

Helsingin kaupunki
Kuninkaankolmion aluerakentamisprojekti

**KUNINKAANTAMMEN OSAYLEISKAAVAN HULEVESIEN
HALLINTASUUNNITELMAN TÄYDENTÄMINEN HELSINGIN
HULEVESISTRATEGIAN MUKAISEKSI**

Loppuraportti

0100-D2830

17.6.2009



17.6.2009

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto.....	1
1.1	Selvityksen lähtökohdat ja tavoitteet	1
1.2	Selvityksen organisaatio	1
1.3	Käsitteitä.....	1
1.4	Helsingin kaupungin hulevesistrategia	2
2	Selvitysalue ja sen nykytila	3
2.1	Selvitysalue	3
2.2	Valuma-alueet ja -reitit.....	4
2.3	Maankäyttö.....	4
2.4	Arvioidut valumiskertoimet osa-alueittain	5
3	Suunnitellun maankäytön hydrologiset vaikutukset	6
3.1	Osayleiskaavan mukainen maankäyttö	6
3.2	Maankäytön aiheuttamat muutokset	7
3.3	Maankäytön vaikutukset Vantaanjokeen ja Vuollejokisimpukkaan	7
4	Hulevesimallinnus	8
4.1	Mallin kuvaus	8
4.2	Mitoitustiedot	9
4.3	Mallinnuksen tulokset nykytilanteessa	10
4.4	Mallinnuksen tulokset tulevassa tilanteessa.....	12
4.4.1	Tarkastellut vaihtoehdot	12
4.4.2	Vaihtoehto 1	12
4.4.3	Vaihtoehto 2	14
5	Hulevesien hallintatoimenpiteiden suunnittelu.....	16
5.1	Hulevesien hallinnan tarve.....	16
5.2	Yleiset periaatteet.....	16
5.3	Hulevesien hallintasuunnitelma	17
5.3.1	Yleistä	17
5.3.2	Hallintamenetelmien suunnittelu mallinnuksen avulla	17
5.3.3	Tarkastellut suunnitelmavaihtoehdot	17
5.3.4	Hulevesien hallinnan tarkastelu A	18
5.3.5	Hulevesien hallinnan tarkastelu B	19
5.3.6	Valittu suunnitelmaratkaisu.....	20
5.3.7	Harvinaisten sadetapahtumien vaikutus hallintatoimenpiteiden mitoitukseen.....	21
5.3.8	Hulevesien hallinta virtausreittien vedenjohtokykyä kasvattamalla.....	23
6	Eri hallintamenetelmien kuvaus	25
6.1	Alueelliset hallintamenetelmät.....	25
6.1.1	Rakenne ja toimintaperiaate	25
6.1.2	Mitoitus	26
6.1.3	Rakentaminen ja kunnossapito	26
6.2	Kiinteistö- ja korttelikohtaiset hallintamenetelmät	27
6.2.1	Yleistä	27
6.2.2	Viherpainanteet ja imeytysojat	27
6.2.3	Imeytyskaivot ja -kaivannot.....	30
6.2.4	Läpäisevät päällysteet	34
6.2.5	Viherkatot.....	35

17.6.2009

6.2.6	Mitoitus	37
6.2.7	Rakentaminen ja kunnossapito	37
6.3	Hulevesien johtaminen	38
6.4	Tulvareitit	38
6.5	Hulevesien hallintamenetelmien valintaperusteet	39
6.6	Suosituksukset Kuninkaantammen alueella käytettävistä menetelmistä	43
6.7	Hulevesien hallinnan kustannukset	44
6.8	Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta	45
6.9	Rakenteiden kuivatuksen varmistaminen	45

LIITTEET

Liite	Piirustusnumero	Nimi	Mittakaava	Päiväys
Liite 1	VHT-0100-D2830-200	Hulevesien hallinnan yleissuunnitelma	1:10000	17.6.2009
Liite 2	VHT-0100-D2830-201	Viivytyalueet	1:5000	17.6.2009
Liite 3	VHT-0100-D2830-202	Tulvareitit ja -alueet	1:8000	17.6.2009
	VHT-0100-D2830-203		1:2000	17.6.2009
	VHT-0100-D2830-204		1:2000	17.6.2009
	VHT-0100-D2830-205		1:2000	17.6.2009

HELSINGIN KAUPUNKI KUNINKAANTAMMEN OSAYLEISKAAVAN HULEVESIEN HALLINTASUUNNITELMAN TÄYDEN- TÄMINEN HELSINGIN HULEVESISTRATEGIAN MUKAISEKSI

1 JOHDANTO

1.1 Selvityksen lähtökohdat ja tavoitteet

Työssä on päivitetty Suunnittelukeskus Oy:n laatima Kuninkaantammen osayleiskaava-alueen hulevesien hallintasuunnitelma (2.1.2007) Helsingin kaupungin hulevesistrategian mukaiseksi. Työssä on keskitytty Mätäjoen valuma-alueelle sijoittuvaan osaan osayleiskaava-alueesta. Hulevesien muodostumista ja hallintaa on tarkasteltu hulevesimallinnuksen avulla. Työn ensimmäisessä vaiheessa päivitettiin selvitysalueen nykytilanne sekä rakennettiin hulevesimalli. Hulevesimallin avulla tarkasteltiin hulevesivirtaamien muodostumista ja päävirtausreittien kapasiteettia. Työn toisessa vaiheessa hulevesimallin avulla päivitettiin yleissuunnitelma hulevesien hallintatoimenpiteistä.

1.2 Selvityksen organisaatio

Selvitys on tehty konsulttityönä FCG Planeko Oy:ssä, jossa työhön osallistui-
vat dipl.ins. Perttu Hyöty ja dipl.ins. Päivi Määttä. Työn tilaajana on Helsingin
kaupungin Kuninkaankolmion alueprojekti. Tilaajan yhteyshenkilönä toimi pro-
jektijohtaja Kimmo Kuisma.

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 pinto-
jen rakentamisesta. Veden haihdunta- ja imeytymismahdollisuuksien heiken-
tyessä veden pintavalunta nopeutuu. Lisääntynyt ja nopeutunut pintavalunta
taas huuhtoo valumapinnoilta mukaansa enemmän erilaisia epäpuhtauksia,
kuten kiintoainesta, ravinteita sekä bakteereita. Hulevedet ja muu pintavalun-
ta on perinteisesti koottu ojilla ja sadevesiviemäreillä ja johdettu pois raken-
netuilta alueilta mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti kosteuden aiheutta-
mien haittojen ehkäisemiseksi. Tästä voi seurata useita ongelmia, kuten ves-
istöihin kohdistuvan epäpuhtauskuormituksen kasvua, eroosiota purku-
uomissa, pohjavedenpinnan alenemista sekä kasvien ja eläinten elinolojen
huononemista¹.

Hulevesien aiheuttamien haitallisten vaikutusten ehkäisemiseksi on suunnitel-
tu vaihtoehtoisia hallintamenetelmiä, joilla hulevesien määrää ja laatua pyri-
tään kontrolloimaan siten, että veden kiertokulku alueella rakentamisen jäl-
keen olisi mahdollisimman paljon luonnontilaisen kaltainen. Keinoja hulevesi-
en hallintaan ovat mm.

- päällystettyjen pintojen minimoiminen
- syntyneiden hulevesien imeyttäminen maaperään

¹ US EPA. 1999. Preliminary data summary of urban storm water best management practices. EPA-821-R-99-012. Washing-
ton D.C.

- epäpuhtauksien vähentäminen hulevesistä suodattamalla, laskeuttamalla ja kasvillisuuden avulla
- hulevesien viivyttäminen, eli pintavalunnan jakaminen pitkälle ajanjaksolle

Hulevesien vaihtoehtoisten hallintamenetelmien toteuttaminen vaatii perinteiseen sadevesiviemärointiin verrattuna enemmän tilaa ja niiden kustannukset etenkin ylläpidon osalta ovat sadevesiviemärointiä suuremmat. Tästä johtuen vaihtoehtoiset hallintamenetelmät soveltuvat parhaiten uusille rakennettaville alueille, joissa niiden asettamat vaatimukset voidaan parhaiten ottaa huomioon.

1.4 Helsingin kaupungin hulevesistrategia

Kuninkaantammen osayleiskaavan hulevesien hallintasuunnitelma on tehty täydentämällä v. 2007 hulevesien hallinnan yleissuunnitelma Helsingin kaupungin hulevesistrategian (28.12.2007) mukaiseksi². Hulevesistrategian tavoitteena on tulvimishaittojen poistaminen ja ehkäiseminen, pohjaveden pinnan ennallaan pitäminen, kuivatuksen varmistaminen, haitallisten aineiden minimoiminen hulevesissä sekä hulevesien hyödyntäminen resurssina.

Hulevesistrategiassa on määritelty seuraava prioriteettijärjestys hulevesien käsittelylle ja johtamiselle:

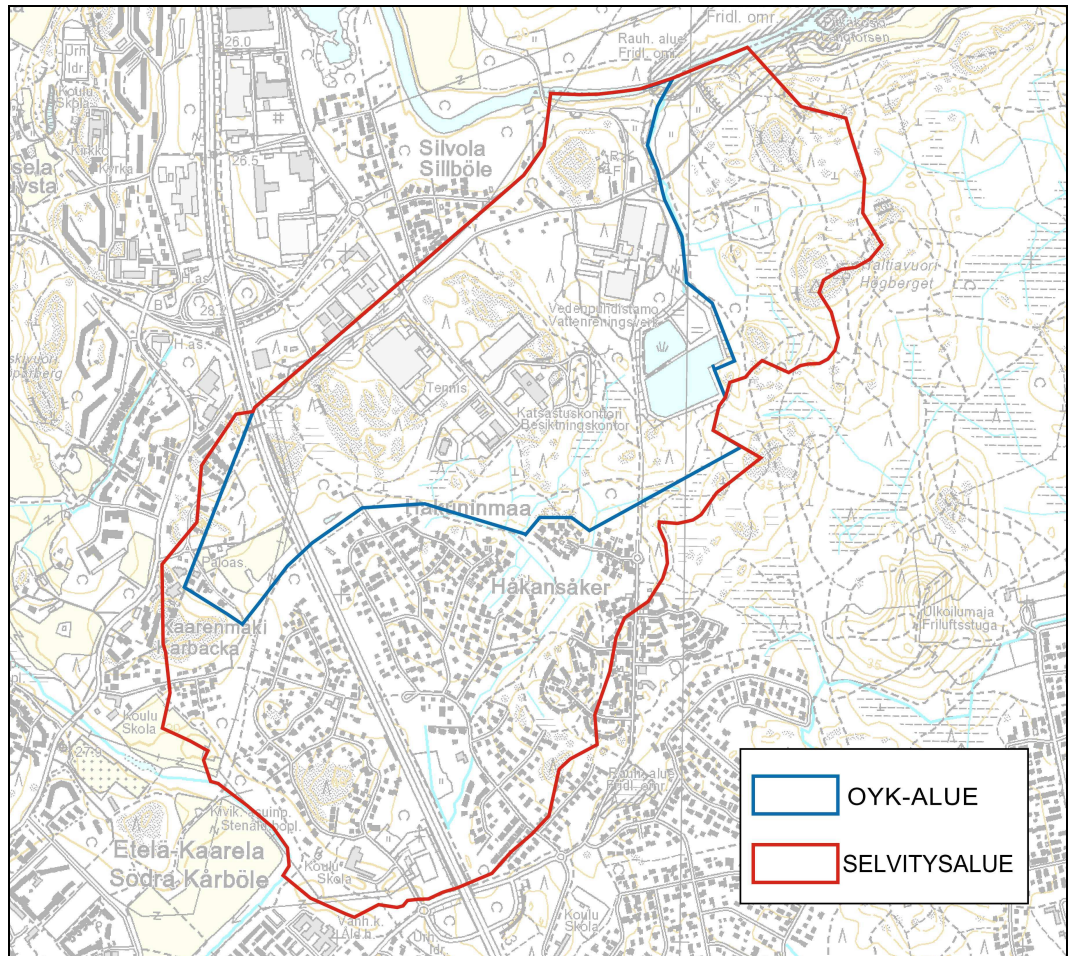
- I. Ensisijaisesti hulevedet käsitellään ja hyödynnetään syntypaikallaan
- II. Hulevedet johdetaan pois syntypaikaltaan hidastavalla ja viivyttävällä järjestelmällä
- III. Hulevedet johdetaan pois syntypaikaltaan hulevesiviemärissä yleisillä alueilla sijaitseville hidastus- ja viivytyalueille ennen vesistöön (puroon) johtamista.
- IV. Hulevedet johdetaan hulevesiviemärissä suoraan vastaanottavaan vesistöön.
- V. Hulevedet johdetaan sekavesiviemärissä Viikinmäen puhdistamolle

² Helsingin kaupungin hulevesistrategia. 28.12.2007. Helsingin kaupunki.

2 SELVITYSALUE JA SEN NYKYTILA

2.1 Selvitysalue

Selvitysalueen ydin muodostuu Kuninkaantammen osayleiskaava-alueesta. Selvitysalue on laajennettu osayleiskaava-alueen ulkopuolelle valuma-alueiden rajojen mukaisesti. Raja on tehty selvitystyön kannalta mahdollisimman tarkoituksenmukaisesti. Osayleiskaava-alueen pinta-ala on noin 1,2 km² ja selvitysalueen pinta-ala noin 2,8 km². Osayleiskaava-alue ja selvitysalue on esitetty *kuvassa 1*.

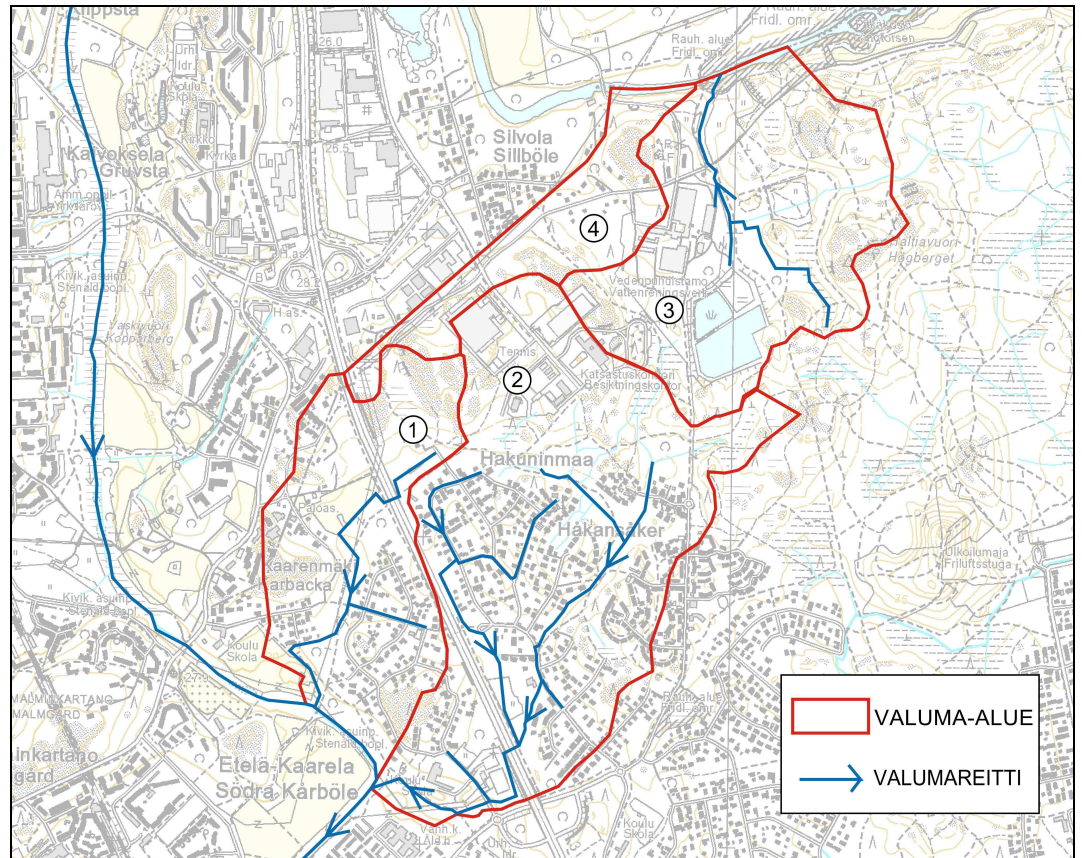


Kuva 1. Osayleiskaava-alue ja selvitysalue.

17.6.2009

2.2 Valuma-alueet ja -reitit

Kuninkaantammen osayleiskaava-alue sijaitsee Vantaanjoen ja Mätäjoen valuma-alueilla. Selvitysalue on jaettavissa neljään osa-alueeseen, joista alueet 1 ja 2 sijoittuvat Mätäjoen valuma-alueelle ja alueet 3 ja 4 Vantaanjoen valuma-alueelle. Aluetta 2 on rajattu eteläosastaan (Kanneltien eteläpuolelta tulevan ojan valuma-alue on jätetty pois), jotta selvitysalue ei laajene kohtuuttomasti. Osa-alue 4 on rajattu luoteisosasta kaavarajan mukaisesti. Valuma-alueet ja -reitit on esitetty *kuvassa 2*.



Kuva 2. Valuma-alueet ja -reitit.

Valuma-alueilla 1 ja 2 sadevedet johdetaan rakennetuilta alueilta sadevesiviemäreissä pääojiin. Valuma-alueilla 3 ja 4 ei pääasiassa ole sadevesiviemärintiä vaan sadevedet johtuvat maanpintoja ja oja pitkin.

2.3 Maankäyttö

Mätäjokeen laskevat osavaluma-alueet ovat nykytilanteessa suurelta osin pientalovaltaista asutusta. Mätäjoen osa-alueiden pohjoisosat, jonne Kuninkaantammen osayleiskaava-alue sijoittuu, ovat nykytilanteessa viheraluetta sekä teollisuus- ja työpaikka-alueita. Osa-alueita 1 ja 2 leikkaa Hämeenlinnanväylä. Alueella 3 on nykytilanteessa viheraluetta sekä merkittävänä kohteena Pitkäkosken vedenpuhdistuslaitos. Osa-alueella 4 on nykytilanteessa viheraluetta ja hieman asutusta.

2.4 Arvioidut valumiskertoimet osa-alueittain

Selvitysalueella muodostuvan pintavalunnan määrän arvioimiseksi määritettiin eri maankäyttötyypit ja niille valumiskertoimet. Valumiskerroin kuvaa alueelta pintavaluntana poistuvan veden osuutta alueelle satavasta kokonaisvesimäärästä erilaisten häviöiden jälkeen. Valumiskerroin vastaa suunnilleen vettä täysin läpäisemättömien pintojen osuutta kokonaispinta-alasta. On kuitenkin huomioitava, että valumiskerroin ei ole vakio, vaan sen suuruuteen vaikuttavat erilaiset muuttuvat tekijät, kuten sateen rankkuus, maaperän vesipitoisuus, edellisestä sadetapahtumasta kulunut aika, ilman lämpötila jne. Tässä esitetyt valumiskertoimet kuvaavat rankkasateen aiheuttamaa valumistilannetta, jolloin myös läpäiseviltä pinnoilla muodostuu pintavaluntaa. Pitkäkestoisilla, rankkuudeltaan pienillä sateilla valumiskertoimien arvot olisivat pienemmät.

Eri maankäyttötyyppien valumiskertoimet määritettiin kirjallisuusarvojen³ perusteella. Maankäyttötyyppien valumiskertoimet on esitetty *taulukossa 1*.

