

JÄRVENPÄÄN KAUPUNKI

Järvenpään tekninen hulevesisuunnitelma

Sisältö

1	JOHDANTO	3
2	VALUNTAMALLI	3
2.1	Mallin periaatteet	3
2.2	Tulokset.....	4
3	HYDRAULINEN VERKOSTOMALLI	5
3.1	Mallin periaatteet	5
3.2	Verkkotietoaineiston muokkaus	6
3.2.1	Verkoston karsiminen	6
3.2.2	Puuttuvat tiedot ja niiden käsittely	6
3.2.3	Avo-ojat.....	7
3.3	Tulokset.....	7
4	TULVARISKIKARTAT JA TULVAREITIT	9
4.1	Mallin periaatteet	9
4.2	Tulokset.....	9
5	HULEVESIJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMISSUUNNITELMA	10
5.1	Helsingintien toimenpide-ehdotus.....	11
5.2	Yleistarkastelu Loutinojan rautatien yläpuolisesta valuma-alueesta	12
5.2.1	Loutinojan radanalituksen virtaamakapasiteetti	12
5.2.2	Viivytyskapasiteetin tarve Loutinojan liityntäpysäköinnin yhteydessä.....	13
5.2.2.1	Hulevesiallas.....	13
5.2.2.2	Säiliöputket liityntäpysäköinnin alapuolelle	14
5.2.2.3	Hulevesikasetit liityntäpysäköinnin alapuolelle	15
5.2.3	Pohjoisväylän suuntaisen linjan virtaamakapasiteetti Kaskitie–Pajalantie-välillä.....	16
5.2.4	Lisäkapasiteetin tarve Isonkydön alueella	17
6	LÄHTEET.....	18

LIITTEET

1. Järvenpään kaupungin hulevesiverkosto ja ojasto
2. Valuntamallitarkastelu
3. Pienvaluma-alueiden pintavaluntakertoimet valuntamallitarkastelussa
4. Pienvaluma-alueiden huippuvirtaamat kerran 20 vuodessa toistuvassa rankkasadetapahtumassa
5. Loutinojaan valuvien hulevesien synnyn jakautuminen alueittain suhteessa Loutinojan purkuvirtaamaan
6. Hydraulisen verkostomallin putkien sisähalkaisijat
7. Putken maksimivirtaama kerran 20 vuodessa toistuvassa rankkasadetapahtumassa
8. Putken täyttöaste kerran 20 vuodessa toistuvassa rankkasadetapahtumassa
9. Maankäytön muutoksen huomioiminen hydraulisessa verkostomallissa
10. Tulvatilanne keskimäärin kerran 3 vuodessa toistuvassa rankkasadetilanteessa, Nykytilanne
11. Tulvatilanne keskimäärin kerran 3 vuodessa toistuvassa rankkasadetilanteessa, Maankäytön muutos huomioitu
12. Tulvatilanne keskimäärin kerran 20 vuodessa toistuvassa rankkasadetilanteessa, Maankäytön muutos huomioitu
13. Tulvatilanne keskimäärin kerran 50 vuodessa toistuvassa rankkasadetilanteessa, Maankäytön muutos huomioitu
14. Toimenpide-ehdotus: Helsingintie

Versio	Päiväys/Laatiija	Päiväys/Tarkastanut	Päiväys/Hyväksynyt	Huomautukset
Raporttiluonnos	15.9.2016 / Ulla Sihvola, Terhi Renko	15.9.2016 / Leena Sänkiaho	15.9.2016 / Leena Sänkiaho	
Raportti	30.9.2016 / Ulla Sihvola, Terhi Renko	30.9.2016 / Leena Sänkiaho	30.9.2016 / Leena Sänkiaho	

Pöyry Finland Oy, PL 50 (Jaakonkatu 3), 01621 Vantaa, Puh. 010 3311, www.poyry.fi

1 JOHDANTO

Järvenpään teknisessä hulevesisuunnitelmassa selvitettiin alueen hulevesijärjestelmän nykyinen kapasiteettitilanne, välityskyvyn kapeikot ja purkuvirtaamat keskeisiin valtaoihin. Lisäksi työssä selvitettiin kaupunkirakenteen tulvaherkät kohteet. Tulvariskikohteiden määrittäminen tehtiin sekä nykytilanteesta että huomioden arvio tulevasta maankäytön muutoksesta.

Järvenpään kaupungin hulevesijärjestelmä koostuu hulevesiviemäreistä ja avo-ojista. Hulevesijärjestelmästä laadittiin simulointimalli, joka perustuu alueen hulevesijärjestelmän rakenteellisiin lähtötietoihin. Mallinnus tehtiin käyttämällä DHI:n (Danish Hydrological Institute, 2014) MIKE-sarjan mallinnusohjelmia. Työssä on käytetty ETRS-GK-25-tasokoordinaatistoa ja N2000-korkeusjärjestelmää.

Teknisen hulevesisuunnitelman selvitys koostuu kolmesta osasta: valuntamallista, hydraulisesta verkostomallista ja tulvariskikartoista. Valuntamallilla tarkasteltiin pienvaluma-alueilla hulevesijärjestelmään kulkeutuvien hulevesien määrää. Hydraulisella verkostomallilla taas analysoitiin hulevesiviemärintijärjestelmän toimintaa ja lisäksi sen avulla laadittiin tulvariskikartat.

2 VALUNTAMALLI

2.1 Mallin periaatteet

Valuntamallilla määritettiin pienvaluma-alueilla syntyvien ja hulevesijärjestelmään kulkeutuvien hulevesien määrä. Sateesta muodostuvan valunnan määrään vaikuttavat esimerkiksi pintamateriaalit, varastotilavuudet, imeytyminen, maaperän kaltevuus sekä sääolosuhteet. Valuntamallin lähtötietoina käytetään läpäisemättömän pinnan osuutta (pintavaluntakerroin) ja valunnan viivettä, joka kuluu pintavalunnan virtaamisessa keräilyjärjestelmään. Viiveeseen vaikuttaa esimerkiksi valuma-alueen muoto ja korkeussuhteet.

Valuntamallitarkastelussa käytetty pienvaluma-aluejako perustuu vuonna 2013 tehtyyn Hulevesisuunnitelmaan (FCG). Pienvaluma-aluejako päivitettiin noudattamaan nykytilanteen hulevesiverkostoa. Laadittu valuntamalli kattaa noin 1720 ha alueen, joka on esitetty liitteessä 1.

Pintavaluntakertoimien määrittämisessä käytettiin hyväksi Soil Sealing -aineistoa, josta saadaan valuma-alueen läpäisemättömyys. Soil Sealing -aineistossa oli puutteita viidellä pienvaluma-alueella, joilla kerrointa korjattiin laskemalla puutteellisten alueiden kerroin käsin. Varsinaiset pintavaluntakertoimet ovat 65 % läpäisemättömyydestä. Prosenttiosuutta haettiin vertailemalla Soil Sealing -aineistosta saatua läpäisemättömyyttä ja käsin laskettua pintavaluntakerrointa muutamilta pienvaluma-alueilta.

Kaikille pienvaluma-alueille määritettiin virtaamat kerran 3, 20 ja 50 vuodessa toistuville rankkasadetapahtumille. Mitoitussateet, joissa on huomioitu ilmastomuutos, on esitetty taulukossa 1. Kunkin pienvaluma-alueen mitoitusasteen kesto määritettiin perustuen sen pinta-alaan.

Taulukko 1. Mitoitussateet kerran 3, 20 ja 50 vuodessa toistuville rankkasadetapahtumille eri sateen kestoilla (5–60 min).

Mitoitussateen kesto [min]	Sademäärä [l/s/ha]		
	1/3 vuotta	1/20 vuotta	1/50 vuotta
5	220	300	360
10	150	240	290
15	133	210	250
20	110,4	170	208
30	86	130	160
60	56,4	86	100

2.2

Tulokset

Pienvaluma-alueille määritetyt pintavaluntakertoimet on esitetty sekä taulukossa liitteessä 2 että kartalla liitteessä 3. Kertoimet vaihtelevat välillä 0,10–0,60. Suurimmat kertoimet (0,40–0,60) esiintyvät keskusta-alueella, jossa on eniten rakennettua läpäisemätöntä pintaa. Pienimmät kertoimet taas esiintyvät metsä- ja puistoalueilla sekä harvaan rakennetuilla asuinalueilla.

