

TURUN KAUPUNKI

Pukkilan asemakaava-alueen hulevesien hallinnan yleissuunnitelma

Loppuraportti



21.10.2019

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO.....	2
1.1	Työn lähtökohdat ja tavoitteet.....	2
1.2	Projektin organisaatio	2
1.3	Käsitteitä.....	2
2	SELVITYSALUEEN NYKYTILA.....	2
2.1	Maankäyttö.....	2
2.2	Topografia, maaperä ja pohjavesi	4
2.3	Luontoarvot	4
2.4	Valuma-alueet ja virtausreitit	5
3	MAANKÄYTÖN MUUTOS	9
4	HULEVESIEN HALLINTA	11
4.1	Hulevesien hallinnan tarve ja tavoitteet	11
4.2	Hulevesien hallintaratkaisut kaava-alueella	12
4.3	Rakentamisen aikaiset hulevedet.....	15
5	MALLINNUSTULOKSET JA MITOITUS.....	16
5.1	Hulevesimallin kuvaus	16
5.2	Saukonojan kapasiteetti ja tulvatasanteet.....	17
5.3	Yleisten alueiden hallintarakenteiden mitoitus	21
6	MAISEMASUUNNITTELU	22
7	YHTEENVETO.....	24

Liiteluettelo

201 Valuma-aluekartta
202 Suunnitelmaportti
901 Kadun 1 viivytysideat, asemapiirros
902 Kadun 1 viivytysideat, poikkileikkaukset

21.10.2019

Pukkilan asemakaava-alueen hulevesien hallinnan yleissuunnitelma

1 JOHDANTO

1.1 Työn lähtökohdat ja tavoitteet

Työssä on laadittu hulevesien hallinnan yleissuunnitelma (ensimmäisessä vaiheessa nykytilaselvitys) Turun Pukkilan asemakaava-alueelle. Suunnittelualue sijaitsee Pitkämäen kaupunginosassa, noin 3 km päässä kauppatorilta luoteeseen. Asemakaava-alueen pinta-ala on noin 15,5 ha. Asemakaava-alueella sijaitsee nykytilassa vanhan Pukkilan kaakelitehtaan rakennuksia sekä pienempiä rakennuksia, pohjoisosassa niitty-/peltoaluetta ja kaakkoisreunassa kallioinen rakentamaton Kähärinmäki. Alueen pohjoisosan läpi virtaa puro Saukonoja.

Pukkilan kaakelitehdas oli toiminnassa vuosina 1899–2015, ja nyt toiminnan loputtua uuden asemakaavan tavoitteena on muuttaa nykyinen teollisuusalue pääasiassa asumisen alueeksi. Samalla suunnitellaan uusi katuverkko, aukiot ja puistoalueet, joista on luontevat yhteydet ympäröivään viherverkkoon. Jalankulku- ja pyöräily-yhteydet halutaan turvata. Tavoitteena on luoda uusi keskusta-alueeseen kiinnittyvä asuinalue vähintään 2000 asukkaalle.

Työssä on arvioitu asemakaavan mukaisen rakentamisen vaikutuksia hulevesien määrään ja johtamiseen. Lisäksi on arvioitu hulevesien hallinnan tarvetta sekä esitetty sitä varten tarvittavat toimenpiteet ja kaavamääräykset. Hulevesisuunnitelman lähtökohtana on käytetty 20.9.2019 päivättyä viitesuunnitelmaa (Arkk.tsto Haroma&Partners Oy).

1.2 Projektin organisaatio

Työn tilaajana ovat Kiinteistö Oy Pitkämäki, Senaatti-kiinteistöt, Cityvarasto Oyj sekä Turun kaupunki. Työn maankäyttösuunnitelmat laatii Arkkitehtitoimisto Haroma & Partners Oy, jossa yhteyshenkilönä toimi arkkitehti Esa Ristisuo. Selvitys on laadittu FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:ssä. Työn projektipäällikkönä toimi DI Eeva-Riikka Bossmann ja suunnittelijana DI Maiju Happonen. Maisemasuunnittelusta vastasi maisema-arkkitehti Eeva Eitsi.