Taulukko 1. Maankäyttötyyppien valumiskertoimet.

Maankäyttötyyppi	Valumiskerroin
AK	0,55
AP	0,40
AO	0,25
C	0,80
L	0,80
P	0,60
PY	0,60
TP	0,50
T	0,60
ET	0,60
VU	0,20
VL	0,10
MUU RAKENTAMATON	0,10

Em. maankäyttötyyppien pinta-alojen ja valumiskertoimien perusteella osavaluma-alueille laskettiin keskimääräiset valumiskertoimet. Keskimääräinen valumiskerroin on painotettu keskiarvo erilaisten maankäyttötyyppien pinta-alan suhteessa. Osavaluma-alueittaiset keskimääräiset valumiskertoimet on esitetty *taulukossa 2*.

Taulukko 2. Valumiskertoimet nykytilanteessa.

Valuma-alue	Valumiskerroin
1	0,25
2	0,35
3	0,28
4	0,17
Selvitysalue	0,31

³ Tiehallinto 1993. Teiden suunnittelu IV, tien rakenne 4, Kuivatus.

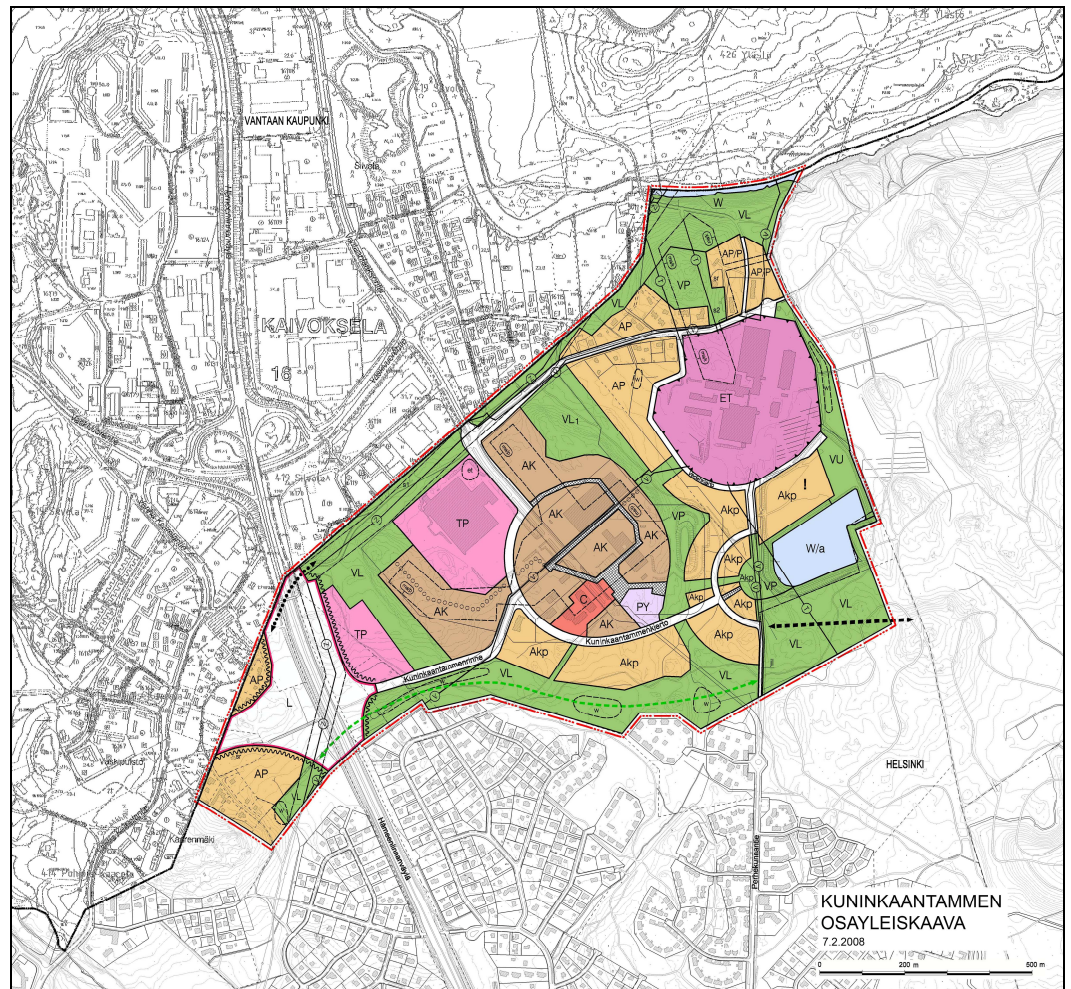
3 SUUNNITELLUN MAANKÄYTÖN HYDROLOGISET VAIKUTUKSET

3.1 Osayleiskaavan mukainen maankäyttö

Kuninkaantammen osayleiskaavassa nykyiset työpaikka-alueet on esitetty muutettavan asumisen ja palvelun alueiksi. Alueesta on suunniteltu asuinalue noin 5000 asukkaalle. Nykyisistä toiminnoista alueelle jäävät Kuninkaantamentien asutus, Pitkäkosken vedenpuhdistamo, ympäristökeskuksen rakennukset sekä painotalo.

Kaava-alueelle sijoittuu myös merkittävä uusi tiehanke, Kehä II, jonka eritasoliittymä Hämeenlinnanväylälle sijaitsee osayleiskaava-alueen lounaiskärjessä.

Kuninkaantammen osayleiskaava on esitetty *kuvassa 3*.



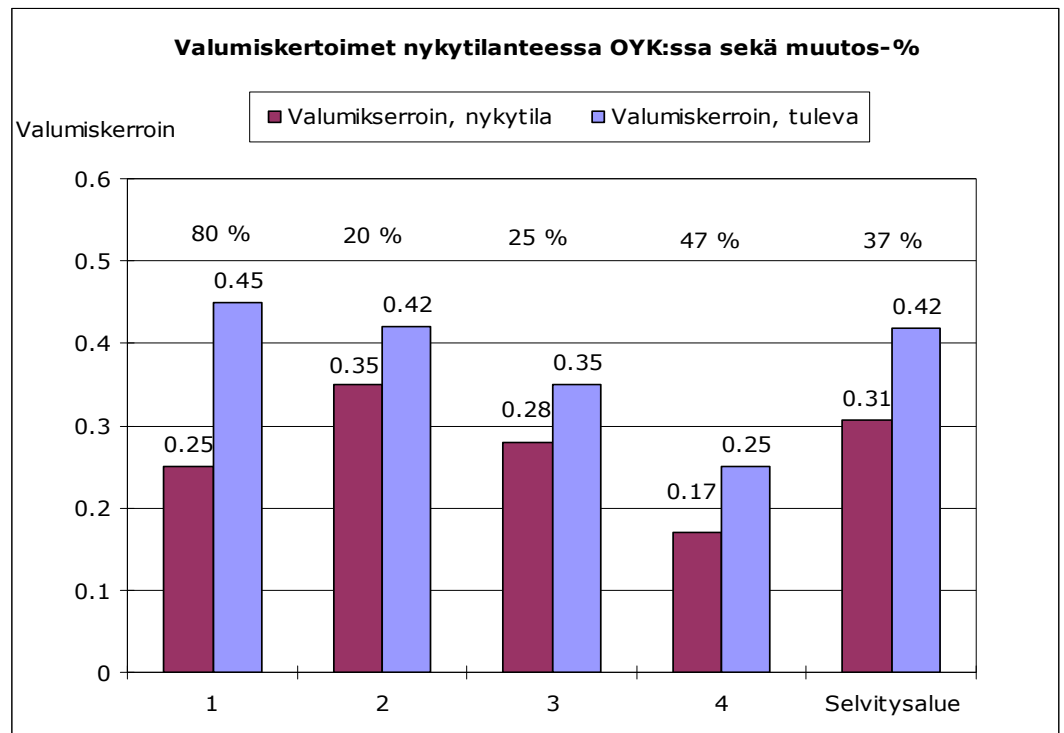
Kuva 3. Kuninkaantammen osayleiskaava⁴.

⁴ Helsingin kaupunki. Kaupunkisuunnitteluvirasto.

http://www.hel.fi/wps/portal/Kaupunkisuunnitteluvirasto/Artikkeli?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/ksv/fi/Ajankohtaiset+suunnitelmat/Projektialueet/Kuninkaantammi/Osayleiskaava

3.2 Maankäytön aiheuttamat muutokset

Osayleiskaavan hydrologisten vaikutusten arvioimiseksi laskettiin valumiskertoimet myös kaavan mukaisessa tilanteessa. Valumiskertoimet pohjautuvat v. 2007 selvitykseen ja niitä on tarkennettu uusien osa-alue- ja alue-rajauksien sekä Kehä II:n edellistä vaihetta tarkempien suunnitelmien perusteella. Valumiskertoimet nykytilanteessa ja tulevassa tilanteessa sekä tilanteiden välillä tapahtuva muutos on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Keskimääräiset valumiskertoimet nykytilanteessa ja OYK:n mukaisessa tilanteessa sekä muutos-%.

Kuten kuvasta 4 nähdään, valumiskerroin ja siten hulevesimäärä kasvaa merkittävimmin valuma-alueella 1, jonne Kehä II tulee sijoittumaan.

3.3 Maankäytön vaikutukset Vantaanjokeen ja Vuollejokisimpukkaan

Osa selvitysalueen vesistä purkautuu Vantaanjokeen Pitkäkosken kohdalla. Purkupisteen alapuolella Vantaanjoessa majoilee uhanalainen Vuollejokisimpukka, joka on herkkä muutoksille asuinvesistönsä laadussa. Hulevesien ja etenkin rakennusvaiheen hulevesien vaikutuksia Vuollejokisimpukkaan ja sitä kautta joen Natura-arvoihin on arvioitu Insinööritoimisto Paavo Ristolan tekemässä Natura-arviossa⁵ vuonna 2006. Natura-arviossa todettiin Vantaanjoen vedenlaadun ja virtaamien sekä Kuninkaantammen oyk-alueella muodostuvien hulevesien arvioidun määrän ja laadun perusteella, että alueelta Vantaanjokeen purkautuvat hulevedet eivät aiheuta merkittäviä vaikutuksia Natura-arvoihin tai Vuollejokisimpukan elinoloihin.

Vähäisistä vaikutuksista huolimatta suositellaan kuitenkin, että etenkin rakentamisvaiheen hulevesiä käsitellään ennen Vantaanjokeen johtamista.

⁵ Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy. 2006. Kuninkaantammen osayleiskaava-arvioinnon Natura-arvio.

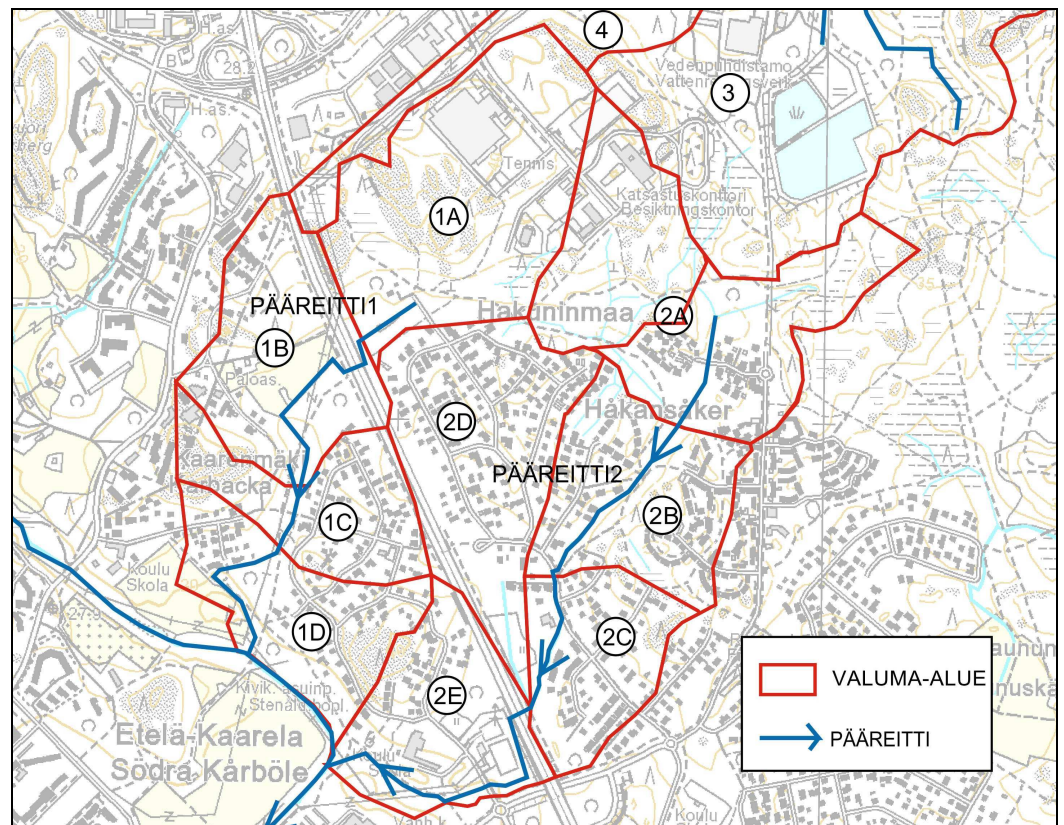
4 HULEVESIMALLINNUS

4.1 Mallin kuvaus

Selvitysalueen hulevesivalunnan muodostumista, virtaamia ja purkureittien kapasiteettia ja ongelmakohtia tarkasteltiin mallintamalla. Hulevesimallinnus on tehty Epanet SWMM –ohjelmalla. Hulevesimalliin rakennettiin sekä nykytilanteen että tulevan tilanteen mukaiset valuma-alueet ja verkostot. Hulevesimalli on laadittu syöttämällä malliin valuma-alueet ja virtausreitit karttatarkastelujen perusteella. Valuma-alueille määritettiin niiden maankäytön perusteella läpäisemättömien pintojen osuus sekä virtausvastuskerroin. Virtausreitit on mallinnettu sekä avouomina että sadevesiviemäreinä. Avouomien poikkileikkaukset on arvioitu karttatarkastelun perusteella.

Mallinnuksessa tarkastelu on rajattu Mätäjokeen laskeviin valuma-alueisiin (valuma-alueet 1 ja 2). Mallinnuksessa keskityttiin erityisesti tarkastelemaan virtaamia kahdella merkittävimmällä purkureitillä. Pohjoisemmasta Mätäjoen suuntaan purkavasta pääuomasta (pääreitti 1) ja sen rummuista saatiin poikkileikkaustietoja alueelle tehdystä pienvesisuunnitelmasta⁶. Virtausreittien kapasiteettitarkastelua varten valuma-alueita on jaettu pienempiin osiin. *Kuvassa 5* on esitetty päävirtausreitit sekä pienvaluma-alueet. Mallin rakennetta on havainnollistettu *kuvassa 6*.

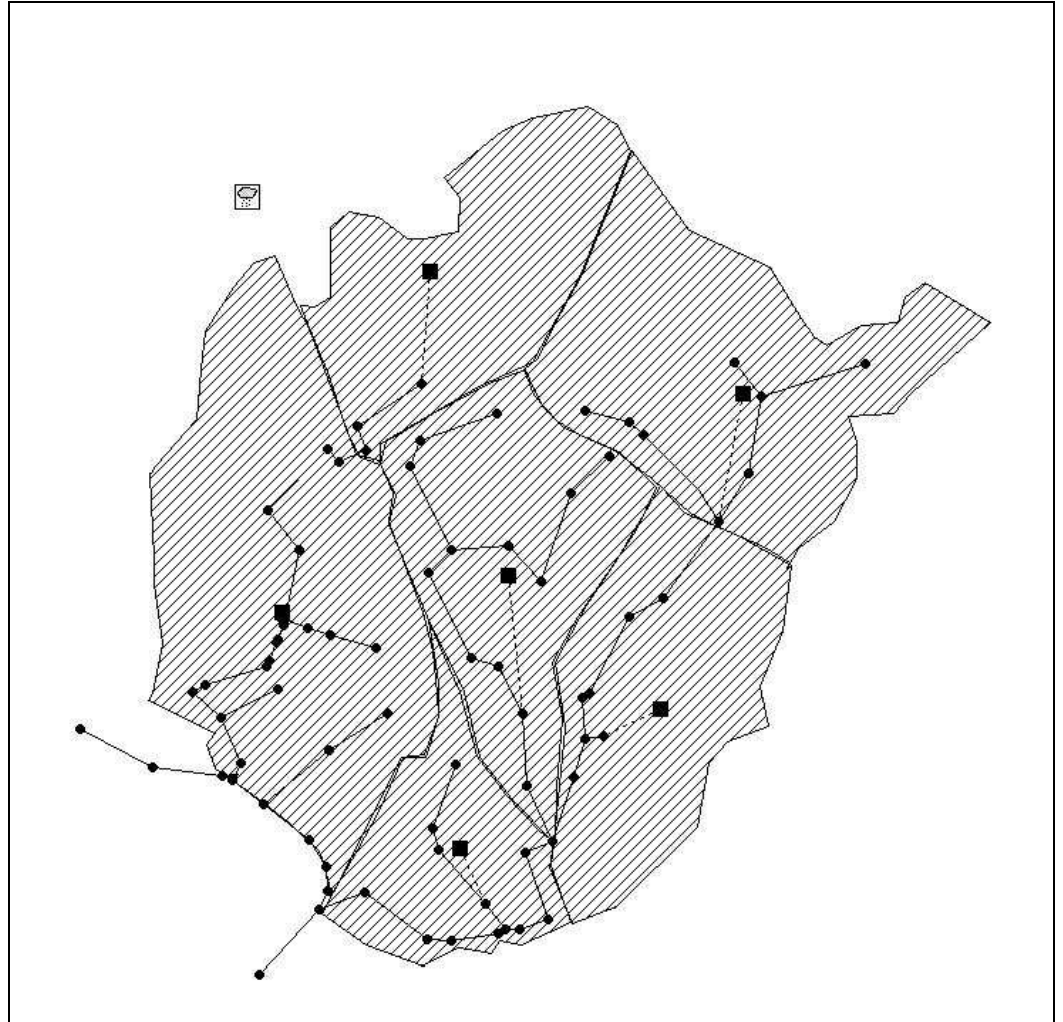
Kuninkaantammen keskusta-alueen vedenjakajista on huomioitava, että tässä esitetyt ja mallinnuksen pohjana toimivat vedenjakajat ovat vain yksi vaihtoehto. Hulevesien johtamissuunnat ja valuma-alueet määräytyvät vasta alueen tasauksen ja kunnallistekniikan tarkemman suunnittelun yhteydessä.



Kuva 5. Tarkasteltavat päävirtausreitit sekä pienvaluma-alueet.

⁶ Kuninkaantammen ja Mätäjoen alueen pienvesisuunnitelma. Suunnitelmaselostus 26.6.2008. Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto, Teknistoloudellinen toimisto, Elina Heikinheimo.

Valuma-alerajat muuttuvat nykytilanteeseen verrattuna siten, että valuma-alueen 1 pinta-ala laajenee ja vastaavasti alueen 2 pienenee. OYK-alueen hulevedet on nykytilanteessa johdettu pääasiassa alueen 2D läpi sadevesiviemäri-



Kuva 6. Hulevesimalliin rakenne.

