



KUOPION KAUPUNKI

Savilahden hulevesien hallinta

Raportti

31.3.2017

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	1
1.1	Suunnitelman lähtökohdat ja tavoitteet	1
1.2	Projektin organisaatio	1
1.3	Käsitteitä	1
2	SUUNNITTELUALUE JA SEN NYKYTILANNE	2
2.1	Maaperä, valuma-alueet sekä luontoarvot	2
2.2	Purkuvesistön tila	3
3	SUUNNITTELLUN MAANKÄYTÖN HYDROLOGISET VAIKUTUKSET	4
3.1	Vaikutukset alueen kosteustasapainoon ja luontoarvoihin	4
3.2	Vaikutukset hulevesien määrään	4
4	HULEVESIEN HALLINTATOIMENPITEIDEN SUUNNITTELU	7
4.1	Hulevesien hallinnan periaatteet	7
4.2	Korttelikohtainen hulevesien hallinta	8
4.2.1	Savilahden rannalla sijaitsevat korttelit - Maaperä mahdollisesti vettä läpäisevä	9
4.2.2	Savilahden rannalla sijaitsevat korttelit - Maaperä todennäköisesti ei vettä läpäisevä	11
4.2.3	Valuma-alueiden latvaosissa sijaitsevat korttelit	12
4.3	Hulevesien hallinta katualueilla	15
4.4	Hulevesien hallinta nykyisessä hulevesiverkostossa	17
5	HULEVESIJÄRJESTELMIEN MITOITUS	18
5.1	Korttelikohtaisten järjestelmien mitoitus	18
5.1.1	Savilahden rannalla sijaitsevat korttelit	18
5.1.2	Valuma-alueiden yläjuoksulla sijaitsevat korttelit	19
5.1.3	Korttelikohtaisten viivytysvaatimusten vaikutus hulevesien hallintaan	19
5.2	Alueellisten hulevesijärjestelmien mitoitus	22
5.2.1	Savilahdentien ja VT5 välinen maastonpaine	22
5.2.2	Neulaniementien pohjoispuolinen viivytyspaine	24
5.2.3	Viivytyspaineet Varikon alueen uuden avo-ojan yhteydessä	26
5.3	Uusien hulevesien johtamisreittien mitoitus	27
5.3.1	Neulaniementien itäisen hulevesiviemäriverkoston kapasiteetti ja hulevesien johtaminen hulevesipainanteeseen	27
5.3.2	Savilahdentien eteläpuoleinen uusi hulevesiviemäri	28
5.3.3	Varikon alueen hulevesiviemäreiden alustavat mitoitukset	29
5.4	Mallinnustulokset toivotuille erityistarkasteluille	30
6	RAKENTAMISEN AIKAISTEN HULEVESIEN HALLINTA	32
6.1	Rakentamisen aikaisten hulevesien hallinnan tarve	32

31.3.2017

6.2	Yleistä rakentamisen aikaisten hulevesien hallinnasta	33
6.3	Eroosiosuojaus	33
6.4	Hulevesien imeytys	34
6.5	Hulevesien suodatus	34
6.6	Rakentamisen aikaisten hulevesien hallintajärjestelmien toiminta poikkeusoloissa	35
6.7	Rakentamisen aikaisten hulevesijärjestelmien huolto ja ylläpito	35
7	TULVAREITIT	36
8	YHTEENVETO	36
8.1	Lähtökohdat	36
8.2	Maankäytön aiheuttamat muutokset	37
8.3	Suunnitellut hallintatoimenpiteet	37
8.4	Rakentamisen aikaisten hulevesien hallinta	37
8.5	Ohjeet jatkosuunnitteluun	37

Liitteet

VHT-30379-200	Valuma-aluekartta	1:5000	31.3.2017
VHT-30379-201	Hulevesien hallinnan yleissuunnitelmakartta	1:5000	31.3.2017
VHT-30379-202	Hulevesien hallinnan yleissuunnitelmakartta – Varikon alue	1:2000	31.3.2017
VHT-30379-203	Hulevesien hallintaperiaatteet uudisrakentamisen korttelialueilla	1:5000	31.3.2017
VHT-30379-204	Rakentamisen aikaisien hulevesien hallintaperiaatteet	1:5000	31.3.2017
VHT-30379-205 VHT-30379-206	Hulevesien tulvareittikartat	1:5000	31.3.2017

31.3.2017

Savilahden hulevesien hallinta

1 JOHDANTO

1.1 Suunnitelman lähtökohdat ja tavoitteet

Tässä työssä on laadittu Kuopion Savilahden alueelle hulevesien hallinnan yleissuunnitelma. Suunnittelualueeseen kuuluu Savilahden maankäytön yleissuunnitelman mukaiset alueet valuma-alueineen huomioiden tarvittavilta osin myös lähiympäristön valuma-alueet. Suunnittelualueen valuma-alue on huomattavasti Savilahden projektialuetta laajempi.

Työn tavoitteena on ollut suunnitella hulevesien johtaminen yleissuunnitelma-alueella ja hallintatoimenpiteet, joilla suunnitellun maankäytön aiheuttamia hydrologisia ja vedenlaatumuutoksia voidaan minimoida. Hulevedet suunnittelualueelta johdetaan Pohjois-Kallaveden Neulalahteen, Savilahteen ja Savilampeen. Savilahden ja Savilammen veden vaihtuvuus on nykyisin heikkoa ja vesistönosat kärsivät rehevöitymisestä. Tärkeä osa suunnittelussa on ollut osoittaa toimenpiteet hulevesien laadun parantamiseksi, jotta purkuvesistön tila ei heikentyisi ja mahdollisuuksien mukaan tilannetta voitaisiin parantaa.

Työssä on hyödynnetty hulevesimallinnusta tarvittavilta osin uusien hulevesien virtausreittien ja hallintajärjestelmien mitoituksessa.

1.2 Projektin organisaatio

Hulevesien hallinnan yleissuunnitelma on tehty konsulttityönä FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:ssä. Työn projektipäällikkönä on toiminut dipl.ins. Elisa Puuronen ja pääsuunnittelijana dipl.ins. Pekka Raukola ja suunnittelijana dipl.ins. Elisa Puuronen. Työn tilaaja on Kuopion kaupunki, jossa yhteyshenkilönä on toiminut Jukka Eskelinen. Tilaajan ohjausryhmään ovat lisäksi kuuluneet Sirpa Nieminen, Päivi Rissanen, Antti Niskanen, Mari Piipponen, Eila Pulkkinen ja Jarmo Laaksoviita.

1.3 Käsitteitä

Valunnalla (mm) tarkoitetaan sitä osaa sadannasta, joka virtaa vesistöä kohti maan pinnalla, maaperässä tai kallioperässä. Tietyn ajanjakson pienintä valuntaa kutsutaan alivalunnaksi. Tietyn ajanjakson suurin valunta on puolestaan ylivalunta. *Hulevesillä* tarkoitetaan rakennetuilla 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,

31.3.2017

eroosiota purku-uomissa, pohjavedenpinnan alenemista sekä kasvien ja eläinten elinolojen huononemista¹.

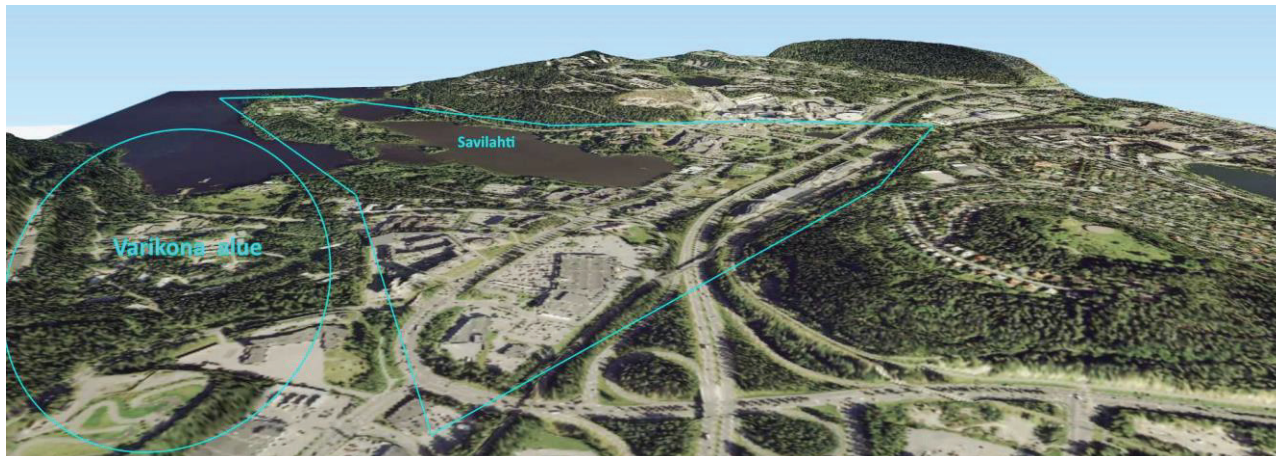
Sadannan *toistuvuudella* tarkoitetaan tietyn sadetapahtuman keskimääräistä toistumisaikaa ja se ilmoitetaan yleensä muodossa 1/Xa. Suomessa esimerkiksi hulevesiviemärit on perinteisesti mitoitettu yleensä keskimäärin kerran kahdessa vuodessa (1/2a) toistuvan rankkasadetapahtuman aiheuttaman virtaaman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

2 SUUNNITTELUALUE JA SEN NYKYTILANNE

Savilahti on rakentunut vuosikymmenten saatossa koostuen eri-ikäisestä rakennuskannasta. Alueen vanhimmat voimassa olevat asemakaavat ovat 1970 – luvulta. Puolustusvoimilta vapautuneita alueita (tuleva Varikon alue) ei ole lainkaan asemakaavoitettu. Varikon alueen lisäksi uusia asemakaavoja ja asemakaavamuutoksia on Savilahden kehittämisen myötä odotettavissa myös Marikon rantaan, Savisaareen sekä Savilahdentien ympäristöön.

Suunnittelualueen nykyinen maankäyttö koostuu pääosin työpaikka- ja julkisten palveluiden ja hallinnon alueista, joiden keskellä sijaitsee runsaasti metsä- ja puistoalueita. Savilahden alue on ollut tunnettua puutarha-aluetta, jossa on toiminut muun muassa kauppapuutarha, kaupunginpuutarha ja kasvitieteellinen puutarha.

Kuva 1 havainnollistaa nykyistä maankäyttöä ja siinä on esitetty tulevan maankäytön karkea sijoittuminen.



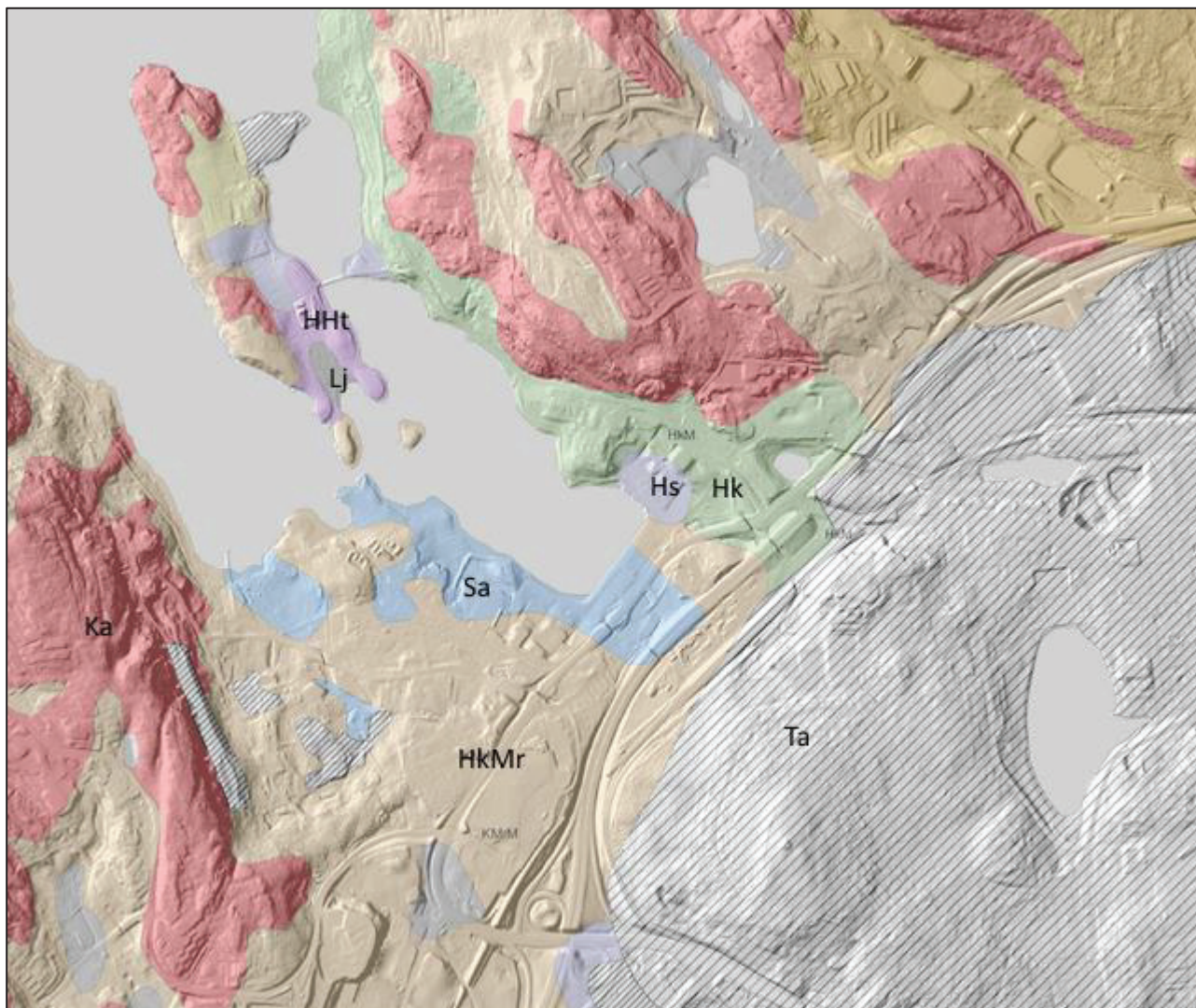
Kuva 1. Ortoilmakuva suunnittelualueesta MML:n 2mx2m korkeusmallin päällä. Kuvassa on esitetty tulevan maankäytön likimääräinen sijoittuminen Savilahden purkuvesistön suhteen.

2.1 Maaperä, valuma-alueet sekä luontoarvot

Maaperä on suunnittelualueella pääosin hiekkamoreenia. Suunnittelualueella Savilahden ranta-alueella on savimaita. Savisaaressa maaperä on suunnittelualueella hienoa hietaa, hiesua ja liejua. (Kuva 2)

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

31.3.2017



Kuva 2. GTK:n maaperäkartta 1:20 000 Savilahden yleissuunnitelma-alueelta.

Suunnittelualueella ei sijaitse saatavilla olleiden tietojen perusteella merkittäviä pohjavesi- tai luontoarvoja, joilla olisi vaikutusta alueen hulevesiin ja hulevesien hallintaan.

Suunnittelualueella muodostuvat hulevedet päätyvät pääosin Savilahden purkuvesistöön. Suunnittelualueella on nykytilanteessa 13 merkittävää osavaluma-aluetta, joista suurin on Pienen Mustinlammen valuma-alue (~160 ha). Yksityiskohtainen karttaesitys suunnittelualueen nykytilanteen mukaisista valuma-alueista on esitetty *liitteessä 1*.

2.2 Purkuvesistön tila

Suunnittelualueen valuma-alueen hulevedet purkautuvat pääosin Savilahteen. Suunnittelualueen länsipuolen (mukaan lukien varikon alue) vedet purkautuvat Neulalahteen ja Savisaaresta vesiä purkautuu myös Savilampeen.

Savilahti, Neulalahti ja Savilampi kuuluvat Pohjois-Kallaveden vesimuodostumaan, joka on tyypiltään suuri humusjärvi ja luokiteltu ekologisen tilan luokkaan hyvä. Etenkin Savilahden ja Savilammen vedenlaatu poikkeaa

31.3.2017

huomattavasti Pohjois-Kallaveden vedenlaadusta ja niiden vedenvaihtuvuus on nykyisin heikkoa, mikä heikentää vesialueiden tilaa.

Kuopion kaupungin toimesta on tutkittu viime vuosina Neulalahden, Savilahden ja Savilammen vedenlaatua. Myös pohjasedimentti- ja pohjaeläintutkimuksia on tehty Savilahdella ja Savilammella. Savilahti on kärsinyt hapen puutteesta ja hapettomuudesta sekä sisäisestä kuormituksesta kesä- ja talviaikana. Pintaveden kokonaisfosfori- ja klorofylli-a -pitoisuudet ovat olleet erittäin rehevien vesien luokassa. Myös Savilammen kokonaisfosfori- ja klorofylli-a -pitoisuudet ovat olleet korkeita. Neulalahdella ei ole havaittu hapettomuutta eikä sisäinen kuormitus ole heikentänyt vesistönosan tilaa. Kokonaisfosfori- ja klorofylli-a -pitoisuudet ovat olleet matalampia kuin Savilahdella ja Savilammella mutta viitanneet kuitenkin vähintään lievään rehevöitymiseen.²

Savilahden, Neulalahden ja Savilammen ulkoisen kuormituksen vähentämisessä merkittävässä osassa on hulevesien kuormituksen vähentäminen valuma-alueen ollessa pääosin rakennettua aluetta.

3 SUUNNITTELLUN MAANKÄYTÖN HYDROLOGISET VAIKUTUKSET

Savilahden hanke on yksi Kuopion kasvun kärkihankkeista, jonka tavoitteena on suunnitella ja rakentaa Savilahdesta tunnettu ja haluttu asuin-, opiskelu- ja työskentelyalue.