Pienvaluma-alueiden virtaamat eri sateen toistuvuuksilla on esitetty taulukossa liitteessä 2 ja kartalla liitteessä 4. Virtaama-arvot ovat hetkellisiä maksimivirtaamia kullakin pienvaluma-alueella. Niiden summa ei siis suoraan kerro esimerkiksi vesistöön purkautuvaa hulevesivirtaamaa, sillä huippuvirtaamat eri pienvaluma-alueilta kulkeutuvat purkupisteeseen eri aikoina. Virtaamatiedoista saadaan kuitenkin käsitys pienvaluma-alueella syntyvien hulevesien määrän suuruusluokasta.

Järvenpään keskusta-alueen merkittävin valtaoja on Loutinoja. Liitteessä 5 on esitetty valuntamallitarkasteluun perustuen, kuinka Loutinojaan valuvien hulevesien synty jakautuu alueittain. Loutinojan pohjoiset haarat tuovat pääuomaan hieman enemmän vettä (noin 30 %) kuin itäinen haara (noin 23 %). Läntinen haara taas on vesimäärältään selkeästi pienin ollen vain noin 10 % Loutinojan purkuvirtaamasta. Radanalituksen yläpuoleiselta alueelta Loutinojan pääuoman varrelta kertyy noin 21 % kokonaisvirtaamasta ja radanalituksen alapuoliselta alueelta noin 16 %.

Valuma-alueen 2.5 eteläosassa olevan Eriksnäsentien rummun yläpuolinen valuma-alue on kooltaan noin 190 ha ja sen pintavaluntakerroin on noin 0,15. Rummun mitoitusvirtaama eri sateen toistuvuuksilla on:

- 1/3 vuotta: noin 1 600 l/s
- 1/20 vuotta: noin 2 450 l/s
- 1/50 vuotta: noin 2 850 l/s

Rummun kapasiteetti riippuu sen viettokaltevuudesta. Mikäli Eriksnäsentien rummun viettokaltevuus olisi vähintään 3 ‰, kerran kolmessa vuodessa toistuvassa rankkasadetapahtumassa tarvittaisiin DN1200 rumpu ja harvinaisemmissa rankkasadetapahtumissa DN1400 rumpu.

3 HYDRAULINEN VERKOSTOMALLI

3.1 Mallin periaatteet

Projektissa luotiin MIKE URBAN -ohjelmistolla hulevesijärjestelmän toimintaa simuloiva hydraulinen verkostomalli, jonka avulla voidaan monipuolisesti analysoida hulevesiviemäröintijärjestelmän toimintaa. Hydraulisella verkostomallilla selvitettiin verkoston nykytilanteen kapasiteettia ja välityskyvyn kapeikkoja. Verkostomalli perustuu Key Aqua -verkkotietojärjestelmästä shape-tiedostoina saatuun verkkotietoaineistoon. Koko Järvenpään hulevesiverkoston kattavasta aineistosta on rajattu noin 650 ha alue, jolle hydraulinen laskentamalli rakennettiin (liite 1).

Verkostomallissa on noin 3 590 kaivoelementtiä ja noin 3 620 putkielementtiä, joiden joukossa on useita avo-ojia. Viemärilinjojen pituus on noin 65,5 km ja verkoston putkikoot (sisähalkaisijat) on esitetty liitteessä 6. Lisäksi suunnittelualueella on yksi runkolinjapumppaamo (Pöytäalhontie), joka mallinnettiin. Pajalanpihaan suunnitellut neljä hulevesiallasta on huomioitu tulevaisuuden tilanteen mallinnuksessa periaatteellisinä altaina. Tuusulanjärven vedenpinnankorkeus huomioitiin verkostomallissa tasolla +37,97 m (Järviwiki, 2014).

Valuntamallitarkastelussa käytetyt pienvaluma-alueet jaettiin vielä pienempiin osiin hydraulista verkostomallia varten. Uusille valuma-alueille määritettiin pintavaluntakertoimet Soil Sealing -aineistosta samalla tavalla kuin valuntamallitarkastelussa (ks. luku 2.1). Saatuja kertoimia verrattiin muiden kalibroitujen hydraulisten verkostomallien kertoimiin ja todettiin niiden olevan suhteessa hieman suurempia. Lisäksi todettiin, että valuma-alueilla on paljon avo-ojia, joiden tilavuus ei tule huomioiduksi mallin verkostossa. Näiden huomioiden perusteella Soil Sealing -aineistosta määritettyjä pintavaluntakertoimia pienennettiin hieman seuraavasti:

- pintavaluntakerroin 0,30–0,60 → vähennettiin 0,08
- pintavaluntakerroin 0,25–0,30 → vähennettiin 0,03

Huleveden viipymä valuma-alueilla määritettiin pääsääntöisesti pinta-alan mukaan. Pitkän mallisilla valuma-alueilla viipymää kasvatettiin lisäksi 5–10 min ja suurimmille valuma-alueille viipymä määritettiin ojan pituuden perusteella.

Hulevesijärjestelmät mitoitetaan kesäsateiden perusteella. Lumensulamiskauden valunnat eivät ole luonteeltaan yhtä hetkellisiä ja aiheuta yhtä suuria hetkellisiä virtaamia hulevesijärjestelmässä kuin voimakkaat kesän rankkasateet. Verkostomallilla tehdyissä tarkasteluissa käytettiin samoja sateen toistuvuuksia kuin valuntamallissa (kerran 3, 20 ja 50 vuodessa toistuvat rankkasadetahtumat). Käytetyt sadantatiedot on esitetty taulukossa 1.

Mallinnuksessa valuma-alueita kuormitetaan erimittaisilla mitoitussadetahtumilla. Järvenpään alueella käytettiin 20 min mittaisia sadetahtumia, sillä 20 min sadetahtuma aiheutti suurimman virtaaman lähes koko tarkastelualueella.

On syytä huomioida, että verkostomalliin ei ole sisällytetty kaikkia vettä kerääviä rakenteita, jotka lisäävät erityisesti latvaverkoston tilavuutta. Tämä voi johtaa simuloinneissa todellista herkemmin latvaverkostojen tulvimiseen.

Simuloinnissa ei ole myöskään voitu huomioida ritiläkaivojen tai verkoston toimintahäiriöitä, jotka esimerkiksi estävät sulamis- tai sadevesien pääsyn

hulevesiviemäriin. Tällaisia häiriöitä voivat aiheuttaa esim. keväällä lumi- ja jääsohjo tai syksyllä puista pudonneet lehdet.

3.2 Verkkotietoaineiston muokkaus

Verkkotietojärjestelmästä saatua aineistoa karsittiin verkoston selkeyttämiseksi ja muokattiin puutteellisten tietojen osalta. Lisäksi työn aikana saatiin Järvenpään kaupungilta joitain tarkennuksia verkostotietoihin ja tehtiin muutamia mittauksia verkostossa.

3.2.1 Verkoston karsiminen

Verkostosta on karsittu pois kaikkein pienimmät putket sekä irrallisia pieniä verkostonosia. Kaikkein pienimmät putket eivät ole merkittäviä hydraulisen laskentamallin kannalta ja irrallisten verkostonosien tulvaongelmien syyt pystytään selvittämään ilman laskentamalliakin. Lisäksi malliin on sisällytetty pumppaamoista vain runkolinjapumppaamot.

Poistettut elementit:

- alle 200 mm viettoviemärit
- pienet irralliset verkostonosat
- alle metrin mittaiset päättyvät viettoviemärit
- viiksuputket, jotka liittyvät keskelle putkea tai joilta puuttuu toisen pään korko
- sivuhaaroissa olevat pumppaamot

3.2.2 Puuttuvat tiedot ja niiden käsittely

Verkkotietoaineistossa oli puutteita, joita on korjattu seuraavassa esitetyillä oletuksilla. Putkien materiaaleista ja kaivojen halkaisijoista tehdyt oletukset perustuvat Järvenpään kaupungilta saatuihin tietoihin.