1.3 Käsitteitä

Valunnalla tarkoitetaan sitä osaa sadannasta, joka virtaa vesistöä kohti maan pinnalla, maaperässä tai kallioperässä. *Hulevesillä* tarkoitetaan rakennetuilta alueilla muodostuvaa, sade- tai lumen sulamisvesien aiheuttamaa pintavaluntaa.

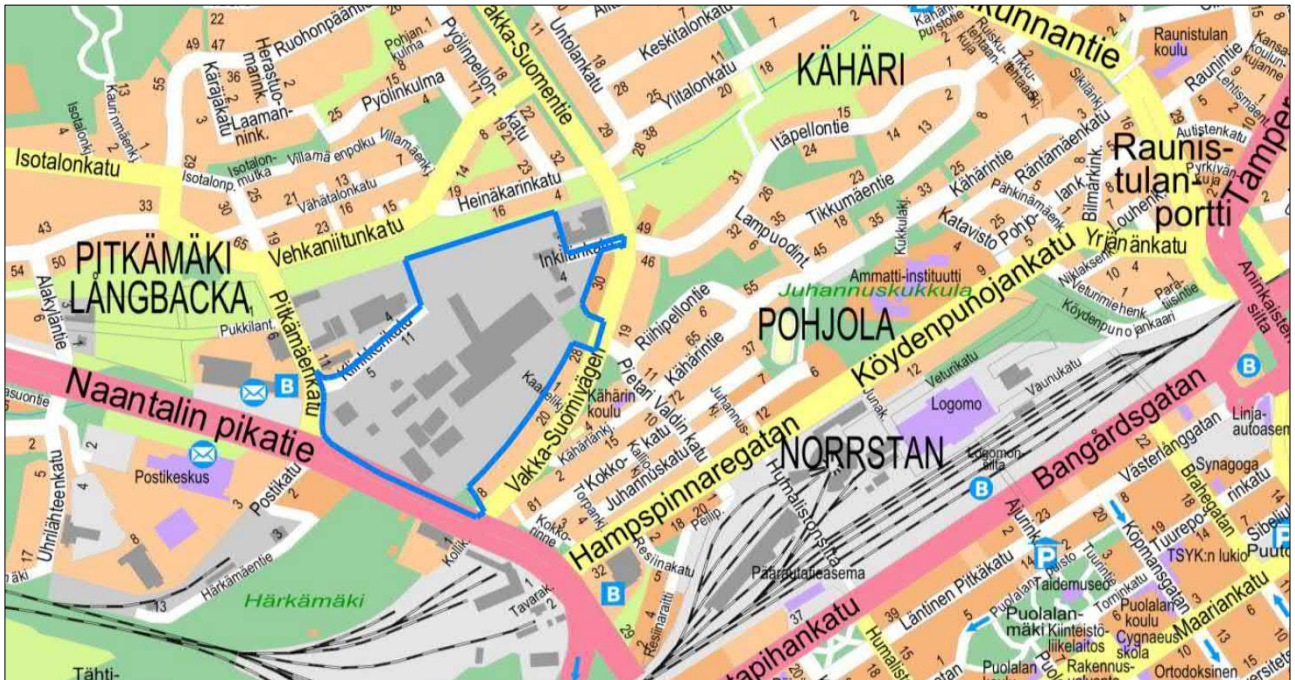
Sadannan *toistuvuudella* tarkoitetaan tietyn sadetapahtuman keskimääräistä toistumisaikaa. Suomessa hulevesiviemärit on yleensä mitoitettu keskimäärin kerran kahdessa vuodessa (lyhennetään 1/2 a) toistuvan rankkasadetapahtuman aiheuttaman virtaaman mukaan.

2 SELVITYSALUEEN NYKYTILA

2.1 Maankäyttö

Suunnittelualueen pohjoisosan niittyalueella virtaa puro Saukonoja, kaakkoisreunassa kallioinen rakentamaton mäki-alue Vakka-Suomentiehen rajautuen, etelässä alue rajautuu Naantalın pikatiehen ja Lännessä Pitkämäenkatuun. Alueen keskiosa on teollisuusalueena pitkälti katto- ja asfalttipintaa, osa parkkipaikoista on myös sorapintaa. Suunnittelualueen sijainti on esitetty kuvassa 1 ja maankäyttö kuvassa 2.

