tätä voidaan kasvattaa mahdollistamalla vähäinen veden padottuminen katolla. Intensiivisten, paksumpien viherkattojen samoin kuin piha-alueiden istutusvyöhykkeiden viivytysominaisuudet ovat tavanomaisesti selvästi tätä suurempia. Maanalaisien viivytyskennostojen avulla tuodaan lisävarmuutta tonttikoh- taiseen hulevesien viivyttämiseen sademäärältään suurempien rankkasateiden aikana. Tonttikohtaisen hallinnan mitoitus tähtää kuitenkin ensisijaisesti usein toistuvien sadetapahtumien hallintaan.

Yleisille alueille sijoitettaviin viivytyskosteikkoon ja viivytyspainanteisiin on tarkoitus johtaa katualueilta ja tonteilta purkautuvat hulevedet. Tonttikohtaisilla hulevesien viivytysmenetelmillä kuitenkin tasataan ja pienennetään virtaamahuippuja, joten yleisille alueille sijoitettavien viivytysrakenteiden tilantarve jää kohtuullisen pieneksi. Hulevesien viivytyskosteikolla ja viivytyspainanteilla viivytetään hulevesiä ennen niiden purkamista Houkanojaan virtaaviin purkuojiin ja samalla suojataan suunnittelualueen lähetyvillä oleva arvokas luonto sekä Polunmäen avainbiotooppi. Yleisien alueiden hallintaratkaisut tarjoavat myös lisävarmuutta ja toimivat hallittuina tulvareitteinä harvoin toistuvien rankkasadetapahtumien aikana.

Yleisille alueille sijoittuvien hallintajärjestelmien toimivuutta tarkasteltiin kerran viidessä vuodessa toistuvalla (1/5a) 60 minuutin rankkasateella. Lisäksi arvioitiin hallintajärjestelmien mitoitusparametrit kerran kymmenessä vuodessa (1/10a) toistuvalla 60 minuutin rankkasateella. Tällöin saavutetaan riittävä varmuus myös ennustetun ilmastomuutoksen vaikutuksesta rankkenevilla sadetapahtumilla, jolloin mainittu toistuvuus vastaa edelleen silti 1/5a toistuvuutta.

Viivytyskosteikon purkuvirtaama asetettiin mahdollisimman alhaiseksi, mutta kuitenkin sellaiseksi, että kosteikko tyhjenee noin 12 tunnin kuluessa täyttymisestään. Tällaiseksi purkuvirtaaman tasoksi määräytyi mallinnuksen perusteella noin 35 l/s (VE1 ja VE2, 1/5a). Lisäksi purkuputken eteen on rakennettava kynnys, jolla padotetaan mm. katualueiden hulevesiä sadetapahtumien alkuvaiheessa. Vasta tämän kynnyksen ylittämisen jälkeen mainittu purkuvirtaama saavutetaan. Äärimmäisiä tilanteita varten kosteikosta on oltava myös ylivuotoreitit, joiden kapasiteetti on suurempi.

Viivytyspainanteiden alustava mitoitustesti tehtiin vastaavilla reunaehdoilla, jolloin viivytyspainanteen 1 purkuvirtaaman tasoksi määräytyi mallinnuksen perusteella noin 25 l/s (VE1 ja VE2, 1/5a). Viivytyspainanteen 2 (VE1) purkuvirtaamaksi saatiin puolestaan alle 15 l/s (1/5a). Tämän suuruusluokan virtaamat voidaan purkaa loivapiirteisiin maastonkohtiin ilman merkittäviä eroosioriskejä. Hallintamenetelmien keskeiset mitoitustiedot on koottu *tauluk- koon 3* ja ne on kuvattu myös *liitteenä 2* olevissa yleissuunnitelmakartoissa.

Taulukko 3. Yleisille alueille sijoittuvien hallintamenetelmien alustava mitoit-
tus.