Putkien halkaisijat

- Viiksuputket: oletettu 200 mm
- Putkilinjan keskellä olevat putket: oletettu viereisen putken halkaisija

Putkien korot

Verkkotietoaineistossa korkotiedot on annettu putkien päille. Puuttuva korko on korjattu antamalla putken päälle samaan kaivoon liittyvien toisten putkien alin korko. Jos yhdelläkään kaivoon liittyvistä putkista ei ole korkoa, on putken päälle annettu korko sen omasta toisesta päästä (tasakaato). Jos taas putkella ei ole kummassakaan päässä korkoa, on kohta tarkasteltu käsin.

Putkien materiaalit (vaikuttaa virtaushäviöön)

- Halkaisija 200 mm tai 250 mm: oletettu muovi
- Halkaisija 225 mm tai 300–2200 mm: oletettu betoni

Putkien virtaussuunta

Verkkotietoaineistossa on paljon putkilinjoja, jotka on piirretty virtaussuuntaa vastaan, eikä näille putkille ole asetettu Key Aquassa virtaussuuntatietoa (piirtosuuntaa vastaan).

Virtaussuunta vaikuttaa hydraulisessa laskentamallissa laskentatuloksen etumerkkiin. Virtaussuunnan myötäinen virtaama on positiivista ja virtaussuunnan vastainen virtaama esitetään negatiivisena. Koska virtaussuuntavirheitä on aineistossa merkittävän paljon, päätettiin virtaussuunnat jättää korjaamatta ja huomioida se tulosten tulkinnassa.

Kaivojen halkaisijat

Kaikilta kaivoilta puuttui halkaisijatieto. Halkaisijatiedoista on tehty oletus kaivoon liittyvien putkien halkaisijoiden perusteella (taulukko 2).

Taulukko 2. Kaivojen halkaisijat.

Rakennusvuosi	Suurimman kaivoon liittyvän putken halkaisija	Kaivon halkaisija
< 2005 putket, joilta puuttuu rakennusvuosi	$D < 1000 \text{ mm}$	1000 mm
	$1000 \text{ mm} \leq D < 1500 \text{ mm}$	1500 mm
	$D \geq 1500 \text{ mm}$	2500 mm
≥ 2005	$D < 400 \text{ mm}$	500 mm
	$400 \text{ mm} \leq D < 800 \text{ mm}$	800 mm
	$800 \text{ mm} \leq D < 1500 \text{ mm}$	1500 mm
	$D \geq 1500 \text{ mm}$	2500 mm

Kaivojen pohjien korot

Pääosassa Järvenpään kaupungin hulevesikaivoista on sakkapesä. Verkostomallissa kaivon pohjalle on kuitenkin annettu kaivoon liittyvän alimman putken korko. Sakkapesiä ei ole huomioitu mallinnuksessa, koska niiden korkotietoja ei ollut saatavilla eikä niiden huomiotta jättäminen vaikuta merkittävästi verkoston kapasiteettiin ja siten sen hydrauliseen toimintaan (esim. tulvinta).

Kaivojen kannen korot

Useilta kaivoilta puuttui kannen korkotieto, joten tieto on tuotu kaikille kaivoille maanpinnan korkeusmallista.

3.2.3 Avo-ojat

Kaikista avo-ojista ei ollut saatavilla kattavaa yksiselitteistä linjaus- ja poikkileikkaustietoa. Tästä johtuen avo-ojat tuotiin verkostomalliin teoreettisina avouoma-elementteinä, joiden ominaisuudet eivät perustu todellisiin topografiatietoihin. Avo-ojille on käytetty pääasiassa kahta erilaista tyyppipoikkileikkausta:

- trapetsoidi, pohjan leveys n. 1,0 m ja luiskat 1:1
- trapetsoidi, pohjan leveys n. 2,5 m ja luiskat 1:1

3.3 Tulokset

Verkoston mallinnus tehtiin kaikilla mitoitussadetahtumilla (kerran 3, 20 ja 50 vuodessa toistuvat rankkasadetahtumat). Tulokset on esitetty kerran 20 vuodessa toistuvalla rankkasadetahtumalla. Huomioitavaa on, että tulokset esitetään

putkikohtaisina maksimiarvoina eivätkä ne ole samaan aika-askeleeseen sidottuja tuloksia.

Maksimivirtaama kuvaa eri verkosto-osuuksilla tapahtuvan virtaaman ja eri valuma-alueilta tulevan valunnan suuruutta. Liitteessä 7 on esitetty maksimivirtaamat Järvenpään verkostomallin alueella. Virtaama on suurinta hetkellisesti Postikadun ($2,8 \text{ m}^3/\text{s}$), Rantakadun ($1,2 \text{ m}^3/\text{s}$), Urheilukadun ($0,95 \text{ m}^3/\text{s}$), Kyröläntien–Orvokkipolun ($1,2 \text{ m}^3/\text{s}$) ja Pohjoisväylän ($1,1 \text{ m}^3/\text{s}$) linjoilla.

Hulevesiverkoston kapasiteettia ja viemäriosuuksien padottumisen vaikutusten laajuutta voidaan tarkastella putkien täyttöasteen perusteella. Täyttöaste kertoo vedenpinnan korkeuden suhteessa viemäriin halkaisijaan. Lukuarvo 1,0 vastaa siis täyttä viemäriä ja esimerkiksi lukuarvo 3,0 sitä, että vedenpinta on viereisessä kaivossa kahden halkaisijan mitan verran putken yläreunan yläpuolella. Liitteessä 8 on esitetty putken täyttöaste nykytilanteessa kerran 20 vuodessa toistuvassa rankkasadetapahtumassa.

1. Naavatie–Maahisentie DN300
 - Välityskyky ei ole riittävä pienemmän viettokaltevuuden putkissa.
2. Wärtsiläkadun alue
 - Muutamia välityskyvyn kapeikkoja putkikoosta ja viettokaltevuudesta johtuen.
3. Kaskitie
 - Kaskitielle on olemassa suunnitelma linjan suurentamiseksi.
4. Pohjoisväylän suuntainen linja (Kaskitie–Pajalantie väli)
 - Putkilinjan koko on osittain pienempi kuin yläpuoliset putket, mikä heikentää välityskykyä.
5. Sibeliuksenkatu–Sibeliuksentori–Rantakatu
 - Putkilinjalla on useampia nousevia kohtia.
 - Putkilinjan loppuosan putkikoko (DN300) on pieni tuleviin putkiin nähden.
6. Helsingintie
 - Välityskyky ei ole riittävä radanalituksen kohdalla sekä sen yläpuolella putkikoosta ja viettokaltevuudesta johtuen.
7. Kansakoulunkatu–Kisapolku–Juholankatu
 - Verkoston kapasiteetti on liian pieni.
8. Työmiehenkuja–Torpantie–Ratatie
 - Välityskyvyn kapeikko DN300 putkien kohdalla, kun muu linja on kooltaan DN500–DN600.
9. Kinnarin alue
 - Latvojen verkoston kapasiteetti on liian pieni.
10. Sipootien pohjois- ja eteläpuoli
 - Pienempikokoisen verkoston välityskyky ei ole yleisesti riittävä.
11. Vanha yhdystie ja Terholantie
 - Vanhalla yhdystiellä välityskyky ei ole riittävä pienemmän viettokaltevuuden putkissa.
 - Terholantien putkilinja liittyy muuhun verkostoon nousevan putkiyhteyden kautta.
12. Pykäläkatu
 - Välityskyky ei ole riittävä pienemmän viettokaltevuuden putkissa.
 - Putkilinja on alavirrassa pienempi kuin ylävirrassa.
13. Lammaskatu ja Kilikatu
 - Lammaskadulla on merkittävä nousukohta putkiprofiilissa.
 - Kilikadun verkoston kapasiteetti on liian pieni.

14. Sipoontie

- Kaksi DN300 putkea on keskellä DN400 linjaa.