21.10.2019



Kuva 1. Suunnittelualan sijainti.



Kuva 2. Suunnittelualan maankäyttö.

21.10.2019

2.2 Topografia, maaperä ja pohjavesi

Asemakaava-alueen korkein kohta on sen kaakkoisreunan mäellä huipulla korkeudella +28,5 mpy, ja sen matalin kohta alueen länsireunassa Saukonojan purkupisteellä korkeudessa +5 mpy. Maanpinta laskee pääasiassa kaakosta luoteeseen kohti Saukonojaa. Alueen maaperässä ylimpänä on n. 1-3 m paksu täyttömaakerros, joka muodostuu maa-aineksesta sekä sen seassa olevista kaakelin- ja tiilenpaloista. Täyttömaan alla on paksu savikerros, joka on paksuimmillaan n. 27 m. Savikerros ohenee pohjoisesta etelään. Sen alla on ohut moreenikerros kalliopinnan päällä. Hulevesien imeyttäminen ei huonosti läpäisevän maaperän vuoksi ole mahdollista.

Kohteessa on tehty kolme ympäristötekniistä maaperätutkimusta. Vuonna 1996 tehdyssä maaperätutkimuksessa¹ todettiin, että maaperä on pilaantunut lyijyllä, sinkillä ja öljyhiilivedyillä. Otettujen vesinäytteiden perusteella teollisuustoiminnan ei todettu vaikuttaneen alueen pohjaveteen. Pohjavedestä todettiin korkeita rauta- ja mangaanipitoisuuksia, mutta niitä pidettiin alueen pohjavedelle tyypillisinä.

Vuonna 2015 tehtiin kaksi lisätutkimusta määrälalla 853-74-74-1² sekä kiinteistöillä 853-74-74-28 ja 853-74-74-25³. Edellisessä tutkimuksessa todettiin kohonneita lyijyn ja sinkin pitoisuuksia täyttömaakerroksessa. Jälkimmäisessä tutkimuksessa todettiin kohonneita öljyhiilivetyjen, arseenin, kuparin, lyijyn ja sinkin pitoisuuksia. Vesinäytteiden osalta tutkimuksen tulokset olivat yhtenevät, eikä niistä havaittu haitta-aineita merkittävässä määrin:

”Otetuissa vesinäytteissä ei todettu merkittäviä haitta-ainepitoisuuksia. Alueen kalliopohjavedestä analysoitujen aineiden osalta ei havaittu alueella harjoitetun toiminnan aiheuttaneen pohjaveden kemiallisen laadun muuttumista. Kohteen pohjoispuolen ojaveden pitoisuuksissa ei havaittu laadullista muutosta ennen kohdealuetta ja sen jälkeen otetun vesinäytteen välillä.”

Suunnittelualue ei ole luokiteltua pohjavesialuetta. Alueella on paineellinen pohjavesilähde, josta vettä on pumpattu hulevesiverkostoon. Pohjavesi on rautapitoista, ja sitä on käsitelty laattatehtaan kellarissa sijaitsevalla raudanpoistoyksiköllä. Pohjavesi virtaa savikerroksen alapuolisessa maaperässä sekä kallioperän raoissa yli n. 20 m syvyydellä maanpinnasta. Savikerros on rajoittanut täyttömaakerroksissa havaittujen haitta-aineiden päätymistä pohjaveteen, eikä pohjavedessä havaittukaan mitattuja haitta-aineita pohjavesialueiden vertailuarvoja ylittävinä pitoisuuksina. Tosin yhdessä tutkimuspisteessä havaittiin öljyhiilivetyjä orsivedessä. Golder Associates toteaa tutkimuksessaan, että nykytilassa haitta-aineiden ei arvioida kulkeutuvan merkittävinä pitoisuuksina pohjaveteen. Orsivedestä todettiin, että sen purkukanavia ovat todennäköisesti kunnallistekniset kaivannot, mutta että orsivesi voi purkautua myös Saukonojaan.