Hallintamenetelmä (1/5a)	Viivytystilavuus	Aluevaraus min.	Keskisyvyys
Viivytyskosteikko (VE1)	400 m ³	1100 m ²	0,30 m
Viivytyskosteikko (VE2)	600 m ³	1400 m ²	0,40 m
Viivytyspainanne 1 (VE1)	140 m ³	500 m ²	0,30 m
Viivytyspainanne 2 (VE1)	85 m ³	300 m ²	0,25 m
Viivytyspainanne 1 (VE2)	150 m ³	500 m ²	0,30 m
Hallintamenetelmä (1/10a)	Viivytystilavuus	Aluevaraus min.	Keskisyvyys
Viivytyskosteikko (VE1)	500 m ³	1300 m ²	0,40 m
Viivytyskosteikko (VE2)	800 m ³	1900 m ²	0,45 m
Viivytyspainanne 1 (VE1)	180 m ³	650 m ²	0,35 m
Viivytyspainanne 2 (VE1)	140 m ³	400 m ²	0,30 m
Viivytyspainanne 1 (VE2)	200 m ³	650 m ²	0,35 m

Esitettyjä aluevarauksia on mahdollista joissain kohteissa pienentää hallintamenetelmän keskisyvyyttä kasvattamalla. Tämä voi kuitenkin vaatia mm. raskaampia pengerrakenteita tai jyrkempää luiskausta, joiden soveltuvuus kuhunkin sijoituspaikkaa tulee arvioida tapauskohtaisesti jatkosuunnittelussa.

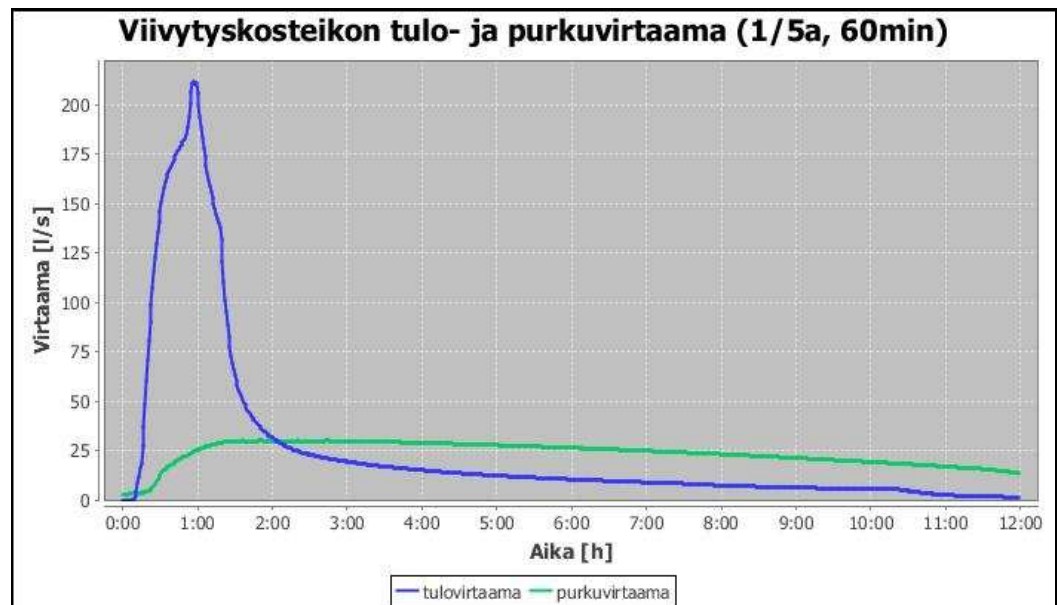
5.4 Hulevesien hallinnalla savutettavat tavoitteet

Suunniteltujen viivytysratkaisujen tehokkuutta tarkasteltiin vertailemalla edellä mainittuja purkuvirtaamia tilanteeseen, jossa hulevesien viivytysmenetelmiä ei olisi. Todettiin, että yleisille alueille sijoitettavat hulevesien hallintamenetelmät pienentävät Houkanojan valumareiteille päätyviä purkuvirtaamia noin 75 – 85 %:lla. Hulevesien hallintaratkaisujen avulla tulevan kaavan vaikutukset Houkanojaan jäävät vähäisiksi, sillä Houkanojan virtaaman on todettu Ruskonojan yhtymiskohdan lähetytyillä olevan noin 600 l/s (1/5a)⁷. Hulevesien hallinnan jälkeen suunnittelualueelta purkautuu Houkanojaan noin 50 l/s virtaama (1/5a), joka on alle 10 % ojan muusta virtaamasta.

Taulukko 4 esittää kootusti purkuvirtaamat yleisille alueille sijoitettavissa hulevesien hallintamenetelmissä. *Ei hallitussa tilanteessa* ilmoitettu purkuvirtaama tarkoittaa hulevesivirtaama, joka purkautuisi suunnittelualueen purkuojiin, jos esitettyjä viivytysrakenteita ei olisi. *Kuva 22* puolestaan havainnollistaa mallinnuksen antamia tuloksia suunnitellulle viivytyskosteikolle.