Välityskykyongelmia ei suositella korjattavaksi etenäkään Loutinojan valuma-alueella pelkästään suurentamalla putkilinjoja, koska siten ongelma siirtyy eteenpäin hulevesijärjestelmässä. Kapeikkojen yläpuoliselle valuma-alueelle tulisi sen sijaan toteuttaa viivytyksrakenteita, joilla voidaan vähentää hulevesiverkoston kuormitusta. Tulevaisuudessa Loutinojan radanalituksen kohdalla tulee olemaan merkittävä välityskyvyn kapeikko, jos liityntäpysäköinti rakennetaan ja oja putkitetaan suunnitellusti sen kohdalla DN1400 putkella.

4 TULVARISKIKARTAT JA TULVAREITIT

4.1 Mallin periaatteet

Järvenpään hydrauliseen verkostomalliin yhdistettiin pintamalli, jotta voitiin mallintaa veden virtausta verkoston ja maanpinnan välillä sekä maanpäällisten tulvareittien muodostumista. Käytetyn pintamallin tarkkuus on 2 m x 2 m ja sen perusteella määriteltiin kaivojen kansien korkeudet. Tulvien kartoitus tehtiin noin 260 ha alueelle.

Nykytilanteen tarkastelun lisäksi tulvariskien määrittämisessä huomioitiin tuleva maankäytön muutos. Arvio maankäytön muutoksesta (liite 9) perustuu asemakaava-alueisiin sekä olemassa oleviin hulevesijärjestelmää koskeviin suunnitelmiin:

- Pajalanpihan hulevesialtaat
- Westermarckinpuiston nurmialtaat ja -painanteet
- Loutinojan putkitus DN1400 tulevan liityntäpysäköinnin kohdalla
- Kaskitien putkilinjan suurennus DN600/DN800
- Helsingintien DN800 putkilinjan siirto

Verkostomallissa muutokset huomioitiin siten, että muutettiin valuma-alueiden pintavaluntakertoimia ja viipymää, lisättiin verkostoon Pajalanpihan hulevesialtaat ja tehtiin jo suunnitellut verkostomuutokset, jotka olivat konsultin tiedossa.

4.2 Tulokset

Liitteissä 10–13 on esitetty tulvariskikartat eri toistuvuuksilla 20 min mittaisilla sadetapahtumilla. Mallin perusteella latvaosuuksilla saattaa esiintyä tulvimista. Tämä johtuu pääsääntöisesti siitä, ettei kaikkia verkoston latvaosuuksien putkia ole otettu mukaan malliin, jolloin verkoston tilavuus pienenee. Latvaosuuksien tulvimista tuleekin tarkastella kriittisesti.

Kerran 3 vuodessa toistuvan rankkasadetapahtuman tulvariskikartta tehtiin sekä nykytilanteesta että huomioiden maankäytön muutos. Nykytilanteen merkittävimmät tulvariskikohteet löytyvät Wärtsiläkadulta, Kaskitieltä, Myllytieltä, Isokydöntieltä, Helsingintieltä, Torpantieltä ja Kartanontieltä. Kun maankäytön muutos huomioidaan, Kaskitiele suunniteltu putken suurennus poistaa Kaskitien tulvariskin.

Kerran 20 vuodessa toistuvassa rankkasadetapahtumassa maankäytön muutos on huomioitu ja tulvariskialueita esiintyy lähes joka puolella hulevesiverkostoa. Merkittävimmät kohteet ovat samat kuin kerran 3 vuodessa toistuvassa rankkasadetapahtumassa ja niiden lisäksi huomattavaa tulvintaa esiintyy Juholankadulla, Sibeliuksenkadulla, Koulukujalla, Vaarinkadulla, Kansakoulunkadulla, Loutinojan liityntäpysäköinnin kohdalla, Järviuistonkadulla/Vuoritiellä,

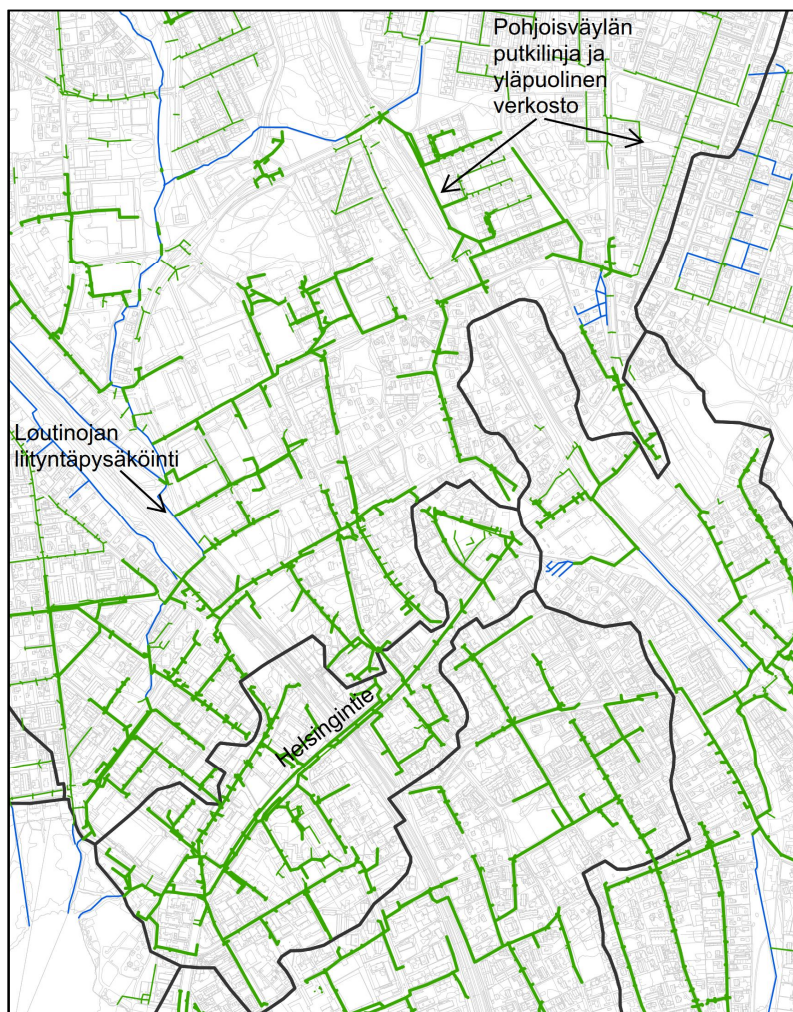
Järnefeltinkadulla, Mannilantiellä, Välskärinkadulla ja Pohjoisväylällä Kaskitien pohjoispuolella.

Kerran 50 vuodessa toistuvassa rankkasadetapahtumassa maankäytön muutos on huomioitu. Merkittävimmät tulvariskikohteet ovat samat kuin kerran 20 vuodessa toistuvassa rankkasadetapahtumassa, mutta kohteiden tulvariskit ovat kasvaneet.

Tulvariskikartoissa, joissa maankäytön muutos on huomioitu, Loutinojan putkitettavalla osuudella (liityntäpysäköinti) tulvivat hulevedet kertyvät nykyisen Loutinojan uoman kohdalle. Tämä johtuu siitä, että kaikissa tulvalaskennoissa on käytetty nykytilanteen pintamallia, jossa on nykyinen ojauoma. Todellisuudessa tulviva vesi leviäisi laajalle alueelle maata pitkin, kun maanpinta tasoitetaan maankäytön muutoksen myötä putkituksen kohdalla parkkipaikaksi.

5 HULEVESIJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMISSUUNNITELMA

Kehittämissuunnitelman kohteet valittiin merkittävimpään välityskyvyn kapeikkokohtien joukosta. Järvenpään kaupungin toivomuksesta valinta kohdistui Helsingintiehen, Loutinojan tulevan liityntäpysäköinnin putkitukseen sekä Pohjoisväylän putkilinjaan Kaskitie–Pajalantie-välillä ja sen yläpuoliseen verkostoon (kuva 1). Kyseisissä kohteissa tullaan tekemään lähitulevaisuudessa rakennus- ja kunnostustöitä, joiden yhteydessä on hyvä huomioida hulevesien hallintaan liittyvät muutostarpeet.