Savilahden alueelle on suunniteltu runsaasti uusia asuin-, työpaikka- ja julkisten palveluiden alueita. Rakentamisen on suunniteltu olevan suunnittelualueen koillis- ja itäpuolella pääosin täydennysrakentamista.

Lounais- ja länsipuolella Varikon alueella sekä Savisaaressa tuleva maankäyttö tulee sen sijaan poikkeamaan merkittävästi nykyisestä maankäytöstä. Varikon alueella nykyistä rakennettua ympäristöä tullaan myös osittain purkamaan. Savisaaren rakennettavat alueet ovat nykyisin pääosin metsä- ja maatalous- tai puutarha-alueita, joten tulevan maankäytön muutokset ovat sielläkin kohtalaiset.

3.1 Vaikutukset alueen kosteustasapainoon ja luontoarvoihin

Suunnittelualueen rakentaminen aiheuttaa väistämättä muutoksia hulevesien muodostumiseen. Vettä läpäisemättömien pintojen määrän kasvaessa, veden luontainen kiertokulku häiriintyy. Lisäksi veden haihdunta- ja imeytymismahdollisuuksien heikentyessä pintavalunta lisääntyy ja huuhtoo valumapinnoilta mukaansa enemmän erilaisia epäpuhtauksia, kuten kiintoainesta, ravinteita sekä bakteereita.

Tässä työssä suunniteltavilla hulevesien hallintatoimenpiteillä pyritään jäljittelemään luonnon tarjoamaa hitaampaa vesien purkautumista sekä ennen kaikkea parantamaan hulevesien laatua ennen Savilahden purkuvesistöön johtamista.

3.2 Vaikutukset hulevesien määrään

Suunnittelun maankäytön perusteella arvioitiin suunnittelualueen vettä läpäisemättömien pintojen osuutta, jota on kuvattu kaupunkihydrologiassa yleisesti käytetyllä käsitteellä Total Impervious Area (TIA). Siinä vettä

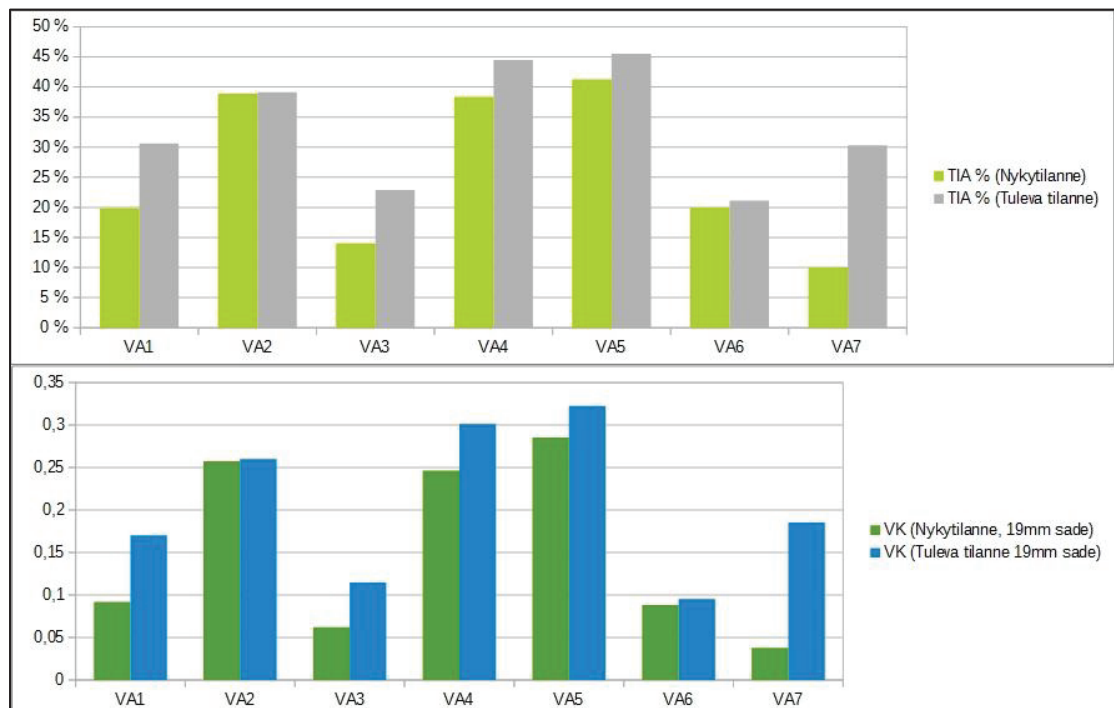
² Savilahden ja Neulalahden veden laatu (28.9.2016/Eila Pulkkinen)

31.3.2017

läpäisevienkin pintojen ajatellaan olevan osittain läpäisemättömiä eli esimerkiksi läpäiseviltä nurmipinnoilta muodostuu myös jonkin verran välitöntä hulevesivaluntaa. Tämä pätee etenkin rankkasadetilanteissa, joissa läpäisevät pinnat eivät kykene pidättämään tai imemään kaikkea niille satavaa vettä.

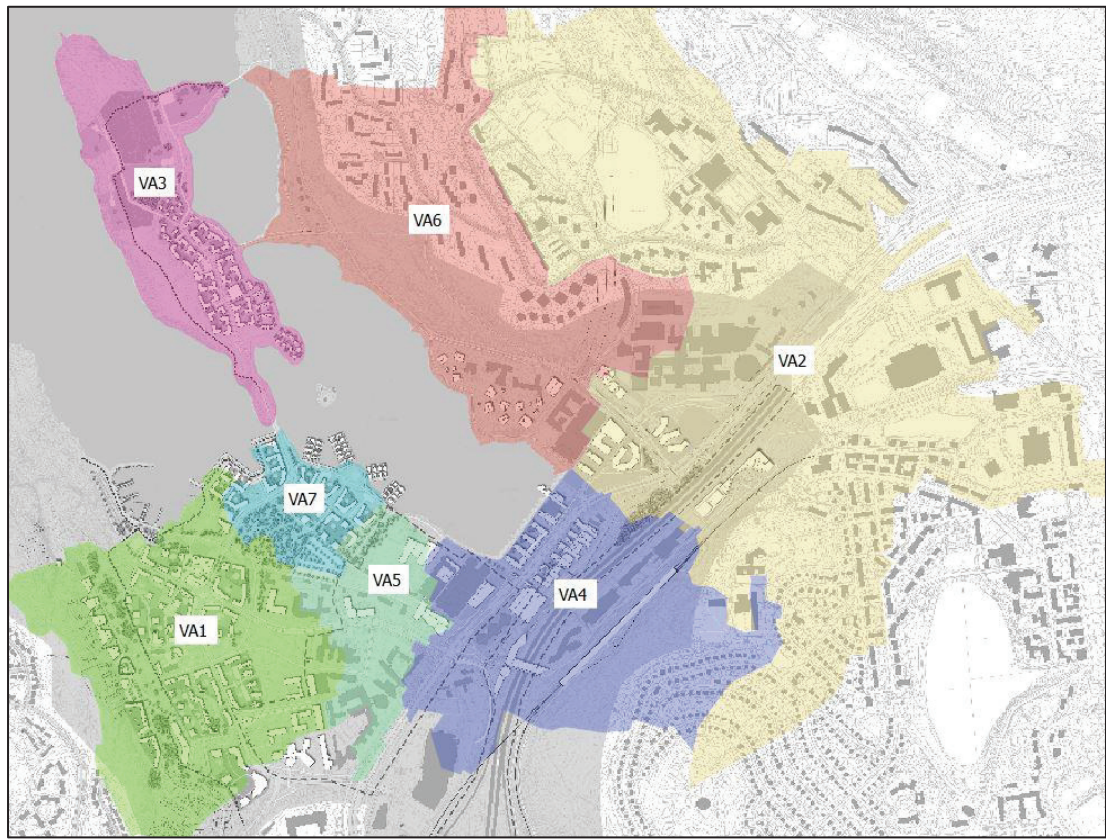
Suunnittelualueella muodostuvien hulevesien määrää arvioitiin keskimääräisellä valumakertoimella, joka kuvaa hulevesivalunnan osuutta yksittäisen sadetapahtuman sademäärästä. Valumakertoimen maksimi-arvo on 1,0. Tarkastelussa oletettiin, että kaikki hulevesivalunta muodostuu edellä kuvatuilta läpäisemättömiltä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

Alla olevassa kuvassa (Kuva 3) on havainnollistettu suunnitellun maankäytön aiheuttamat muutokset eri osa-valuma-alueiden vettä läpäisemättömien pintojen osalta. Lisäksi on esitetty osavaluma-alueiden valumakerroin kerran viidessä vuodessa toistuvalla 60 minuutin pituisella rankkasateella, jonka sademäärä on noin 19 mm. Esitetyt osavaluma-valuma-aluejaot on laadittu tuleva maankäyttö huomioiden, alla olevan kuvan (Kuva 4) mukaisesti.



Kuva 3. Tulevan maankäytön aiheuttamat hydrologiset muutokset. Ylempi kuvaaja esittää vettä läpäisemättömien pintojen prosentuaalisen määrän nykytilanteessa ja tulevassa tilanteessa. Alempi kuvaaja esittää valumakertoimien arvot 19 mm sadetapahtumalla.

31.3.2017



Kuva 4. Osavaluma-alueet, joista tehtiin TIA- ja valumakerroin-analyysit.

Kuvaajista voidaan havaita, että tuleva maankäyttö aiheuttaa kohtalaisen pieniä muutoksia vettä läpäisemättömien pintojen määrässä ja valumakertoimissa. Esimerkiksi kokonaisuudessaan kaikkien osavaluma-alueiden yhteinen valumakerroin kasvaa 19 mm sadetapahtumalla noin nykytilanteen mukaisesta 0,18 arvosta noin 0,21.

Tuloksista voidaan kuitenkin havaita, että osavaluma-alueittain muutokset vaihtelevat voimakkaasti, ollen pienimpiä täydennysrakentamisen alueilla ja suurimpia alueilla, joissa viher- ja metsäalueita on suunniteltu muutettavan rakennetuksi ympäristöksi.

Savilahden purkuvesistön näkökulmasta muutokset hulevesivirtaamissa ovat kohtalaisen pieniä. Epäpuhtauksien huuhtoutuminen hulevesien mukana on kuitenkin riippuvainen päällystetyn pinnan osuudesta rakennetuilla valuma-alueilla, joten Savilahden laadullisen kuormituksen voidaan ennustaa kasvavan tulevan maankäytön myötä.

Suunnittelualueelle ehdotetaan hulevesien hallintaa, jossa pääpaino on hulevesien laadullisessa hallinnassa niin rakentamisen aikana kuin myös tulevan maankäytön valmistuttua.

31.3.2017

4 HULEVESIEN HALLINTATOIMENPITEIDEN SUUNNITTELU

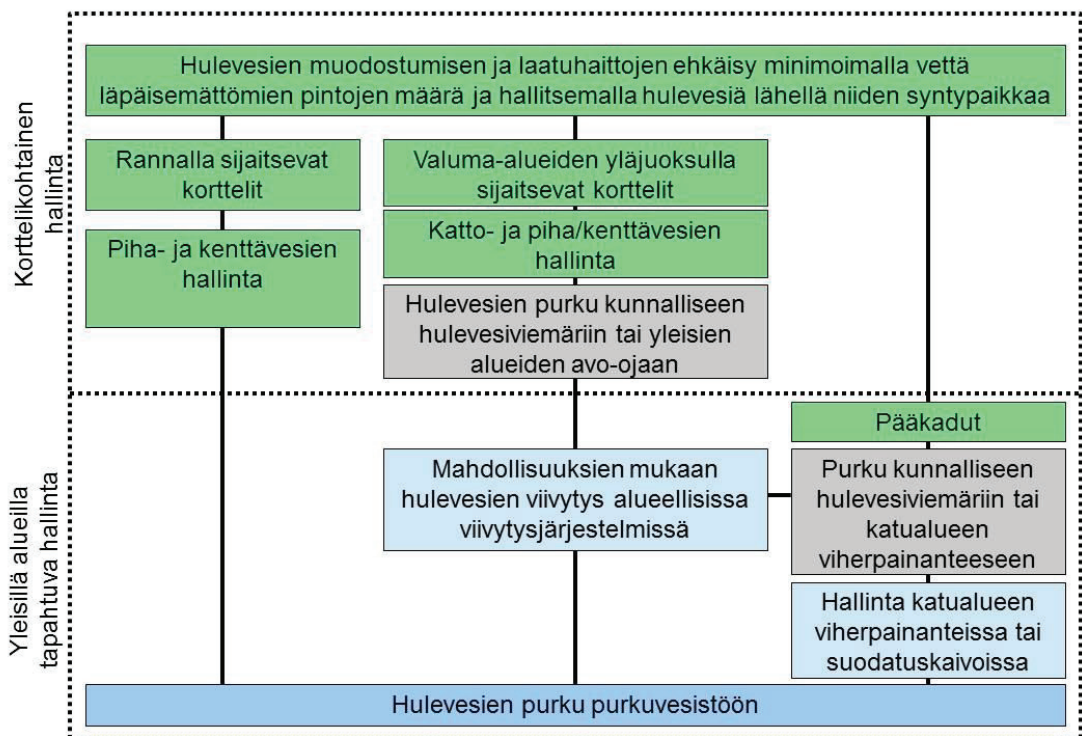
4.1 Hulevesien hallinnan periaatteet

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. Priorisointi vastaa vuonna 2012 julkaistun valtakunnallisen Hulevesioppaan ohjeita.

- 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 hulevesiviemärissä yleisillä alueilla sijaitseville hidastus- ja viivytysalueille ennen vesistöön johtamista (viivyttäminen avouomissa)
- V. Hulevedet johdetaan hulevesiviemärissä suoraan vastaanottavaan vesistöön.

Selvitysalueen hulevesien hallinnan periaatteeksi esitetään toimintatapojen I–IV tehokasta yhdistämistä. Ratkaisumalliksi esitetään, että suunnittelualueen hulevesien hallinnassa pääpaino on uudisrakentamisalueiden korttelikohtaisessa hulevesien hallinnassa, jolloin hulevesien laatuun voidaan vaikuttaa tehokkaimmin. Mahdollisuuksien mukaan korttelikohtaisia järjestelmiä voidaan tukea toteuttamalla alueellista hulevesien viivytystä ehdotetuissa paikoissa. Ratkaisuperiaatetta on havainnollistettu alla olevan kuvan (Kuva 5) kaaviossa.

31.3.2017



Kuva 5. Hulevesien hallinnan periaate suunnittelualueella.

Savilahden hulevesien hallinnan painopiste on korttelikohtaisessa hulevesien hallinnassa johtuen Savilahden purkuvesistön heikosta tilasta. Lisäksi merkittävä osa tulevasta maankäytöstä sijoittuu lähelle purkuvesistöä, jolloin hulevesien määrällinen hallinta ei ole kaikkialla tarpeen. Korttelikohtaisilla järjestelmilläkin pyritään laadun hallinnan lisäksi aina myös osittain viivyttämään hulevesiä, jotta minimoidaan voimakkaiden hulevesivirtaamien aiheuttamia eroosio-ongelmia, jotka voivat myös aiheuttaa hulevesien laatuongelmia purkuvesistössä.

Vaikka hulevesien hallinta on ehdotettu sijoittuvan lähelle hulevesien syntypaikkaa, sijoittuvat hulevesien hallintajärjestelmät tyypillisesti viheralueilla, joissa ne antavat myös virkistysarvoja ympäristölle.

4.2 Korttelikohtainen hulevesien hallinta

Suunnittelualueen uusien korttelien osalta, hulevesien hallinta on useissa kohteissa haasteellista purkuvesistön läheisyyden ja tulevan maankäytön tiiviin rakentamisen vuoksi. Eri korttelit ovat lisäksi alueina hyvin erilaisia, joten yhtä yleistä hulevesien hallinnan periaatetta ei kaikille kohteille voi suositella.