Taulukko 4. Yleisille alueille sijoittuvien hallintajärjestelmien purkuvirtaamat hallitussa ja ei hallitussa tilanteessa.

1/5a, 60 min rankkasade-tapahtuma (19,2 mm)	Tuleva tilanne (ei hallittu)	Tuleva tilanne (hallittu)	Muutos
Viivytyskosteikko (VE1)	190 l/s	30 l/s	-85 %
Viivytyskosteikko (VE2)	210 l/s	30 l/s	-85 %
Viivytyspainanne 1 (VE1)	100 l/s	25 l/s	-75 %
Viivytyspainanne 2 (VE1)	70 l/s	15 l/s	-80 %
Viivytyspainanne 1 (VE2)	110 l/s	25 l/s	-80 %



Kuva 22. Suunnitellun viivytykskosteikon tulo- ja purkuvirtaama kerran viides-
ssä vuodessa toistuvalla, 60 min sateella. Kuvaajasta nähdään, että viivytyks-
kosteikko pudottaa purkuvirtaaman noin 210 l/s tasosta noin 30 l/s:iin.

Mallintamalla arvioitiin myös tonttikohtaisien viivytyksratkaisujen tehokkuutta. Tonttikohtaisien hallintaratkaisujen on tarkoitus viivyttää tehokkaasti usein toistuvat, kohtuullisen pienet sadetapahtumat. Viivytyksjärjestelmien tehokkuus ilmenee täten parhaiten usein toistuvilla, sademäärältään kohtalaisen pienillä sadetapahtumilla. Kerran vuodessa toistuvan, 60 minuutin sadetapahtuman aikana tonttikohtaiset viivytyksratkaisut pienentävät viivytykspainanteen 1 viivytystilavuutta noin 85 %:lla (VE1). Vastaavasti kaavarungossa VE2 viivytykspainanne 1 viivytystilavuus pienenee noin 60 %:lla. Tonttikohtaiset hulevesiratkaisut pienentävät viivytykskosteikon viivytystilavuutta noin 25 - 35 %:lla. *Taulukkoon 5* on koottu tonttikohtaisien hulevesien viivytyksjärjestelmien vaikutukset yleisille alueille sijoittuvien hulevesijärjestelmien viivytystilavuuksiin.

Taulukko 5. Tonttikohtaisien viivytyksjärjestelmien vaikutus yleisille alueille sijoittuvien hulevesien hallintajärjestelmien alustaviin mitoitusparametreihin.

Hallintamenetelmä (1/1a)	Viivytystilavuus (on Hule-9)	Viivytystilavuus (Ilman Hule-9)
Viivytykskosteikko (VE1)	180 m ³	280 m ³
Viivytykskosteikko (VE2)	300 m ³	400 m ³
Viivytykspainanne 1 (VE1)	20 m ³	130 m ³
Viivytykspainanne 2 (VE1)	10 m ³	80 m ³
Viivytykspainanne 1 (VE2)	45 m ³	110 m ³

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä työssä on laadittu asemakaavaa nro 8255 varten hulevesien hallinnan yleissuunnitelma. Työssä on arvioitu suunnitellun maankäytön vaikutuksia hulevesien muodostumiseen, minkä perusteella suunniteltiin yleispiirteisellä tasolla hulevesien hallintamenetelmien periaatteet ja sijoittuminen. Lisäksi työssä on annettu asemakaavan muutoksien laadintaa ja kaavamääräyksiä varten tarvittavat mitoitus- ja ohjeet hulevesien hallinnasta ja käsittelystä. Työ pohjautuu aikaisemmin laadittuun Ruskon asemakaavojen hulevesiselvitykseen² ja Ruskon maankaatopaikan hulevesiselvitykseen³, joissa hulevesien hallinnan suuntaviivat on jo määritetty ja suunnitelmissa edetetään selvityksien mukaisesti. Tässä työssä aikaisemmat selvitystyöt on huomioitu karkealla tarkkuudella.