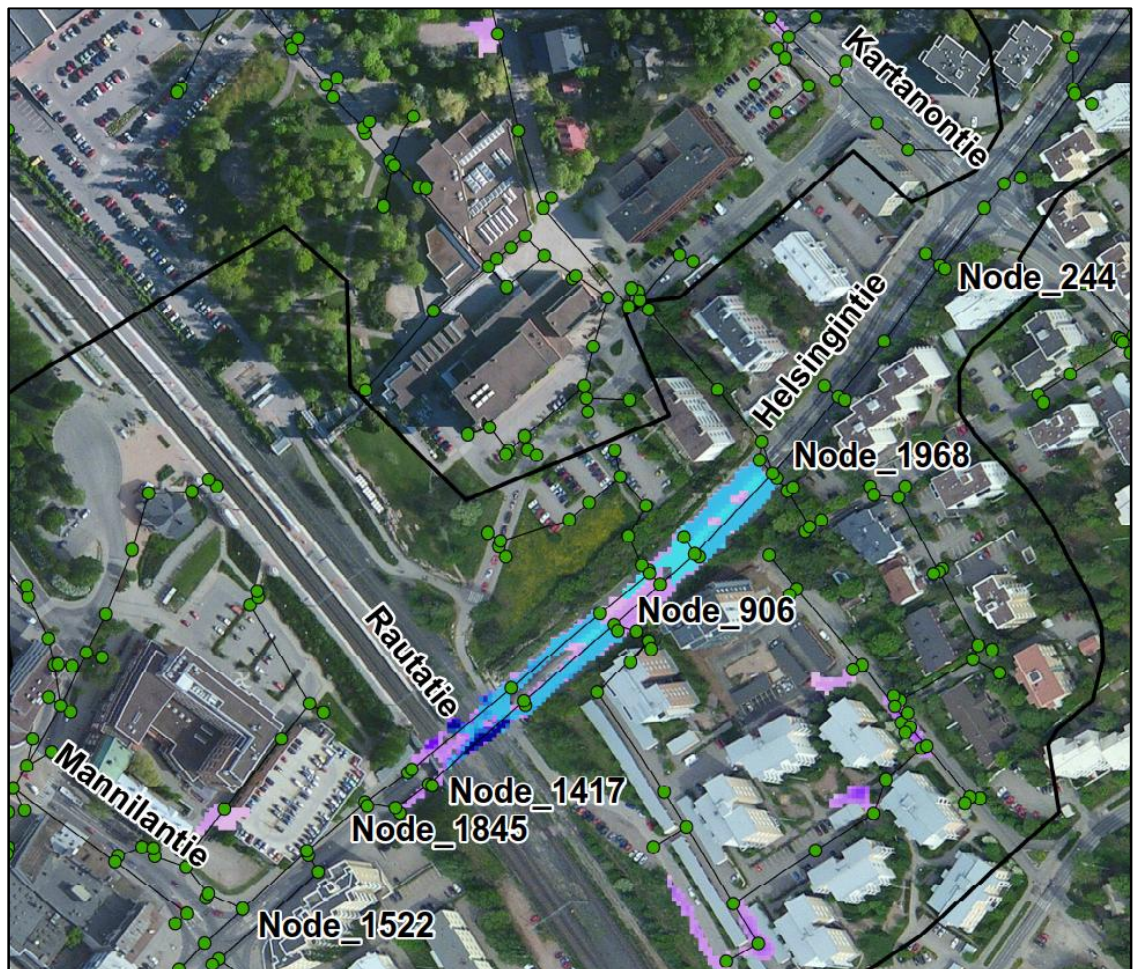
Kuva 1. Kehittämissuunnitelman kohteet.

Toimenpiteiden mitoituksen tavoitteena oli, että kerran 3 vuodessa toistuvassa rankkasadetilanteessa hulevesi pysyy pääsääntöisesti hulevesiviemäriässä. Mikäli kohteessa ei ole selkeää tulvareittiä maanpinnalla, mitoituksessa on pyritty siihen, että kerran 50 vuodessa toistuvassa rankkasadetilanteessa hulevesi voi nousta kaivoihin, mutta pysyy maanpinnan tason alapuolella. Jos taas tulvareitti on olemassa, riittää kun hulevesi ei nouse verkostosta maanpinnalle kerran 20 vuodessa toistuvassa rankkasadetapahtumassa.

Toimenpide-ehdotukset ovat esisuunnitelmatasoisia ja niissä esitettyjen rakenteiden mitoitus on tarkistettava jatkosuunnittelun yhteydessä, kun tarkemmat maaperätiedot sekä lopulliset linjaukset ja sijainnit ovat selvillä. Kehittämissuunnitelmassa on esitetty toimenpiteille karkeat kustannusarviot.

5.1 Helsingintien toimenpide-ehdotus

Helsingintiellä hulevesiverkoston kapasiteetti ei riitä kerran kolmessa vuodessa toistuvassa rankkasadetilanteessa ja vesi tulvii rautatien koillispuolella tielle (kuva 2). Kerran 20 vuodessa toistuvassa rankkasadetilanteessa tulvimista esiintyy myös Helsingintien lounaisosassa. Helsingintiellä ei ole selkeää tulvareittiä, vaan maanpinta on melko tasainen radanalituksen lounaispuolella ja tulviva vesi seisoo radanalituksen kohdalla.



Kuva 2. Hulevesien tulviminen Helsingintiellä: sinisellä kerran 3 vuodessa toistuva rankkasadetilanne ja violetilla kerran 50 vuodessa toistuva rankkasadetilanne (maankäytön muutos huomioitu).

Liitteessä 14 on esitetty kaksi vaihtoehtoista toimenpide-ehdotusta, joilla kerran 3 vuodessa toistuvassa rankkasadetilanteessa hulevesi pysyy pääsääntöisesti Helsingintiellä hulevesiviemäriä ja kerran 50 vuodessa toistuvassa rankkasadetilanteessa hulevesi nousee kaivoihin, mutta pysyy maanpinnan tason alapuolella. Toisessa ehdotuksessa kasvatetaan verkoston kapasiteettia ja toisessa rakennetaan sen lisäksi viivytystilavuutta hulevesille. Toimenpiteillä voidaan estää tulviminen tarkastellussa Helsingintien runkolinjassa, mutta ne eivät välttämättä ratkaise täysin kapasiteettiongelmia sivuhaaroissa.

Toimenpide-ehdotuksille on laskettu karkeat kustannusarviot, jotka on esitetty kustannushaarukkana. Haarukan alarajan laskennassa kaivannot on toteutettu tuentaelementeillä ja ylärajan laskennassa ponttiseinillä. Kustannusarvion perusteet on esitetty tarkemmin liitteessä 14.

Toimenpide-ehdotus 1: Verkoston kapasiteetin kasvattaminen

Kustannusarvio hulevesiviemäriin kapasiteetin kasvattamiselle noin 935 m matkalta on noin **1 030 000–1 054 000 €**.

Toimenpide-ehdotus 2: Verkoston kapasiteetin kasvattaminen ja hulevesien viivytys

Kustannusarvio hulevesiviemäriin kapasiteetin kasvattamiselle noin 310 m matkalta ja viivytysrakenteen toteuttamiselle on noin **718 000–811 000 €**. Hulevesien viivytysrakenteen osuus kustannuksista on noin 50 %.

5.2 Yleistarkastelu Loutinojan rautatien yläpuolisesta valuma-alueesta

Yleistarkastelussa huomioitiin maankäytön muutos ja keskityttiin kahteen Loutinojan rautatien yläpuolisen valuma-alueen kriittisimmistä tulvariskialueista. Suunnitellun Loutinojan liityntäpysäköinnin kohdalla oja aiotaan putkittaa, mikä lisää tulvariskiä alueella. Tarkastelussa selvitettiin putkituksen ja pysäköintialueen kohdalle sekä yläpuolelle toteutettavissa olevien viivytysrakenteiden kapasiteetit. Lisäksi tarkasteltiin Pohjoisväylän suuntaisen putkilinjan (Kaskitie–Pajalantie-välillä) kapasiteetin kasvattamista ja sen yläpuoleisen verkoston lisäkapasiteetin tarvetta.