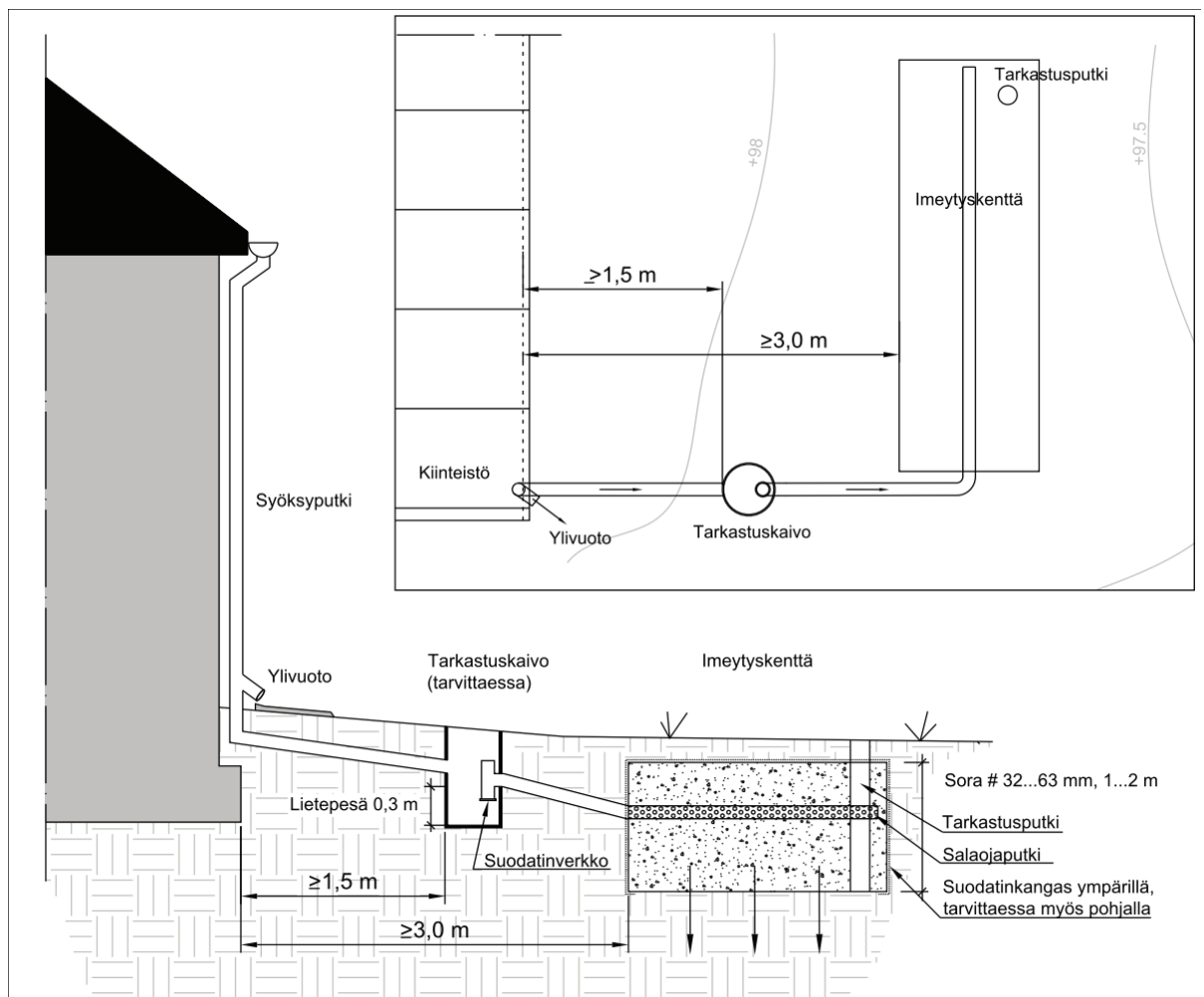
Seuraavissa kappaleissa on kerrottu lyhyesti eri kortteille suositeltavista hulevesien hallinnan toimintaperiaatteista ja menetelmistä. *Yleissuunnitelmakartoissa 201 ja 202* on esitetty yksityiskohtaisemmin, mitä hallintaperiaatteita kullekin korttelille suositellaan. Mahdollisuuksien mukaan on myös esitetty alustavasti soveltuvin sijainti eri hallintajärjestelmille. Korttelikohtaisien järjestelmien tarkempi sijoittelu ja mitoitus tulee tehdä jatkosuunnittelussa maankäytön tarkentuessa.

31.3.2017

4.2.1 Savilahden rannalla sijaitsevat korttelit - Maaperä mahdollisesti vettä läpäisevä

Kohteissa joissa maaperä on todennäköisesti vettä hyvin läpäisevää, suositellaan hulevesien hallintaa ensisijaisesti imeyttämällä. Suunnittelualueella ei sijaitse merkittäviä pohjavesialueita tai luonnonsuojelualueita, joten hulevesien imeyttäminen on sen perusteella turvallista. Mikäli kohteen toiminnan johdosta alueella muodostuu kuitenkin poikkeavan likaisia hulevesiä, suositellaan hulevesien käsittelyn tehostamista öljyn- ja hiekanerotuskaivojen avulla.

Hulevesien imeytys voidaan toteuttaa mm. **imeytyskaivannoilla tai -kentällä ja -kaivoilla**. Esimerkki imeytyskentästä on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 6). Imeyttävät menetelmät suositellaan tehtävän hajautetusti, jolloin yhden menetelmän valuma-alue ja mitoitusvesimäärä ei kasva suureksi. Järjestelmien yksityiskohtaiset mitoitukset tulee selvittää maankäytön jatkosuunnittelussa yhdessä maaperän vedenläpäisevyyystutkimuksien kanssa. Rakenteissa tulee olla ylivuoto ja ne tulee sijoittaa vähintään 3 m etäisyydelle rakennuksista. Jotta imeytysrakenteet eivät ajan saatossa tukkeutuisi kiintoaineksesta, tulee pihavedet esikäsitellä ennen imeytystä. Esikäsitely voidaan toteuttaa esimerkiksi hiekanerotuskaivojen avulla.



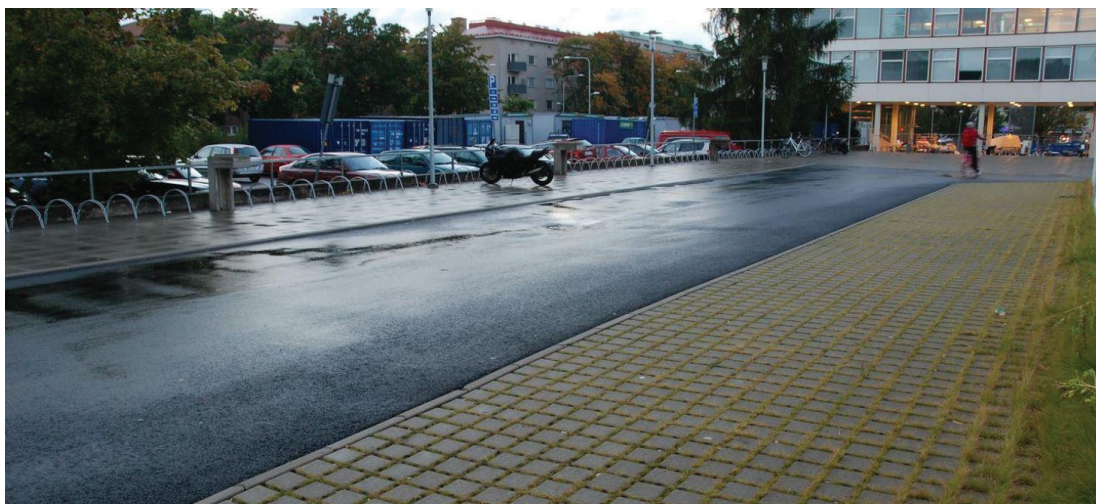
Kuva 6. Tyypik kuva tontikohtaisesta imeytyskentästä.

31.3.2017

Hulevesien muodostumista voidaan lisäksi ehkäistä suosimalla **vettä läpäiseviä päällysteitä**. Esimerkiksi reikälaattojen tai -kiveyksien käytöllä mm. jalankulku- ja pysäköintialueilla voidaan vähentää hulevesien muodostumista ja parantaa muodostuvan pintavalunnan laatua.

Vettä läpäisevillä päällysteillä voidaan tehokkaasti pidättää usein toistuvat, sademäärältään vähäiset sadetapahtumat. Tutkimuksien mukaan esimerkiksi betonilaatoitus, jonka saumavälit ovat hiekalla täytetty, pystyy keskimäärin pidättämään jopa 85 - 100 % sen pinnalle sataneesta vedestä, kun sadetapahtumien vesimäärät ovat pienehköjä (5 - 9 mm). Kyseiset sademäärät vastaavat esimerkiksi kerran vuodessa toistuvia 20 min ja 45 min sadetapahtumia. Vastaavissa tutkimuksissa päällysteen vedenpidätys säilyi noin 50 - 60 %:ssa, kun sadetapahtumat olivat sademäärältään suurempia (17 - 27 mm). Sademäärät vastaavat Suomen olosuhteissa kerran kymmenessä vuodessa toistuvaa 30 min ja 120 min sadetapahtumia. Sademäärän lisäksi laatoituksen saumavälien koolla ja pohjarakenteiden paksuudella todettiin olevan vaikutus vedenpidätyskykyyn, leveä saumaväli ja paksu rakennekerros kasvattavat vedenpidätyskykyä³. Myös sadetapahtumia edeltävät maaperän kosteusolosuhteet vaikuttavat läpäisevien päällysteiden veden pidätyskykyyn.⁴

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



Kuva 7. Vettä läpäisevä päällyste Tampereen Sampilassa.

³ Smith R D. 2006. Permeable Interlocking Concrete Pavements. Third Edition.

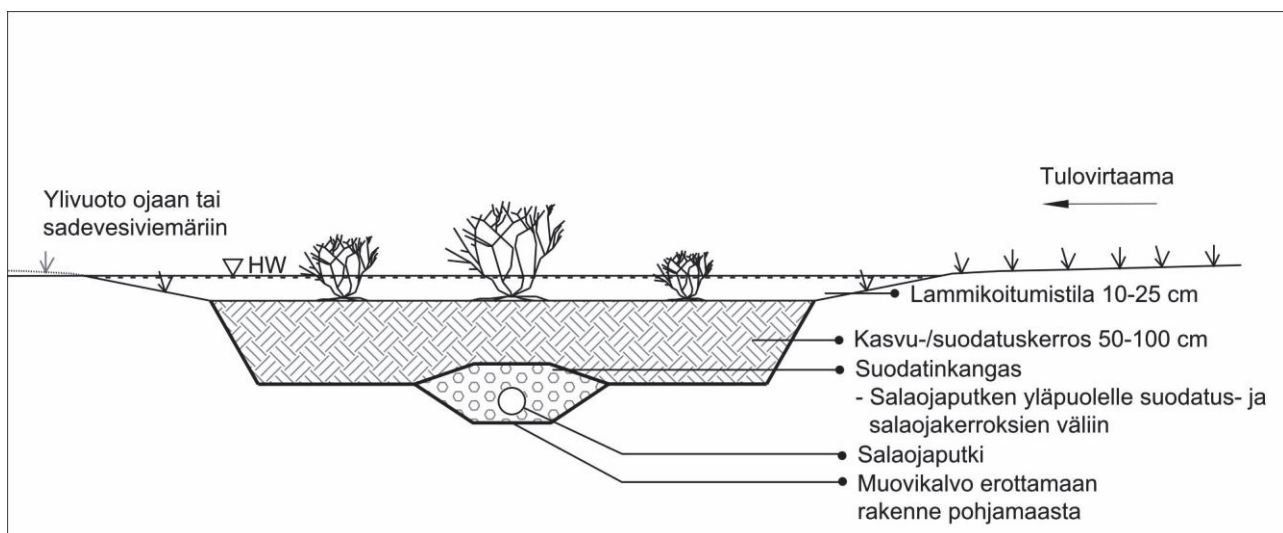
⁴ D. Booth. et al. 1999. Field Evaluation of Permeable Systems for Improved Stormwater Management

31.3.2017

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

4.2.2 Savilahden rannalla sijaitsevat korttelit - Maaperä todennäköisesti ei vettä läpäisevä

Kortteleilla, joilla maaperä on heikosti vettä läpäisevää, voidaan hulevesiä hallita edellä mainittujen läpäisevien päällysteiden lisäksi suodatuksen avulla. Mikäli korttelin korkeuserot mahdollistavat paksukerroksisten rakenteiden käyttöä, voidaan suodatus toteuttaa **biosuodatusrakenteella**, jossa on maanpäällinen lammikoitumistila. Lammikoitumistila tarjoaa viivytystilavuutta hulevesille ja mahdollistaa suurempien hulevesimäärien imeyttämisen. Maanpäällisen lammikoitumistilan alla on kasvu- ja suodatuskerrokset sekä salaojitus. Biosuodatusrakenne edellyttää tyypillisesti noin 1,5 m rakennepaksuuden. Alla olevassa kuvassa (Kuva 8) on esitetty tyypik kuva biosuodatusrakenteesta.



Kuva 8. Tyypik kuva biosuodatusrakenteesta.

Kortteleilla, joissa topografia ei mahdollista paksukerroksisten suodatusrakenteiden rakentamista, voidaan hulevesien hallinta toteuttaa **suodattavilla murskepadoilla tai -kynnyksillä varustetuilla laskeutuspainanteilla**. Kyseisissä järjestelmissä on biosuodatuksen tavoin maanpäällinen lammikoitumistila, joka mahdollistaa kiintoaineksen osittaisen laskeutumisen. Hulevedet poistuvat painanteesta kuitenkin suodattavan murskepadoon kautta, jolloin hulevesien laadullinen hallinta tehostuu. Murskepadoilla voidaan pidättää lähinnä hulevesien kiintoainekseen sitoutuneita epäpuhtauksia. Painanteisiin voidaan istuttaa vaihtelevia kosteusolosuhteita kestäviä kasveja, joilla voidaan tehostaa hulevesien puhdistamista myös liukoisten epäpuhtauksien osalta. Alla olevassa kuvassa (Kuva 9) on havainnollistettu viivytyspainannetta.

⁵ VVT, 2015, CLASS (Climate Adaptive Surfaces)

31.3.2017



Kuva 9. Esimerkki hulevesien viivytyspaineesta. Tampere, Muotiala.⁶

4.2.3 Valuma-alueiden latvaosissa sijaitsevat korttelit

Valuma-alueiden yläjuoksulla sijaitsevilla kortteleilla tulee hulevesien laadullisen hallinnan lisäksi tarvittaessa huomioida myös hulevesien määrällinen hallinta. Tarve voi johtua esimerkiksi hulevesivirtaamien merkittävästi kasvusta valuma-alueella, jonka nykyisten virtausreittien kapasiteetti on heikko. Myös eroosioaurioiden välttäminen on perustelu hulevesien määrälliselle hallinnalle. Liitekartassa 201 on esitetty korttelit, joille suositellaan hulevesien määrällistä hallintaa perustuen hulevesimallinnuksen tuloksiin.

Hulevesien määrällinen hallinta voidaan toteuttaa joustavasti esimerkiksi **kattovesisäilöiden ja sadepuutarhojen** avulla. Suurempia hulevesivirtaamia on mahdollista viivyttää **maanalaisilla viivytysrakenteilla**, kuten rakenteellisilla viivytyskennostoilla. Maaperän ollessa vettä hyvin läpäisevä, voidaan rakenne toteuttaa myös imeyttävänä rakenteena, jonne voidaan johtaa myös piha- ja kenttävesiä. Piha- ja kenttävesiä johtaessa, tulee hulevedet ensin esikäsittellä kiintoaineksen poistamiseksi, jotta maanalainen rakenne ei tukkeudu ajan myötä. Alla olevassa kuvassa (Kuva 10) on esitetty esimerkkejä em. ratkaisusta.



⁶ Kuva: Pekka Raukola

31.3.2017



Kuva 10. Ylemissä kuvissa on esimerkki sadeputarhasta⁷ ja kattovesisäiliöstä⁸. Alemmissä kuvissa on esitetty vaihtoehtoinen ratkaisumalli sadeputarhalle (Tampere, Vuores).

Kattokasvillisuudella, ts. viherkatoilla, tarkoitetaan kasvillisuudella peitettyä kattopintaa, joka pidättää vettä. Viherkaton maa- ja kasvillisuuskerrokseen pidättynyt vesi haihtuu joko suoraan tai kasvillisuuden käyttämänä. Kattokasvillisuudella pystytään usein pidättämään matalan intensiteetin sateet kokonaan, kun taas rankemmilla sateilla ylimääräinen vesi valuu kasvillisuuskerroksen pinnalla ja vesi johdetaan normaalisti ränneillä ja syöksyputkilla eteenpäin. Kattokasvillisuus soveltuu erityisen hyvin katosten ja piharakennusten yhteyteen, mutta niiden käytölle ei ole rakenteellista estettä myöskään muissa kohteissa kuten pihakansirakenteissa.

Viherkattojen vettä pidättäviin ja viivyttäviin ominaisuuksiin vaikuttaa ratkaisevasti viherkattorakenteen paksuus, kasvillisuus sekä katon kaltevuus. Vettä viivyttävät ominaisuudet lisääntyvät rakenteen paksuuden kasvaessa ja kattokaltevuuden pienentyessä. Viherkattorakenteen paksuuden ja kasvillisuuden laadun perusteella viherkatot on jaettavissa yleistäen kahteen päätyyppiin, ohuisiin *laaja-alaisiin* ja paksuihin *intensiivisiin* viherkattoihin, joista laaja-alaiset soveltuvat hyvin hallimaisiin rakennuksiin.

Esimerkki laaja-alaisesta sammal-maksaruohokatoista on esitetty alla olevissa kuvissa (Kuva 11, Kuva 12 ja Kuva 13).

⁷ FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

⁸ Beckmann, 2015

31.3.2017



Kuva 11. Esimerkki laaja-alaisesta viherkattosta. Kohde Solvalla Urheiluopisto, Espoo.



Kuva 12. Suomen suurin ja pohjoisin viherkatto valmistui Ouluun vuonna 2012. Ruskon Jätekeskuksen lajitteluareenan (LARE) sammal-maksaruohokaton pinta-ala on 3600 m².

31.3.2017



Kuva 13. Viherkatto Tampereen teknillisen yliopiston Kampusareenalla.⁹

Suunnittelualueella viherkattoja voitaisiin hyödyntää esimerkiksi pihakansien ja mahdollisten autokatosten yhteydessä. Viherkattoilla voitaisiin vähentää ja hidastaa hulevesien muodostumista, mikä vähentäisi nykyisten hulevesiviemäreiden kuormitusta. Viherkatot voivat myös parantaa osaltaan asuinalueen näkymiä ja viihtyisyyttä. Sen sijaan viherkattojen käytöstä laajoilla kattopinnoilla Suomen ilmasto-olosuhteissa ei ole vielä kovin paljoa kokemusta, joten niiden käyttöä ei voida välttämättä edellyttää vielä kaavassa. Viherkattojen käyttöön tulisi kuitenkin kaavoituksen ja ohjeistuksen keinoin kannustaa etenkin pienikokoisten varistorakennusten ja katosten yhteydessä.

Viherkattoja suositellaan erityisesti alueilla, joissa hulevesien hallinnassa pyritään myös huippuvirtaamien pienentämiseen. Savilahden purkuvesistön lähellä sijaitsevilla korttelialueilla viherkattoja ei suositella, sillä tutkimuksien mukaan viherkattojen kasvualustasta voi suotautua mukana ravinteita.