Työn suunnittelualue muodostui kaava nro 8255 alueesta, jonka laajuus on noin 49 hehtaaria. Suunnittelualue on nykytilassa suurimmaksi osaksi rakentamatonta metsää ja suota. Uusi rakentaminen kohdistuu Houkanojan valuma-alueelle, jonka päävalumareittinä on Ruskon eteläpuolelta, Kangasalan kunnan alueelta alkava Houkanoja. Kaavarungoissa suunnittelualueelle on suunniteltu sekä erillispientalojen että asuinpientalojen korttelialueita. Hydrologisten vaikutusten arvioinnin perusteella on selvää, että suunniteltu maankäyttö lisää merkittävästi hulevesien muodostumista. Ilman hulevesien hallintaratkaisuja se vaarantaa Polunmäen avainbiotoopin luontoarvot ja voi heikentää paikallisesti Houkanojan tilaa. Suuret hulevesivirtaamat voivat lisäksi johtaa eroosio-ongelmiin hulevesien purkupisteissä.

Suunnittelualueen kaavoituksen eri vaiheissa on painotettu, että alueen hulevesien käsittely tulee suunnitella Tampereen kaupungin yleistavoitteiden mukaisesti. Suunnittelutyön lähtökohtana on ollut hulevesien hallinta kiinteistökohtaisin menetelmin, joita täydennetään yleisille alueille sijoitettavilla hulevesien viivytysjärjestelmillä. Yleisille alueille sijoitettavilla hulevesien hallintajärjestelmillä saadaan lisäksi lisävarmuutta harvoin toistuvia, sademäärältään suuria rankkasadetapahtumia vastaan. Hulevesien hallinnassa pyritään myös säilyttämään Polunmäellä sijaitseva avosuo luonnontilaisena, sillä se on Hervantajärvi – Ruskon Ympäristö- ja maisemaselvityksessä⁵ nimetty avainbiotooppikohteeksi.

Edellä mainittujen lähtökohtien ja tämän selvityksen tulosten perusteella hulevesien hallintaratkaisuksi suositellaan hajautettua ja monivaiheista kokonaisuutta. Tämä tarkoittaa, että järjestelmät alkavat hulevesien syntypaikalta tonttien sisältä ja jatkuvat yleisillä alueilla Houkanojan läheisyyteen asti. Hajauttaminen pienentää yksittäisen järjestelmän mitoitusta ja parantaa kokonaisuuden toimintavarmuutta. Erilaisia hallintamenetelmiä yhdistelemällä voidaan vaikuttaa parhaiten samanaikaisesti sekä hulevesien määrään että laatuun. Esitetty hallintaratkaisu perustuu tonttikohtaiseen hulevesien hallintaan, joka voidaan toteuttaa muun muassa viherkattojen, maanpäällisten sadepuutarhojen ja maanalaisien viivytyskennostojen avulla. Katualueelle toteutetaan hulevesiviemärointi, koska avo-ojien rakentaminen katualueelle ei ole tilan ja korkeusasemien puolesta järkevää.

Tonttikohtaisien hulevesien hallintaratkaisujen avulla voidaan viivyttää tonteilla muodostuvia hulevesiä sekä näin ollen pienentää hulevesien huippuvirtaamia yleisillä alueilla. Tonttikohtaisien menetelmien lisäksi suunnittelualueen pohjoispuolelle sijoitetaan hulevesiä viivyttävä kosteikko purkureitin yhteyteen. Suunnittelualueen puistoalueille sijoitetaan viivytyspainanteet, jotka viivytyskosteikon tavoin pienentävät purkuvirtaamia vähentäen eroosio-ongelmien riskiä ja antavat lisävarmuutta hulevesitulvia vastaan.

Tonttikohtaisten hulevesien hallintamenetelmien perusmitoitukseksi valittiin 1 m³ viivytystilavuutta jokaista sataa vettäläpäisemätöntä pintaneliometriä kohden. Tämän perusteella määritettiin tonttikohtaisen viivytystilavuuden suuruus. Mitoitus vastaa Tampereella yleisesti kaavoissa vaadittua tonttikoh-
taisen hulevesien hallinnan mitoitusta.

Yleisille alueille sijoittuvien viivytyskosteikon ja viivytyspainanteiden mitoitusta tarkasteltiin SWMM-hulevesimallilla, joka rakennettiin koko suunnittelualueesta. Mallintamalla oli mahdollista arvioida hallintamenetelmien ketjun toimivuutta kokonaisuutena ja säätää menetelmille mahdollisimman optimaalinen mitoitus. Lisäksi mallinnuksessa tarkasteltiin hulevesien hallintaratkaisujen toimivuutta vaihtelevilla sateen rankkuuksilla.