2.3 Luontoarvot

Suunnittelualueella on tehty luontoselvitys vuonna 2017⁴. Siinä todettiin Saukonojasta yhteenvetona seuraavaa:

”Saukonoja ei ihan vastanne luonnontilaisuutensa puolesta vesilain 11§ mukaista noroa, koska se on nähtävästi suoristettu ja selvitysalueen kohdalla melko ojaomainen. Myöskään uhanalaisten luontotyyppien puolella ei löydy vastaavuutta. Saukonoja on kuitenkin ekologisena käytävänä, viheralueena, virtavetenä ja muun luonnon ja lajiston puolesta kokonaisuudessaan arvokas kohde.”

¹ Vesihydro Oy. 1996. Tehdasalueen maaperän ympäristötekniinen tutkimus, Pukkilan Kaakelitehdas, Pitkämäki Turku

² Golder Associates Oy. 22.9.2015. Ympäristötekniinen tutkimus kiinteistön 853-74-74-1 määrälalueella M4

³ Golder Associates Oy. 22.9.2015. Ympäristötekniinen maaperä- ja pohjavesitutkimus kiinteistöt 74-28 ja 74-25

⁴ Ympäristökonsultointi JYNX. 10/2017. Turun Pukkilan kaakelitehtaan luontoselvitys.

21.10.2019

Lisäksi todettiin, että saukko on mahdollisesti pesinyt Saukonojan vaikutusalueella. Saukko kuuluu EU:n luontodirektiivin liitteen IV ja II -lajeihin. Direktiivien mukaan saukon lisääntymis- ja levähdyspaikkojen hävittäminen ja heikentäminen on siis kiellettyä. Saukonojan todettiin olevan muutenkin lajistollisesti huomioitava kohde.

Luontoselvityksessä annettiin Saukonojaa koskien seuraavat suositukset:

- *Saukonojan ekologista tilaa voidaan parantaa tekemällä luonnonmukaisia vesistö-kunnostuksia (mahdolliset tulvapenkereet, mutkittelu, suvannot, soraikot, rytöt ja oksat) Saukonoja voi olla alueen vetovoimatekijä ja alueelle voidaan luoda uusia vesielementtejä ja rakentaa kevyen liikenteen kulkuväyliä ja Turun Jaaninojan varren tyyppinen "tervasilta". Osalle puronvartta tulee säästää varjostavia ja suojaavia puuryhmiä, osalla aluetta puustoa ja pensaita voidaan raivata. ---*
- *Koska hulevedet kuljettavat roskia, katupölyä ja muita vesistöihin haitallisesi vaikuttavia aineksia, niitä voidaan imeyttää, viivyttää ja puhdistaa sorapinnoilla, viheralueilla ja rakennetuilla kosteikoilla; näin myös virtaamavaihtelut vähenevät.*
- *Myös mahdolliset lupa-asiat tulee selvittää. Saukonojan osalta muutoshankkeella on oltava lupa, mm., jos se muuttaa vesistön asemaa, syvyyttä, vedenkorkeutta, virtaamaa, rantaa tai vesiympäristöä tai esimerkiksi haittaa kalakantoja tai muita maanomistajia ja kiinteistöjä.*

2.4 Valuma-alueet ja virtausreitit

Suunnittelualue sijaitsee Kuninkojan valuma-alueella (n. 26 km²). Suunnittelualueen läpi virtaa Saukonoja, johon suunnittelualueen hulevedet laskevat. Saukonojan valuma-alue on kooltaan noin 7,3 km². Saukonoja saa alkunsa Vätin eteläosasta. Suunnittelualueen alapuolella se alittaa Naantalın pikatien kahdella DN 1600 rummulla (minimikapasiteetti 7,4 m³/s).⁵ Saukonojan muuttuessa putkitetuksi Pitkämäenkadun ali rumpujen dimensiot ovat 2 x 1400B (Kuva 3). Kuva 4 on esitetty suunnittelualueen sijainti Saukonojan valuma-alueella.