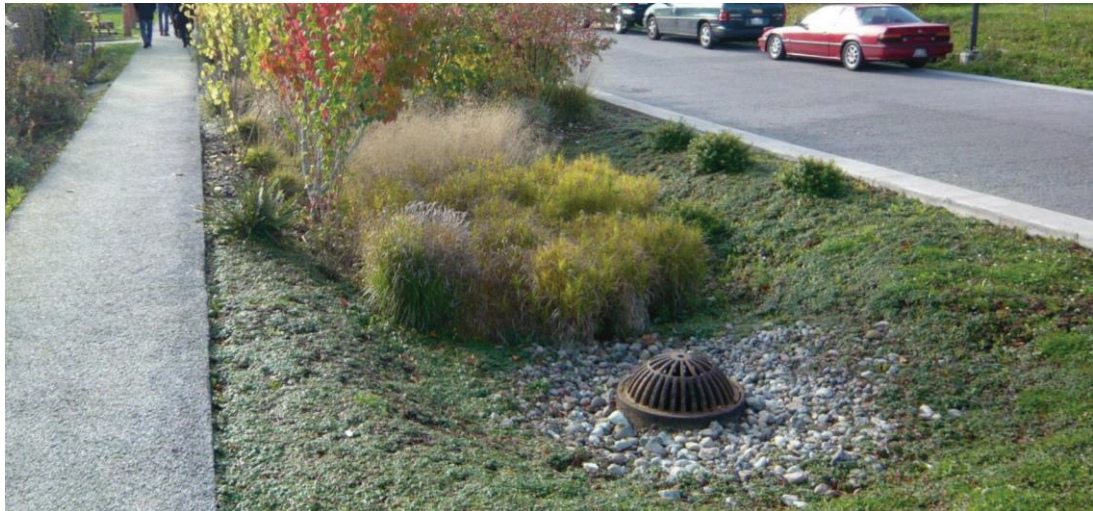
4.3 Hulevesien hallinta katualueilla

Katujen kulumisesta ja talvikunnossapidosta muodostuvaa kiintoainesta huuhtoutuu sateiden mukana purkuvesistöön. Lisäksi erilaiset öljypäästöt huuhtoutuvat katupinnoilta hulevesien mukana tyypillisesti suoraan hulevesiviemäriin kautta purkuvesistöön.

Uusien katualueiden kuivatusvesiä voidaan käsitellä suodattavien hulevesipainanteiden avulla. Tarkoituksena on johtaa kuivatusvedet katualueilta painanteisiin, joissa vesi pääosin suotautuu kasvualustan ja maaperän läpi. Painanteet kuitenkin varustetaan kupukannellisella hulevesikaivolla, jotta esimerkiksi roudan aikaan vesi pääsee virtaamaan hulevesiviemäriin. Alla olevassa kuvassa (Kuva 14) on havainnollistettu esimerkkiä katualueen painanteesta.

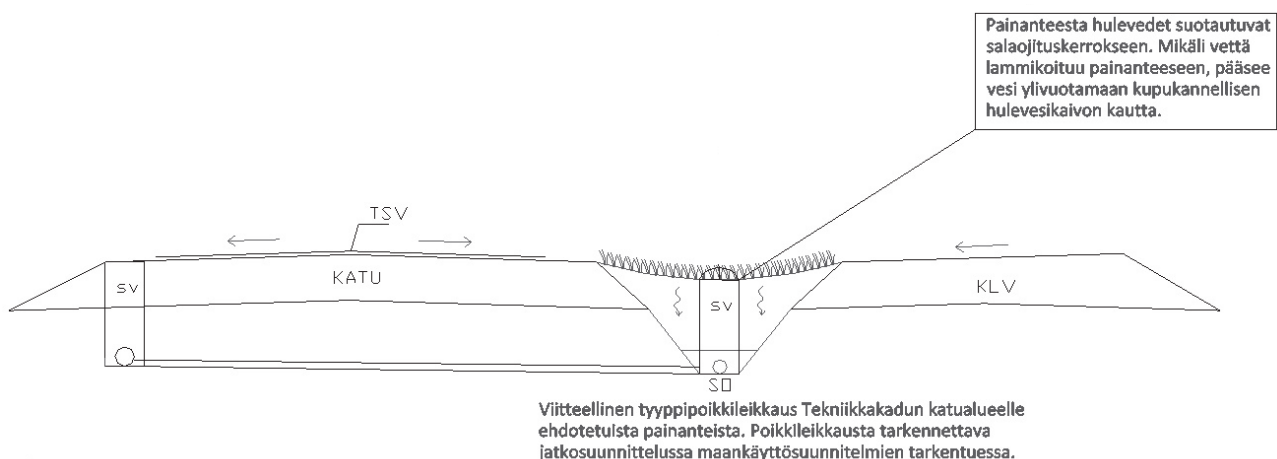
⁹ icopalkatteet.fi

31.3.2017



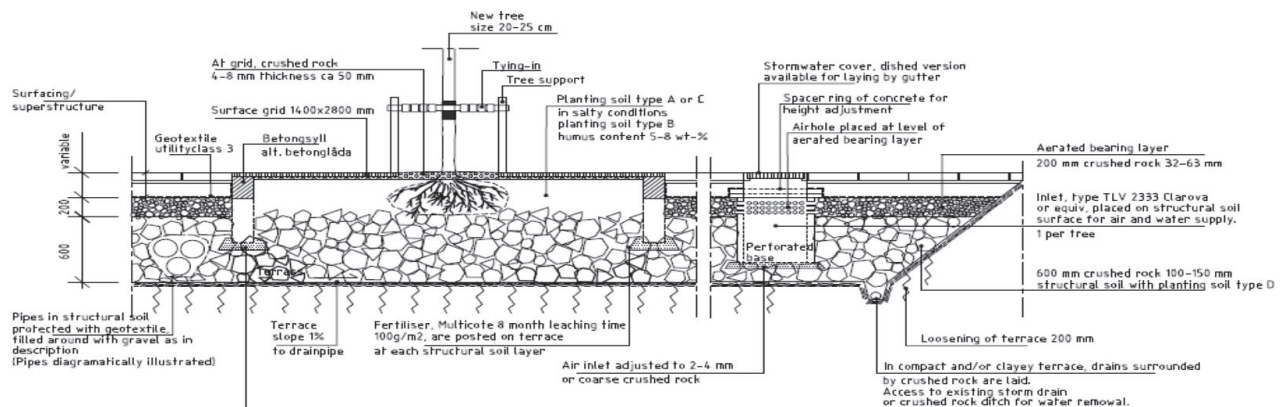
Kuva 14. Katualueen painanne.

Katualueen painanteita suositellaan Varikon alueen uusille katualueille. Muualla suunnittelualueella, jossa nykyiset katualueet kuivatetaan hulevesiviemäreiden avulla, olisi uusien painanteiden rakentamisen kallista ja haasteellista. Kyseisillä katualueilla uusien kuivatusrakenteiden rakentaminen ei ole tarkoituksenmukaista, sillä hulevesien laadullinen hallinta on mahdollista toteuttaa myös nykyisessä hulevesiverkostossa seuraavassa kappaleessa esitetyin keinoin. Alla olevassa kuvassa (Kuva 15) on havainnollistettu painannerakennetta, joka voisi soveltua esimerkiksi Varikon alueen Tekniikkakadun katualueelle. Alla olevassa kuvassa (Kuva 16) on esitetty esimerkki Tukholman katurakenteen suunnitelmasta, jossa on hyödynnetty kantavaa kasvualustaa. Kasvualustassa on biohiiltä, joka sitoo hulevettä ja epäpuhtauksia.



Kuva 15. Viitteellinen poikkileikkaus viherpainanteesta, joka voisi soveltua Varikon alueen Tekniikkakadulle.

31.3.2017



Kuva 16. Esimerkki Tukholman kaupungin katurakennesuunnitelmasta (Paju Pojat Oy).

Joidenkin nykyisten katualueiden reunoilla on jo painanteita, joissa hulevedet luontaisesti puhdistuvat ja imeytyvät matkan varrella. Tämän tyyppisiä ratkaisuja löytyy esimerkiksi Savilahdentien eteläosasta, jossa pintakuivatusrakenteet ovat alla olevan kuvan (Kuva 17) mukaisia. Kyseisiin katuosuuksiin ei suositella erikseen rakennettavia hulevesipainanteita.



Kuva 17. Savilahdentiellä on jo nykyiselläänkin painannerakenne pintakuivatusrakenteena, jossa hulevedet osittain puhdistuvat ja imeytyvät.

4.4 Hulevesien hallinta nykyisessä hulevesiverkostossa

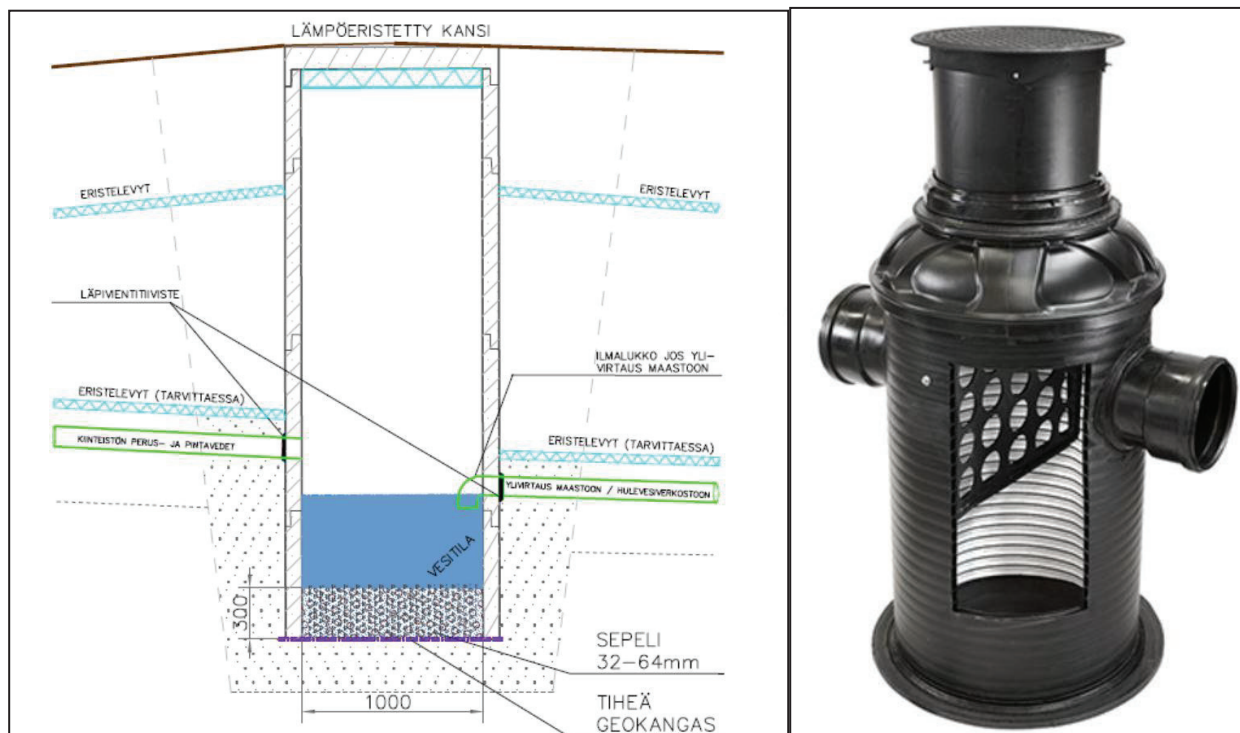
Hulevesien hallintaa voidaan lisäksi tehostaa asentamalla hulevesiverkostoon rakenteellisia hiekansuodatuskaivoja. Suodatuskaivoilla on mahdollista hallita myös nykyisiä hulevesiä. Mahdolliset suodatinkaivot suositellaan sijoitettavan hulevesiverkoston latva-alueille, lähelle hulevesien syntypaikkoja. Näin järjestelmät pystyvät tehokkaimmin erottelamaan hulevesistä kiintoainesta kun hulevesivirtaamat ovat pieniä.

Murskepatojen tavoin suodatuskaivoilla hallitaan erityisesti hulevesien kiintoaineksen mukana kulkeutuvia epäpuhtauksia. Biosuodatus- ja

31.3.2017

laskeutusjärjestelmien tavoin suodatuskaivoja tulee ajoittain tyhjentää kiintoaineksestä ja huoltaa tukkeutumisen estämiseksi.

Vettä hyvin läpäisevässä maaperässä hulevesien tarkastuskaivoja voidaan lisäksi korvata imeytyskaivoilla, eli pohjattomilla tarkastuskaivoilla, jolloin voidaan vähentää nykyisien hulevesien virtausreittien virtaamia ja parantaa hulevesien laatua. Alla olevassa kuvassa (Kuva 18) on esitetty tyyppikuva imeytyskaivosta ja kaivorakenteesta.



Kuva 18. Tyyppikuva imeytyskaivosta¹⁰ ja kiintoainesta erottelevasta kaivorakenteesta¹¹.

5 HULEVESIJÄRJESTELMIEN MITOITUS

5.1 Korttelikohtaisten järjestelmien mitoitus

5.1.1 Savilahden rannalla sijaitsevat korttelit

Savilahden rannalla sijaitsevien korttelien kasvavat hulevesivirtaamat eivät todennäköisesti aiheuta tulvaongelmia. Sen sijaan purkuvesistön läheisyydestä johtuen hulevesien epäpuhtaudet päätyvät tehokkaasti purkuvesistöön. Näin ollen Savilahden rannalla sijaitsevilla kortteleilla suositellaan piha- ja kenttävesien hallintaa.

Suunnittelualan purkuvesistön heikon tilan vuoksi hulevesien laadullisen hallinnan mitoituksesi esitetään **1m³/100m² vettä läpäisemätöntä piha- ja kenttäneliometriä kohden**. Mitoitusvaatimusta ei sidota kattovesiin, sillä kattovedet ovat lähtökohtaisesti puhtaita. Kattovedet suositellaan johdettavan erikseen suoraan purkuvesistöön, jotta hulevesien hallintajärjestelmät eivät

¹⁰ Kaarle Milen, Lahti Aqua Oy

¹¹ Smart Trap, Uponor, 2017

31.3.2017

täyttyisi puhtaista vesistä ja toimisivat siten laadullisen hallinnan osalta mahdollisimman tehokkaasti. Kattovesien johtamisessa tulee kuitenkin aina muistaa eroosiosuojaus, jotta ajoittain voimakkaat kattovesivirtaamat eivät huuhto kiintoainesta purkuvesistöön.

Mitoitus $1\text{m}^3/100\text{m}^2$ vettä läpäisemätöntä piha- ja kenttäneliometriä kohden tarkoittaa esimerkiksi biosuodatusrakenteissa maanpäällistä lammikoitumistilavuutta, joka järjestelmän tulee kyetä vastaanottamaan ilman että järjestelmä menee ylivuotoon. Vastaavasti imeytyskaivantojen – ja kaivojen kohdalla tilavuus vastaa järjestelmän laskennallista varastotilavuutta.

Mitoitus tarkoittaa käytännössä 10 mm sadetapahtumaa, joka vastaa tilastollisesti kaikkia noin kerran vuodessa toistuvia alle tunnin pituisia rankkasadetapahtumia. Mitoitustoistuvuus valittiin arvioimalla karkeasti sademäärä, joka vastaisi noin 50 – 70 % Etelä-Suomen vuotuisista sadetapahtumista. Arvioinnissa päädyttiin noin 7 – 13 mm:iin. Arvio perustuu Yhdysvaltojen Washingtonin ja Helsingin vuosisadannan vertailuun. Yhdysvaltojen Washingtonin osavaltiossa 70 % vuotuisista sadetapahtumista on sademääriltään maksimissaan 19 mm. Etelä-Suomen vuosisadanta (~650 mm) vastaa noin 70 % Washingtonin vuosisadannasta (950 mm).

Hallintajärjestelmien kokoon voi vaikuttaa suosimalla esimerkiksi vettä läpäiseviä päällysteitä, joita ei lueta vettä läpäisemättömiksi pinnoiksi. Mitoitusvaatimus kannustaa näin minimoimaan perinteisiä asfalttipintoja.

5.1.2 Valuma-alueiden yläjuoksulla sijaitsevat korttelit

Kortteleilla, joilla on sekä hulevesien laadullisen että määrällisen hallinnan tarvetta, esitetään korttelikohtaiseksi hulevesien viivytysvaatimukseksi **$1\text{m}^3/100\text{m}^2$ vettä läpäisemätöntä pintaneliometriä kohden**. Mitoitus koskee myös kattovesien hallintaa. Jotta hulevesien laadun hallinta olisi tehokasta, suosituksena on, että kattovedet ja piha- ja kenttävedet pidetään mahdollisuuksien mukaan erillään, johtamalla esimerkiksi laadultaan likaiset piha- ja kenttävedet laskeutus- ja suodatusjärjestelmiin. Kattovedet voidaan puolestaan johtaa viivytyksen kautta suoraan hulevesiviemäriin tai avo-ojiin.

Viivytysvaatimusta on mahdollista pienentää suosimalla vettä läpäiseviä päällysteitä ja viherkattoja.