Karkeat kustannusarviot putkikaivannoille ja hulevesikasettijärjestelmille on määritetty FORE-ohjelmistolla liitteessä 14 esitettyjen periaatteiden mukaisesti. Hulevesialueille FORE-ohjelmistolla lasketuissa kustannusarvioissa on huomioitu altaan kaivu, kaivumassojen pois kuljetus, kasvualusta koko altaalle sekä altaan päällystys puoliksi nurmikolla ja puoliksi pensailla. Lisäksi hulevesialuiden kustannusarvioihin sisältyy työmaatehtävät, suunnittelutehtävät sekä rakennuttamis- ja omistajatehtävät.

5.2.1 Loutinojan radanalituksen virtaamakapasiteetti

Loutinojan radanalituksen virtaamakapasiteetti määritettiin sekä liityntäpysäköinnin kohdalla putkitettavalta DN1400 osuudelta että olemassa olevalta DN1200–DN1400 osuudelta. Putkituksen pienin kaltevuus on 3,4 ‰ ja pienin kapasiteetti noin 3 500 l/s (DN1400). Esitetyllä kapasiteetilla hulevesi pysyy putkessa eikä nouse kaivoihin.

5.2.2 Viivytyskapasiteetin tarve Loutinojan liityntäpysäköinnin yhteydessä

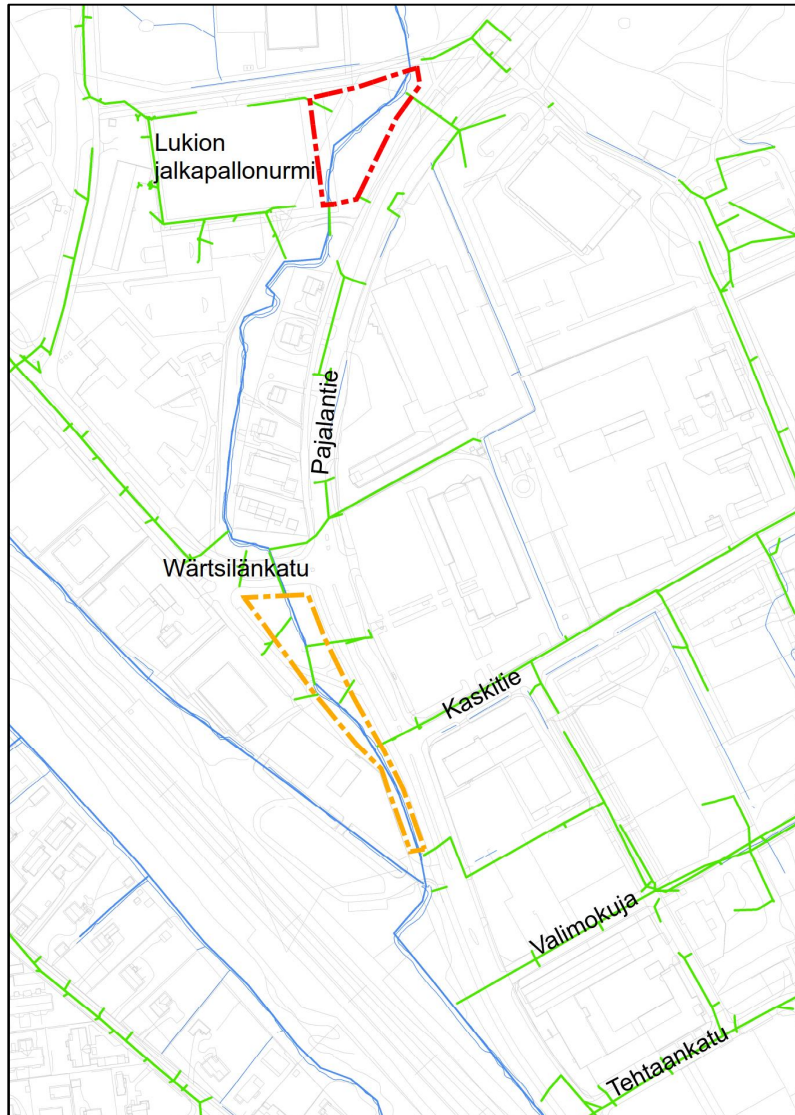
Loutinojan vedenpinta nousee nykyisin rankemmilla sateilla hyvin korkealle siten, että vesipinnan leveys tulevan liityntäpysäköinnin kohdalla on enimmillään noin 5 m. Oja on suunniteltu putkitettavaksi DN1400 putkeen, jonka kapasiteetti ei vastaa nykyisen ojauoman kapasiteettia. Liityntäpysäköinnin lähistölle tulee rakentaa hulevesien viivytystilavuutta, jotta pysäköintialue ei pahenna alueen tulvaherkkyyttä nykytilanteeseen nähden. Loutinojan tulvinnan tarkemman määrän ja sijainnin määrittämiseksi tarvitaan avouomamalli, jossa on hyödynnetty uoman oikeita poikkileikkauksia.

Viivytystilavuus voidaan toteuttaa hulevesialtaalla, hulevesikaseteilla tai suurilla rinnakkaisilla putkilla, jotka toimivat säiliöinä. Ainoastaan liityntäpysäköinnin alapuolelle toteutettavilla rakenteilla voidaan viivyttaa keskustan alueelta (Kaskitie, Valimokuja ja Tehtaankatu) tulevien linjojen ja Wärtsilän alueen hulevesien valuntahuippua. Mikäli viivytystilavuus sijoitetaan pohjoisemmaksi, saadaan viivytettyä kyseisen kohdan yläpuolisia vesiä ja siten vähennettyä radan alituksen kuormitusta.

5.2.2.1 Hulevesiallas

Mahdollinen sijainti viivytysaltaalle liityntäpysäköinnin yläpuolella on Lukion jalkapallonurmen itäpuolella oleva viheralue (kuva 3). Loutinoja kulkee kyseisen viheralueen läpi ja siihen olisi mahdollista tehdä pinta-alaltaan enimmillään noin 3 500 m² hulevesiallas. Jos altaan keskisyvyys olisi noin 0,7 m, olisi sen tilavuus noin 2 450 m³.

Lisäksi tarkasteltiin Wärtsiläkadun eteläpuolella olevan viheralueen soveltuvuutta hulevesien viivytykseen. Viheralueen pohjoisosassa olisi riittävästi pinta-alaa hulevesialtaan toteuttamiselle, mutta korkotasojen puolesta se ei ole mahdollista. Alueen korot ovat lähes samalla tasolla kuin Wärtsiläkadun pohjoispuolisen uoman korot eikä Loutinojan vesipinta saa nousta nykytilanteesta Wärtsiläkadun pohjoispuolella, jotta vesi ei tulvi läheisten asuinkiinteistöjen pihoille.



Kuva 3. Mahdollinen hulevesialtaan sijoituspaikka Lukion jalkapallonurmen luona punaisella pisteviivalla. Lisäksi tarkasteltu Wärsilänkadun eteläpuoleinen viheralue oranssilla pisteviivalla.

Hulevesialtaan tilavuutta tarkasteltaessa on huomioitava, että ojauoma kulkee jo kyseisellä viheralueella vieden oman tilansa. Hulevesialtaan rakentamisella saavutettava lisäkapasiteetti ei siis ole yhtä suuri kuin altaan maksimitilavuus.