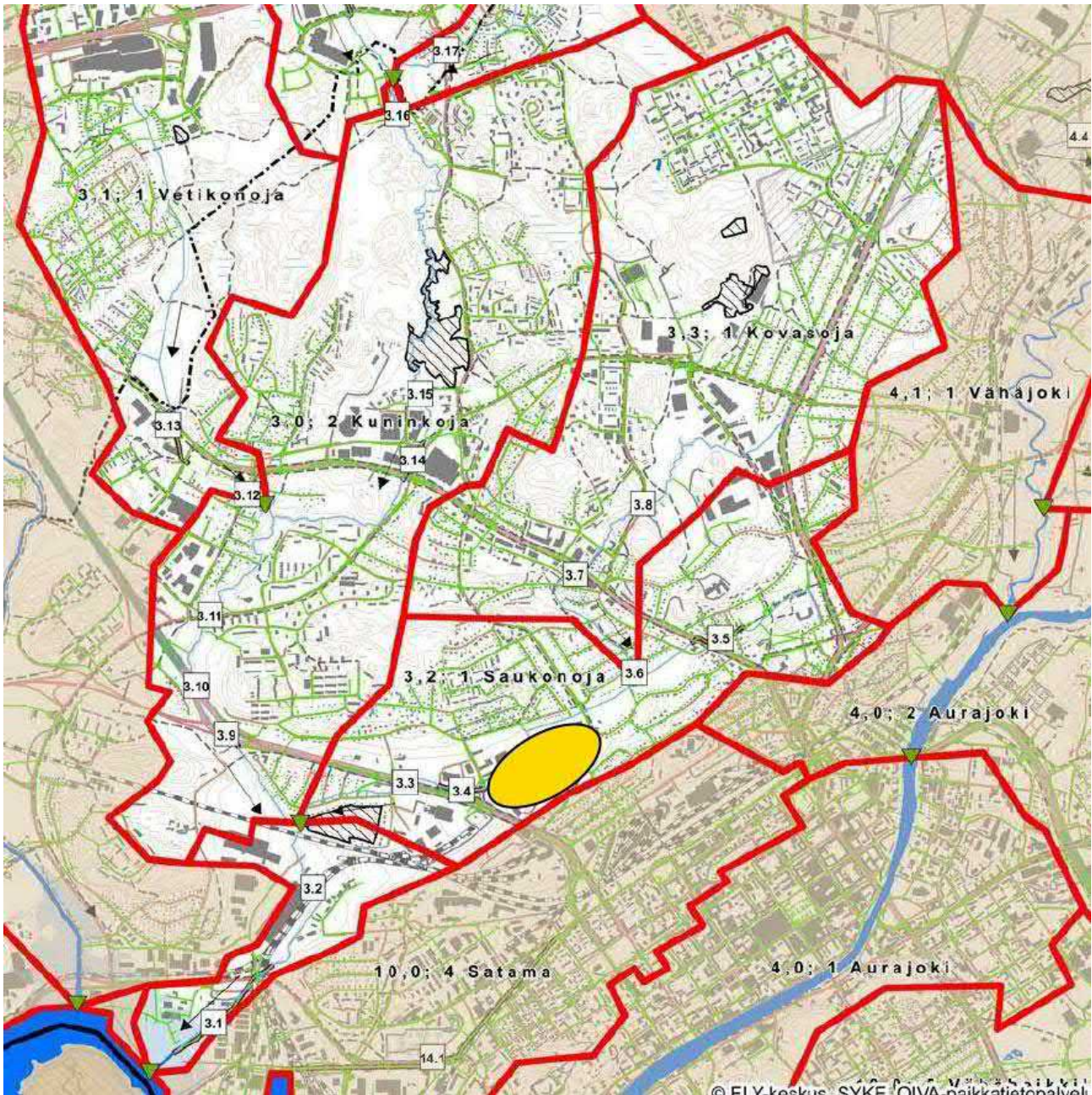
⁵ Alueellinen hulevesisuunnitelma.

21.10.2019



Kuva 3. Pitkämäenkadun alittavat rummut 2 x 1400B (ylemmät kuvat) sekä näkymä Pitkämäenkadun vierestä koilliseen Klinkkerikadulle (alin kuva).

21.10.2019



Kuva 4. Kovasojan ja Saukonojan valuma-alueet sekä suunnittelualueen sijoittuminen.⁵

Turun alueellisessa hulevesisuunnitelmassa suositellaan huomioimaan Saukonojan tulviminen ja kaava-alueiden kuivatus. Saukonojan valuma-alueen toimenpidesuosituksina on, että Saukonoja on säilytettävä avo-ोजना. Avo-oja voidaan toteuttaa myös eroosiosuojattuna avokanaalina tai muotoilluilla tulvatasanteilla.⁵ Saukonojan alajuoksulla on ollut tulvaongelmia (kuva 5), joten tulvatilanteiden hallitseminen yläpuolisella valuma-alueella, mihin suunnittelualuekin kuuluu, on perusteltua.