5.1.3 Korttelikohtaisten viivytysvaatimuksien vaikutus hulevesien hallintaan

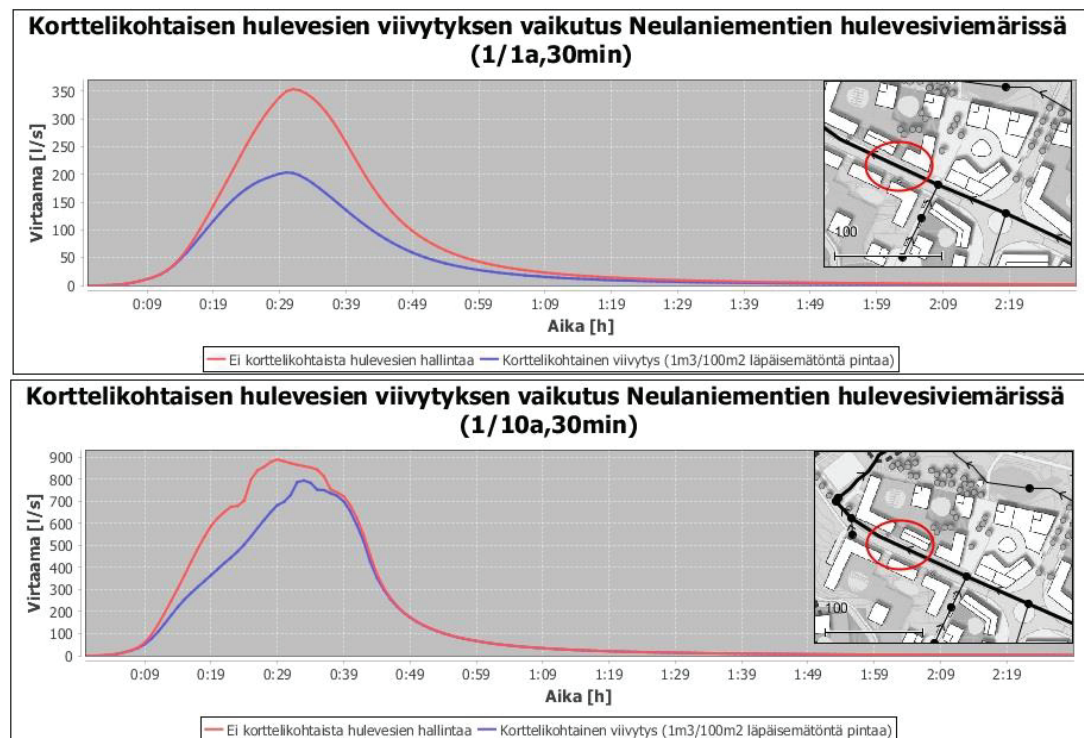
Korttelikohtaisten hulevesien hallintajärjestelmien toiminnassa on tärkeätä ymmärtää, että järjestelmillä hallitaan usein toistuvia, sademäärältään pieniä sadetapahtumia. Pienen mitoituksensa ansiosta korttelikohtaisilla järjestelmillä ei ensisijaisesti hallita suuria vesimääriä ja siten vaikuteta hulevesien huippuvirtaamiin. Sen sijaan hulevesien laadullinen hallinta on luonteva toteuttaa korttelikohtaisilla järjestelmillä, sillä ne sijoittuvat lähelle hulevesien syntypaikkaa. Tällöin hulevesien sisältämä kiintoaine ja muut epäpuhtaudet ovat hulevesissä vielä suhteellisen suurina pitoisuuksina ja puhdistus on tehokasta.

Alla olevissa kuvissa (Kuva 19 - Kuva 21) on havainnollistettu kuinka paljon hulevesien huippuvirtaamia olisi laskennallisesti mahdollista viivyttää korttelikohtaisilla hulevesien hallintajärjestelmillä. Tuloksista voidaan havaita että korttelikohtaisen hulevesien hallinnan vaikutus on voimakkainta Varikon alueella, jossa tuleva maankäyttö tulee muuttumaan nykytilanteeseen nähden

31.3.2017

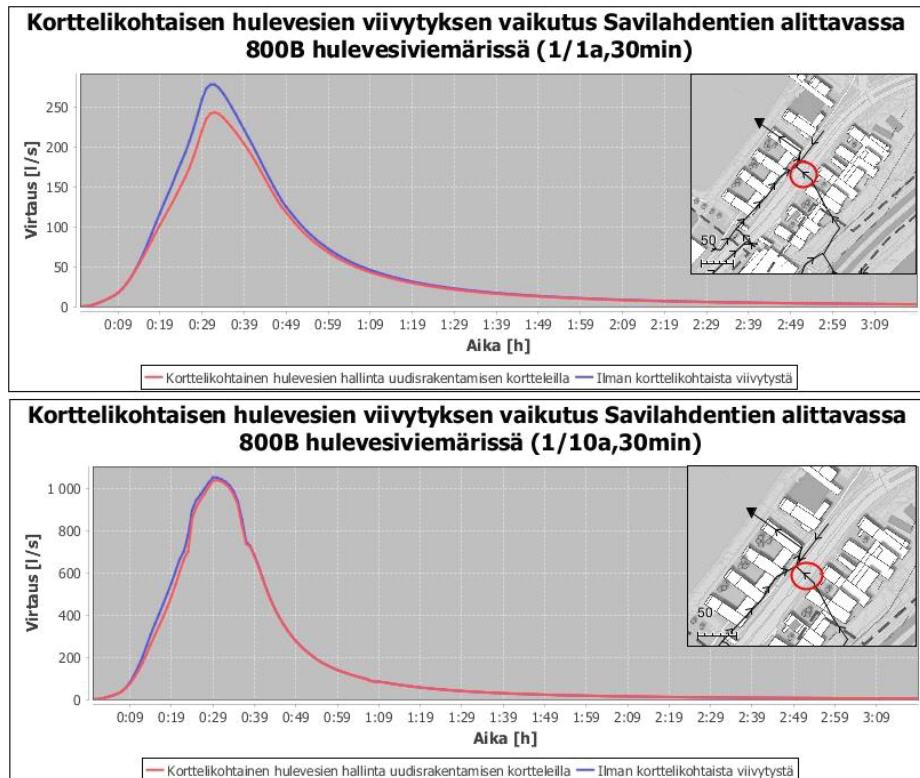
merkittävästi. Muutokset hulevesien huippuvirtaamissa ovat kuitenkin huomattavasti pienempiä kuin alueellisella järjestelmällä, kuten kappaleessa 5.2.3 voidaan havaita. Kappaleessa 5.2 on yleisesti käsitelty tarkemmin alueellisten hulevesien hallintajärjestelmien vaikutuksia.

Mallinnuksessa on oletettu että kaikissa uudisrakentamisen korttelialueilla hulevesiä viivytetään $1\text{m}^3/100\text{m}^2$ vettä läpäisemätöntä pintaneliötä kohden.

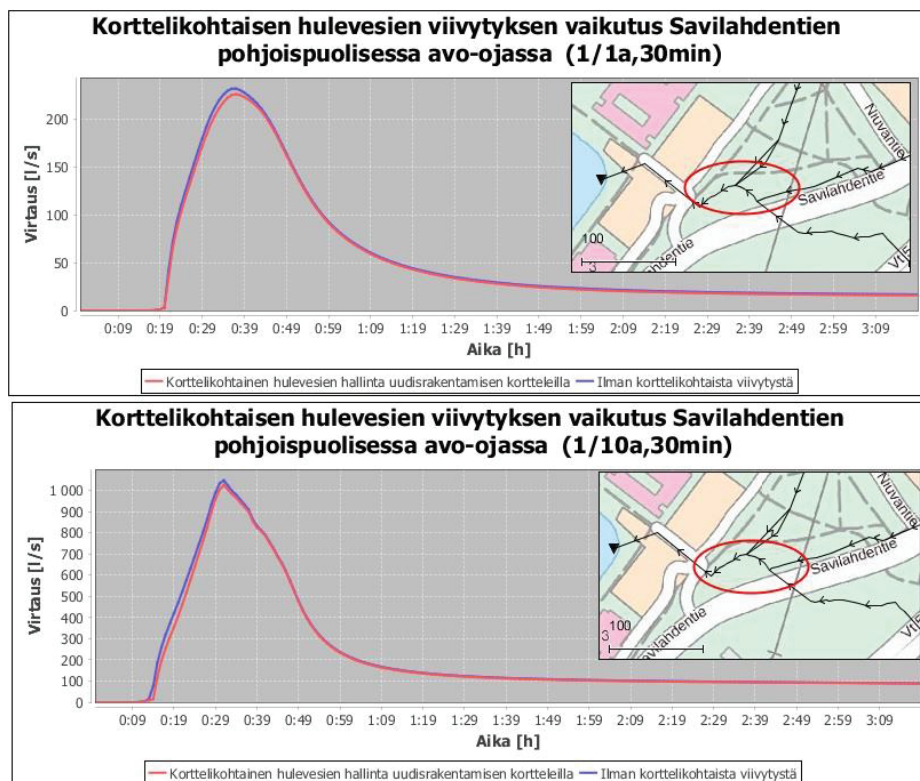


Kuva 19. Mallinnustulokset korttelikohtaisen hulevesien hallinnan osalta. Varikon alue.

31.3.2017



Kuva 20. Mallinnustulokset korttelikohtaisen hulevesien hallinnan osalta. Niiralan valuma-alue (VA4).



Kuva 21. Mallinnustulokset korttelikohtaisen hulevesien hallinnan osalta. Pienen Mustinlammen valuma-alue.

31.3.2017

5.2 Alueellisten hulevesijärjestelmien mitoitus

Suunnittelualueen hulevesien hallinnassa on pyritty keskittämään hulevesien hallinta mahdollisimman lähelle hulevesien syntypaikkoja. Näin käsiteltävät hulevesimäärät pysyvät hallintajärjestelmää kohden pieninä ja laadullinen hallinta voidaan toteuttaa tehokkaimmin.

Suunnittelualueelta löytyy kuitenkin alueita, joilla alueellinen hulevesien hallinta olisi helposti toteutettavissa. Suuria hulevesivirtaamia viivytämällä voidaan ennen kaikkea vähentää eroosiohaittoja ja hidastamalla hulevesien virtausnopeutta osittain laskeuttamaan hulevesien sisältämää kiintoaineista.

Seuraavissa kappaleissa selostetaan tarkemmin alueellisen hulevesien hallinnan mahdollisuuksia suunnittelualueella. Kappaleissa keskitytään kohteisiin, joissa hulevesien hallinta olisi maltillisin maanrakennustöin toteutettavissa.

5.2.1 Savilahdentien ja VT5 välinen maastonpainanne

Savilahdentien ja VT5 välissä sijaitsee maastonpainanne, jota on mahdollista hyödyntää hulevesien hallinnassa. Mikäli painanteen kokoa ei kasvateta, voidaan järjestelmässä viivyttaa noin 1000 m³ hulevesiä, kun vesipinnan sallitaan ajoittain nousta maksimissaan noin 2 m korkeusasemaan noin +88,8 (N₂₀₀₀). Kyseinen viivytykskapasiteetti riittää laskennallisesti viivytämään kerran kahdessa vuodessa (1/2a) toistuvat sadetapahtumat.

Maaperä on painanteen kohdalla hiekkamoreenia, joten hulevesien osittainen imeytyminen on myös mahdollista. Hulevesivirtaamia hidastamalla painanne edistää hulevesien imeytymismahdollisuuksia. Lisäksi viivytyks vähentää eroosiota alajuoksulla ja parantaa hulevesien laatua.



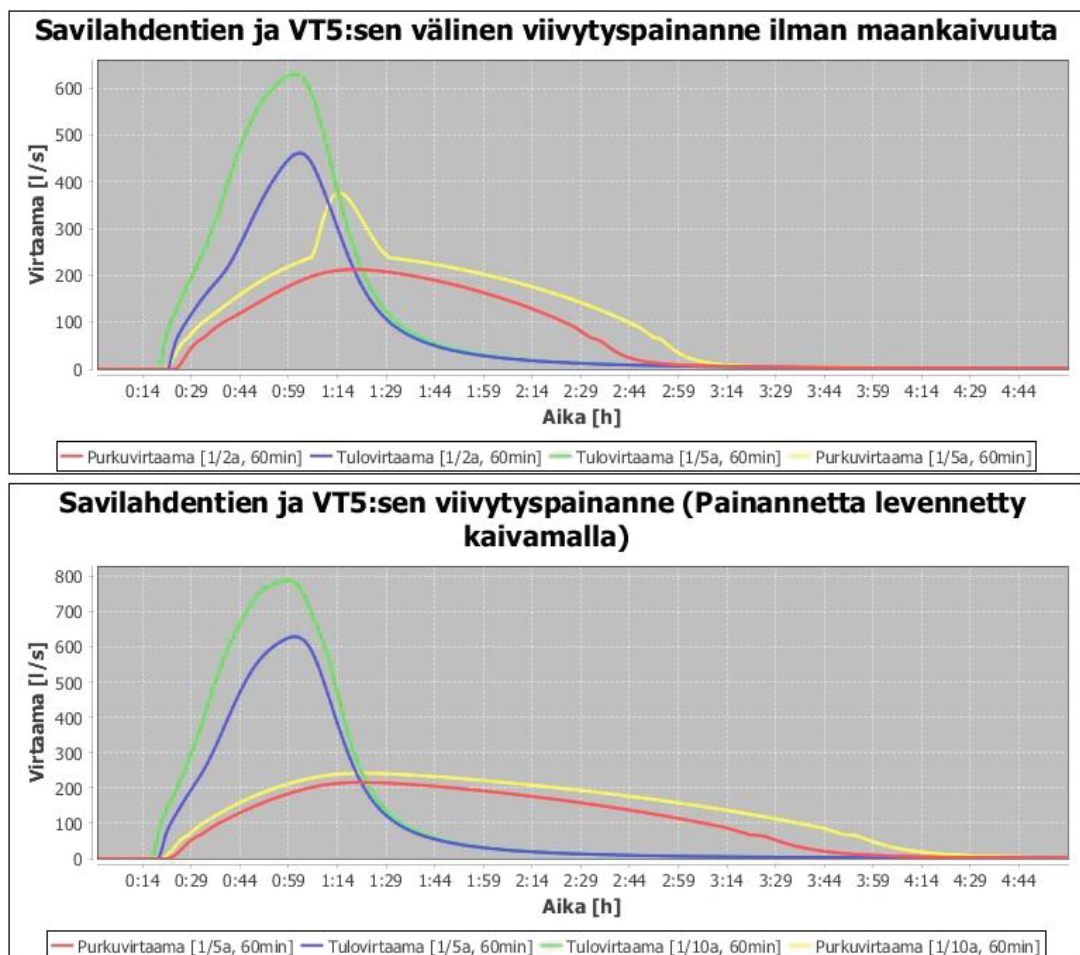
Kuva 22. Savilahdentien ja VT5 välissä sijaitsee maaston painanne, jota on mahdollista hyödyntää hulevesien viivytyksessä.

Virtaamia järjestelmä pienentää noin 55 %:lla kerran kahdessa vuodessa toistuvilla rankkasadetapahtumilla, mutta harvinaisemmilla sadetapahtumilla järjestelmä menee ylivuotoon ja hulevesien viivytystekokkuus on heikompaa. Mikäli painanteen kokoa kasvatetaan kaivamalla järjestelmä noin 1700 m²

31.3.2017

suuruiseksi ($\sim 1800 \text{ m}^3$ vesitilavuus), voidaan järjestelmällä viivyttää jopa kerran kymmenessä vuodessa toistuvia sadetapahtumia ilman, että järjestelmä menee ylivuotoon. Tällöin hulevesien maksimivirtaamat pienenisivät laskennallisesti noin 65 %:lla jopa 1/10a tilanteissa. Alla olevassa kuvassa (Kuva 23) on esitetty mallinnustuloksia painanteen viivyttävästä vaikutuksesta. Painanteen vesitilavuus on suurin 3 tuntia kestävässä sadetapahtumassa ja suurin virtaama aiheutuu tunnin sadetapahtumilla.

Painanteen koon kasvatusta ei kuitenkaan ensisijaisesti suositella, sillä mallinnustulosten perusteella valuma-alueen alajuoksulla ei ole tulvaongelmia ja hulevesien hallinnan painopisteenä on laadullinen hallinta. Hulevesien tehokas viivytys 1/2a toistuvuuden rankkasadetapahtumilla tarkoittaa, että usein toistuvat, jatkuvaa kuormitusta aiheuttavat hulevesivirtaamat voidaan tehokkaasti viivyttää hyödyntämällä nykyisiä maanpinnan muotoja. Alueen nykyinen kasvillisuus saattaa kuitenkin kärsiä vaihtelevista vesiolosuhteista, joten kohteeseen voi olla tarvetta istuttaa vaihtelevia kosteusolosuhteita sietäviä kasvilajeja.



Kuva 23. Savilahdentien ja VT5 välisen painanteen käyttö hulevesien viivytyksessä saisi mallinnustuloksien perusteella aikaan tehokkaan viivytyksen. Kuvaajilla on havainnollistettu kuinka paljon tehokkaammin hulevesiä olisi mahdollista viivyttää, mikäli painannetta haluttaisiin kaivaa isommaksi. Nykyisillä maanpinnan muodoilla painanne menee hetkellisesti ylivuotoon jo 1/2a harvinaisemmilla rankkasateilla. Kaivettu järjestelmä ei mene juurikaan ylivuotoon edes 1/10a toistuvuuden rankkasateilla.

31.3.2017

5.2.2 Neulaniementien pohjoispuolinen viivytyispainanne

Neulaniementien pohjoispuolella sijaitsevan tien vieressä, nykyisen piippurakennuksen pohjoispuolella sijaitsee vihersaareke, jonka alitse kulkee nykyinen 400B hulevesiviemäri. Vihersaareke olisi mahdollista muuttaa hulevesien viivytyispainanteeksi, jonne 400B hulevesivirtaamat puretaan. Esimerkiksi tekemällä rakenteen purkujärjestelyistä vaiheittaiset eli rakentamalla painanteen pohjalle pieni Dn200 purkuputki perusvirtaamille ja noin 1 m painanteen pohjan yläpuolelle ylivuotoputki, voidaan painanteella tehokkaasti hidastaa hulevesien purkuvirtaamia. Alla olevassa kuvassa (Kuva 24) on havainnollistettu mahdollisen viivytyispainanteen suositeltavaa sijaintia.