4.2 Mitoitustiedot

Hulevesivirtaama ja -määrä määräytyvät mitoitusasteen, valuma-alueen pinta-alan ja valumiskertoimen mukaan. Mitoitusvirtaama ja -vesimäärä lasketaan joko sulan kauden rankkasateen tai lumen kevätsulamisen perusteella. Urbaaneilla alueilla laskentaperusteena käytetään rankkasadetta. Mitoitussademäärätetään perustuen valuma-alueen pinta-alaan ja haluttuun toistuvuuteen, jotka määräävät sateen kestoajan ja rankkuuden. Hulevesien maksimivirtaama saavutetaan yleensä silloin, kun rankkasateen kesto valitaan kerääntymisajan eli valuma-alueen etäisimmästä reunasta purkupisteeseen kuluvan virtausajan pituiseksi⁷. Karttatarkastelun perusteella nykytilanteessa selvitysalueen arvioiduksi hulevesien virtausajaksi eli mitoitusasteen kestoksi saadaan noin 60 minuuttia, kun hulevesien virtaus tapahtuu ojissa ja sadevesiviemäreissä.

⁷ Suunnittelukeskus Oy. 2007. Hulevesien luonnonmukaisen hallinnan menetelmät, suunnitteluohje.

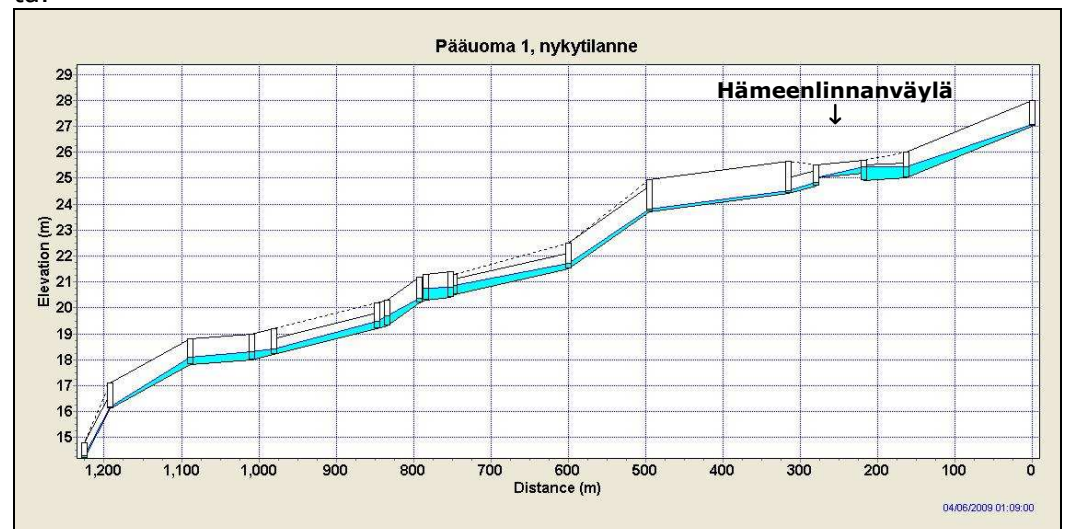
Mitoitussateen toistuvuudeksi on valittu kerran viidessä vuodessa, jolloin sateen keskimääräiseksi rankkuudeksi saadaan $52 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{ha})^{3,8}$. Valittu toistuvuus on suurempi kuin sadevesiverkostojen yleisesti käytetty mitoitus tilanne (toistuvuus kerran 2-3 vuodessa), jolloin hulevesien hallintamenetelmien käyttö lisää sadevesiverkoston toimintavarmuutta selvästi. Mitoitussateen toistuvuutta ei ole haluttu kuitenkaan kasvattaa liiaksi, koska tämä johtaisi menetelmien ylimitoitukseen ja kustannusten tarpeettomaan kasvuun. Voidaan ajatella, että mitoituksen ylittävät sadetapahtumat ovat niin harvinaisia, että niiden muodostamia hulevesiä ei ole tarpeen kokonaisuudessaan hallita vaan keskittyä niiden hallittuun poisjohtamiseen tulvareittejä pitkin.

Toistuvuuksia tarkasteltaessa tulee pitää mielessä, että viimeaikaisten tutkimusten⁹ mukaan ilmastonmuutoksen myötä sateiden rankkuus ja sademäärä tulevat kasvamaan kuluvan vuosisadan loppuun mennessä keskimäärin siten, että nykyään kerran 10 vuodessa toistuva sadetapahtuma toistuisi vuosisadan lopulla kerran viidessä vuodessa ja kerran 5 vuodessa toistuva tapahtuma kerran kolmessa vuodessa. Tästä johtuen menetelmien toimivuutta tulee tarkastella myös kerran 10 vuodessa toistuvalla sadetapahtumalla.

4.3 Mallinnuksen tulokset nykytilanteessa

Hulevesimallilla määritettiin nykytilanteessa muodostuvien virtaamien suuruudet päävaluma-alueiden purkupisteissä ja purkureiteillä. Mallinnuksessa kävi ilmi, että pääuomassa 2 Hämeenlinnanväylän alittavan rummun kohdalla voi esiintyä huleveden padottumista ja tulvimista jo nykytilanteessa. *Kuvissa 7 ja 8* on esitetty pituusleikkaukset pääuomasta nykytilanteessa. *Kuvissa 9 ja 10* on esitetty näiden pääuomien eli valuma-alueiden 1 ja 2 hulevesien purkautumiskäyrät Mätäjoen purkupisteissä.

Mallinnuksen tuloksia tarkasteltaessa täytyy muistaa, että mallia ei ole kalibroitu todellisten virtaamahavaintojen perusteella. Kalibrointi edellyttäisi laajaa mittausaineistoa virtaamista eri uoman osissa ja rummuissa sekä yksityiskohtaista tietoa samojen ajanjaksojen sadetapahtumista, mistä johtuen kalibroinnin tekeminen ei ole mahdollista. Lisäksi on huomioitava että työssä tarkastellaan poikkeuksellisten sadetapahtumien aiheuttamia tilanteita, joiden kalibroiminen edellyttäisi mittausaineistoa juuri tällaisista harvinaisista sateista.

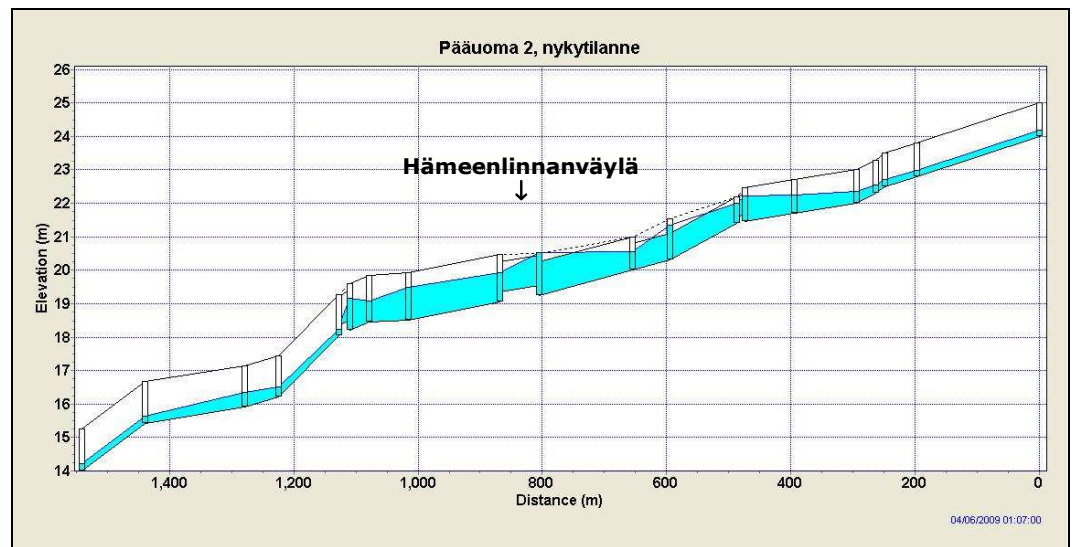


Kuva 7. Pituusleikkaus pääuomasta 1 nykytilanteessa.

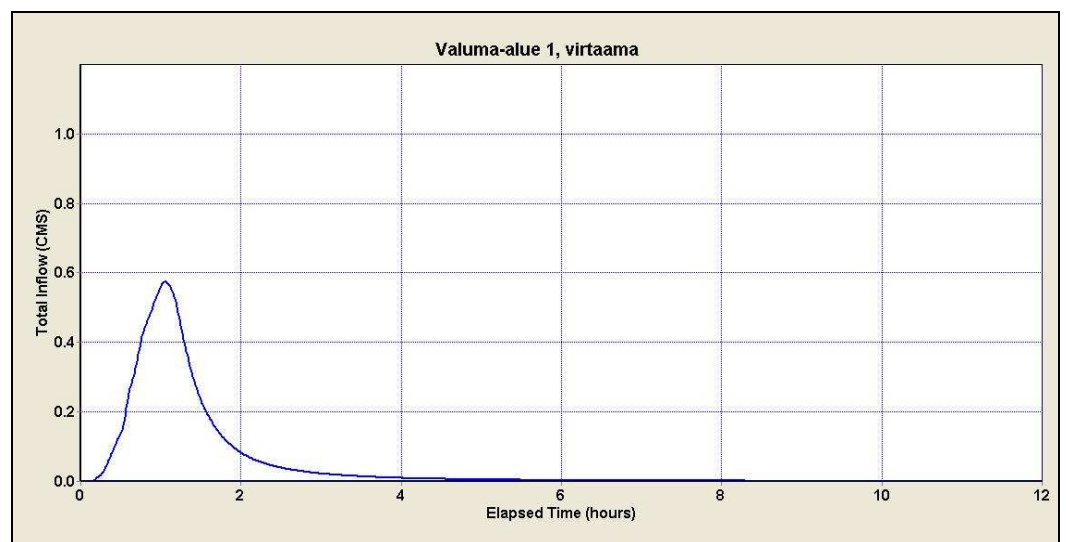
⁸ Katu 90. Kadunrakennuksen tekniset ohjeet. 1991. Suomen kunnallistekninen yhdistys. Julkaisu 11. Jyväskylä.

⁹ Suomen ympäristökeskus. 2008. Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU). Suomen ympäristö 31/2008. Helsinki.

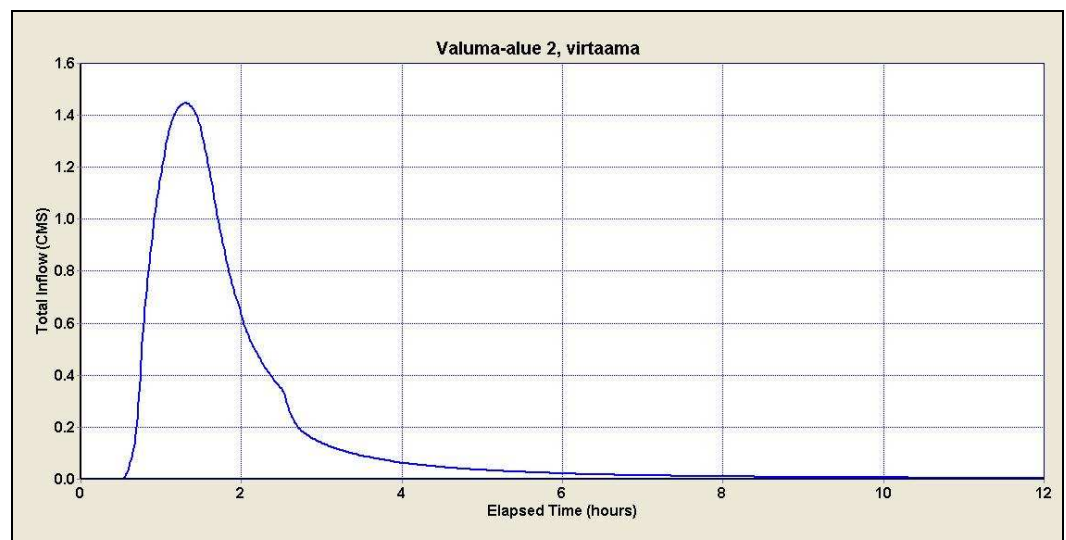
17.6.2009



Kuva 8. Pituusleikkaus pääuomasta 2 nykytilanteessa.



Kuva 9. Valuma-alueen 1 purkautumiskäyrä nykytilanteessa.



Kuva 10. Valuma-alueen 2 purkautumiskäyrä nykytilanteessa.

4.4 Mallinnuksen tulokset tulevassa tilanteessa

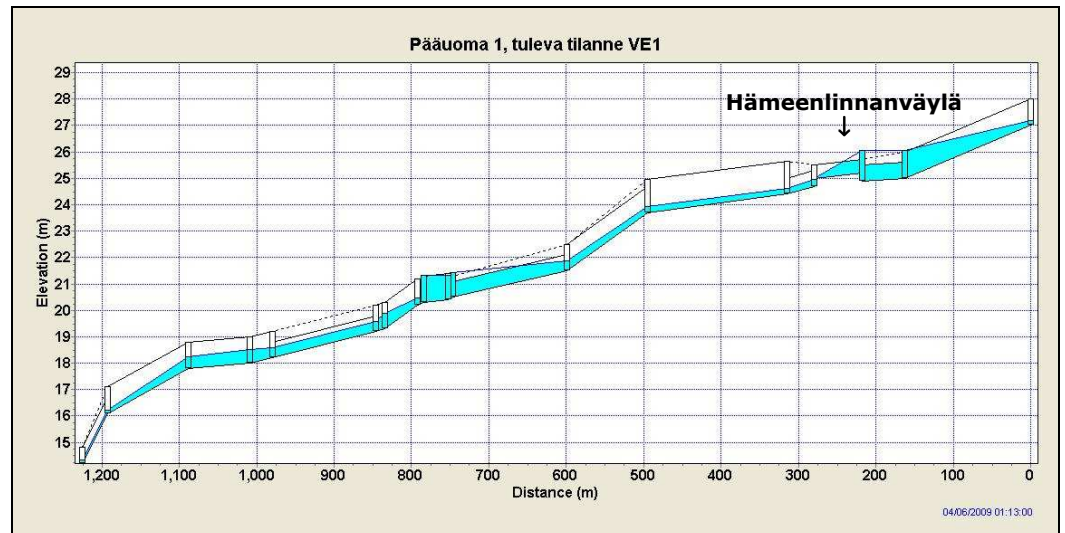
4.4.1 Tarkastellut vaihtoehdot

Hulevesimallilla määritettiin myös tulevassa tilanteessa muodostuvat virtaamat. Tulevan tilanteen mallinnuksessa keskityttiin tarkastelemaan kahden päävirtausreitin kapasiteettia silloin, kun niiden kautta johdetaan myös kaava-alueella muodostuvat hulevedet. Virtausreittien kapasiteettia on tarkasteltu v. 2007 hallintasuunnitelmassa esitettyjen hallintavaihtoehtojen mukaisissa tilanteissa:

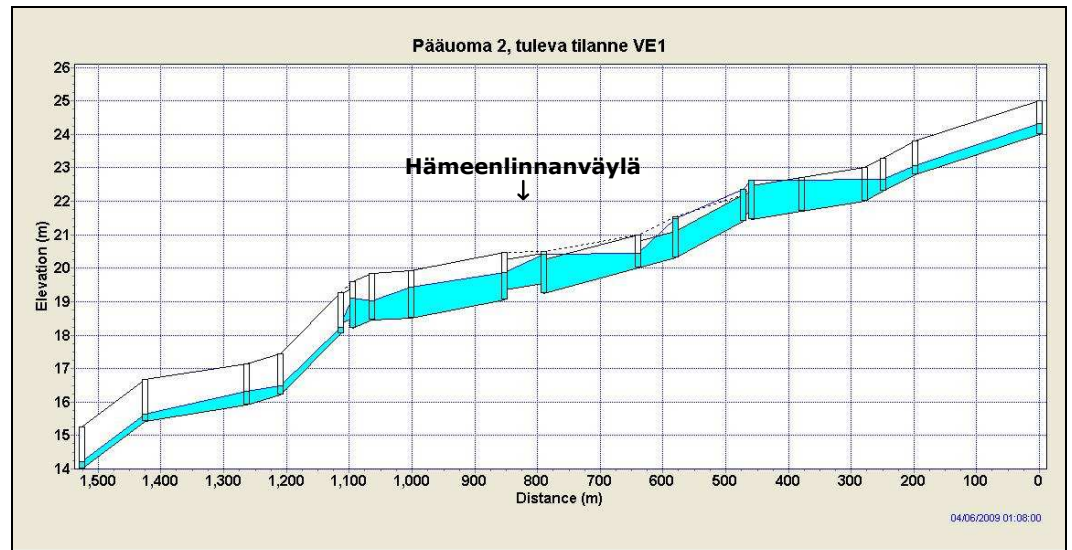
- VE1: OYK-alueella muodostuvat hulevedet johdetaan kahden päävirtausreitin kautta Mätäjokeen eli valuma-alueilla 1A-D muodostuvat hulevedet johdetaan pääuomaa 1 pitkin ja valuma-alueiden 2A-E hulevedet pääuomaa 2 pitkin (ks. kuva 5).
- VE2: OYK-alueella muodostuvat hulevedet johdetaan pääasiassa pääuomaa 1 pitkin Mätäjokeen eli edellisestä poiketen uoman 1 kautta johdetaan myös suuri osa valuma-alueella 2A muodostuvista hulevesistä (ks. kuva 5).

4.4.2 Vaihtoehto 1

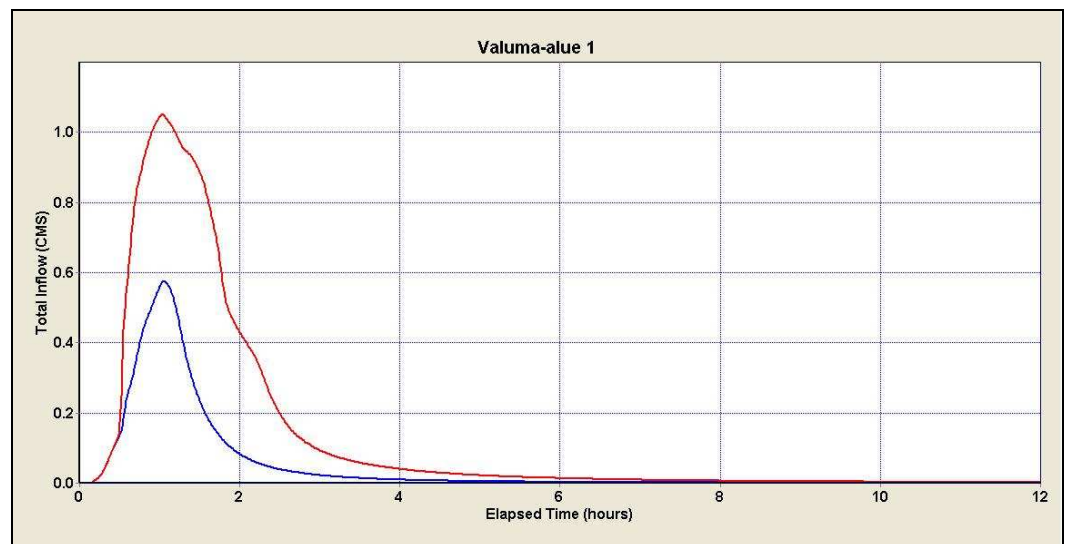
Kuvissa 11 – 12 on esitetty pääuomien pituusleikkaukset VE1:n mukaisessa tulevassa tilanteessa. Kuvissa 13 ja 14 on esitetty valuma-alueiden 1 ja 2 hulevesien purkautumiskäyrät tulevassa tilanteessa VE1.