21.10.2019

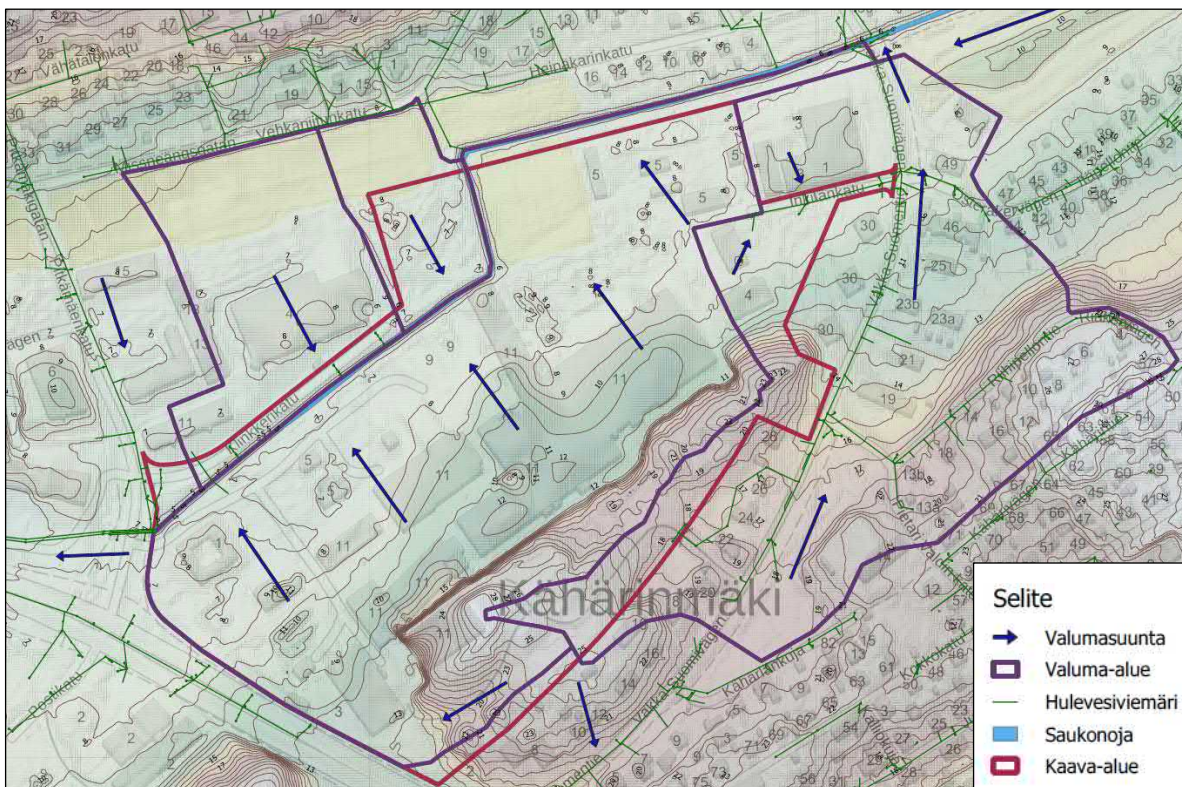
1. Kuninkojan padottuminen Uudenmaanradan kohdalla vaikuttaa myös Saukonojan virtaamiin ja oja on tulvinut asuinalueelle Muhkurissa (kuva 25).



Kuva 24 Ojarannan puistoa ja Saukonoja, Saukonojantien silta pohjoisesta 27.8.2012
(Kuva: Jari Raitaniemi)

Kuva 5. Saukonojan valuma-alueen nykytilan ongelmakohta Muhkurissa.⁵

Suunnittelualueen lähiympäristön valuma-aluejako ja tärkeimpiä virtausreitit on havainnollistettu kuvassa 6.