Esitetyllä hallintaratkaisulla saadaan suunnittelualueella muodostuvien hulevesien määrä ja laatu hyvin hallintaan. Virtaamat saadaan rajoitettua alhaiselle tasolle verrattuna tilanteeseen, jossa mitään hulevesien hallintatoimia ei toteutettaisi. Tonttikohtaisen hallinnan ansiosta yleisille alueille sijoitettavien hulevesien hallintamenetelmien tehokkuus paranee ja tilantarve pienenee. Lisäksi alueellisilla menetelmillä varmistetaan, että Houkanojaan purkautuvat virtaamat pysyvät mahdollisimman luonnonmukaisella tasolla. Myös hulevesien laadun heikkenemistä pystytään ehkäisemään suodattavilla hulevesien viivytysratkaisuilla.

Esitettyjen luonnonmukaisten hulevesien hallintamenetelmien ansiosta veden kiertokulku säilyy mahdollisimman luonnollisena alueen rakentamisesta huolimatta. Tämä on tärkeää Polunmäen avainbiotoopille sekä suunnittelualuetta ympäröivälle luonnolle. Hallintamenetelmien ansiosta suunniteltu maankäyttö ei kasvata haitallisesti suunnittelualueelta Houkanojaan päätyviä hulevesivirtaamia. Hiidenmäen asemakaava-alueen ja Ruskontien jatkeen rakentamisen aikaiset hulevedet tulee hallita suodattavin ja viivyttävin menetelmin siten, että niiden laatua saadaan parannettua. Rakentamisen aikaiset hulevedet eivät saa vaarantaa Polunmäen avainbiotooppia eivätkä ne saa muuten liata suunnittelualueen lähiympäristöä.

FCG Finnish Consulting Group Oy

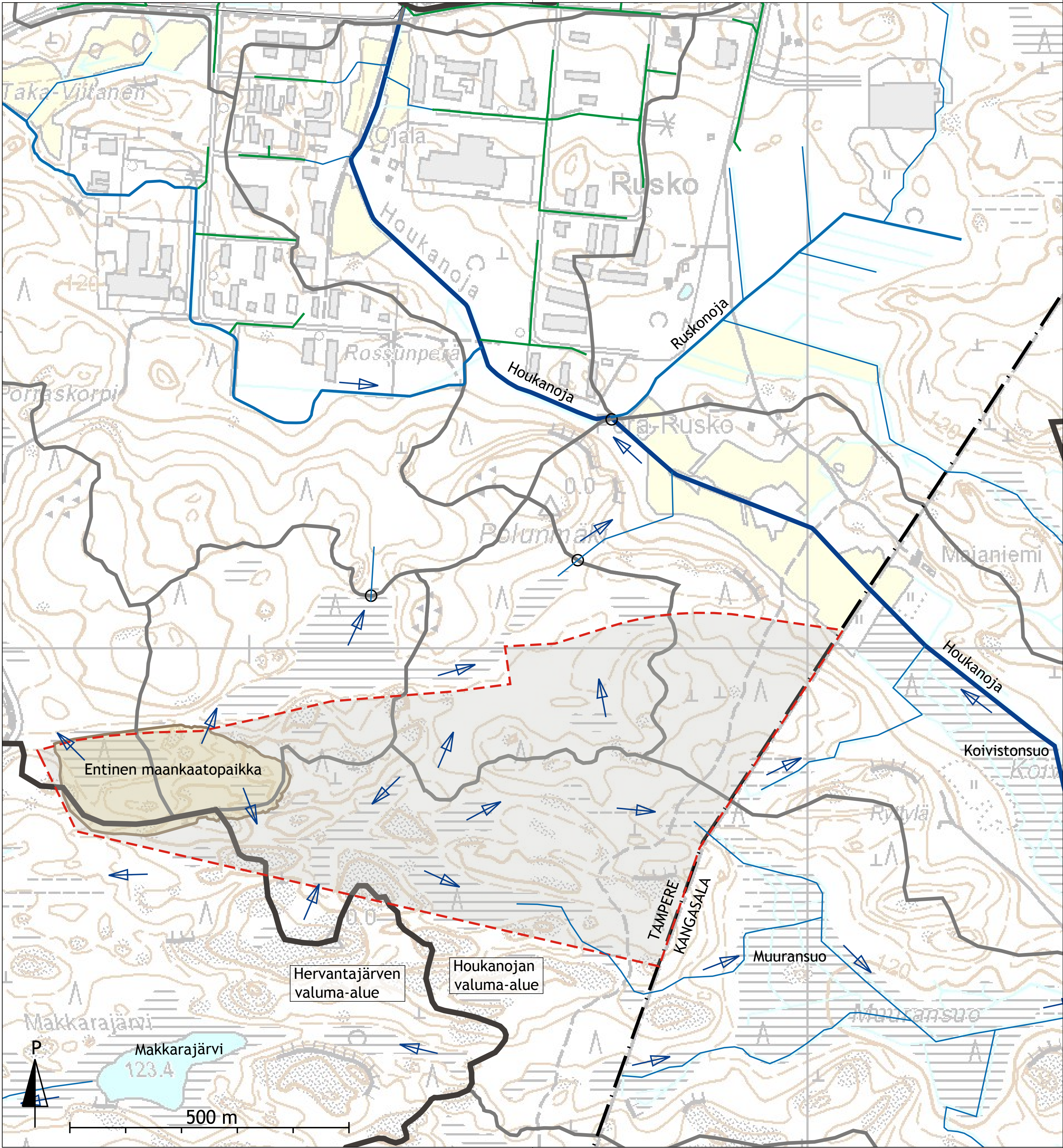
Hyväksynyt:

Perttu Hyöty
toimialajohtaja, dipl.ins.

Laatinut:

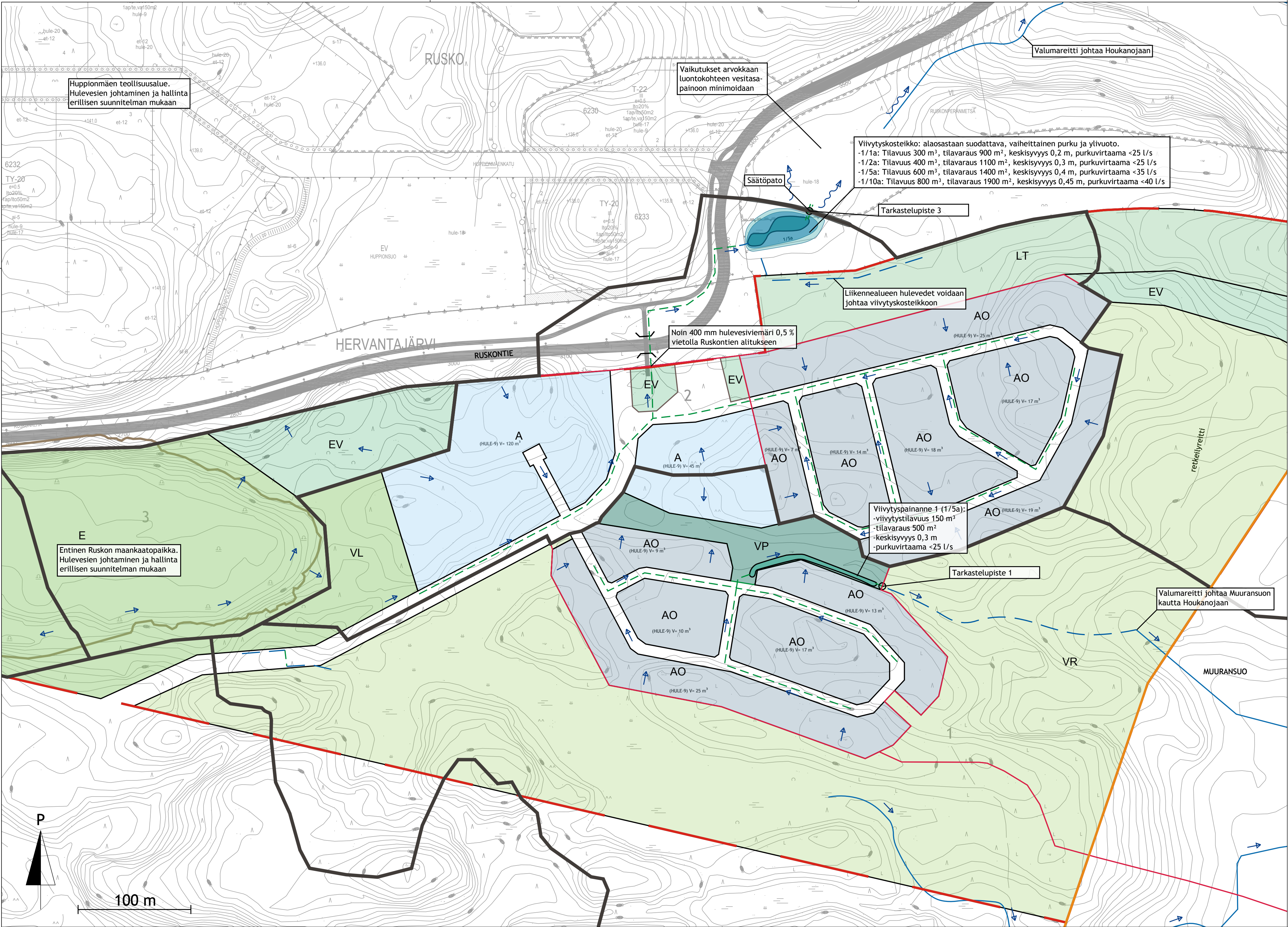
Hannes Björninen
projektipäällikkö, dipl.ins.