Kustannukset

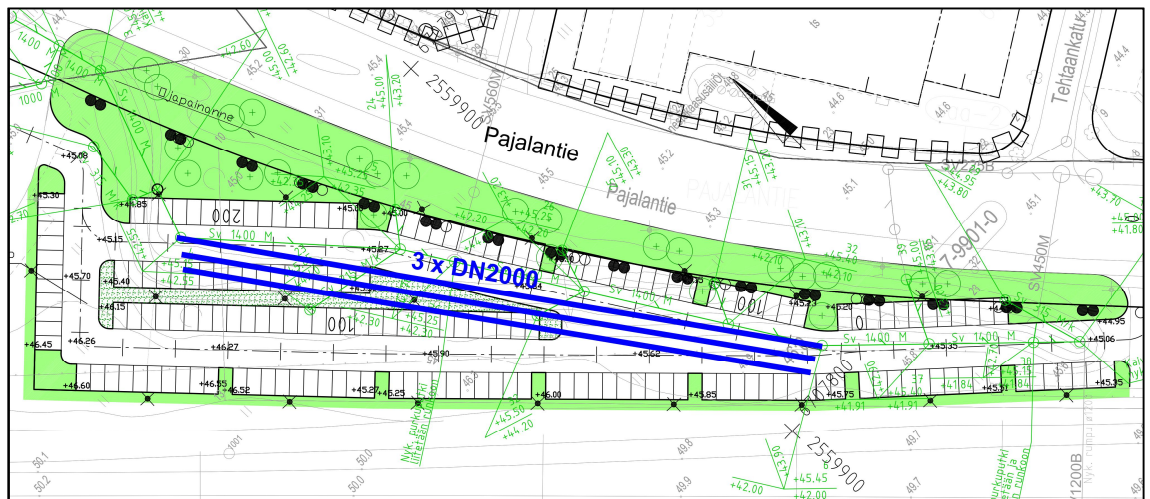
Kustannusarvio 2 450 m³ hulevesialtaan rakentamiselle on noin **230 000 €**. Lisäksi kustannusarvio Loutinojan putkitukselle DN1400 putkella liityntäpysäköinnin kohdalla on noin 380 000 €.

5.2.2.2 Säiliöputket liityntäpysäköinnin alapuolelle

Liityntäpysäköinnin alle suunnitellun DN1400 putken (n.120 m) tilavuus on noin 190 m³. Mikäli sen tilalle asennettaisiin kolme suurempaa rinnakkaista putkea (kuva 4), olisi pysäköintialueen kohdalla huomattavasti enemmän tilavuutta hulevesille:

- 3 x 1 600 mm: noin 720 m³
- 3 x 2 000 mm: noin 1 130 m³

Säiliöputkiin tulisi asentaa tarkistusluukut, joista niiden kunto pystytään tarkistamaan ja mahdollinen kertyvä kiintoaines poistamaan. Tarkistusluukut voidaan sijoittaa esimerkiksi siten, että ne jäävät parkkiruutujen väliin viherkaistan kohdalle.



Kuva 4. Viivytystilavuuden toteuttaminen liiäntäpysäköinnin alle kolmella DN2000 putkella. (Liityntäpysäköinnin suunnitelma: Sito, 2014)

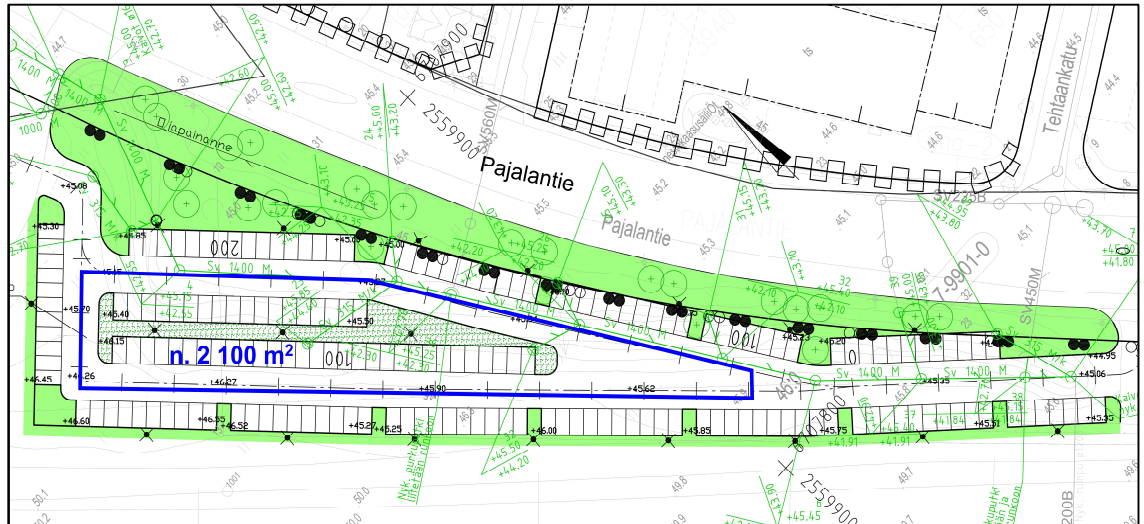
Kustannukset

Kustannusarvio noin 1 130 m³ viivytystilavuuden toteuttamiselle kolmella DN2000 putkella on noin 730 000 €. Sekä ala- että ylärajan arvioissa tuenta on laskettu ponttiseinätuennalla, koska kaivanto on liian leveä tuentaelementeillä toteutettavaksi. Kustannusarviossa ei ole huomioitu liiäntäpysäköinnin rakentamista, joka sisältää osan viivytysjärjestelmän rakentamisvaiheista, kuten kaivut, tuennan, täytöt ja asfalttipäällysteen. Viivytysjärjestelmän rakenteiden osuus kustannusarviosta on noin 66 %. Vertailukohtana viivytysrakenteen kustannuksille pelkän Loutinojan liiäntäpysäköinnin DN1400 putkituksen toteuttamisen (ei ole huomioitu liiäntäpysäköinnin rakentamista) kustannusarvio on noin 380 000 €.

5.2.2.3 Hulevesikasetit liiäntäpysäköinnin alapuolelle

Hulevesikasetteja voidaan asentaa liiäntäpysäköinnin alle enimmillään noin 2 100 m² alueelle kahteen kerrokseen (korkeus yhteensä noin 0,84 m) eli noin 5 880 kpl (kuva 5). Tällöin viivytysrakenteen tehollinen tilavuus on noin 1 670 m³.

Hulevesikasettijärjestelmän toiminnan kannalta on tärkeää, että sinne ei kulkeudu merkittävästi roskaa. Loutinojan virran mukana kulkee kuitenkin mahdollisesti sekä roskaa että eliöitä. Jotta kasettiratkaisu olisi toimiva, tulisi sen ylävirran puolelle toteuttaa isompien roskien keräysjärjestelmä, kuten välppä.



Kuva 5. Viivytystilavuuden toteuttaminen liityntäpysäköinnin alle hulevesikaseteilla. (Liityntäpysäköinnin suunnitelma: Sito, 2014)

Kustannukset

Kustannusarvio noin 1 670 m³ viivytystilavuuden toteuttamiselle hulevesikaseteilla on noin **1 360 000–1 460 000 €**. Sekä ala- että ylärajan arvioissa tuenta on laskettu ponttiseinätuennalla, koska kaivanto on liian leveä tuentaelementeillä toteutettavaksi. Kustannusarviossa ei ole huomioitu liityntäpysäköinnin rakentamista, joka sisältää osan viivytysjärjestelmän rakentamisvaiheista, kuten kaivut, tuennan, täytöt ja asfalttipäällysteen. Viivytysjärjestelmän rakenteiden osuus kustannusarviosta on noin 76 %. Vertailukohtana viivytysrakenteen kustannuksille pelkän Loutinojan liityntäpysäköinnin DN1400 putkituksen toteuttamisen (ei ole huomioitu liityntäpysäköinnin rakentamista) kustannusarvio on noin 380 000 €.

5.2.3 Pohjoisväylän suuntaisen linjan virtaamakapasiteetti Kaskitie–Pajalantie-välillä

Pohjoisväylän suuntainen linja on Kaskitien ja Pajalantien välillä nykytilanteessa kooltaan DN400–DN600. Putkilinja on pääosin kokoa DN400, mutta ylävirran puolella on kaksi putkea kokoa DN600. Verkosto myös jatkuu ylävirtaan Kaskitieltä DN400–DN500 putkena.