Kuva 11. Pituusleikkaus pääuomasta 1 tulevassa tilanteessa VE1.



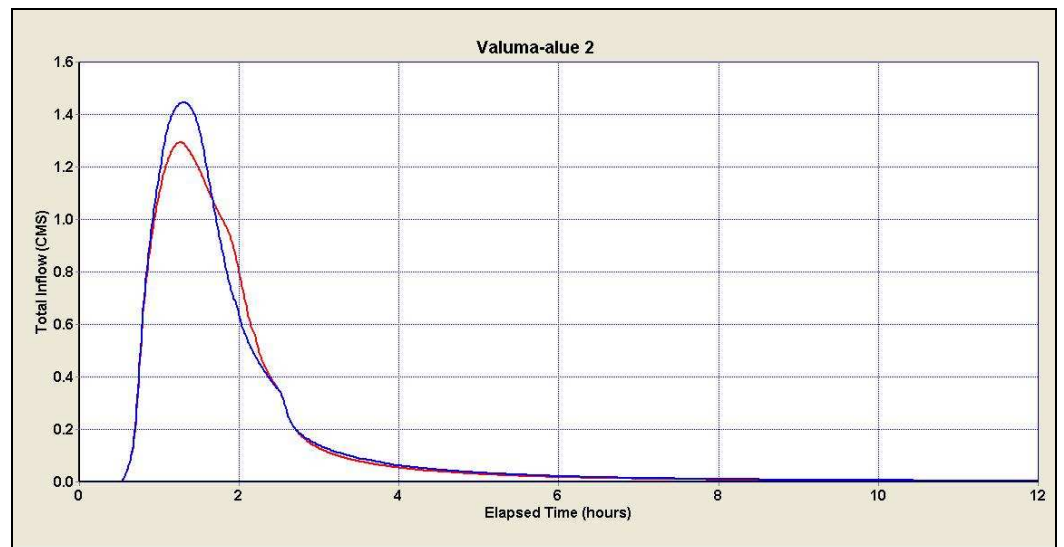
Kuva 12. Pituusleikkaus pääuomasta 2 tulevassa tilanteessa VE1.



Kuva 13. Valuma-alueen 1 purkautumiskäyrät nykytilanteessa (sininen) ja tulevassa tilanteessa (punainen) vaihtoehdossa VE1.

17.6.2009

0100-D2830

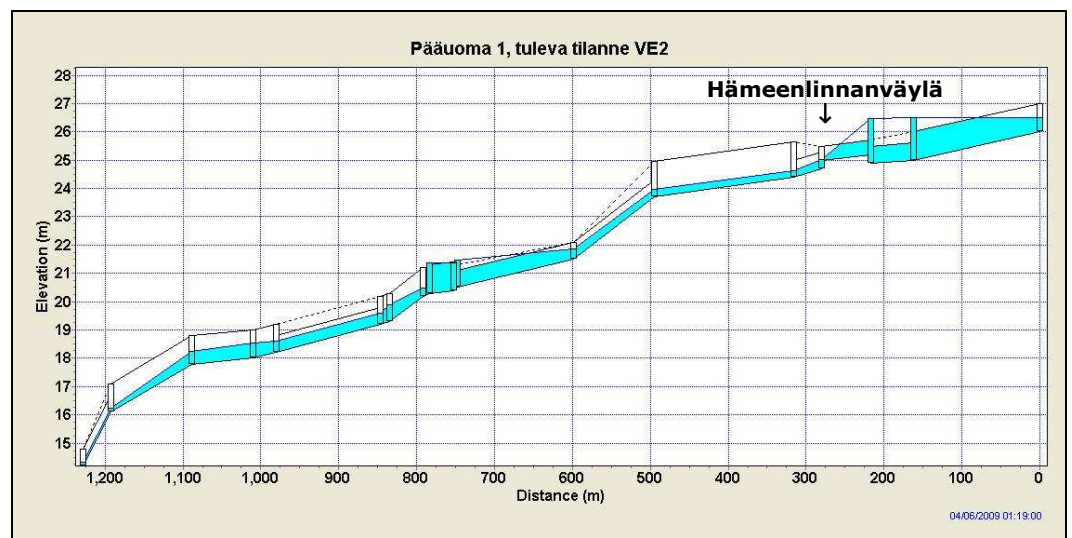


Kuva 14. Valuma-alueen 2 purkautumiskäyrät nykytilanteessa (sininen) ja tulevassa tilanteessa (punainen) vaihtoehdossa VE1.

Kuten kuvista 11 - 14 nähdään, vaihtoehdon 1 mukaisessa tulevassa tilanteessa tulvimista ja huleveden padottumista on havaittavissa rumpujen kohdalla, erityisesti Hämeenlinnanväylän alituksen kohdalla. Tulviminen lisääntyy valuma-alueen 1 pääuomassa, sillä rakentamisesta aiheutuvan hulevesimäärän kasvun lisäksi myös valuma-alueen pinta-ala on nykytilanteeseen verrattuna suurempi. Valuma-alueen 2 virtaama vastaavasti on nykytilanteeseen verrattuna hieman pienempi valuma-alueen koon pienenemisen takia.

4.4.3 Vaihtoehto 2

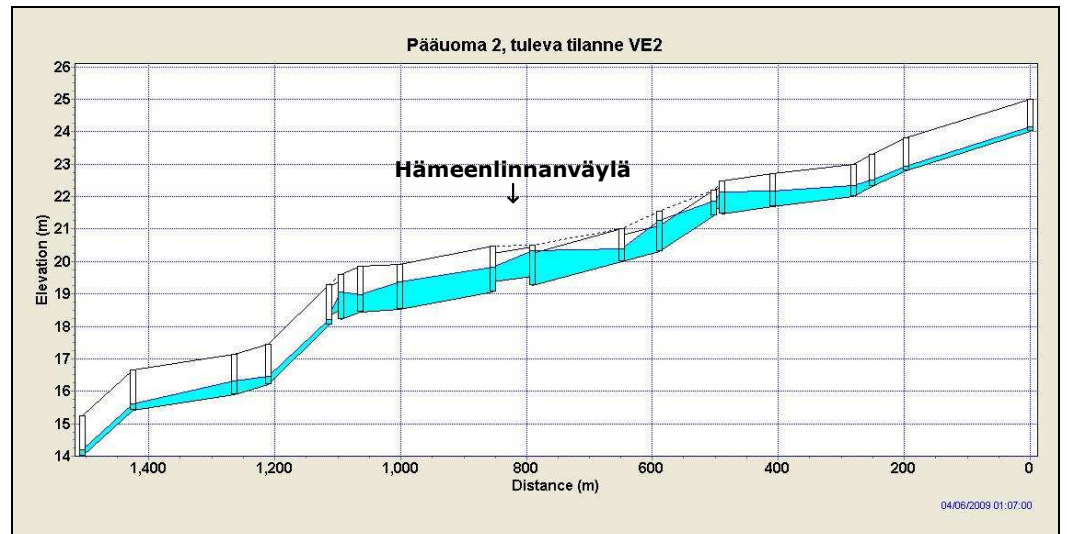
Hulevesimallilla tarkasteltiin hulevesien muodostumista ja pääreittien kapasiteettia myös vaihtoehdon 2 mukaisessa tulevassa tilanteessa, jossa pääuoman 1 kautta johdetaan myös suuri osa alueen 2A hulevesistä (ks. kuva 5). *Kuvissa 15 ja 16* on esitetty pääuomien pituusleikkaukset ja *kuvissa 17 ja 18* purkautumiskäyrät VE2:n mukaisessa tulevassa tilanteessa.



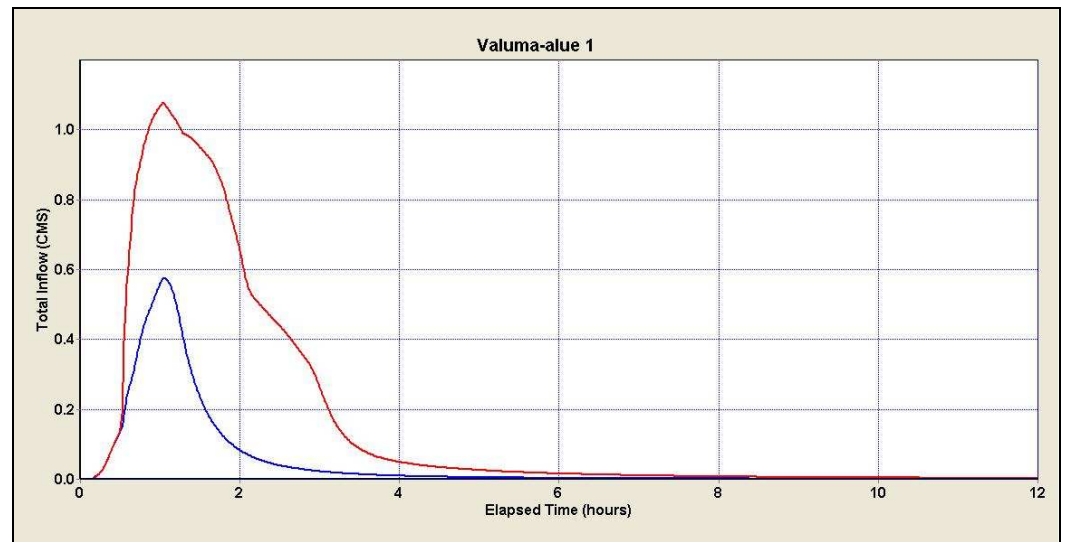
Kuva 15. Pituusleikkaus pääuomasta 1 tulevan tilanteen vaihtoehdossa VE2.

17.6.2009

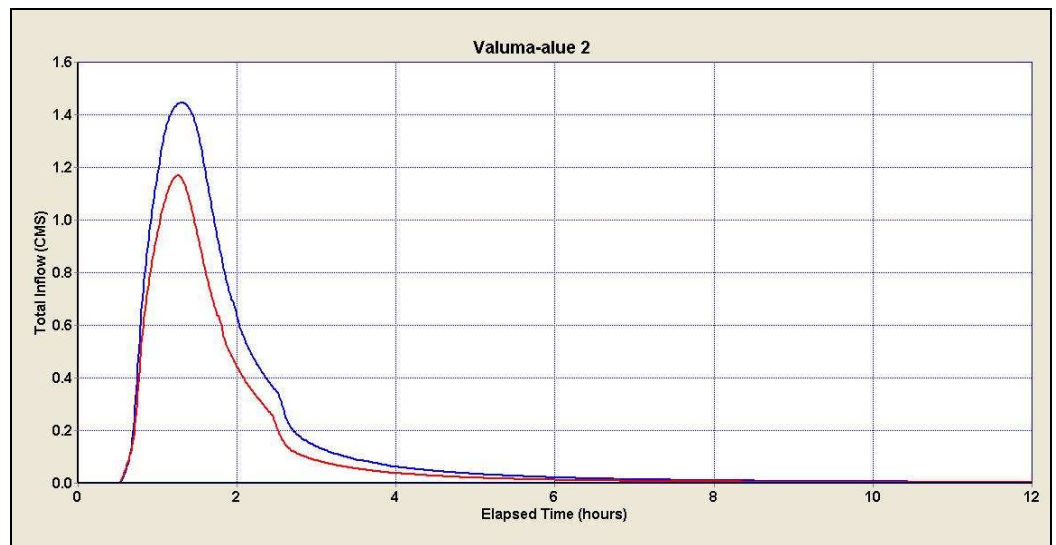
0100-D2830



Kuva 16. Pituusleikkaus pääuomasta 2 tulevan tilanteen vaihtoehdossa VE2.



Kuva 17. Valuma-alueen 1 purkautumiskäyrät nykytilanteessa (sininen) ja tulevassa tilanteessa (punainen) vaihtoehdossa VE2.



Kuva 18. Valuma-alueen 2 purkautumiskäyrät nykytilanteessa (sininen) ja tulevassa tilanteessa (punainen) vaihtoehdossa VE2.

Kuten kuvista 15 - 18 nähdään, tulevassa tilanteessa vaihtoehdossa VE2 tulviminen Hämeenlinnanväylän alituksen kohdalla kasvaa huomattavasti pääuomassa 1 nykytilanteeseen sekä myös vaihtoehtoon 1 verrattuna valuma-alueen laajennuttua. Myös purkuvirtaama Mätäjokeen kasvaa. Pääuomassa 2 virtaama laskee alle nykytilanteen tason valuma-alueen koon pienentyttyä selvästi.

5 HULEVESIEN HALLINTATOIMENPITEIDEN SUUNNITTELU

5.1 Hulevesien hallinnan tarve

Suunniteltu maankäyttö aiheuttaa Mätäjokeen laskevilla valuma-alueilla kasvua hulevesivirtaaman määrässä, mikä aiheuttaa tulvimista päävirtausreiteillä. Tämän takia on perusteltua suunnitella alueelle hallintatoimenpiteitä, joilla hulevesivirtaamia saadaan tasattua ja viivytettyä siten, että tulvimiselta vältytään. Tulvimisen estämisen lisäksi hulevesien hallintatoimenpiteillä tavoitellaan Mätäjokeen purkautuvan virtaaman tasaamista sekä parempaa vesitasapainoa selvitysalueella eli pintavalunnan kokonaismäärän vähentämistä.

5.2 Yleiset periaatteet

Hulevesien hallintatoimenpiteet on suunniteltu Helsingin kaupungin hulevesistrategian mukaisesti. Hulevesistrategian yhtenä tavoitteena on tulvien hallitseminen kaupunkialueella. Yleissuunnitelman ensimmäisessä vaiheessa (A) on tarkasteltu alueellisten hulevesien hallintamenetelmien vaikutusta virtaamien säätelyssä. Toisessa vaiheessa (B) alueellisten hallintamenetelmien toimintaa tuetaan kiinteistö- ja korttelikohtaisilla menetelmillä.

Yleissuunnitelman tarkoituksena on hulevesien hallinnan huomiointi huleveden muodostumisalueelta purkupisteeseen saakka. Hulevesien hallintatoimenpiteet koostuvat hulevesien hallitusta kokoamisesta, läpäisevien pinnoitteiden käytöstä sekä luontaisten kosteikkojen ja painanteiden hyödyntämisestä.

Mitoitusperusteena on käytetty kappaleessa 3.2 kuvattua kerran viidessä vuodessa toistuvaa 60 minuutin rankkasadetta rankkuudeltaan 52 l/(s*ha). Koska ilmastonmuutoksen seurauksena rankka- ja talvisateiden määrä tulee lisääntymään, on tarpeen tarkastella hallintatoimenpiteiden mitoitus myös rankemmilla sateilla. Poikkeuksellisia tilanteita kuvaavina mitoitusasteina on käytetty kerran kymmenessä vuodessa toistuvaa yhden tunnin sadetta sekä kerran sadassa vuodessa toistuvaa yhden tunnin sadetta.

5.3 Hulevesien hallintasuunnitelma

5.3.1 Yleistä

Yleissuunnitelmassa esitetään hulevesien hallintatoimenpiteiden sijainnit ja mitoitus. Valuma-aluekohtaiset viivytysalueet on esitetty liitteenä 1 olevassa suunnitelmakartassa. Kiinteistö- ja korttelikohtaisista menetelmistä on esitetty eri tehokkuuksilla tarvittava viivytystilavuus sekä niiden vaikutus alueellisten viivytysalueiden mitoitukseen. Hallintamenetelmien rakennetta ja ominaisuuksia on kuvattu kappaleessa 6.

5.3.2 Hallintamenetelmien suunnittelu mallinnuksen avulla

Hulevesien hallintatoimenpiteet on suunniteltu ja mitoitettu hulevesimallin avulla. Karttatarkastelujen perusteella määritettiin ensin mahdolliset sijoituspaikat viivytysalueille sellaisista maastonkohdista, joihin hulevedet voidaan helposti johtaa ja viivyttämisen on maastonmuotojen sekä suunnitellun maankäytön perusteella mahdollista. Sijainnit noudattelevat v. 2007 yleissuunnitelmassa esitettyjä viivytyspaikkoja. Tämän jälkeen viivytysalueet syötettiin hulevesimalliin ja tutkittiin eri tilavuuksien vaikutusta virtaamiin tarkastelupisteissä. Viivytysalueiden lisäksi mallinnuksella tarkasteltiin korttelikohtaisen viivytysmenetelmien vaikutusta kokonaisuuteen.

5.3.3 Tarkastellut suunnitelmavaihtoehdot

Haluttu tavoite hulevesien hallinnalle oli, että suunnitellun maankäytön aiheuttama kasvu hulevesivirtaamisessa saataisiin tasattua nykytilanteen tasolle Mätäjoen suuntaan purkavilla valuma-alueilla siten, että tulvimista ei esiinny.

Hallintasuunnitelman toteuttamista tarkasteltiin kahden vaihtoehdon mukaisesti, jotka olivat:

A. Hallinta toteutetaan pelkästään viivytysalueilla

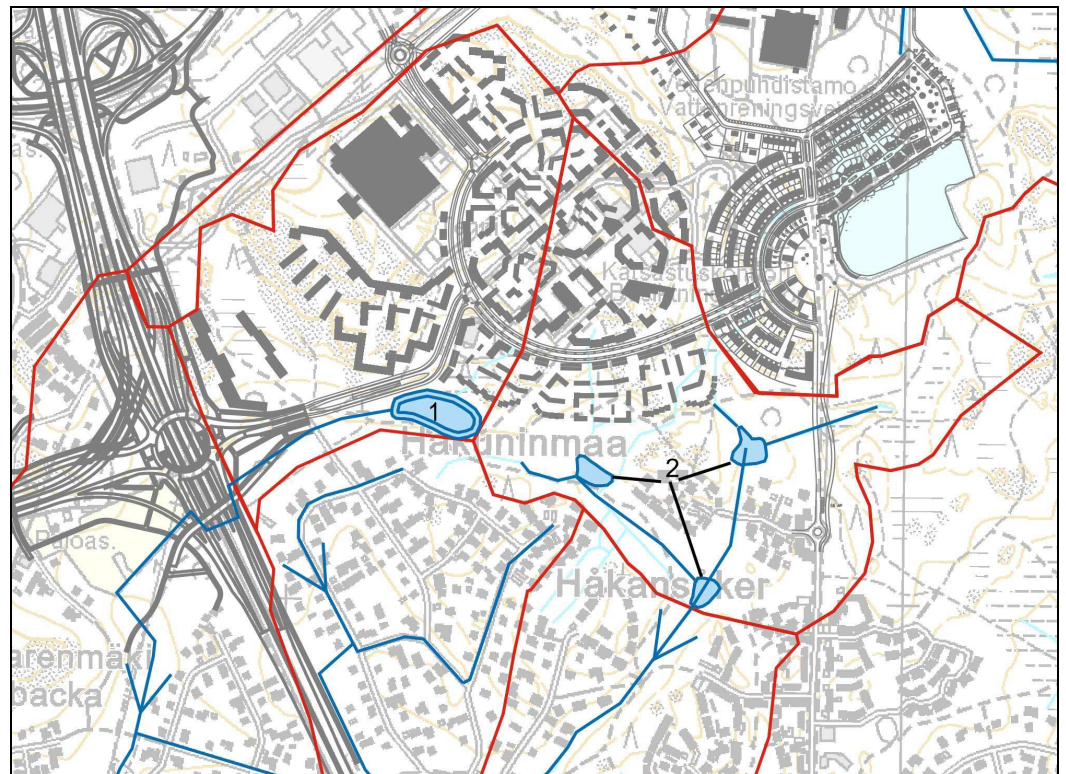
B. Hallinta toteutetaan hajautetusti siten, että tulva-alueiden lisäksi toteutetaan korttelikohtaisia viivytysmenetelmiä eri tehokkuuksilla.