Pekka Raukola
nuorempi suunnittelija, tekn.kand.



- Suunnittelualue, AK 8255
- Kuntaraja
- Päävedenjakaja
- Sivuvedenjakaja
- Valumasuunta
- Houkanoja
- Oja, noro
- Hulevesiviemäri

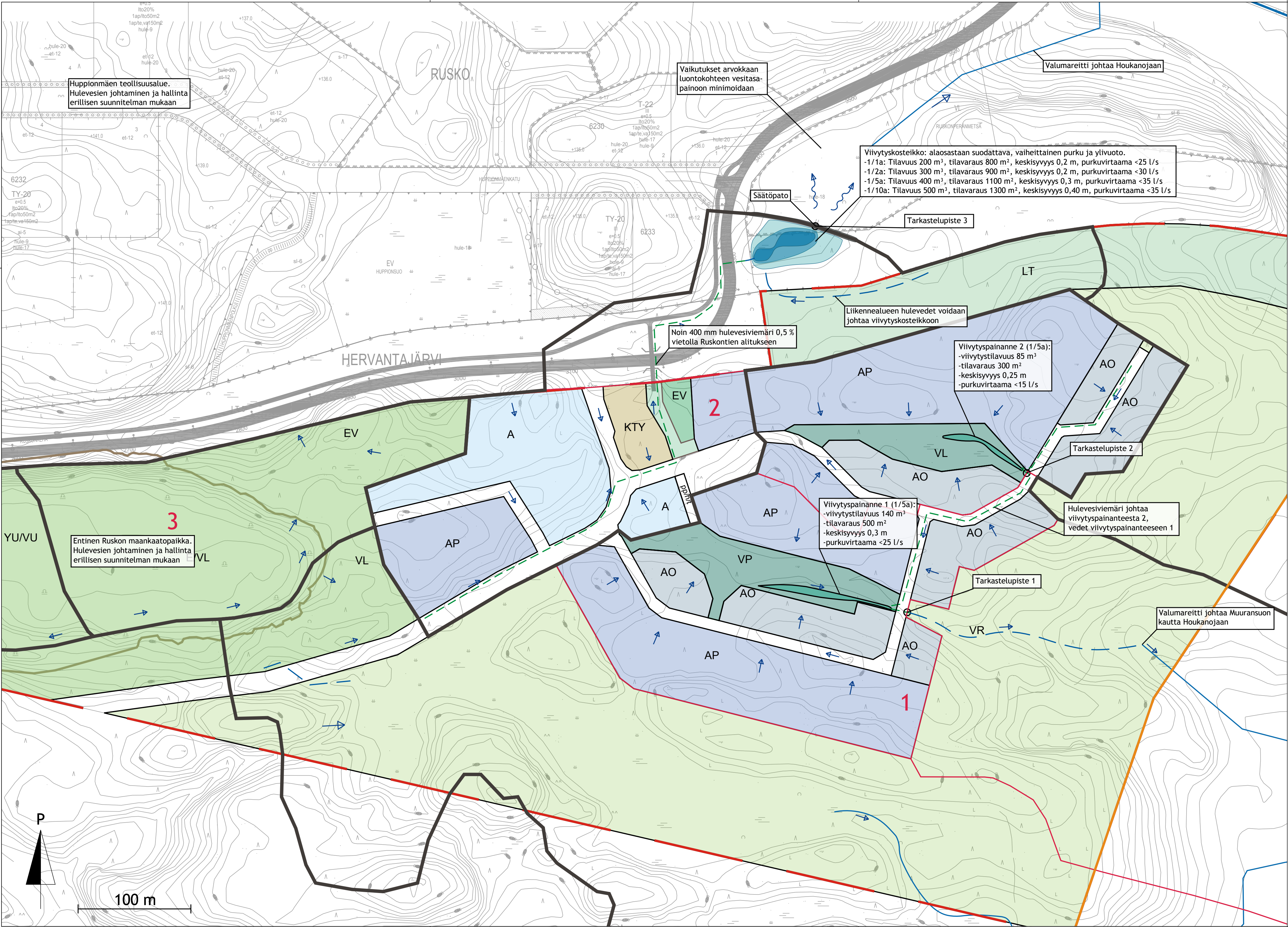
Rakennuskohde TAMPEREEN KAUPUNKI Hiidenmäen asemakaavan nro 8255 hulevesien hallinnan yleissuunnitelma	Piiustuksen sisältö Valuma-aluekartta, nykytila		Mittakaavat 1:5000 (A2)
	Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero		Muutos
Pyhäjärvenkatu 1, 33200 Tampere Puh. 0104096700, www.fcg.fi	VHT 0155-P16126 201		Tiedosto
	Päiväys 17.11.2011 Pääsuunn. H. Björninen Hyv. P. Hyöty	Suunn./Piirt. P. Raukola Tarkastaja P. Hyöty Yhteyshenkilö H. Björninen	A S