Kuva 24. GoogleStreetView¹² kuva mahdollisen painanteen sijainnista. Oikealla näkyvä rakennus on "piippurakennus"

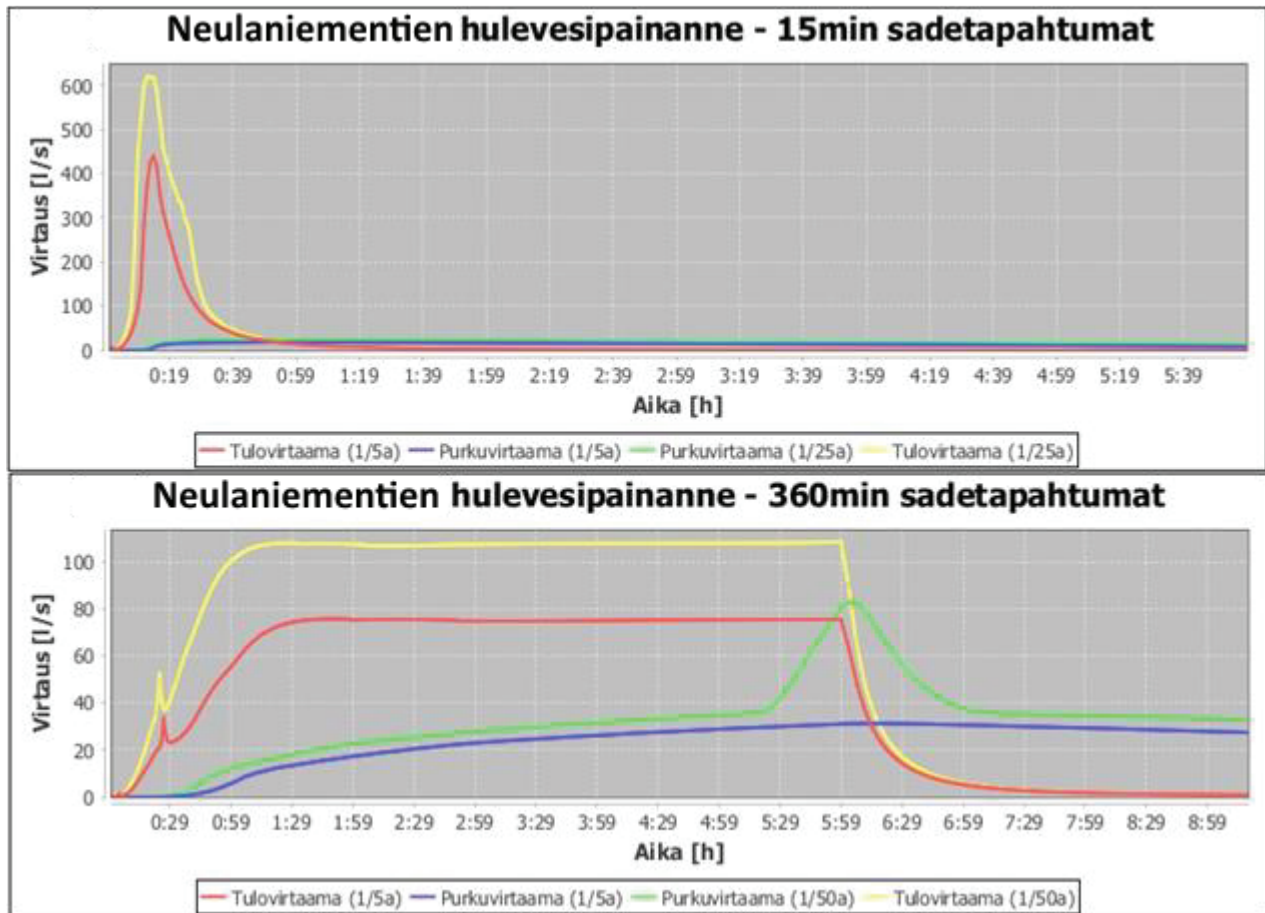
Mallinnustulosten perusteella kaivamalla painanne maksimissaan noin 1700 m² kokoiseksi ja 1,7 m syväksi, järjestelmällä voidaan viivyttää hulevesiä ilman ylivuotoa kerran viidessä vuodessa (1/5a) toistuvilla rankkasadetilanteilla. Lyhytkestoisempien, sademäärältään pienempien rankkasateiden viivytyksessä painanteen mitoitus riittää myös harvemmin toistuville sadetapahtumille.

Alla olevassa kuvassa (Kuva 25) on esitetty mallinnustuloksia painanteen tulo- ja purkuvirtaaman osalta. Tuloksista voidaan nähdä, että lyhytkestoisilla sademäärältään pienillä sadetapahtumilla järjestelmä toimii erittäin tehokkaasti, pienentäen hulevesien huippuvirtaamia alle 10 %:iin. Pitkäkestoisilla sadetapahtumilla järjestelmä menee sen sijaan kohtalaisen herkästi (>1/5a) ylivuotoon, jolloin hulevesien viivytystehtävyys on heikompaa.

Hulevesien viivytyispainanne pienentäisi 400B linjan alajuoksulla sijaitsevan avo-ojan virtaamia ja mahdollisia eroosiohaittoja. Lisäksi jos järjestelmän purkurakenne varustetaan esimerkiksi suodattavalla rakenteella, voidaan hulevesien kiintoainesta pidättää tehostetusti painanteeseen. Hulevesien viivyttäminen lisää myös kiintoaineen laskeutumista painanteessa.

¹² GoogleStreetView 2017

31.3.2017



Kuva 25. Mallinnustulokset Neulaniemenkadun pohjoispuoliselle hulevesien viivytyspainanteelle.

31.3.2017

Hulevesien viivytyspainanne on kuivan kauden aikana tyhjä, joten mahdollinen painanne tulee maisemoida ja suunnitella ympäristöönsä sopivaksi. Alla olevassa kuvassa (Kuva 26) on havainnollistettu esimerkkiä hulevesien viivytyspainanteesta.



Kuva 26. Esimerkki viivytyspainanteesta, jonne hulevedet johdetaan hulevesiviemäreillä¹³

5.2.3 Viivytyspainanteet Varikon alueen uuden avo-ojan yhteydessä

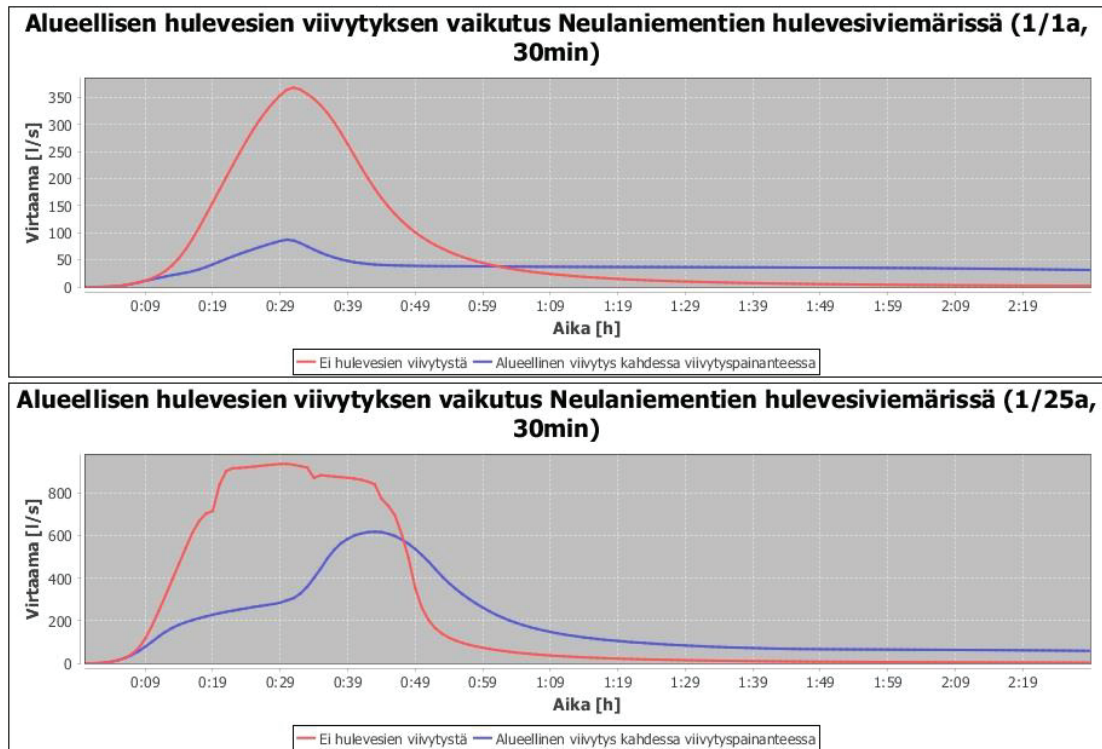
Varikon alueelle hulevesien nykyisiä virtausreittejä on suunniteltu muokattavan merkittävästi. Alueelle tulee muun muassa rakentaa uusi purkuoja alueen itäosaan. Uuden ojan rakentamisen yhteydessä, ojan varrelle olisi mahdollista rakentaa myös hulevesien viivytyspainanteita. Liitekartassa 202 on esitetty esimerkkinä mahdollisten viivytyspainanteiden sijainteja ja tilantarpeita.

Mallinnustuloksien perusteella liitekartan 202 viivytyspainanteiden tilavuudet olisivat noin 1,1 m syvyisinä rakenteina karkeasti noin 800 m³ (pohjoisempi) ja 500 m³ (eteläisempi).

Mallinnustuloksien perusteella edellä mainituilla mitoituksilla hulevesien huippuvirtaamia olisi mahdollista viivyttää tehokkaasti kohtalaisen usein toistuvia lyhytkestoisia rankkasateita. Jotta järjestelmistä voitaisiin tehdä mahdollisimman matalia, mallinnettiin järjestelmät alustavat siten, että ne menevät ylivuotoon jo noin 0,6 m vesisyvyydellä. Matalan ylivuotokynnyksen vuoksi järjestelmät menevät ylivuotoon jo kerran vuodessa toistuvilla pitkäkestoisemmilla sateilla. Alla olevan kuvan (Kuva 27) mallinnustuloksista havaitaan kuitenkin, että jopa esitetyillä mitoituservoilla saadaan aikaan merkittäviä vaikutuksia Neulaniementien hulevesiviemäriin virtaamissa. Viivytyspainanteella olisi mahdollista pienentää tulevan Neulaniementien hulevesiviemäriin mitoitusta.

¹³ Raukola 2015, Reims, Ranska.

31.3.2017



Kuva 27. Mallinnustulokset Varikon alueelle mahdollisesti sijoitettavista hulevesien viivytyspainanteista.

Mikäli Varikon alueen uuden avo-ojan yhteyteen halutaan rakentaa hulevesien viivytysrakenteita, tulee järjestelmien mitoitus ja sijainnit tarkentaa jatkosuunnittelun yhteydessä.

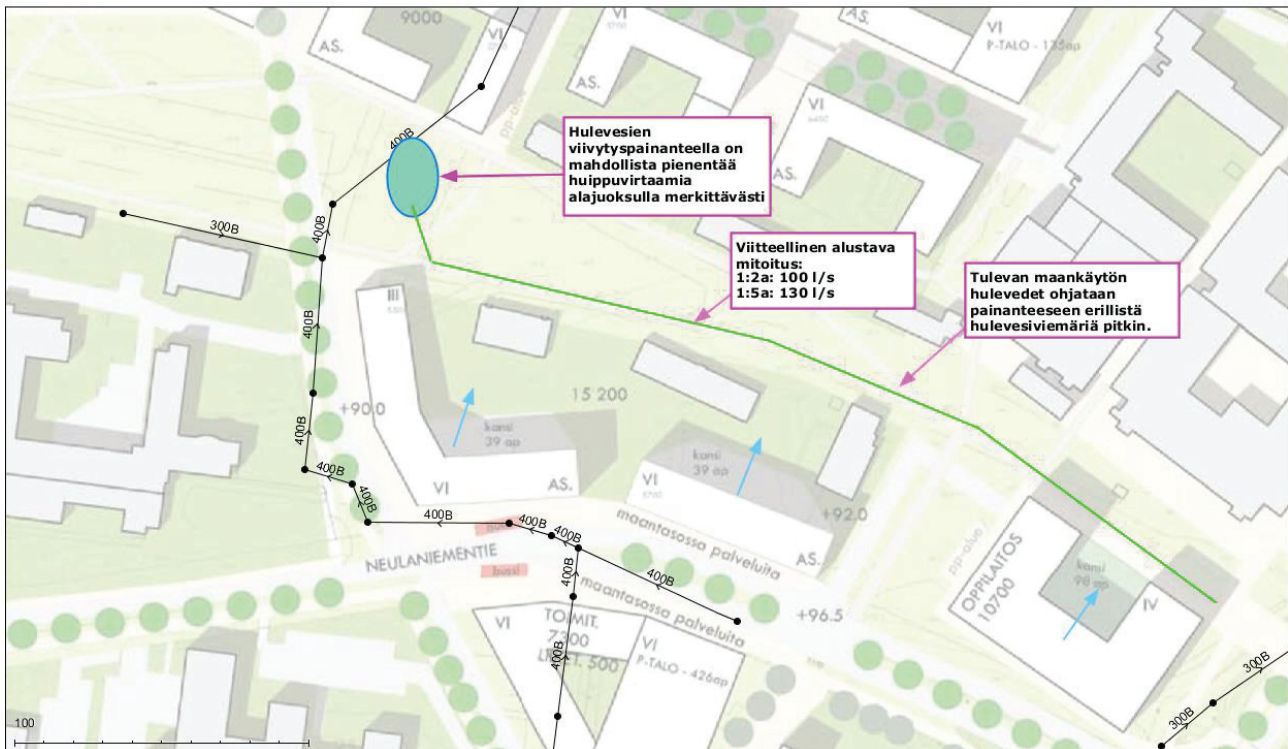
5.3 Uusien hulevesien johtamisreittien mitoitus

5.3.1 Neulaniementien itäisen hulevesiviemäriverkoston kapasiteetti ja hulevesien johtaminen hulevesipainanteeseen

Mallinnustuloksien perusteella Neulaniementien nykyisen 400B hulevesiviemäriin kapasiteetti riittää laskennallisesti nykytilanteessa 1/5a toistuvuuden rankkasateilla ilman tulvimista. Tulevassa tilanteessa uutta maankäyttöä on suunniteltu sijoittuvan Neulaniementien pohjoispuolelle, valuma-alueelle (201 kartassa valuma-alue 3.3), jonka hulevedet johtuvat nykytilanteessa Marikonlampeen. Kartan 201 mukaisen valuma-alueen 3.3 hulevedet ehdotetaan kuitenkin tulevassa tilanteessa johdettavan Neulaniementieltä pohjoiseen laskevaan hulevesiviemäriin suuntaan, jotta hulevesiä voidaan tehokkaasti hallita suunnitellulla hulevesipainanteella, lähellä hulevesien syntypaikkaa.

Tulevan maankäytön hulevesiä ei suositella kuitenkaan johdettavan nykyiseen 400B hulevesiviemäriin, sillä mallinnustuloksien perusteella edellä mainittu ratkaisu johtaisi nykyisen hulevesiverkoston kapasiteettiongelmiin. Näin ollen tulevan maankäytön hulevesille ehdotetaan rakennettavan oma hulevesien johtamisreitti suunniteltuun painanteeseen (Kuva 28).

31.3.2017



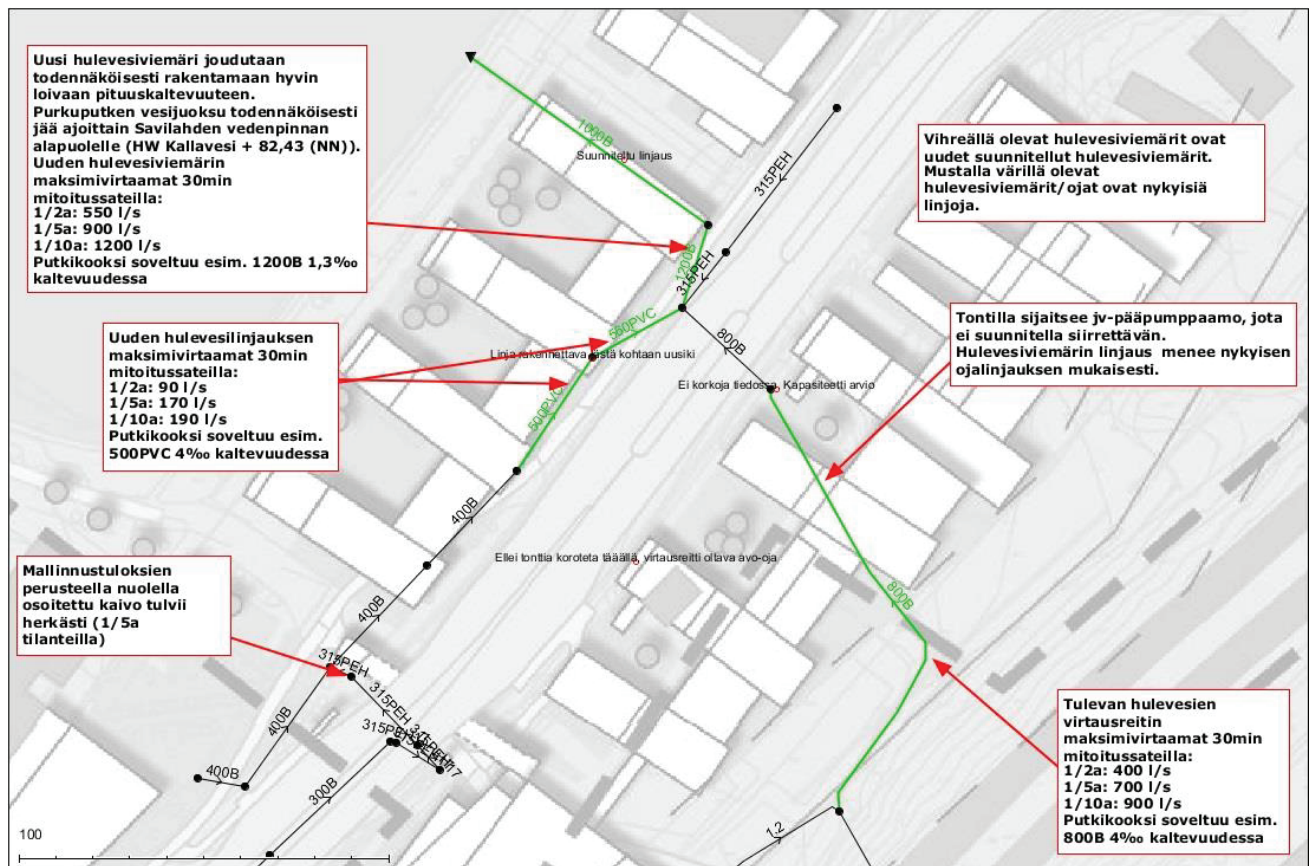
Kuva 28. Ehdotus hulevesien johtamisesta Neulaniementien hulevesipainanteeseen.