Molempia hallintavaihtoehtoja (A ja B) tarkasteltiin aiemmin esitettyjen, hulevesien johtamissuuntien osalta toisistaan eroavien vaihtoehtojen 1 ja 2 mukaisissa tilanteissa.

Kuvassa 19 on esitetty viivytysalueiden mahdolliset sijainnit. Pinta-alavaraus kuvassa on määritetty karttatarkastelujen perusteella. Viivytysalue 1 on suunniteltu yhdeksi kokonaisuudeksi, mutta viivytysalue 2 on hajautettu kolmeen osaan.

17.6.2009

0100-D2830



Kuva 19. Viivytyalueiden sijainnit.

5.3.4 Hulevesien hallinnan tarkastelu A

Hallintavaihtoehdossa A hallintaa tarkasteltiin pelkästään viivytyalueilla. Tarvittava viivytytilavuus on määritetty hulevesimallinnuksen avulla. Taulukossa 3 on esitetty viivytyalueiden mitoitustiedot johtamissuuntien osalta toisistaan eroavien vaihtoehtojen 1 ja 2 mukaisissa tilanteissa. Hulevesien hallinta on siis ajateltu toteutettavan pelkästään keskitetyillä viivytyalueilla.

Taulukko 3. Viivytyalueiden mitoitustiedot, kun hallinta toteutetaan pelkästään keskitetysti.

Viivytyalue	Tilavuus [m ³]	Pinta-alavaraus [m ²]
VE1:		
Viivytyalue 1	1900	4500
Viivytyalue 2	1700	5300
VE2:		
Viivytyalue 1	3300	4500
Viivytyalue 2	0	0

Taulukossa 3 esitettyjen viivytyalueiden avulla hulevesivirtaamat saadaan tasattua nykytilanteen tasolle Hämeenlinnanväylän alituksen kohdalla. Valuma-alueen 1 osalta tulviminen Hämeenlinnanväylän alituksen kohdalla voidaan viivytyalueella estää kokonaan. Valuma-alueella 2 Hämeenlinnanväylän alituksen kohdalla tulvimista voi esiintyä nykytilannetta vastaavalla tasolla, sillä tulvimisen aiheuttavat suunnitellun viivytyalueen alapuolisten valuma-alueiden hulevedet.

Hulevesivirtaama Mätäjokeen kokonaisuudessaan hieman kasvaa valuma-alueelta 1, sillä ko. viivytyalueella ei voida tasata alapuolisen Kehä II:n aiheuttamaa lisää hulevesivirtaamassa.

Karttatarkastelujen perusteella vaihtoehdon 1 pitäisi olla toteutettavissa viivytyksen vaatiman tilantarpeen kannalta. Kyseessä olevalla pinta-alavarauksella viivytyksalueen tulisi syvyydeltään olla keskimäärin 0.4 metriä. Hallintavaihtoehdossa 2 viivytyksalueen 1 tilavuus lähes kaksinkertaistuu vaihtoehtoon 1 verrattuna, mikä voi tilantarpeen vuoksi osoittautua liian kovaksi vaatimukseksi ja siten toteuttamiskelvottomaksi hallintavaihtoehdoksi. Jotta allas voitaisiin toteuttaa tarvittavalle viivytyksalavuukselle, tulisi sen olla syvyydeltään keskimäärin 0.7 metriä, mikä asutusalueen läheisyydessä voi aiheuttaa turvallisuusriskin.

5.3.5 Hulevesien hallinnan tarkastelu B

Toisessa vaiheessa tarkasteluun lisättiin kiinteistö- ja korttelikohtaiset menetelmät. Kiinteistö- ja korttelikohtaiset menetelmät on myös mitoitettu kerran viidessä vuodessa toistuvalla rankkasateella, jonka kestoajaksi on valittu valuma-alueiden pienuuden vuoksi 10 minuuttia. Kokonaissademäärä on tällöin noin 10 mm.

Kymmenen minuutin sateella mitoitettujen järjestelmien pidättävät 5 vuoden välein toistuvan 60 minuutin sateen aiheuttamia hulevesiä ensimmäisen 32 minuutin ajan. Tämän jälkeen menetelmät ovat täynnä ja hulevedet alkavat purkautua rakennetuilta alueilta kohti viivytyksalueita.

Korttelikohtaisten menetelmien tarvitseva viivytyksalavuus 10 mm sateen aiheuttamia hulevesiä varten on $1 \text{ m}^3/100 \text{ m}^2$ läpäisemättömä pinta kohti. Korttelikohtaisten menetelmien viivytyksvaatimus edellä esitetyllä tehokkuudella määritettiin Kuninkaantammen OYK-alueelle (valuma-alueille 1A ja 2A). Viivytyksvaatimukset on esitetty *taulukossa 4*.

Taulukko 4. Korttelikohtainen viivytyksvaatimus OYK-alueella eli valuma-alueilla 1A ja 2A korttelitehokkuudella $1 \text{ m}^3/100 \text{ m}^2$.

Valuma-alue	KK-vaatimus [m ³]
1A	1500
2A	1300
1A+2A	2800

Taulukossa 4 esitettyihin viivytyksvaatimuksiin on huomioitu myös viheralueilla, sorakentillä ym. läpäisevillä pinnoilla muodostuvat hulevedet. Taulukon 4 arvot sisältävät myös nykyään rakennetuilla alueilla muodostuvien vesien osuuden. Mikäli korttelikohtainen viivytyksvaatimus tulee ainoastaan OYK-alueelle tuleville uusille läpäisemättömille pinnoille, on vaadittava viivytyksalavuus noin 80 % taulukon 4 arvoista.

Hulevesimallin avulla määritettiin viivytyksalueiden tarvittavat tilavuudet erisuuruuksilla korttelikohtaisilla viivytyksvaatimuksilla. Tarkasteltavina olivat viivytyksvaatimukset 1 m^3 , $0,75 \text{ m}^3$, $0,50 \text{ m}^3$ ja $0,25 \text{ m}^3 / 100 \text{ m}^2$ läpäisemättömä pinta. Lisäksi viivytyksalueiden tilavuutta tarkasteltiin alueen uusien läpäisemättömien pintojen korttelikohtaisella viivytyksvaatimuksella $0,80 \text{ m}^3/100 \text{ m}^2$. *Taulukossa 5* on esitetty korttelikohtaisen viivytyksen vaikutus viivytyksalueiden mitoitukseen eri vaatimustasoilla.

Taulukko 5. Alueellisten viivytysalueiden tilavuus eri korttelikohtaisilla viivytysvaatimuksilla.

Viivytysalue [m ³]	KK 100 %	KK 75 %	KK 50 %	KK 25 %	KK 80 %
VE1:					
Viivytysalue 1	500	900	1200	1550	800
Viivytysalue 2	300	600	1000	1400	650
VE2:					
Viivytysalue 1	200	1000	1750	5600	1000
Viivytysalue 2	0	0	0	0	0

Taulukosta 5 voidaan nähdä, että alueellisten viivytysalueiden tilavuudet ovat sitä pienemmät mitä tehokkaampi korttelialueilla tapahtuva viivytys on. Esimerkiksi VE1:ssä viivytysalueiden tarvittavat tilavuudet ovat 500 m³ ja 300 m³, kun korttelikohtainen viivytysvaatimus on 1 m³/100 m² (100 %). Kun korttelivaatimus vähennetään puoleen eli vaatimukseen 0,5 m³/100 m², alueellisten viivytysaltaiden tarvittava tilavuusvaatimus yli kaksinkertaistuu.

5.3.6 Valittu suunnitelmaratkaisu

Edellisessä luvussa esitetyistä hallintavaihtoehdoista toteuttamiskelpoisimmaksi vaihtoehdoiksi voidaan todeta vaihtoehdot, joissa hallinta toteutetaan yhdistämällä alueelliset ja korttelikohtaiset menetelmät (vaihtoehto B). Varsinaisten alueellisten viivytysalueiden vaatima tilantarve pienenee huomattavasti, kun hallintaa toteutetaan jo korttelialueella.

Toteuttamiskelpoisin vaihtoehto ottaen huomioon sekä korttelialueelle että viheralueille sijoittuvien hallintatoimenpiteiden vaatima tilantarve, lienee vaihtoehto B-VE1 korttelitehokkuudella 0,5 m³/100 m². Tässä vaihtoehdossa keskitetyt viivytysalueet voidaan toteuttaa suhteellisen matalina eikä myöskään korttelikohtainen viivytysvaatimus ole liian vaativa toteuttaa. Korttelikohtaisen viivytysvaatimuksen asettaminen koko alueen tasolla 50 %:iin on realismia, koska tilanne, jossa kaikki läpäisemättömät pinnat, niin katu-, tori- kuin korttelialueetkin kytkeytyisivät johonkin hallintamenetelmään ennen huleveden purkautumista eteenpäin, ei todennäköisesti ole toteutettavissa.

Taulukossa 6 on esitetty toteuttamiskelpoisimmaksi arvioidun hallintakokonaisuuden mitoitus tiedot.

Taulukko 6. Valitun hallintavaihtoehdon mitoitus tiedot.

Valuma-alue 1		Valuma-alue 2	
Alueellinen viivytys [m ³]	Kortteli-viivytys [m ³]	Alueellinen viivytys [m ³]	Kortteli-viivytys [m ³]
1200	750	1000	650

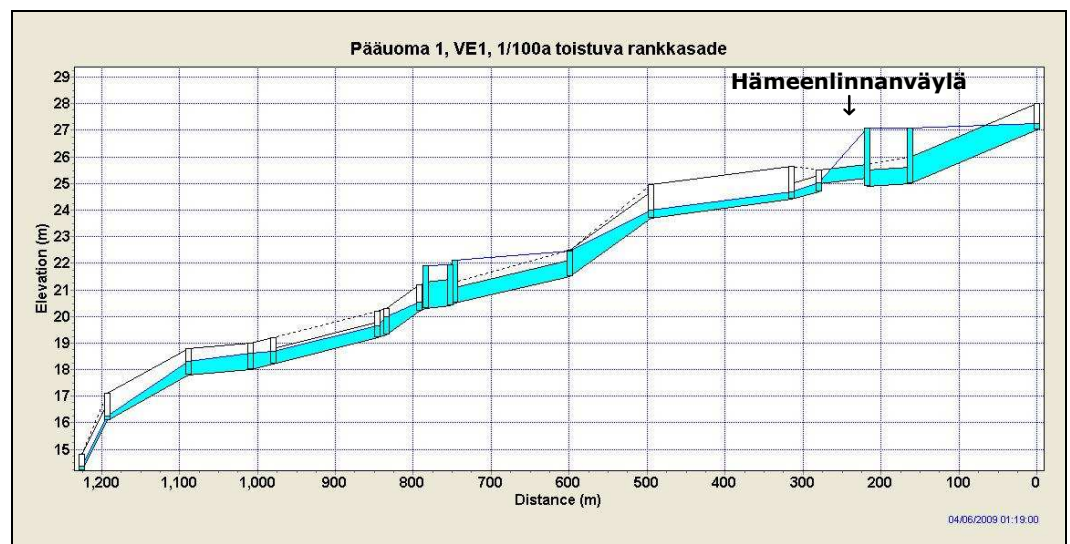
Viivytysalueiden maksimialuevarauksilla, valuma-alueen 1 viivytysalue voidaan toteuttaa keskimääräisellä syvyydellä 0.25 m ja viivytysalue 2 keskimääräisellä syvyydellä 0.15 m. Asuinalueen läheisyydessä em. syvyydet ovat hyvin toteutettavissa. Liitteenä 1 on esitetty yleissuunnitelma hulevesien hallinnasta.

5.3.7 Harvinaisten sadetapahtumien vaikutus hallintatoimenpiteiden mitoitukseen

Mallinnuksella osoitettiin, että viiden vuoden toistuvuudella osayleiskaava-alueella muodostuvat hulevesivirtaamat voidaan hallita nykytilannetta vastaavalle tasolle. Viivytysalueet joudutaan kuitenkin tilanpuutteen vuoksi mitoitamaan siten, että vettä ei pidätetä kovin pitkiksi ajoiksi, mistä johtuen Mätäjokeen johdettavaa pitkäaikaista virtaamaa niillä ei saavuteta. Menetelmien kykyä käsitellä hyvin poikkeuksellisten tilanteiden aiheuttamia hulevesimääriä ei myöskään tällä mitoituksella varmisteta.

Mätäjoen sekä ilmastonmuutoksen aiheuttaman sademäärien lisääntymisen takia todettiin tarpeelliseksi tarkastella vielä lähemmin, minkälaisia tilavaroja tarvittaisiin pitkäkestoisemman virtaaman takaavan vesimäärän varastointiin. Tarkasteltavaksi valittiin kerran kymmenessä vuodessa toistuva yhden tunnin sade rankkuudeltaan 62,5 l/(s*ha) sekä kerran sadassa vuodessa toistuva tunnin sade rankkuudeltaan 104,2 l/(s*ha).

Kuvassa 20 on esitetty pituusleikkaus pääuomasta 1 tulevassa tilanteessa VE1, kun mitoitussateena on kerran sadassa vuodessa toistuva tunnin sade.



Kuva 20. Pituusleikkaus pääuomasta 2 tulevassa tilanteessa VE1 kerran kymmenessä vuodessa toistuvan sateen aikana.

Kuvasta 20 nähdään, että erittäin rankkojen sateiden aikana Hämeenlinnaväylän alituksen yläpuolelle hulevettä padottuu lähes 1,5 m korkeudelle. Tällöin myös hallintatoimenpiteet vaativat huomattavasti suuremmat aluevaraukset.

Taulukossa 7 on esitetty viivytysalueiden tilavuusvaatimukset kerran kymmenessä vuodessa sekä kerran sadassa vuodessa toistuvan yhden tunnin sateen aikana.

Taulukko 7. Viivytyalueiden tilavuusvaatimukset kerran kymmenessä ja kerran sadassa vuodessa toistuvilla sateilla ilman korttelikohtaista viivytystä.

Viivytyalue [m ³]	1/10a 1 h sade	1/100a 1 h sade
VE1:		
Viivytyalue 1	2400	4600
Viivytyalue 2	2200	4200
VE2:		
Viivytyalue 1	4200	7700
Viivytyalue 2	0	0

Vertaamalla taulukon 3 ja 6 arvoja nähdään, että tilavuusvaatimus kasvaa 25 % kun mitoitussateen toistuvuus on kerran kymmenessä vuodessa ja 140 % kun mitoitussateen toistuvuus on kerran sadassa vuodessa.

Poikkeuksellisten mitoitussateiden aiheuttamien viivytyvaatimusten kasvua tarkasteltiin myös silloin, kun korttelikohtaiset menetelmät ovat tarkastelussa mukana. *Taulukoissa 8 ja 9* on esitetty viivytyalueiden tilavuusvaatimukset, kun hallintaa toteutetaan myös korttelikohtaisilla menetelmillä.

Taulukko 8. Viivytyalueiden tilavuusvaatimukset kerran kymmenessä vuodessa toistuvalla sateella.

1/10 a 1h sade					
Viivytyalue [m ³]	KK 100 %	KK 75 %	KK 50 %	KK 25 %	KK 80 %
VE1:					
Viivytyalue 1	1100	1500	1800	2100	1400
Viivytyalue 2	600	900	1400	1800	1000
VE2:					
Viivytyalue 1	1000	1800	2500	3350	1900
Viivytyalue 2	0	0	0	0	0

Taulukko 9. Viivytyalueiden tilavuusvaatimukset kerran sadassa vuodessa toistuvalla sateella.

1/100 a 1h sade					
Viivytyalue [m ³]	KK 100 %	KK 75 %	KK 50 %	KK 25 %	KK 80 %
VE1:					
Viivytyalue 1	3200	3700	4100	4400	3600
Viivytyalue 2	2300	2600	3250	3800	2600
VE2:					
Viivytyalue 1	4500	5200	6000	7000	5200
Viivytyalue 2	0	0	0	0	0

Vertaamalla taulukoiden 8 ja 9 arvoja taulukon 5 arvoihin, voidaan todeta, että myös korttelikohtaiset menetelmät huomioituna hallintamenetelmien kokonaistilavuusvaatimus kasvaa kerran kymmenessä vuodessa toistuvalla sateella 25 % ja kerran sadassa vuodessa toistuvalla sateella noin 140 %.

Kerran kymmenessä vuodessa tapahtuvan rankkasateen aiheuttamat hulevedet voidaan hallita kohtuullisen hyvin joko rakentamalla alueelliset viivytysalueet laajempina tai lisäämällä korttelikohtaisten menetelmien tehokkuutta. Kerran viidessä vuodessa toistuvan mitoitussateen mukaiseen hallintakokonaisuuteen päästään kerran kymmenessä vuodessa toistuvalla sateella joko nostamalla korttelikohtainen viivytystehokkuus 100 %:iin eli viivytysvaatimukseen $1 \text{ m}^3/100 \text{ m}^2$ tai rakentamalla viivytysaltaat laajempina. Sen sijaan rankkasateen ollessa kerran sadassa vuodessa toistuva, ei mahdollisuuksien rajoissa toteutettavilla menetelmillä pystytä hallitsemaan hulevesivirtaamia.

5.3.8 Hulevesien hallinta virtausreittien vedenjohtokykyä kasvattamalla

Hallintatoimenpiteiden suunnittelun lähtökohtana ovat olleet Helsingin kaupungin hulevesistrategian mukaiset periaatteet. Strategian mukaisesti hulevedet ensisijaisesti käsitellään niiden syntypaikalla sekä johdetaan viivyttäen. Työn loppuvaiheessa tilaaja totesi, että tulevan maankäytön myötä päävirtausreittien rumpujen kapasiteettia tullaan tarpeen mukaan kasvattamaan, jotta ne eivät padota hulevesiä ja siten ole hallintatoimenpiteiden mitoitukseen vaikuttava tekijä. Vaikka hulevesien hallinta virtausreittien vedenjohtokykyä kasvattamalla ei noudata hulevesistrategiaa, todettiin tarpeelliseksi selvittää hulevesimallin avulla virtausreittien rumpujen ym. rajoittavien osuuksien tarvittavat koot, jotta hulevesien padottumista ei tapahdu.

Virtausreittien mitoitusta tarkasteltiin kerran viidessä ja kerran sadassa vuodessa toistuvilla yhden tunnin sateilla. Tarkastelu tehtiin nykytilanteessa sekä vaihtoehdon 1 mukaisessa tulevassa tilanteessa. Alla on esitetty tarvittavat toimenpiteet edellä esitetyissä tilanteissa.

1/5a 1h sade, nykytila:

Virtausreitit 1 kapasiteetti on riittävä.