- Kunnanraja
- Asemakaava 8255
- Päävedenjakaja
- Osavalmu-alue
- Hulevesiviemäri, suunniteltu
- Avo-oja, noro
- Uusi avo-oja
- Biopidätysalue, viivytyspainanne
- Kosteikko, tulva-alue

1/5a, 60 min rankasadetapahtuma (19,2 mm)	Nykytilanne lumen sulaminen (l/s/ha)	Tuleva tilanne (ei hallittu)	Tuleva tilanne (hallittu)
Tarkastelupiste 1	5 l/s	110 l/s	25 l/s
Tarkastelupiste 3	15 l/s	210 l/s	30 l/s

Rakennuskohde TAMPEREEN KAUPUNKI Hiidenmäen asemakaavan nro 8255 hulevesien hallinnan yleissuunnitelma	Piirustuksen sisältö Hulevesien hallinnan yleis- suunnitelma, kaavarunko VE2	Mittakaavat 1:2000 (A1)
Pyhäjärvenkatu 1, 33200 Tampere Puh. 0104096700, www.fcg.fi	Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero VHT 0155-P16126 203	Muutos
Päiväys 17.11.2011 Pääsuunn. H. Björninen Hyv. P. Hyöty	Suunn./Piirt. P. Raukola Tarkastaja P. Hyöty Yhteyshenkilö H. Björninen	A S



- Kunnanraja
- Asemakaava 8255
- Päävedenjakaja
- Osavalmu-alue
- Hulevesiviemäri, suunniteltu
- Avo-oja, noro
- Uusi avo-oja
- Biopidätysalue, viivytyspainanne
- Kosteikko, tulva-alue

1/5a, 60 min rankkasadetahtuma (19,2 mm)	Nykytilanne lumen sulaminen (l/s/ha)	Tuleva tilanne (ei hallittu)	Tuleva tilanne (hallittu)
Tarkastelupiste 1	5 l/s	100 l/s	25 l/s
Tarkastelupiste 2	-	70 l/s	15 l/s
Tarkastelupiste 3	15 l/s	190 l/s	30 l/s

Rakennuskohde TAMPEREEN KAUPUNKI Hiidenmäen asemakaavan nro 8255 hulevesien hallinnan yleissuunnitelma	Piirustuksen sisältö Hulevesien hallinnan yleis- suunnitelma, VE1	Mittakaavat 1:2000 (A1)
FCG Finnish Consulting Group Pyhäjärvenkatu 1, 33200 Tampere Puh. 0104096700, www.fcg.fi	Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero VHT 0155-P16126 202	Muutos
Päiväys 17.11.2011 Pääsuunn. H. Björninen Hyv. P. Hyöty	Suunn./Piirt. P. Raukola Tarkastaja P. Hyöty Yhteyshenkilö H. Björninen	A S