5.3.2 Savilahdentien eteläpuoleinen uusi hulevesiviemäri

Savilahdentien kaakkoispuolelle, Viestikadulle on suunniteltu uutta maankäyttöä, jonka johdosta alueen läpi kulkevaa nykyistä avo-ojaa joudutaan siirtämään. Alueella sijaitsee myös nykyinen jäteveden pääpumppaamo, jota ei kuitenkaan ole suunniteltu siirrettävän. Alueen rakentumistavan epävarmuudesta johtuen uusi hulevesien virtausreitti on tässä yleissuunnitelmassa suunniteltu kulkemaan nykyisen ojalinjauksen myötäisesti. Tulevan maankäytön tiiviydestä johtuen uusi hulevesien virtausreitti joudutaan todennäköisesti putkittamaan. Alue on korkeusasemiltaan kuitenkin hyvin matalaa, joten tulevan tontin maanpintaa suositellaan korotettavan, jotta putkelle saadaan asianmukainen peitesyvyys. Vaihtoehtoisesti uusi hulevesien virtausreitti voidaan toteuttaa avo-ojana, jolloin tontilta tulee varata riittävästi tilaa ojan toteuttamiselle.

Lisäksi Savilahdentien luoteispuolella joudutaan nykyisiä hulevesilinjauksia muuttamaan, jotta merkittävä hulevesien virtausreitti ei kulkisi tulevan tontin läpi. Alla olevassa (Kuva 29) on esitetty uusien tulevien hulevesireittien alustavia linjauksia ja mitoituksia.

31.3.2017



Kuva 29. Savilahdentien ja Viestikadun läheisyydessä hulevesien virtausreittejä joudutaan muuttamaan. Kuvassa on esitetty luonnos uusista hulevesien virtausreittien linjauksista sekä mitoituksista.

5.3.3 Varikon alueen hulevesiviemäreiden alustavat mitoittukset

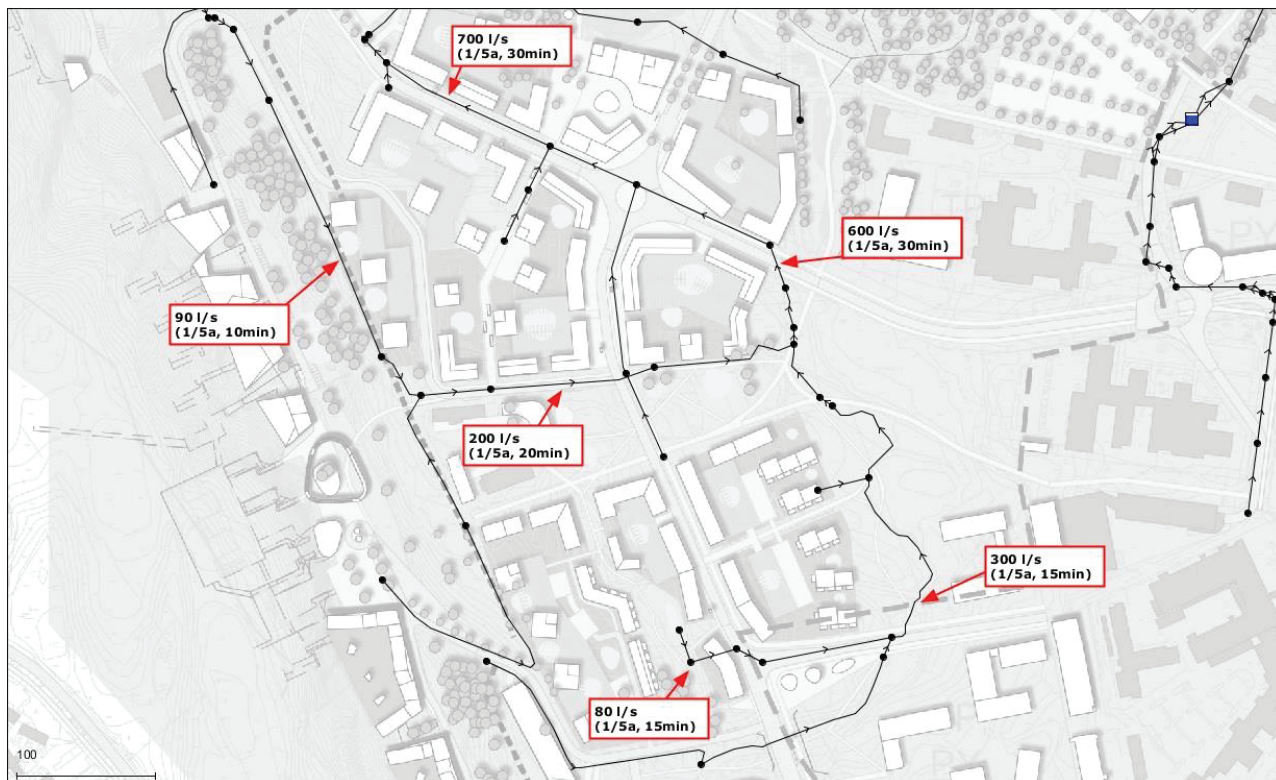
Hulevesimallilla mitoitettiin alustavasti myös Varikon alueen tulevat hulevesilinjat. Mitoitukset tehtiin 1/5a toistuvuudella. Perinteisesti hulevesiviemärit on mitoitettu 1/2a, 1/3a toistuvuudella.

Ilmastomuutoksen on ennustettu kasvattavan rankkasateiden intensiteettejä keskimäärin 15–20 % vuosiin 2071–2100 mennessä¹⁴. Arviot perustuvat Ilmatieteen laitoksen ennusteisiin. RATU:n suositusten mukaisesti ilmastomuutos voidaan huomioida käyttämällä 20 % nykyistä rankempia sateita. Tämä tarkoittaa esimerkiksi, että nykyinen 1/5a toistuvuus vastaa ennustetussa tilanteessa likimäärin 1/3a toistuvuutta.

Tuloksissa on myös esitetty kunkin tarkastelupisteen mitoitussateen kesto.

¹⁴ Aaltonen, J. ym. 2008. Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU). Suomen Ympäristö, 31. 123 s

31.3.2017



Kuva 30. Varikon alueen uusien hulevesilinjojen alustavat mitoitusarvot huomioiden tuleva maankäyttö. Tuloksissa ei ole huomioitu hulevesien viivytyksen vaikutusta.

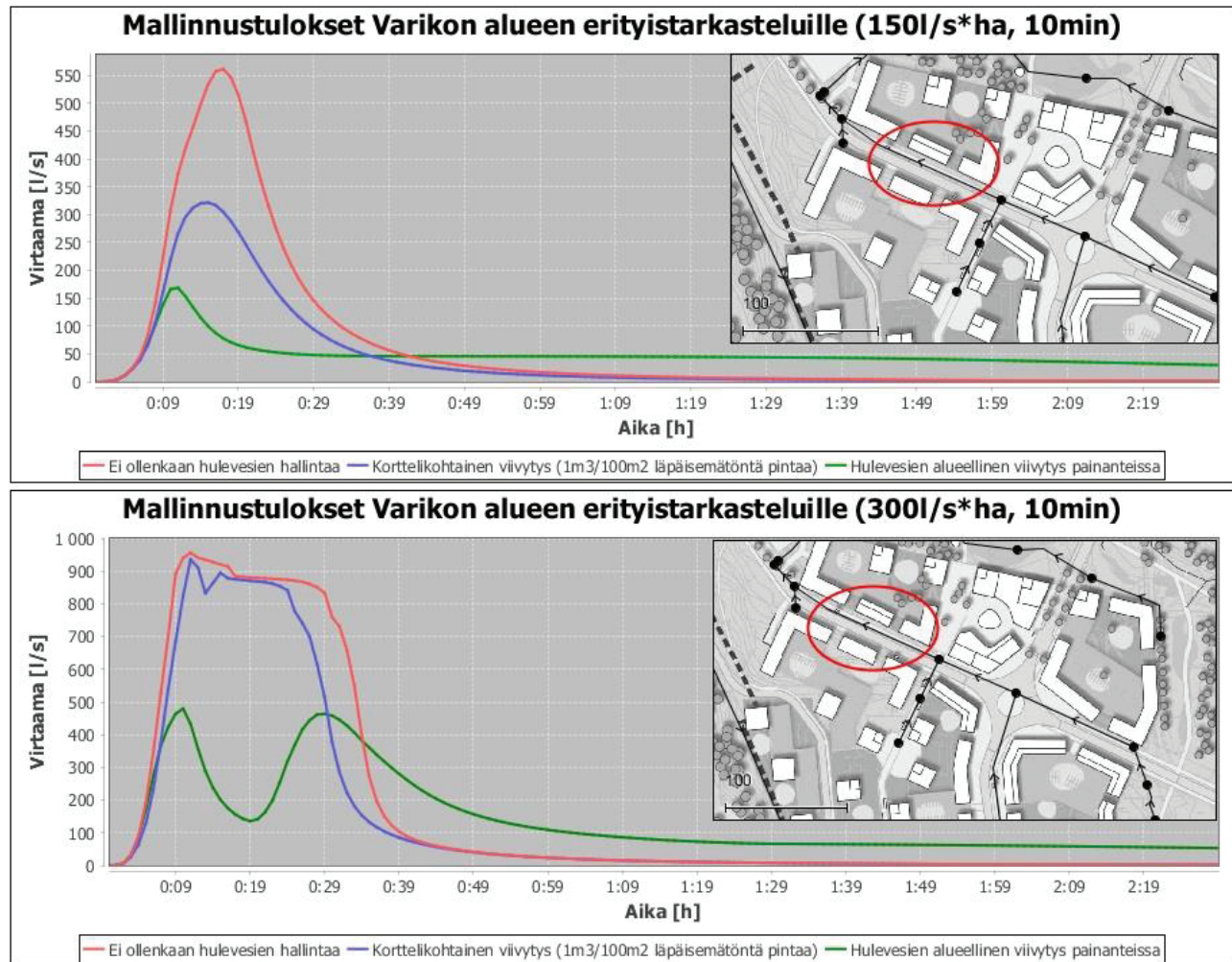
5.4 Mallinnustulokset toivotuille erityistarkasteluille

Varikon alueella tehtiin hulevesimallin avulla erityistarkasteluja tilaajan toivomilla rankkasateilla. Erityistarkasteluissa käytetyt sadetapahtumat olivat 10 min kestävät sadetapahtumat, joiden intensiteetit olivat 150 l/s*ha ja 300 l/s*ha.

Mallinnustulokset on esitetty kahdessa kohdassa Varikon alueen verkostoa. Mallinnustuloksien tulkinnessa tulee muistaa, etteivät 10 min sadetapahtumat edusta asianmukaisia mitoitusasteen kestoja. Tulokset eivät myöskään kerro eri hallintajärjestelmien todellisista eroista eri kestoilla sadetapahtumilla.

Tuloksissa esitetyt huippuvirtaamat eivät ole todellisia suurimpia huippuvirtaamia, sillä monissa kohdissa verkostoa hulevesien suurin huippuvirtaama ilmenee pitempikestoilla sadetapahtumilla. Tämä johtuu siitä, että valuma-alueen latvaosista muodostuva pintavalunta ehtii tarkastelupisteeseen viiveellä. Niin sanottu mitoitusasteen kesto kuvaa sadetapahtumaa, jossa valuma-alueen latvaosista muodostuva pintavalunta saavuttaa tarkastelupisteen aiheuttaen suurimman huippuvirtaamaan. 10 min sadetapahtumat edustavat tyypillisesti hyvin pienien valuma-alueiden mitoitusasteen kestoja.

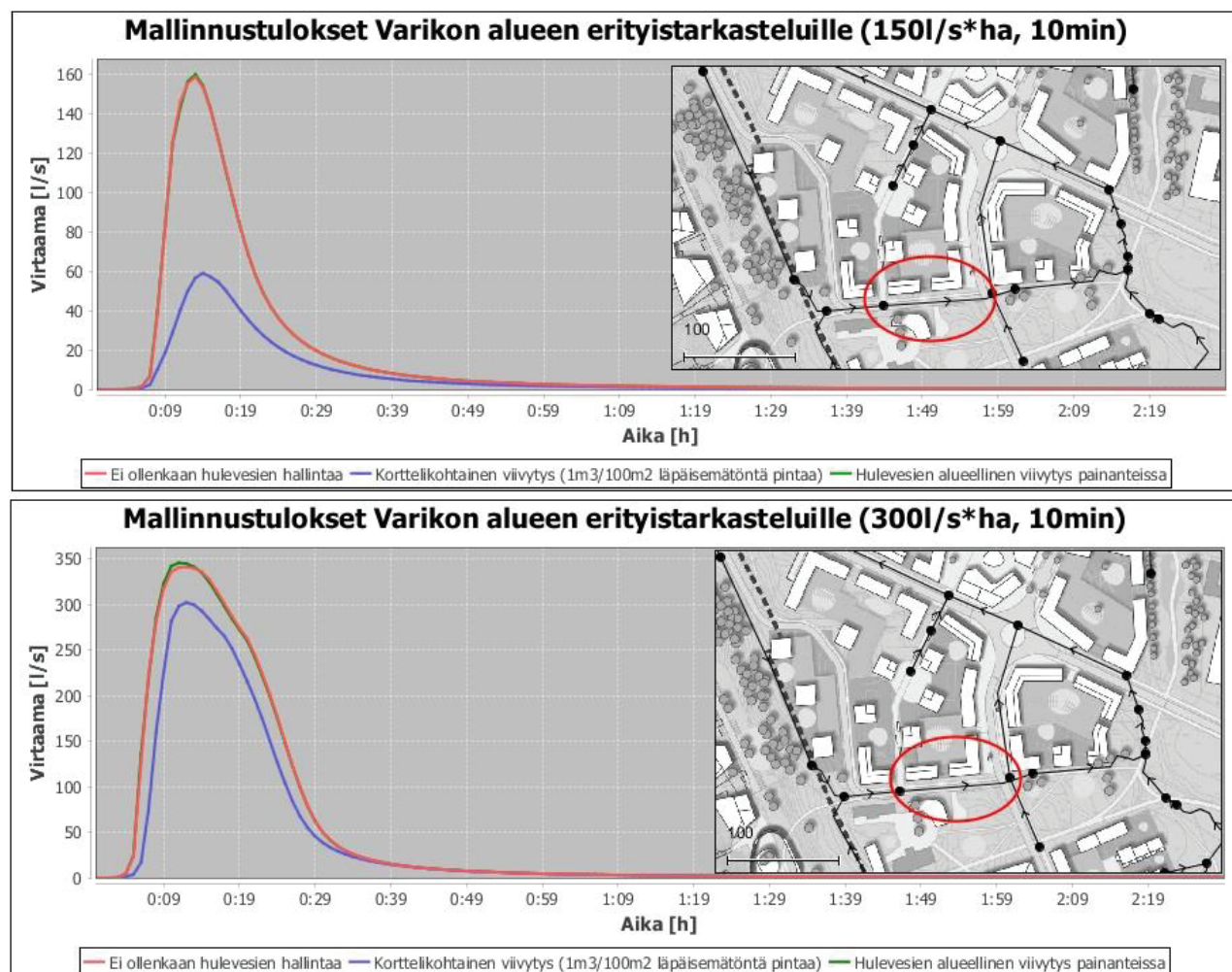
31.3.2017



Kuva 31. 300 l/s*ha tuloksissa havaitaan alueellisen viivytyksen osalta kaksi virtaamahuippua. Tämä johtuu siitä, että Neulaniementielle purkautuu ensin lähistöllä olevien korttelien valuma-alueet. Noin puolen tunnin kuluttua saapuu verkostoon alueellisten hulevesijärjestelmien ylivuodosta johtuvaa valuntaa joka aiheuttaa toisen virtaamapiikin.

Ilman hulevesien hallintatoimenpiteitä ja kun hulevesiä hallitaan korttelikohtaisilla hallintajärjestelmillä, verkosto tulvii 300l/s*ha sateella ja kuvaajissa ilmenee Neulaniementien mallinnetun alustavan putkikoon (800B) maksimikapasiteetti. Verkostosta ylös tulviva vesi tulee takaisin verkostoon vasta kun viemärin kapasiteetti sen sallii, aiheuttaen pitkään kestävästä huippuvirtaaman.