Virtausreitillä 2 tulee kasvattaa sekä rumpujen että sadevesiviemäreiden kapasiteettia, jotta huleveden padottumista ei tapahdu. Reitin pohjoisosassa Kallantien alittavan Ds 800 rummun kapasiteetti on riittävä, mikäli rummun koko virtausala on käytettävissä eli rumpu ei ole liettynyt tai roskien tukkima. Rummun jälkeiset Ds 800 sadevesiviemäriosoudet tulee kasvattaa kokoon Ds 1000 ja Ds 1200. Hämeenlinnanväylän alituksen kohdalle tarvitaan nykyisen Ds 1200 rummun tilalle joko toinen Ds 1200 rumpu tai ne voidaan korvata suuremmalla Ds 1600 rummulla. Rummun jälkeiset Ds 1400 sadevesiviemäriosoudet tulee kasvattaa kokoon Ds 1600. Runonlaulajantien alittava nykyinen Ds 1200 rumpu on riittävä, mikäli sen koko virtausala on käytettävissä.

1/5a 1h sade, tuleva tilanne VE1:

Virtausreitillä 1 Hämeenlinnanväylän alittava nykyinen Ds 800 rumpu tulee kasvattaa kokoon Ds 1000. Myös yläpuolista ojaa tulee laajentaa syventämällä tai leventämällä. Lisäksi reitin eteläosassa Kaarenmäen alueella oleva Ds 600 rumpu tulee kasvattaa kokoon Ds 800.

Virtausreittiä 2 pitkin johdettava hulevesivirtaama vastaa suunnilleen nykytilanteen virtaamaa, joten tarvittavat toimenpiteet ovat samat kuin nykytilanteessa.

1/100a 1h sade, nykytila:

Virtausreitillä 1 Hämeenlinnanväylän alittavan nykyisen Ds 800 rummun kapasiteetti on riittävä, mikäli koko vesitilavuus on käytettävissä. Reitin eteläosassa Kaarenmäen alueella oleva Ds 600 rumpu tulee kasvattaa kokoon Ds 800.

Virtausreitin 2 kapasiteettia tulee kasvattaa merkittävästi, jotta huleveden padottumista ei tapahdu. Nykyinen Kalannintien alittava Ds 800 rumpu tulee kasvattaa kokoon Ds 1400 tai se voidaan korvata kahdella Ds 1200 rummulla. Rummun jälkeiset Ds 800 sadevesiviemäriosoudet tulee kasvattaa kokoon Ds 1600. Myös ojaosuutta tulee laajentaa. Hämeenlinnanväylän alituksen nykyinen Ds 1200 rumpu on korvattava kahdella Ds 2500 rummulla. Rummun jälkeiset Ds 1400 sadevesiviemäriosoudet tulee kasvattaa kokoon Ds 2000. Runonlaajantien alittava nykyinen Ds 1200 rumpu korvataan kahdella Ds 2000 rummulla.

1/100a 1h sade, tuleva tilanne VE1:

Virtausreitillä 1 Hämeenlinnanväylän alittavan nykyisen Ds 800 rummun kapasiteetti ei riitä vaan se tulee korvata joko kahdella Ds 1000 tai yhdellä Ds 1600 rummulla. Alituksen yläpuolella ojaa tulee syventää tai leventää. Lisäksi reitin eteläosassa Kaarenmäen alueella olevat rummut tulee olla kooltaan noin Ds 1400 ja ojaosuuksia myös tulee selvästi laajentaa.

Virtausreittiä 2 pitkin johdettava hulevesivirtaama vastaa suunnilleen nykytilanteen virtaamaa, joten tarvittavat toimenpiteet ovat samat kuin nykytilanteessa.

Kuten yllä esitetyistä toimenpide-esityksistä nähdään, on hulevesien hallinta kerran viidessä vuodessa toistuvalla sateella mahdollista toteuttaa rumpuja ja putkiosuuksia isontamalla. Sen sijaan kerran sadassa vuodessa toistuvan sateen eli suuren tulvatilanteen aikana hulevesien hallinta virtausreittien kapasiteettia kasvattamalla on lähes mahdoton toteuttaa. Jotta hulevedet saataisiin johdettua, olisi lähes kaikki putkiosuudet korvattava huomattavasti suuremmilla putkilla sekä myös ojaosuuksia olisi laajennettava. Hallintaa johtokykyä kasvattamalla ei voida pitää suositeltavana vaihtoehtona, sillä se ei noudata hulevesistrategian periaatteita ja reitit olisivat normaalitilanteessa aivan liian ylimitoitettuja.

6 ERI HALLINTAMENETELMIEN KUVAUS

6.1 Alueelliset hallintamenetelmät

6.1.1 Rakenne ja toimintaperiaate

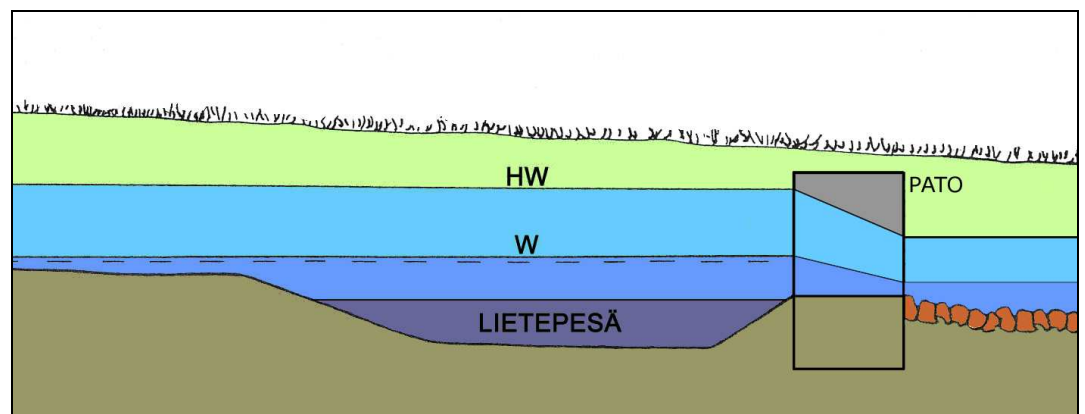
Yleissuunnitelmassa alueellisiksi hulevesien hallintamenetelmiksi on esitetty viivytysalueita eli hulevesikosteikkoja tai -altaita. Menetelmien sijaintipaikat on valittu siten, että ne sijoittuvat pääasiassa olemassa oleville pintavalunnan purkureiteille tai maastopainanteisiin, joihin hulevedet voidaan helposti johdattaa. Menetelmien sijoittaminen painanteisiin vähentää lisäksi tarvittavia rakennustöitä, kun helpoimmillaan kosteikko voidaan toteuttaa pelkästään paotamalla purku-uoma. Kosteikkoja yhdistävät toisiinsa ojat ja purot.

Kosteikolla pystytään hidastamaan ja viivyttämään suuriakin hulevesimääriä, jolloin ehkäistään eroosiota ja tulvimista alapuolisilla purkureiteillä. Viivyttäminen mahdollistaa myös kiintoaineksen ja siihen sitoutuneiden epäpuhtauksien laskeutumisen kosteikon pohjalle. Kosteikkokasvillisuus pystyy lisäksi sitomaan itseensä ravinteita ja epäpuhtauksia.

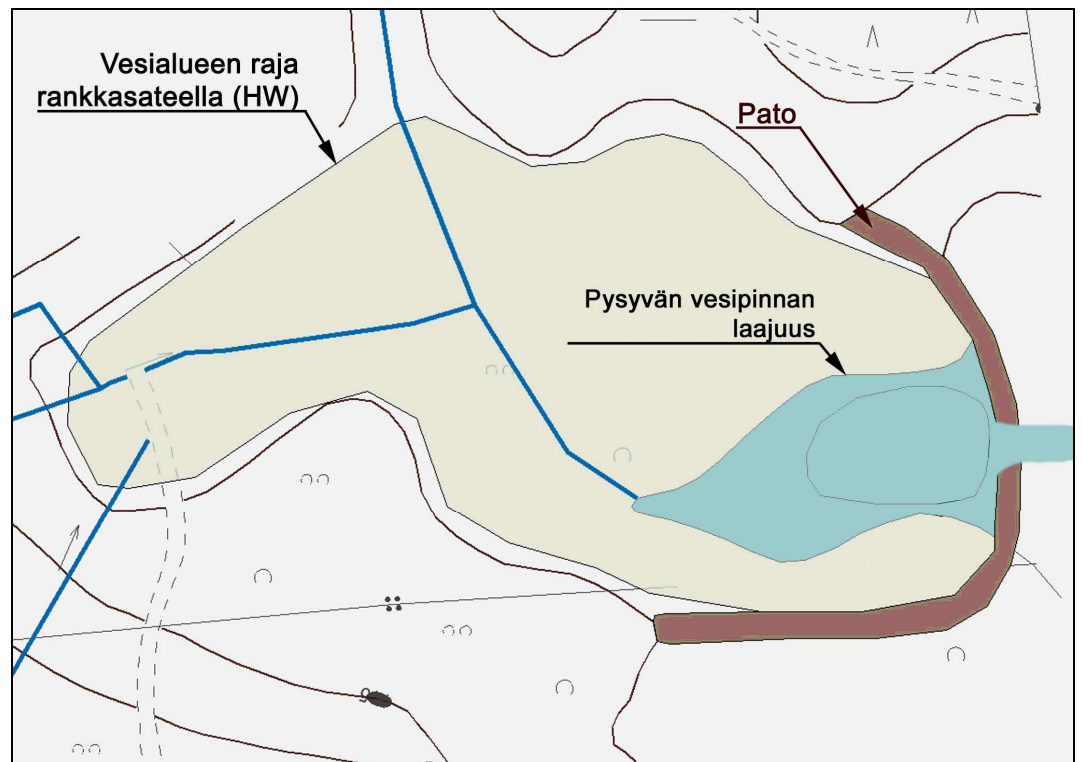
Kosteikot toteutetaan rakentamalla purku-uomaan pato, jonka aukolla kosteikon läpäisevä virtaama säädetään halutun mukaiseksi. Kosteikot suunnitellaan siten, että niiden avulla pystytään säilyttämään valuma-alueelta purkautuva virtaama nykytilanteen mukaisena viiden vuoden toistuvuuteen asti. Pato estää sallitun virtaaman ylittävän osuuden etenemisen ja tämä vesimäärä leviää kosteikon tulva-alueelle.

Kosteikon purkupäähän on suositeltavaa jättää pieni pysyvä vesiallas, joka toimii lietetilana, johon kiintoaine laskeutuu. Usein alkuperäinen painanne tai purouma on niin kapea tai matala, että toimivan kokoisen kosteikon tai lammikon toteuttaminen edellyttää kaivutöitä, etenkin syvemmän veden alueen tai lietetilan toteuttamiseksi.

Kosteikon rakennetta on havainnollistettu *kuvissa 21 ja 22*.



Kuva 21. Pituusleikkausesimerkki kosteikosta.



Kuva 22. Havainnekuva kosteikosta.

6.1.2 Mitoitus

Koska suunnitelmat on laadittu yleiskaavan pohjalta yleissuunnitelmatasoisina, kosteikot on esitetty periaatteellisina aluevarauksina. Suunnitellut kosteikot on mitoitettu kerran viidessä vuodessa toistuvan tunnin kestävästä mitoitussateesta (rankkuus 52 l/s*ha) mukaisesti. Kosteikoilla pystytään siis estämään rakentamisesta aiheutuva virtaamalisäys viiden vuoden toistuvuuteen asti (yhdessä korttelikohtaisten menetelmien kanssa). Lopulliset pinta-alat ja vesisyvytydet määräytyvät tarkemman suunnittelun yhteydessä.

6.1.3 Rakentaminen ja kunnossapito

Alueelliset hallintamenetelmät suositellaan toteutettavaksi ennen varsinaisten kortteleiden rakennustöiden alkamista, jotta niillä voidaan vähentää myös rakentamisesta aiheutuvaa sedimenttikeruormitusta. Kosteikkojen rakentaminen olisi hyvä tehdä siten, että painanteissa olemassa olevasta kasvillisuudesta säilytettäisiin mahdollisimman suuri osa, jotta kosteikkojen kiintoaineen ja ravinteiden pidätyskyky on hyvä heti toteuttamisen jälkeen.

Alueelliset kosteikot vaativat vain vähäisiä huoltotoimenpiteitä. Kosteikkojen patorakenteet tulisi tarkastaa ja purkuputki siivota kaksi kertaa vuodessa, lumien sulamisen jälkeen sekä syksyllä ennen talven tuloa.

6.2 Kiinteistö- ja korttelikohtaiset hallintamenetelmät

6.2.1 Yleistä

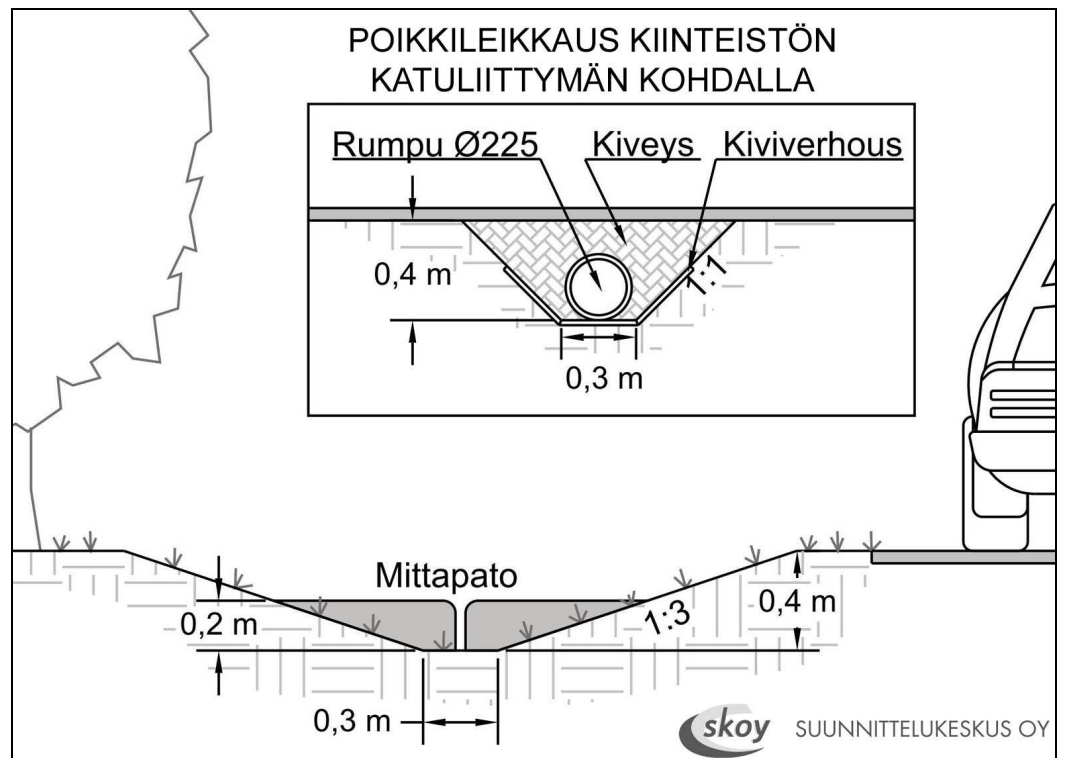
Alueellisten hulevesien hallintamenetelmien toimintavarmuutta voidaan tehostaa sekä pinta-alan tarvetta pienentää hajauttamalla hulevesien hallintaa korttelialueille. Kiinteistö- ja korttelikohtaiset menetelmät ovat pinta-alaltaan pienehköjä ja niillä tulisi pyrkiä ennen kaikkia hulevesien imeyttämiseen. Etenkin laadultaan puhtaampien kattovesien imeyttäminen on suositeltavaa.

Mahdollisia kiinteistö- ja korttelikohtaisia menetelmiä ovat mm. viherpainanteet ja imeytysojat, erilaiset imeytyskaivot ja -kaivannot sekä vettä läpäisevien pinnoitteiden käyttö.

Menetelmät toteutetaan hajautettuina, jolloin jokaisen kiinteistön alueella on yksi tai useampia rakenteita. Hulevedet johdetaan viivytyksen menetelmiin joko suoraan läpäisemättömiltä pinnoilta kaatojen avulla tai rakennettuja virtausreittejä, kuten kivettyjä painanteita tai matalia ojia pitkin. Mikäli kiinteistökohtaisten menetelmien toteuttaminen ei ole mahdollista esim. tilanpuutteesta johtuen, voidaan menetelmät toteuttaa useamman kiinteistön yhteisinä tai korttelikohtaisina rakenteina.

6.2.2 Viherpainanteet ja imeytysojat

Viherpainanteet ovat matalia ja leveitä nurmetettuja tai muuten kasvillisuuden peittämiä ojia, joiden pituuskaltevuus on pieni, alle 4 %. Niiden tarkoituksena on johtaa hulevettä hitaasti eteenpäin ja samalla pidättää haitta-aineita, parantaa imeytymistä ja pienentää virtausnopeutta. Viherpainanteet voivat olla kuivia tai märkiä, ts. niissä voidaan sallia pysyvä vesipinta, mikäli siitä ei aiheudu haittaa. Painanteisiin voidaan rakentaa matalia pohjapatoja, mikäli maasto on jyrkkää ja pituuskaltevuus ylittää suositukset. Viherpainanteet ovat tyyppillisesti korttelikohtaisia tai ainakin muutaman kiinteistön yhteisiä rakenteita. Viherpainanteet edellyttävät useamman metrin levyistä aluevarausta tonttien tai kortteleiden väliin. *Kuvissa 23-25* on havainnollistettu viherpainanteen rakennetta.



Kuva 23. Esimerkki viherpainanteen poikkileikkauksesta⁷.



Kuva 24. Havainnekuva viherpainanteesta kadun vieressä¹⁰.

¹⁰ Virginia stormwater management handbook. 1999. Department of conservation and recreation, Commonwealth of Virginia.

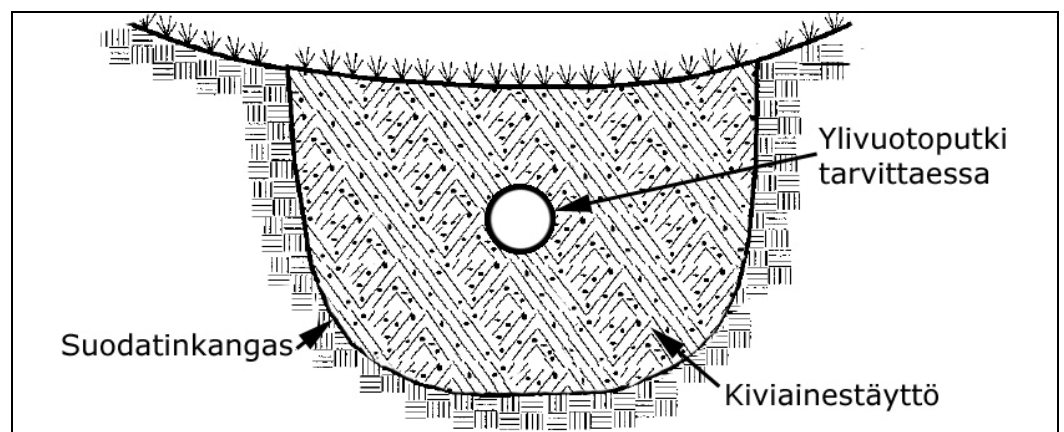
17.6.2009

0100-D2830



Kuva 25. Hulevesiä viivytävä leveä viherpainanne¹¹.