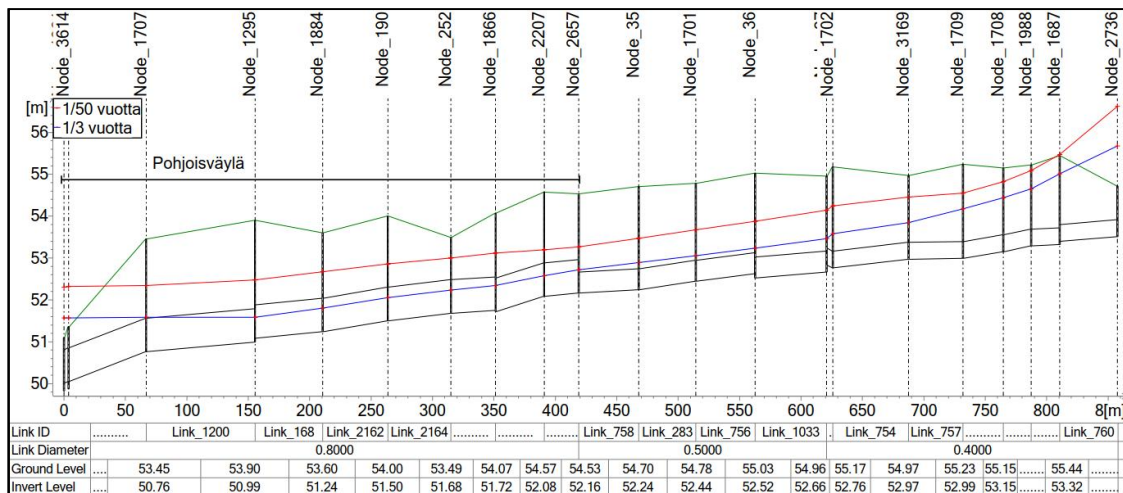
Välskärinkadun pumppaamo tullaan uusimaan, mikä lisää hieman Pohjoisväylän suuntaisen linjan virtaamaa. Järvenpään kaupungin mukaan virtaaman muutos ei kuitenkaan ole merkittävä. Pohjoisväylän suuntaisen linjan mitoituksessa on silti hyvä huomioida pieni vara kapasiteettiin Välskärinkadun pumppaamon virtaaman kasvulle.

Pohjoisväylän suuntaiselle linjalle tulevat virtaamat valuma-alueen perusteella eri sateen toistuvuuksilla:

- 1/3 vuotta: noin 2070 l/s
- 1/20 vuotta: noin 3260 l/s
- 1/50 vuotta: noin 3870 l/s

Putkilinjan ahtaimman kohdan kapasiteetti on tällä hetkellä vain 120 l/s (putkikoko DN400, viettokaltevuus 2,8 ‰). Tarkasteltavan linjan yläpuoleisen verkoston kapasiteetti ei myöskään ole niin suuri, että valuma-alueen vedet pääsisivät virtaamaan vapaasti putkessa Pohjoisväylän putkilinjalle asti. Hydraulisen verkostomallin perusteella putkilinja tulisi kasvattaa kokoon DN800 (kuva 6), jotta kerran 50 vuodessa

toistuvassa rankkasadetapahtumassa hulevedet eivät nousisi verkostosta maanpinnalle. Mikäli mitoitusperusteena käytettäisiin kerran 20 vuodessa toistuvaa rankkasadetapahtumaa, tarkasteltavan putkijon kooksi riittäisi DN600. Yläpuolisen verkostoon tarvitaan kuitenkin lisäkapasiteettia, jotta tulvimista ei tapahdu myöskään Pohjoisväylän putkijon ylävirran puolella.



Kuva 6. Vedenpinta Pohjoisväylän suuntaisessa putkijon Kaskitien ja Pajalantien välillä eri sateen toistuvuuksilla, kun Pohjoisväylän putkiosuus suurennettu kokoon DN800.

Putkikoon kasvattaminen lisää virtaamaa Loutinojaan, jonka kapasiteetti on täysin käytössä jo nykytilanteessa. Tämän vuoksi putkikoon kasvattamisen aiheuttama virtaaman kasvu tulisi viivyttää esimerkiksi Pajalanpihan kohdalla. Nykytilanteessa huippuvirtaama Pohjoisväylän suunnalta Loutinojaan on noin 300 l/s ja putkikoon kasvattamisen myötä noin 700 l/s. Mikäli yli 300 l/s virtaamat viivytettäisiin putkikoon kasvattamisen jälkeen, tarvittaisiin noin 500 m³ viivytystilavuutta.

Kustannukset

Kustannusarvio hulevesiviemärin kapasiteetin kasvattamiselle kokoon DN800 noin 425 m matkalta ja 500 m³ hulevesialtaan rakentamiselle on noin **490 000 €**. Kohteessa putkikaivannon tuentatavan valinta ei vaikuttanut merkittävästi kustannuksiin. Hulevesien viivytysrakenteen osuus kustannuksista on noin 30 %.

5.2.4 Lisäkapasiteetin tarve Isonkydön alueella

Isokydöntiellä on Satakunnankadun ja Kaukotien välillä havaittu tulvakohde, joka esiintyy myös tulvariskikartoissa. Hulevesiä tulisi viivyttää yläpuoleisessa verkostossa, jotta hulevesiviemärin kapasiteetti ei ylitä. Mahdollinen viivytysalteen paikka olisi esimerkiksi Satakunnan puistossa (Satakunnankadun, Auerpolun ja Satakunnanpolun välissä).

Satakunnan puiston yläpuolisen valuma-alueen pinta-ala on noin 34,4 ha ja pintavaluntakerroin 0,22. Satakunnankatua pitkin kulkee DN800 hulevesiviemäri, joka muuttuu alavirrassa Isokydöntiellä DN400 hulevesiviemäriksi, ja Pohjoisväylän suuntaisen putkijon on tarkastelussa oletettu olevan kooltaan DN800. Isokydöntien DN400 viemärin kapasiteetti on noin 50–100 l/s. Allas mitoitettiin hydraulisella verkostomallilla ja sen purkuputken kooksi oletettiin DN200. Mitoittavaksi sateen

kestoksi osoittautui 3 tuntia. Taulukossa 3 on esitetty mitoitusvirtaamat ja altaan maksimitilavuudet eri sateen toistuvuuksilla.

Taulukko 3. Mitoitusvirtaamat ja tarvittavat maksimitilavuudet hulevesialtaalle eri sateen toistuvuuksilla.

	1/3 vuotta	1/20 vuotta	1/50 vuotta
Sateen intensiteetti [l/s/ha]	86	130	160
Virtaama [l/s]	650	980	1210
Altaan maksimitilavuus [m ³]	1 590	2 430	3 020

Esitetyillä tilavuuksilla pystytään estämään tulviminen Isokydöntiellä kerran 20 vuodessa toistuvassa rankkasadetapahtumassa. Mikäli tulvimisesta halutaan täysin eroon myös harvinaisemmilla sateilla, tulee hulevesien viivytyksen lisäksi kasvattaa DN400 putkien kokoa Isokydöntien ja Pohjoisväylän välillä kokoon DN500 (noin 240 m). Kyseisen putkilinjan suurentaminen edellyttää 100 m³ lisätilavuutta Pajalanpihan hulevesialtaaseen. Mikäli Pohjoisväylän suuntaisen putkilinjan koko kasvatettaisiin vain kokoon DN600, tulisi Isokydöntien ja Pohjoisväylän välisen putkiosuuden kokoa kasvattaa (DN500) tulvimisen estämiseksi jo kerran 20 vuodessa toistuvan rankkasadetapahtuman varalta.

Hulevesialtaan suurin mahdollinen pinta-ala olisi Satakunnan puistossa noin 2 900 m². Jos altaan keskisyvyys olisi noin 0,7 m, olisi sen tilavuus noin 2 030 m³ eli riittävä normaaleissa rankkasadetapahtumissa.

Kustannukset

Kustannusarvio Satakunnan puiston 2 030 m³ hulevesialtaan rakentamiselle on noin **210 000 €**.

6

LÄHTEET

FCG. 2013. Hulevesisuunnitelma, valuma-alueselvitys.

Järviwiki. 2014. Tuusulanjärvi. [Online]. Viitattu 30.5.2016. Saatavissa: [http://www.jarviwiki.fi/wiki/Tuusulanj%C3%A4rvi_\(21.082.1.001\)](http://www.jarviwiki.fi/wiki/Tuusulanj%C3%A4rvi_(21.082.1.001)).

Sito. 2014. Katusuunnitelma. Pasila-Riihimäki lisäraiteen ratasuunnittelu. Piirustusnumero 5662-220-4.