31.3.2017



Kuva 32. Toisessa tarkastelupisteessä hulevesien huippuvirtaama on lähellä todellista huippuvirtaamaa, sillä tarkastelupisteen yläjuoksulla on vain vähän valuma-aluetta. Mallinnustuloksista voidaan havaita, että tarkastelupisteessä verkosto ei laskennallisesti tulvi edes 300 l/s*ha intensiteetillä. Alueellisella hulevesien hallinnalla ei puolestaan tässä tarkastelupisteessä ole vaikutusta, joten käyrä menee päällekkäin "Ei ollenkaan hallintaa" skenaarion kanssa.

6 RAKENTAMISEN AIKAISTEN HULEVESIEN HALLINTA

6.1 Rakentamisen aikaisten hulevesien hallinnan tarve

Savilahden herkästä tilasta johtuen suunnittelualueen rakentamisessa tulee kiinnittää erityistä huomiota rakentamisen aikaisten hulevesien hallintaan. Luonnontilaisen maaperän häirintä ja kasvillisuuden poisto heikentää maaperän kykyä sitoa hulevesiä, jolloin pintavaluntaa syntyy jo maanrakennustöiden aikana enemmän. Hulevesien laatu on rakennustöiden aikana lisäksi usein heikkolaatuista kun häiriintynyt maaperä on altis eroosiolle ja hulevesien mukana maaperästä huuhtoutuu herkästi mukaan ravinteita kuten fosforia. Lisäksi rakennustöiden alussa rakennetaan usein ensin hulevesiverkosto kadunrakennuksen yhteydessä, jolloin hulevesien epäpuhtauksille on olemassa valmis ja tehokas kulkeutumisreitti suoraan purkuvesistöön.

Seuraavissa kappaleissa on kerrottu tarkemmin suunnittelualueelle soveltuvista rakentamisen aikaisista hulevesien hallintamenetelmistä. Lisäksi *liitekartassa 203*

31.3.2017

on esitetty kullekin alueelle parhaiten soveltuvat rakentamisen aikaisien hulevesien hallinnan periaatteet.

6.2 Yleistä rakentamisen aikaisien hulevesien hallinnasta

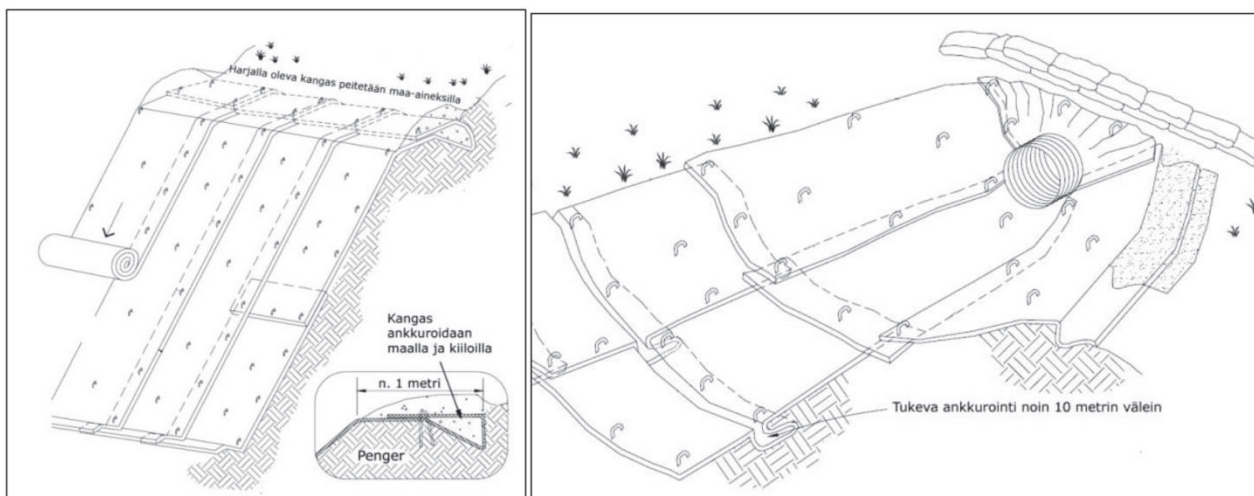
Tässä raportissa ehdotettuja alueellisia hulevesien hallintajärjestelmiä ei suositella käytettävän rakentamisen aikaisien hulevesien hallinnassa, sillä kyseisiin järjestelmiin johdetaan laajojen alueiden hulevesiä, tehden hulevesivirtaamista suuria. Tällöin hulevesien laadullinen hallinta on heikkoa. Näin ollen rakentamisen aikainen hulevesien hallinta suositellaan toteutettavan mahdollisimman lähellä hulevesien syntypaikkaa.

Rakentamisen aikaiset hulevesien hallintamenetelmät tulee suunnitella tapauskohtaisesti ja menetelmien sijoittaminen ja mitoittaminen täytyy miettiä kuhunkin kohteeseen sopivaksi. Menetelmien suunnittelusta vastaa joko urakoitsija tai rakennuttajan oma suunnittelija. Suunnitelmat olisi suositeltavaa hyväksyttävä kaupungin viranomaisella ennen töiden aloittamista. Ennen rakentamisen aikaisien hulevesien käsittelyjärjestelmien rakentamista suositellaan järjestettävän katselmus, missä käydään läpi tontin hulevesiasiat ja tontille annetaan lupa järjestelmien rakentamiselle.

Rakentamisen aikaisien hulevesijärjestelmien tulee olla helposti ja joustavasti rakennettavia, jotta rakentamisen edetessä järjestelmien sijainteja voidaan tarvittaessa helposti siirtää.

6.3 Eroosiosuojaus

Yleisenä periaatteena rakentamisen aikaisessa hulevesien hallinnassa on pitää mahdollisimman pieni alue kerrallaan perattuna ja siten alttiina eroosiolle ja kiintoaineksen kulkeutumiselle. Käytännössä maanrakennustöiden jaksotus ja ajoitus sääolosuhteiden mukaisesti on kuitenkin usein haasteellista, joten kiintoaineksen kulkeutumista suositellaan minimoitavan rakenteellisella eroosiosuojauksella. Etenkin herkissä kohteissa, kuten pituuskaltevuudeltaan jyrkissä paikoissa, voidaan työvaiheen aiheuttamaa eroosioriskiä vähentää suojaamalla paljaita pintoja esimerkiksi geotekstiileillä, eroosiosuojamatoilla ja joissain tapauksissa hakkeella. Geotekstiilien käyttöä luiskien ja uomien eroosiosuojauksessa on havainnollistettu alla olevassa kuvassa (**Kuva 33**).



Kuva 33. Vasen kuva: Tekstiilien tai mattojen käyttö eroosiosuojauksessa. Oikea kuva: Pääojan verhoitus geotekstiilillä tai eroosiomatolla.

31.3.2017

6.4 Hulevesien imeytys

Kohteissa, joissa maaperä läpäisee hyvin vettä, suositellaan rakentamisen aikaisten hulevesien imeytystä esimerkiksi imeytyspainanteiden avulla. Imeytyspainanteet ovat ympäröivää maastoa alempana sijaitsevia matalia painanteita, johon työn aikaisia hulevesiä johdetaan tai pumpataan imeytymistä varten. Imeytyspainanteet eivät ole suurikokoisia, vaan rakenteet on tarkoitettu toteuttaa mahdollisimman joustavasti ja rakentamista vähän hankaloittavina.

6.5 Hulevesien suodatus

Mikäli tontin maaperä ei mahdollista hulevesien imeyttämistä, voidaan hulevesien laatua käsitellä suodatuksen avulla. Hulevesien suodatus voidaan toteuttaa esimerkiksi suotopadolla, joka rakennetaan vettä hyvin läpäisevästä kiviaineksesta ja jossa ei ole paljon hienoainesta, kuten seulotusta murskeesta tai sorasta. Suotopadon toimintaperiaatteena on, että tuleva virtaama hidastuu merkittävästi virratessaan padon läpi, jolloin veden kuljettama kiintoaines pidättyy suodattavaan materiaaliin. Suotopadon toimintaa voidaan tehostaa verhoilemalla murske- tai sorapatjan purkupää suodatinkankaalla, jolloin itse patomateriaalin läpäisevät ainekset pidättyvät kankaaseen. Alla olevassa kuvassa (Kuva 34) on havainnollistettu murskeesta tehtyä suotopatoa, joka on sijoitettu avo-ojan yhteyteen.



Kuva 34. Avo-ojan eteen rakennettu väliaikainen suodattava murskepato. Turku, Haarlahti.

Kohteissa, joissa tilanpuutteen vuoksi ei ole mahdollista rakentaa suotopatoja, voidaan suodatus toteuttaa esimerkiksi hiekka- tai kangassuodatuksella. Suodatus voidaan toteuttaa esimerkiksi vaihtolavan tai lavojen sisään rakennettavalla suodattimella. Alla olevassa kuvassa (**Kuva 35**) on esimerkki vaihtolavalla toteutetusta suodattimesta.

31.3.2017



Kuva 35. Vaihtolavalla toteutettu hulevesien suodatus.

Myös hulevesiverkoston ritiläkaivojen päälle voidaan asentaa suodatuskankaita, estämään kiintoaineksen kulkeutumista hulevesiverkostoon. Ritiläkaivojen eteen asennettavat suodatinkankaat tukkeutuvat kuitenkin helposti, joten kankaat tulee säännöllisin aikavälein puhdistaa tai vaihtaa.

6.6 Rakentamisen aikaisten hulevesien hallintajärjestelmien toiminta poikkeusoloissa

Rakentamisen aikaisissa hulevesijärjestelmissä tulee olla ylivuotomahdollisuus poikkeustilanteita varten. Ylivuotojärjestelmäksi riittää esimerkiksi ylivuotokynnys, josta hulevedet ohjataan ojaan tai maanpäälliselle hulevesien johtamisreitille, jota pitkin hulevedet pääsevät turvallisesti tulvimaan. Hulevesien hallinnan tehostamiseksi ylivuotoreittien yhteyteen voidaan rakentaa hulevesien suodatusrakenne kuten esimerkiksi suodatuspato.

6.7 Rakentamisen aikaisten hulevesijärjestelmien huolto ja ylläpito

Jotta suunnitellut hallintajärjestelmät toimivat suunnitellusti, tulee järjestelmien kunnossapidosta ja huollosta huolehtia säännöllisesti. Suodatusrakenteissa kiintoaineksen kertymistä on seurattava säännöllisesti. Myös imeytyspainanteiden pohjalle kertynyt kiintoaines on tarvittaessa poistettava. Mikäli lietteelle/kiintoainekselle varattu tila on täyttymässä, tulee tila tyhjentää. Mikäli kiintoainesta on kertynyt purkurakenteisiin, tulee myös ne puhdistaa.

Patorakenteet tulee tarkistaa säännöllisesti esimerkiksi runsaiden virtaamien jälkeen. Patoamalla tehtyjen rakenteiden paikalla pysymistä ja padon pitävyyttä on lisäksi tarkkailtava ja mikäli havaitaan muodonmuutoksia, tulee ne korjata. Suodattavissa patorakenteissa tulee huolehtia riittävästä läpäisevyydestä. Mikäli havaitaan tukkeutumista, tulee suotopato uusia.

31.3.2017

Hallintajärjestelmiin kertyneen lietteen ja kiintoaineksen asianmukainen vastaanottopaikka on aina selvitettävä.

7 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 hulevesien johtamisreittien ja hallintamenetelmien kapasiteetti ylittyy.

Kortteleiden sisällä tulee huolehtia, että tonttien pihojen kaltevuudet suunnitellaan siten, että valumasuunnat ovat poispäin rakennuksista ja kaltevuudet riittävät hulevesien sujuvaan pintajohtamiseen. Katualueella tulvareittejä voidaan muodostaa käyttämällä yhtenäisiä reunakiveyksiä, jolloin hulevedet pysyvät tiettyyn rajaan asti katualueella. Soveltuvista kohdista hulevedet puretaan reunakiveysten aukoista ojiin, joissa hulevedet eivät aiheuta aineellisia vahinkoja eivätkä haittaa alueiden käyttöä muuten kuin hetkellisesti.

Myös suunnitelluissa hulevesien hallintajärjestelmissä tulee olla hallitut ylivuotoreitit tulvatilanteita varten. Ylivuodon tarkoituksena on estää hallintajärjestelmän hallitsematon tulviminen esimerkiksi sen yläpuoliseen verkostoon tai rakennusten salaojiin asti. Tarkoituksena on myös estää rakenteelliset vauriot, joita hallitsemattomat tulvavedet voisivat aiheuttaa mm. altaiden maa- ja kasvillisuusrakenteille. Tulvareitit ketjutetaan siten, että ensimmäisen järjestelmän tulviminen pyritään hallitsemaan seuraavilla järjestelmillä.

Liitekartassa 204 havainnollistettu suunnittelualueen nykytilanteen mukaisia, laskennallisia topografisia tulvareittejä, jotka perustuvat MML:n 2mx2m korkeusmalliin. Tulvareitit kuvaavat kartassa reittejä, joita pitkin tulvavedet painovoimaisesti johtuisivat, mikäli hulevesiviemäriverkosto ei vetäisi. Kyseinen tilanne voisi ilmetä esimerkiksi poikkeuksellisen rankkojen talvisateiden aikana ritaläkansien ollessa vielä jäässä. Erillisessä karttaesityksessä on lisäksi esitetty suunniteltuja tulvareittejä, joissa on huomioitu tuleva maankäyttö.

8 YHTEENVETO

8.1 Lähtökohdat

Tässä työssä on laadittu Kuopion Savilahden alueelle hulevesien hallinnan yleissuunnitelma. Suunnittelualueeseen kuuluu Savilahden maankäytön yleissuunnitelman mukaiset alueet valuma-alueineen huomioiden tarvittavilta osin myös lähiympäristön valuma-alueet.

Työn tavoitteena on ollut suunnitella hulevesien johtaminen yleissuunnitelma-alueella ja hallintatoimenpiteet, joilla suunnitellun maankäytön aiheuttamia hydrologisia ja vedenlaatumuutoksia voidaan minimoida. Hulevedet suunnittelualueelta johdetaan Pohjois-Kallaveden Neulalahteen, Savilahteen ja Savilampeen. Savilahden ja Savilammen veden vaihtuvuus on nykyisin heikkoa ja vesistönosat kärsivät rehevöitymisestä. Tärkeä osa suunnittelussa on ollut osoittaa toimenpiteet hulevesien laadun parantamiseksi, jotta purkuvesistön tila ei heikentyisi ja mahdollisuuksien mukaan tilannetta voitaisiin parantaa.

31.3.2017

8.2 Maankäytön aiheuttamat muutokset

Tuleva maankäyttö aiheuttaa kohtalaisen pieniä muutoksia vettä läpäisemättömien pintojen määrässä ja valumakertoimissa. Esimerkiksi kokonaisuudessaan kaikkien suunnittelualueen osavaluma-alueiden yhteinen valumakerroin kasvaa 19 mm sadetapahtumalla nykytilanteen mukaisesta noin 0,18 arvosta tulevan tilanteen arvoon 0,21.

Osavaluma-alueittain muutokset vaihtelevat voimakkaasti, ollen pienimpiä täydennysrakentamisen alueilla ja suurimpia alueilla, joissa viher- ja metsäalueita on suunniteltu muutettavan rakennetuksi ympäristöksi.

Savilahden purkuvesistön näkökulmasta muutokset hulevesivirtaamisissa ovat kohtalaisen pieniä. Epäpuhtauksien huuhtoutuminen hulevesien mukana on kuitenkin riippuvainen päällystetyn pinnan osuudesta rakennetuilla valuma-alueilla, joten Savilahden laadullisen kuormituksen voidaan ennustaa kasvavan tulevan maankäytön myötä. Tästä johtuen suunnittelualueelle ehdotetaan hulevesien hallintaa, jossa pääpaino on hulevesien laadullisessa hallinnassa.

8.3 Suunnitellut hallintatoimenpiteet

Ratkaisumalliksi esitetään, että suunnittelualueen hulevesien hallinnassa pääpaino on uudisrakentamisalueiden korttelikohtaisessa hulevesien hallinnassa, jolloin hulevesien laatuun voidaan vaikuttaa tehokkaimmin. Mahdollisuuksien mukaan korttelikohtaisia järjestelmiä voidaan tukea toteuttamalla alueellista hulevesien viivytystä tässä suunnitelmassa ehdotetuissa paikoissa.

Eri korttelit ovat alueina hyvin erilaisia, joten yhtä yleistä hulevesien hallinnan periaatetta ei kaikille kohteille voi suositella. *Yleissuunnitelmakartoissa 201 ja 202* on esitetty yksityiskohtaisemmin, mitä hallintaperiaatteita kullekin korttelille suositellaan. Mahdollisuuksien mukaan on myös esitetty alustavasti soveltuvien sijainti eri hallintajärjestelmille. Korttelikohtaisien järjestelmien tarkempi sijoittelu ja mitoitus tulee tehdä jatkosuunnittelussa maankäytön tarkentuessa.

8.4 Rakentamisen aikaisten hulevesien hallinta

Suunnittelualueelle on laadittu rakentamisen aikainen hulevesien hallintasuunnitelma (*liitekartta 203*), jossa on esitetty kullekin korttelialueelle parhaiten soveltuvat hallintaperiaatteet rakentamisen aikaisten hulevesien hallinnalle. Tarkempien suunnitelmien laadinta on luontevaa asemakaavoitusvaiheessa, kun maankäytön sijoittuminen tarkentuu.

8.5 Ohjeet jatkosuunnitteluun

Esitetyistä hulevesien hallintajärjestelmistä tulee laatia tarkennetut suunnitelmat jatkosuunnittelun yhteydessä.

31.3.2017

FCG Suunnittelu ja Tekniikka Oy

Tarkastanut: Päivi Määttä
projektipäällikkö, dipl.ins.

Laatinut: Elisa Puuronen
projektipäällikkö, dipl.ins.

Pekka Raukola
dipl.ins.