Imeytysojat ovat ojakaivantoja, jotka ovat osittain täytetty huokoisella materiaalilla, kuten soralla tai murskeella. Imeytysojat kykenevät pidättämään hulevettä täytemateriaaliinsa tehostaen sen imeytymistä maaperään. Imeytysojat voidaan varustaa myös salaojituksella ylimääräisen veden johtamiseksi eteenpäin esimerkiksi katualueiden yhteydessä, jossa rakenteiden kuivatus-tarve on suuri. Imeytysojat ovat myös yleensä useampaa kiinteistöä palvelevia. Imeytysojan rakennetta on havainnollistettu *kuvassa 26*.



Kuva 26. Imeytysojan poikkileikkaus¹².

¹¹ City of Portland. 2002. Stormwater management manual. Revision 2. Portland Oregon USA.

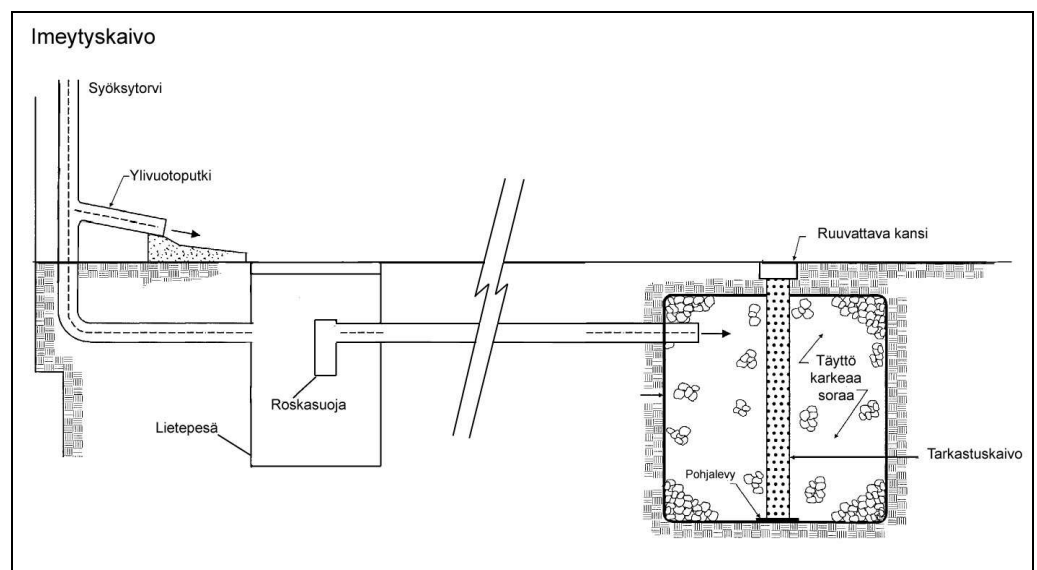
¹² Muokattu lähteestä: New York state stormwater management design manual. 2001.

6.2.3 Imeytyskaivot ja -kaivannot

Imeytykseen käytettäviä rakenteita on erilaisia. Ne vaihtelevat kokonsa ja käyttötarkoituksensa mukaisesti yhden rakennuksen kattovesiä imeyttävästä kaivosta suurtenkin alueiden vesiä imeyttäviin kaivantoihin tai altaisiin.

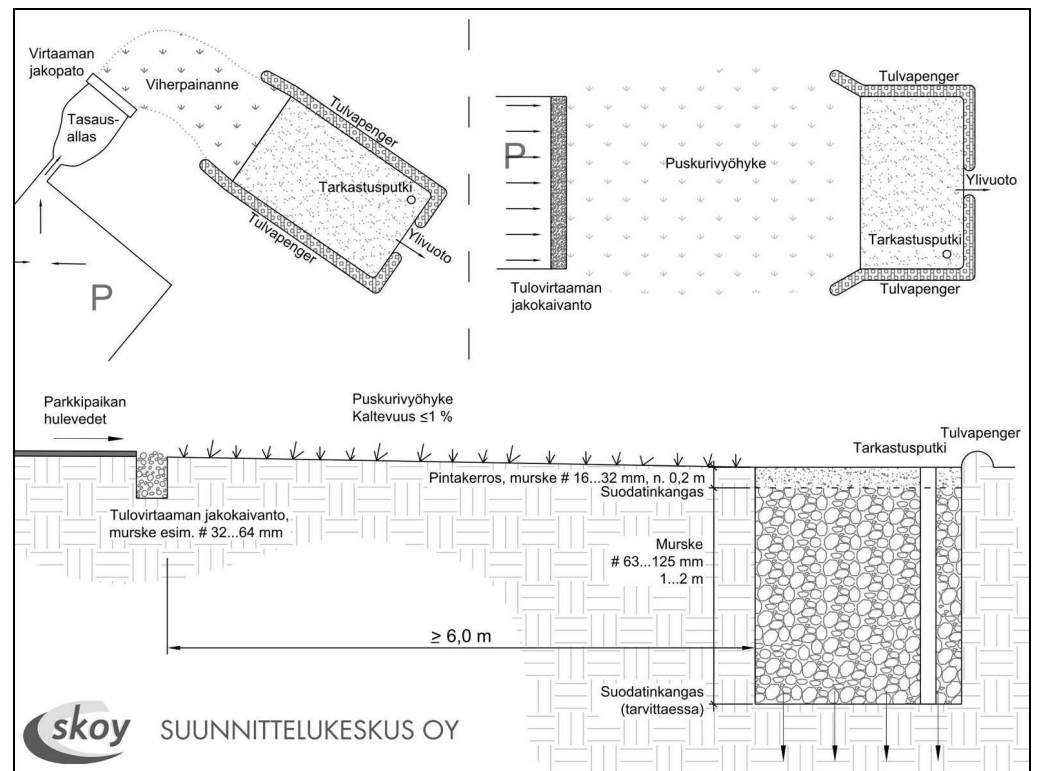
Huleveden imeyttämisen edellytykset ovat parhaimmillaan vesimäärien ollessa pieniä, jolloin vedenläpäisevyydeltään heikompaankin maaperään pystytään imeyttämään tavanomaisten sateiden aiheuttamat hulevedet. Imeytysrakenteet kannattaa siis toteuttaa mahdollisimman hajautettuna, jolloin menetelmät sijoittuisivat pääasiassa yksittäisille tonteille. Mikäli maaperä mahdollistaa suurempien vesimäärien imeytymisen ja mikäli tonteilla ei ole tilaa tonttikohtaisille imeytysmenetelmille, voidaan imeytysrakenteet toteuttaa suurempina kaivantoina, jotka keräävät vettä useamman kiinteistön alueelta. Tällaiset korttelikohtaiset menetelmät tulisi sijoittaa siten, että niiden välittömässä läheisyydessä ei ole kosteudesta kärsiviä rakenteita ja veden hetkellinen lammikoituminen olisi mahdollista.

Tonttikohtaisia imeytysrakenteita ovat esimerkiksi kattovesien imeytyskaivo, johon vedet johdetaan suoraan syöksytorvesta (ks. *kuva 27* tai imeytyskaivanto, johon voidaan johtaa myös päällystettyjen piha-alueiden vesiä (ks. *kuva 28*).



Kuva 27. Imeytyskaivo kattovesille⁷.

17.6.2009



Kuva 28. Avoimen imeytyskaivannon rakenne- ja sijoitusesimerkkejä⁷.

Kiinteistökohtaiset imeytysrakenteet voidaan toteuttaa myös ns. sadepuutarhoissa, joissa hulevedet johdetaan vettä kestävästä kasvillisuudesta peittämiin painanteisiin, joissa vesi lammikoituu hetkeksi ennen imeytymistään maaperään. Tällaisia menetelmiä on havainnollistettu kuvissa 29 ja 30. Ulkoasu voi olla vihreän sijasta myös karumpi, jolloin voidaan puhua "kivipuutarhasta" (ks. kuva 31.)



Kuva 29. Sadepuutarha piha- ja kattovesille¹⁰.

17.6.2009

0100-D2830



Kuva 30. Sadepuutarha pintavaluntaa varten¹³.



Kuva 31. Kivetty imeytys- tai viivytyspainanne "kivipuutarha"⁷.

¹³ Burnsville rainwater gardens. http://www.landandwater.com/features/vol48no5/vol48no5_2.html

Sade- ja kivipuutarhat voidaan toteuttaa myös hulevesiä pelkästään viivyttäväksi, jolloin ne varustetaan tyhjennysjärjestelmällä, joka purkaa vedet rakenteesta halutun ajan kuluessa. Tällöin mainittavaa imeytymistä ei tapahdu.

Useampaa kiinteistöä palvelevat imeytysmenetelmät ovat luonnollisesti pinta-alantarpeeltaan suurempia kuin yhden tontin menetelmät. Tällaiset menetelmät joudutaan sijoittamaan kiinteistöjen rajoille tai yleisille alueille. Tiheästi rakennetuilla alueilla ongelmaksi voi muodostua se, miten hulevedet saadaan johdettua keruualueelta pintavaluntana imeytyskaivantoon. Esimerkki tämänkaltaisesta rakenteesta on esitetty *kuvassa 32*.



Kuva 32. Useampaa kiinteistöä palveleva imeytyskaivanto¹⁰.

6.2.4 Lämpäisevät päällysteet

Vettä läpäisevien päällysteiden tarkoituksena on vähentää pintavaluntaa ja lisätä imeytyvän huleveden määrää. Lämpäiseviä päällysteitä, kuten kennosoraa (ks. kuva 33), suositellaan käytettäväksi asuinalueiden pysäköintialueilla ja muissa vastaavissa kohteissa, joihin ei kohdistu suurta kulutusta, kuten raskasta tai nopeaa liikennettä. Muovikennostoa voi käyttää myös nurmialueilla, jolloin pinnan kantavuus kasvaa tavalliseen nurmikenttään verrattuna.



Kuva 33. Kennosorapinnan rakentamista¹⁴.

Kennosoran lisäksi on markkinoilla myös muunlaisia läpäiseviä päällysteitä, kuten huokoista asfalttia tai erilaisia kiveyksiä. Yleinen ongelma niiden käytössä on hienoaineksen aiheuttama pinnan vähittäinen tukkeutuminen. Lämpäisevien päällysteiden käyttöön liittyviä haasteita pinnan tukkeutumisen lisäksi ovat soran kulkeutuminen ja lisäämistarve (kennosora) sekä huleveden imeytymistä rajoittavat tekijät, kuten lumi ja jää. Yleisesti ottaen läpäiseviä päällysteitä ei suositella alueille, joilla muodostuvat hulevedet ovat erityisen huonolaatuisia, koska tällöin muodostuu riski epäpuhtauksien pääsystä maaperään ja pohjavesiin.

¹⁴ Veg Tech Ab. Vegetationsteknik. Systemlösningar och produkter.

6.2.5 Viherkatot

Viherkatolla tarkoitetaan kasvillisuudella peitettyä kattopintaa, joka pidättää ja suodattaa vettä. Viherkatoilta valuvien hulevesien määrä on huomattavasti normaalia vähäisempi, kun sadevesi varastoituu kasvillisuuskerrokseen ja haihtuu joko suoraan tai kasvillisuuden käyttämänä. Ylimääräinen vesi valuu kasvillisuuskerroksen lävitse ja kerätään normaaleilla ränneillä ja syöksyputkilla.

Kattokasvillisuus voi olla laaja-alaista eli ohutta ja lähes koko kattopinnan peittävää tai keskitettyä, jolloin kerrospaksuus on suuri ja pinta-ala pienehkö. Kasvillisuus voi olla istutettua tai koostua valmiista matosta.

Laaja-alaisella kattokasvillisuudella pystytään tutkimusten mukaan vähentämään katoilta tulevien hulevesien vuotuista määrää n. 50 % ja viivyttämään tehokkaasti myös erittäin rankkojen sateiden aiheuttamaa virtaamaa. Viherkattoa ei tarvitse mitoittaa sademäärien mukaan. Rakennekerroksiltaan noin 50 mm paksuinen viherkatto pidättää vuotuisesta sademäärästä noin puolet¹⁴.

Viherkattojen käyttö sopii erityisesti alueille, joissa ei ole tilaa maahan sijoitettaville hulevesien hallintamenetelmille. Kattokasvillisuutta voidaan käyttää kaikilla katoilla, joiden kaltevuus on pienempi kuin 1:2. Katon rakenteiden kestävyys tulee varmistaa, jos suunnitellaan keskitetyn kasvillisuuden käyttöä. Laaja-alainen, ohut kasvillisuus ei yleensä edellytä kattorakenteen vahvistamista. Katot on varustettava normaaleilla ränneillä ja syöksyputkilla. Viherkatot soveltuvat hyvin käytettäväksi yhdessä erilaisten imeytysjärjestelmien kanssa.⁷

Esimerkkejä viherkatoista on esitetty *kuvissa 34–36*.



Kuva 34. Laaja-alaista kattokasvillisuutta¹⁴.

17.6.2009

0100-D2830



Kuva 35. Sammal-maksaruohokatto¹⁵.



Kuva 36. Keskusta-alueen viherkatto¹⁴.

¹⁵ RT N-37259 Kattokasvillisuus, Veg Tech Finland Oy. www. <http://www.tarviketieto.net/channels/materiaali/pdf/37259.pdf>
P:\PLAN\Tre\VHT\VHS\Helsinki_0100\D2830_Kuninkaant_hulev\C Suunnitelmat\Tekstit\Loppuraportti\Loppuraportti.doc

6.2.6 Mitoitus

Kiinteistö- ja korttelikohtaisia menetelmiä ei kannata ylimitoitaa, koska ne sijoittuvat rakennetuille alueille, jossa ylimääräistä tilaa ei juuri ole. Näillä menetelmillä pyritään tukemaan alueellisia menetelmiä sekä korvaamaan sadevesiviemäriä, jolloin mitoitusperusteena voidaan käyttää sadevesiviemäriin mitoituksessa käytettäviä mitoitusasteita. Hulevesien johtamiseen käytettävät painanteet voidaan mitoitaa harvemmin toistuvilla sateilla, jolloin ne toimivat myös tulvareitteinä.

Yleissuunnitelmassa kiinteistö- ja korttelikohtaiset menetelmien mitoitusperusteena on, että viivytystilavuus on 1 m³ jokaista vettä läpäisemättömää 100 m² kohden. Tämä 10 mm vesimäärä vastaa kerran viidessä vuodessa toistuvaa 10 minuutin rankkasadetta. Yleissuunnitelman mitoituslaskelmissa on arvioitu, että 50 % läpäisemättömistä pinnoista tulisi olemaan kiinteistö- ja korttelikohtaisen hallinnan piirissä.

Yleissuunnitelmassa käytetyllä 60 minuutin mitoitusasteella kiinteistö- ja korttelikohtaiset menetelmät täyttyvät noin 30 minuutin kuluessa sateen alkamisesta. Suurempaakin mitoitusta voidaan edellyttää alueilla, joilla maankäytön aiheuttamat muutokset aiheuttavat suuria paikallisia ongelmia. Kiinteistö- ja korttelikohtaisten menetelmien tarkempi suunnittelu ja mitoitus tulee tehdä sitten kun asemakaavataso maankäyttösuunnitelmat ovat olemassa.

6.2.7 Rakentaminen ja kunnossapito

Kiinteistö- ja korttelikohtaiset hallintamenetelmät rakennetaan alueen muiden rakennustöiden yhteydessä. Huleveden imeyttämiseen perustuvat järjestelmät kannattaa kuitenkin ottaa käyttöön vasta kaikkien rakennustöiden valmistuttua, koska muutoin rakennusaikainen sedimenttikuormitus todennäköisesti tukkii ne.

Kiinteistö- ja korttelikohtaiset hallintamenetelmät edellyttävät enemmän huoltoa kuin alueelliset menetelmät. Eniten huoltoa tarvitsevat imeytysmenetelmät, joiden pintakerros on pidettävä puhtaana roskista sekä imetyiskyky tarkkailla tarkastusputkista. Viherpainanteet ja ojat edellyttävät lähinnä kasvillisuuden hoitoa sekä roskien siivoamista. Kattokasvillisuuden kunto tulee tarkastaa muutaman kerran vuodessa sekä lannoittaa ja kastella tarvittaessa.

6.3 Hulevesien johtaminen

Yleissuunnitelmassa ei ole määritetty hulevesien johtamisratkaisuja osayleiskaavan aluevarausten sisällä. Hulevesien johtamisessa suositellaan kuitenkin käytettäväksi pintaratkaisuja niillä alueilla, missä se on tilantarpeen puitteissa mahdollista. Painanteiden ja ojien sijoittaminen ja suunnittelu on huomioitava alueen tarkemmassa suunnittelussa. Sadevesiviemärointiä suositellaan käytettäväksi tiheästi rakennettavilla alueilla, joissa kuivatusvaatimukset tätä edellyttävät. Sadevesiviemäreitä ei kuitenkaan suositella purettavaksi suoraan luonnonuomiin tai maastoon vaan viivytyjärjestelmien kautta.

Hulevesien johtamiseen käytettäviä painanteita ja ojia on käsitelty jo aiemmin kappaleessa 6.2.2. Laajempien alueiden hulevesien johtamiseen käytettävien painanteiden tulee kytkeytyä toisiinsa yhtenäiseksi verkostoksi, joka johtaa vedet lopulta alueelliseen käsittelymenetelmään. Painanteiden tulee olla matalia helpon hoidettavuuden ja esteettisyyden takia. Mataluudesta johtuen lumen kertyminen niihin aiheuttaa epävarmuutta toiminnalle talvisaikaan. Katutilassa olevat painanteet ovat usein käytössä lumitilana, jolloin ne eivät pysty johtamaan talvisateen aiheuttamia hulevesiä. Matalissa painanteissa olevat rummut ja kaivonkannet jäävät myös helposti jään ja pakkaantuneen lumen sisään.

6.4 Tulvareitit

Valuma-alueitasoisina tulvareitteinä toimivat pääojat ja maastopainanteet, jotka ovat hulevesien pääpurkureittejä joka tapauksessa. Aluevarausten sisällä tulvareitteinä toimivat kadut sekä viheralueet. Tarkemmassa suunnittelussa on otettava huomioon alueiden tasaus siten, että tulvavedet johtuvat aina kiinteistöjen alueelta kaduille ja viheralueille eivätkä päinvastoin. Tulvareittitarkastelu on esitetty raportin liitteessä 3.

Kuten raportin alkuosassa on todettu, selvitysalueella esiintyy tulvimista poikkeuksellisilla sateilla jo nykytilanteessa. Kuninkaantammen alueen rakentamisella ja hulevesien hallintamenetelmien toteuttamisella ei näitä tulvaongelmia voida ratkaista, mutta suunnitelluilla toimenpiteillä voidaan varmistaa, etteivät ongelmat pahene uuden rakentamisen myötä. Hakuninmaan asuinalueella on kohtia Kalannintien lähistöllä, jossa tulvatilanteessa vedet ohjautuvat katujen ja viheralueiden sijasta tonttien kautta. Näiden alueiden tulvavesien johtamista suositellaan tarkasteltavaksi jatkossa lähemmin. Pohjoisemmalla pääreitillä padotusta ja tulvimista aiheuttava Hämeenlinnanväylän alitus tullaan uusimaan Kuninkaantammen liittymän rakentamisen myötä, joten tällä reitillä tulvimista tullee esiintymään lähinnä Hämeenlinnanväylän länsipuolisella viheralueella.

Kappaleessa 5.3.8. kuvattu tarkastelu osoitti, erittäin harvinaisten sateiden aiheuttamien vesien johtaminen Mätäjokeen ilman padotusta ja tulvimista josain kohdassa purkureittiä on käytännössä mahdotonta. Tästä johtuen tulviminen tulisikin sallia niissä kohdissa, missä se ei aiheuta vaaraa tai vaurioita ja ehkäisevät toimenpiteet keskittää niihin kohtiin jossa haitat ovat merkittäviä.

6.5 Hulevesien hallintamenetelmien valintaperusteet

Hulevesien hallintamenetelmien valintaan vaikuttavat useat tekijät, joista merkittävimmät ovat hulevesien hallinnan tarve sekä maankäyttö, johon hulevesien hallintamenetelmät on sovitettava. Lisäksi valintaan vaikuttavat useat suunnittelualueen ominaisuudet, kuten maaperän laatu, alueen kaltevuus ja pinnanmuodot jne. *Taulukot 10 – 14* ovat hallintamenetelmien valintaa varten laadittuja taulukoita⁷.

Taulukossa 10 on käsitelty menetelmien tehokkuutta hulevesien määrällisessä hallinnassa. Kriteerit ovat: 1) suurten hulevesitulvien estäminen, eli toimintavarmuus poikkeuksellisissa oloissa, 2) Virtaaman tasaaminen ja eroosion ehkäisy, eli keskimääräinen hulevesivirtaaman ja virtausnopeuden hallintakyky ja 3) imeytyminen ja pohjaveden muodostuminen, eli menetelmän kyky vähentää huleveden määrää imeyttämällä.

Taulukko 10. Menetelmien tehokkuus hulevesien määrällisessä hallinnassa.

	Hulevesitulvien estäminen	Virtaaman tasaaminen ja eroosion ehkäisy	Imeytyminen ja pohjaveden muodostuminen
Hulevesien vähentäminen			
Läpäisevät päällysteet	1	2	3
Viherkatot	1	2	1
Imeytyskaivannot	2 ^A	2	3
Imeytyspainanteet	2	3	2
Hulevesien johtaminen			
Kourut	1	1	1
Viherpainanteet	2 ^A	2	2 ^B
Rakennetut kanavat ja purot	2 ^A	2	1
Hulevesien viivyttäminen			
Kosteikot	3	3	2 ^B
Lammikot	3	3	2 ^B
Viivytysohjeet	2	3	2 ^B
Viivytysohjeet ja -säiliöt	2	3	1 ^C

3	Merkittävä positiivinen vaikutus
2	Keskitasoinen positiivinen vaikutus
1	Alhainen positiivinen vaikutus

^{A)} Jos rakenteen yhteyteen on varattu viivytysohjeita

^{B)} Edellyttää maaperältä kohtalaista vedenläpäisyä, muutoin alhainen vaikutus

^{C)} Umpinainen säiliö tai heikosti läpäisevä maaperä, hyvin läpäisevässä maaperässä keskitasoinen vaikutus

Taulukossa 11 on käsitelty menetelmien tehokkuutta hulevesien laadullisessa hallinnassa. Kaikilla hulevesien hallintamenetelmillä voidaan jossain määrin vaikuttaa huleveden laatuun epäpuhtauksia poistamalla, tosin puhdistusteho vaihtelee suuresti eri menetelmien välillä. Taulukossa on esitetty menetelmien tehokkuus kiintoaineksen, fosforin ja typen puhdistamisessa

Taulukko 11. Menetelmien tehokkuus hulevesien laadullisessa hallinnassa.

	Kiintoaine	Kokonaisfosfori	Kokonaistyyppi
Hulevesien vähentäminen			
Läpäisevät päällysteet	3	3	2
Viherkatot	E	E	E
Imeytyskaivannot	3	3	2
Imeytyspainanteet	3	3	2
Hulevesien johtaminen			
Kourut	1	1	1
Viherpainanteet	2	2	1
Rakennetut kanavat ja purot	2	1	1
Hulevesien viivyttäminen			
Kosteikot	3	3	2
Lammikot	3	3	2
Viivytyspainanteet	3	2	1
Viivytyskaivannot ja -säiliöt	2	1	1
3	Hyvä puhdistuskyky, 65-100%		Menetelmien tehokkuus on arvioitu eri käsikirjoissa ^{10,16,17} ilmoitettujen arvojen perusteella.
2	Keskitasoinen puhdistuskyky, 30-65%		
1	Alhainen puhdistuskyky, 0-30%		
E	Ei relevantti		

¹⁶ US EPA. 1993. Handbook of urban runoff pollution prevention and control planning. EPA 625-R-93-004. Washington, DC.

¹⁷ Pennsylvania stormwater best management practices manual. 2006.

<http://www.dep.state.pa.us/dep/deputate/watermgt/wc/subjects/stormwatermanagement/>

Taulukossa 12 on esitetty menetelmien yleinen soveltuvuus erilaisten maankäyttömuotojen alueella. Arviointi perustuu lähinnä menetelmien tilantarpeeseen ja eri maankäyttömuotojen alueella muodostuvan huleveden keskimääräiseen määrään ja laatuun

Taulukko 12. Menetelmien soveltuvuus eri maankäyttötyypeillä.

	Pien- ja rivitaloalueet	Kerrostaloalueet	Liikennealueet ^A	Tiheästi rakennetut alueet	Ydinkeskusta	Hotspot-alueet ^C
Hulevesien vähentäminen						
Läpäisevät päällysteet	3	3	2	2	1	1
Viherkatot	3	2	E	2	2	2
Imeytyskaivannot	3	3	2	3	2	1
Imeytyspainanteet	3	2	2	2	1	1
Hulevesien johtaminen						
Kourut	2	3	1	2	1	2
Viherpainanteet	3	3	3	1	1	2 ^B
Rakennetut kanavat ja purot	3	3	2	2	2	1
Hulevesien viivyttäminen						
Kosteikot (alueen sisällä)	3	2	3	2	1	2 ^B
Lammikot (alueen sisällä)	3	2	3	2	1	2 ^B
Viivytysohjeet	3	3	1	2	2	2 ^B
Viivytysohjeet ja -säiliöt	1	2	1	3	3	2
3	Sopii hyvin					
2	Soveltuu osittain tai tietyin ehdoin					
1	Soveltuu harvoin tai ei ollenkaan					
E	Ei relevantti					

^{A)} Jos liikennealueet sijaitsevat pohjavesialueella tai liikennemäärät ovat huomattavia, ovat ne hotspot-alueita

^{B)} Hyväksyttävä vaihtoehto jos imeytyminen on vähäistä

^{C)} Hotspot-alueet ovat kemikaalipäästön riskin aiheuttavia toimintoja, kuten huoltoasemia tai teollisuutta.

Taulukossa 13 on esitetty tarkemmin jaoteltuna hallintamenetelmien toteuttamista rajoittavia tekijöitä. Monet näistä rajoituksista eivät yleensä suoralta kädeltä sulje pois mitään vaihtoehtoa, mutta ne edellyttävät erityishuomioita menetelmien suunnittelussa.

Taulukko 13. Hulevesien hallintamenetelmien toteuttamista rajoittavia tekijöitä.

	Valuma-alueen koko	Maaperä	Alueen topografia	Etäisyys pohjaveden pinnasta	Etäisyys läpäisemättömästä maakerroksesta	Etäisyys kuivatettavista rakenteista	Tilantarve	Suuri kiintoaineen ja roskien määrä
Hulevesien vähentäminen								
Läpäisevät päällysteet	2	1	2	1	1	2	3	1
Viherkatot	2	E	2	E	E	2	3	E
Imeytyskaivannot	1	1	2	1	1	2	2	2
Imeytyspainanteet	2	1	2	1	1	2	2	2
Hulevesien johtaminen								
Kourut	1	3	2	3	3	3	3	3
Viherpainanteet	2	3	2	2	2	2	2	3
Rakennetut kanavat ja purot	2	3	2	2	2	2	2	3
Hulevesien viivyttäminen								
Kosteikot	2	2	2	2	2	2	1	3
Lammikot	3	2	2	2	2	2	2	3
Viivytysohjeet	2	2	2	2	2	2	2	3
Viivytysohjeet ja -säiliöt	2	2	2	2	2	2	3	2

3	Yleensä ei ole rajoittava tekijä
2	Rajoitukset voidaan välttää huolellisella suunnittelulla
1	Huomattava rajoittava tekijä
E	Ei relevantti

Taulukossa 14 on esitetty menetelmien soveltuvuus talviaikaisten hulevesien hallinnassa.

Taulukko 14. Hallintamenetelmien soveltuvuus talviolosuhteisiin.

Soveltuvuus talviaikaisten hulevesien hallintaan	
Hulevesien vähentäminen	
Läpäisevät päällysteet	1
Viherkatot	1
Imeytyskaivannot	2
Imeytyspainanteet	2
Hulevesien johtaminen	
Kourut	1
Viherpainanteet	2
Rakennetut kanavat ja purot	2
Hulevesien viivyttäminen	
Kosteikot	3
Lammikot	3
Viivytysohjeet	2

3	Soveltuu hyvin kylmään ilmastoon, voi toimia tehokkaasti myös talvella
2	Voidaan käyttää myös talvella jos tämä on otettu huomioon suunnittelussa, keskitasoinen tehokkuus.
1	Toimivuus talvella on heikko.
Arvio perustuu kirjallisuuslähteeseen ¹⁸	

¹⁸ Caraco, D., Claytor, R. 1997. Stormwater practices for cold climates. Center for watershed protection. Ellicott City, MD.

6.6 Suositukset Kuninkaantammen alueella käytettävistä menetelmistä

Kuninkaantammen alueella hulevesien hallinta toteutetaan valuma-alueen viivytyksratkaisuilla joiden toimintaa tuetaan rakennettavien alueiden sisällä toteutettavilla kortteli- ja tonttikohtaisilla menetelmillä. Valuma-alueen viivytyksratkaisu toteutetaan suurehkoilla viivytyksalueilla, jotka voivat rakenteeltaan olla kosteikkoja tai sitten rakennetumpia allasmaisia ratkaisuja.

Kortteli- ja tonttikohtaisien viivytyksmenetelmien valintaperusteita on käsitelty edellisessä kappaleessa. Kuninkaantammen alueen ominaispiirteet, kuten lakialueen kalliainen maaperä sekä tiivis rakenne sulkevat pois joitakin ratkaisuja, joita muuten voitaisiin soveltaa vastaavalla alueella, kuten keskitetyn imeytyksen.

Kuninkaantammen keskustan alueelle suositellaan seuraavia periaatteita kortteli- ja tonttikohtaisten hulevesien hallintamenetelmien toteuttamisessa:

- Lämpövesien päällysteiden käyttö korttelien sisäpihoilla. Jättämällä pihat avoimiksi muodostuvien hulevesien kokonaismäärä on pienempi ja istutettavilla alueiden osilla myös pienimuotoinen imeytyminen on mahdollista.
- Viherkatot. Viherkatoilla voidaan vähentää huomattavasti tavanomaisten sateiden aiheuttamia hulevesiä ja ainakin hidastaa myös rankkasateella muodostuvia kattovesiä. Viherkatoilla on lisäksi esteettistä merkitystä sekä positiivista vaikutusta ilman laatuun kaupunkiympäristössä. Oikein toteutettuna viherkatoilla voidaan myös vähentää rakennusten lämmitystarvetta talvella ja jäädytystarvetta kesällä.
- Viivytykspainanteet. Korttelien sisäpihoilla toteutettavilla viivytykspainanteilla pystytään viivyttämään maltillisilla tilavarauksilla katto- ja asfalttipintojen vesiä. Painanteet voidaan kohteen tarpeiden mukaan suunnitella joko sellaisiksi, että vesipinta on näkyvässä hetken sateen jälkeen tai sitten sellaisiksi, että vesi varastoidaan karkean pintakerroksen huokostilaan. Ulkoasultaan painanne voi olla siis "sadepuutarha" tai "kivipuutarha".
- Maanalaiset viivytykskaivannot. Mikäli maanpäällistä tilaa ei ole käytettävissä, voidaan viivytyksalavuus toteuttaa myös pinnan alla. Kallioalueilla maanalaisten kaivantojen toteuttaminen onnistuu yleensä muiden tontin rakentamiseen tarvittavien louhintojen yhteydessä, joten merkittäviä lisäkustannuksia ei aiheudu. Maanalaisissa kaivannoissa tulee varmistaa, että viivytyksalavuus vesimäärä purkautuu suunniteltua reittiä eikä esimerkiksi vettä johtavan kerroksen kautta rakenteiden alle.
- Vesien johtaminen rakennetuilla kanavilla ja kouruilla. Hulevesien johtaminen maan pinnalla mahdollisimman pitkään vähentää virtausnopeutta ja mahdollistaa hulevesien käsittelyn pintaratkaisuilla. Kuninkaantammen alueen tiiviys huomioiden leveät viherpainanteet tuskin tulevat kysymykseen johtamismenetelmänä, mutta tilantarpeeltaan pienemmät kanavat ja kourut ovat toteuttamiskelpoisia.

6.7 Hulevesien hallinnan kustannukset

Hulevesien hallinnan kustannuksien arviointi yleissuunnitteluvaiheessa voidaan tehdä vain hyvin karkealla tasolla. Hallintatoimenpiteiksi esitettiin viivytyksalueita / kosteikkoja sekä korttelikohtaisia menetelmiä. Yleissuunnitelman kustannuksia voidaan arvioida vain kosteikkojen osalta, sillä korttelikohtaisia menetelmiä ei ole tarkemmin suunniteltu vaan niistä on esitelty vain alueittain soveltuvat vaihtoehdot.

Viivytyksalueiden kustannukset vaihtelevat hyvin paljon riippuen siitä, onko kosteikkoalue luonnontilainen vai rakennettu. Mikäli viivytyksalueen toteuttamiseen liittyy suuria maaleikkauksia tai pengerryksiä tai korkeatasoista puis-torakentamista, kustannukset voivat olla moninkertaiset verrattuna yksinkertaiseen, lähes luonnontilaiseen painanteeseen. Mikäli viivytyksalueet joudutaan toteuttamaan pehmeikköalueille, voivat rakenteet edellyttää pohjanvahvistuksia mikä on huomattava kustannuslisä.

Tässä yhteydessä on esitetty hintahaarukka viivytyksalueiden toteutukselle. Kustannusten vaihteluväli aiheutuu maaleikkauksen määrästä ja pintarakenteiden tasosta. Kustannusarvioon ei ole sisällytetty pohjanvahvistuksia tai muuta esirakentamista.

Kustannuksien arvioinnissa käytetään seuraavia periaatteita:

- Viivytyksalueen yksikköhinnan alaraja 20 €/m² (maaleikkausta enintään 0.5 m³/m², kevyt muotoilu, kasvukerros + nurmetus)
- Viivytyksalueen yksikköhinnan yläraja 50 €/m² (maaleikkausta enintään 2 m³/m², enemmän muotoiluja ja verhoiluja, kasvukerros + nurmetus)
- Yleiskulut +20 %

Viivytyksalueiden investointikustannusten vaihteluväliksi saadaan em. perusteilla **240 000 – 600 000 euroa** kun viivytyksalueiden yhteenlaskettu pinta-ala on yleissuunnitelmassa esitetty noin 10 000 m². Arviossa ei ole otettu huomioon alueiden pinta-alan pienenemistä mikäli ne päätettäisiin toteuttaa esitettyä syvempänä. Toisaalta, etenkin rinteeseen sijoittuvan viivytyksalueen 1 kohdalla maarakennustöitä joudutaan tekemään joka tapauksessa melko paljon alueen mitoitussyvyydestä huolimatta.

Kosteikkojen toteuttamisen lisäksi huomattavia kustannuksia aiheutuu korttelikohtaisten hallintamenetelmien rakentamisesta. Korttelikohtaisten menetelmien kustannukset määräytyvät menetelmätyypin sekä maaperän soveltuvuuden mukaan. Sadepuutarhan tyyliset ratkaisut voivat olla kustannuksiltaan hyvin edullisia, kun taas maanalaiset viivytyksjärjestelmät kalliioleikkauksessa ovat erittäin kalliita. Hulevesien johtamiseen käytettävien sadevesiviemärien ja ojien arvioidaan olevan myös kustannuksiltaan merkittäviä. Suunnittelualueella muodostuvat hulevesivirtaamat ovat suuria ja edellyttävät isokokoisia ja kestäviä putkijärjestelmiä ja ojia, joiden yksikköhinnat voivat olla hyvinkin suuria hankalasti rakennettavissa kohteissa.

6.8 Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta

Alueelliset hallintamenetelmät suositellaan toteutettavaksi ennen varsinaisten rakennustöiden alkua. Tällöin kosteikoilla voidaan estää rakentamisesta aiheutuvan sedimenttikuormituksen kulkeutumista merkittäviin luontokohteisiin sekä purkuvesistöihin. Erityisesti Vantaanjokeen laskevan valuma-alueen rakentamisen aikaisiin hulevesiin on kiinnitettävä huomiota purkukohtaan alapuolella sijaitsevan Vuollejokisimpukkaesiintymän takia. Kosteikkojen rakentaminen suositellaan tehtäväksi siten, että painanteissa olemassa olevasta kasvillisuudesta säilytettäisiin mahdollisimman suuri osa. Tällöin kosteikkojen kiintoaineen ja ravinteiden pidätyskyky on hyvä heti toteuttamisen jälkeen.

Kiinteistö- ja tonttikohtaiset hallintamenetelmät rakennetaan alueen muiden rakennustöiden yhteydessä. Huleveden imeyttämiseen perustuvat järjestelmät kannattaa kuitenkin ottaa käyttöön vasta kaikkien rakennustöiden valmistuttua, koska muutoin rakennusaikainen sedimenttikuormitus todennäköisesti tukkii ne.

6.9 Rakenteiden kuivatuksen varmistaminen

Tässä raportissa on esitetty uusien vaihtoehtoisten hulevesien hallintamenetelmien käyttöä maankäytön muutoksista aiheutuvien hulevesien haitallisten vaikutusten vähentämiseksi. Vaihtoehtoisten hulevesien hallintamenetelmien päätavoitteita ovat hulevesien määrän vähentäminen, laadun parantaminen ja virtaamien pienentäminen. Näihin tavoitteisiin pääsemiseksi hulevesiä joudutaan viivyttämään, imeyttämään tai muuten käsittelemään rakennetun ympäristön sisällä, lähellä tehokasta kuivatusta tarvitsevia rakenteita. Tästä johtuen on erityisen tärkeää, että tarkemmassa suunnittelussa hulevesien hallintamenetelmät valitaan ja suunnitellaan siten, että rakenteille tai rakennuksille ei aiheuteta vaaraa kosteusongelmien muodossa vaan tekninen kuivatus on varmistettu.

Rakenteiden kuivatukseen liittyen todettakoon, että vaikka vaihtoehtoiset hulevesimenetelmät perustuvat suurelta osin hulevesien johtamiseen ja käsitteilyyn maan pinnalla, vesien johtamiseen myös maan alla on varauduttava. Osa muodostuvista hulevesistä on todennäköisesti johdettava kokonaisuudessaan sadevesiviemäreillä, minkä lisäksi sadevesiviemäreitä tarvitaan salaojavesien johtamiseen. Vaikka hulevesien johtamiselta viemäriin vältyttäisiin kokonaan, tarvitaan alueelle kuitenkin jonkinlainen putkijärjestelmä salaojavesille.

FCG Planeko Oy

Tarkastanut ja
Hyväksynyt:



Perttu Hyöty, DI
aluepäällikkö

Laatinut:



Päivi Määttä, DI
suunnittelija