Kuva 6. Suunnittelualueen lähiympäristön valuma-aluejako ja virtausreitit.

21.10.2019

3 MAANKÄYTÖN MUUTOS

Maankäyttö tulee muuttumaan teollisuusalueesta asuinalueeksi. Tulevan tilan mukainen havainnekuva on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Asemakaavamutoksen havainnekuva (14.1.2019, Arkkitehtitoimisto Haroma & Partners Oy).

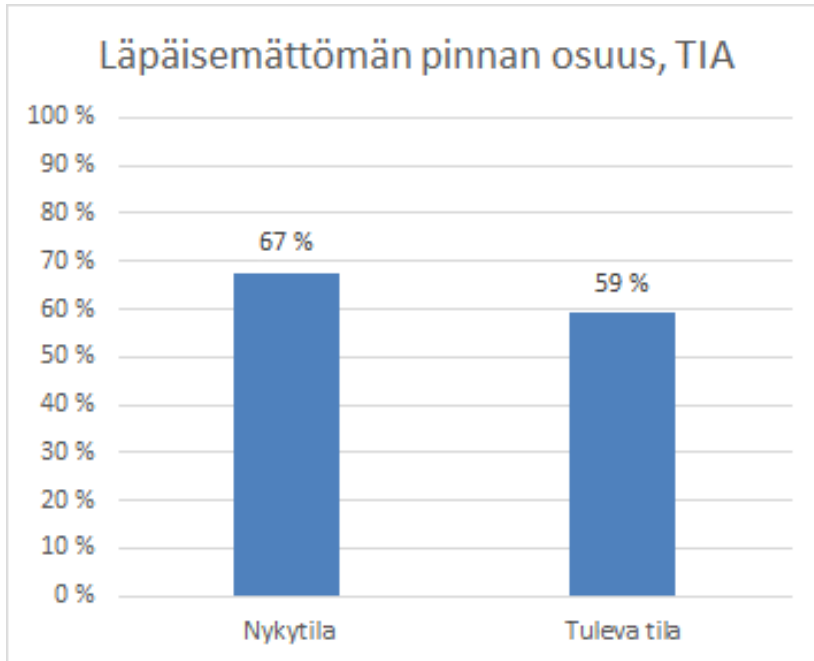
Maankäytön muutoksen hydrologisia vaikutuksia arvioitiin laskennallisesti vettä läpäisemättömien pintojen perusteella. Läpäisemättömistä pinnoista merkittävimpiä ovat kattopinnat ja asfalttipinnat. Ne eivät läpäise vettä lainkaan tai hyvin vähän, joten niiltä muodostuu hulevettä määrällisesti paljon, ja lisäksi veden kulkeutuminen on pinnan tasaisuuden vuoksi nopeaa. Siksi kattopinnat ja esimerkiksi asfaltoidut pysäköintialueet kytetään usein suoraan tontin kuivatusjärjestelmään.

Vettä läpäisemättömien pintojen osuutta valuma-alueen kokonaisalasta on kuvattu kaupunkihydrologiassa yleisesti käytetyllä käsitteellä Total Impervious Area (TIA). Siinä vettä läpäisevienkin pintojen ajatellaan olevan osittain läpäisemättömiä eli esimerkiksi läpäiseviltä nurmipin-

21.10.2019

noilta muodostuu myös jonkin verran välitöntä hulevesivaluntaa. Tämä pätee etenkin rankkasa-
detilanteissa, joissa läpäisevät pinnat eivät kykene pidättämään tai imemään kaikkea niille sa-
tavaa vettä.

Koska kaava-alue on jo nykyisellään hyvin rakennettu ja sillä on paljon katto- ja asfalttipintaa,
suunnittelualueen TIA ei juuri muutu nyky- ja tulevan tilan välillä: TIA jopa laskee hieman ny-
kytilan 67 %:sta tulevan tilan 59 %:iin (kuva 8).



Kuva 8. Arvioidun maankäyttömuutoksen vaikutus kaava-alueen läpäisemättömän pinnan määrään (TIA).

21.10.2019

4 HULEVESIEN HALLINTA

4.1 Hulevesien hallinnan tarve ja tavoitteet

Hulevesien hallinnan lähtökohtana on ehkäistä hulevesien muodostumista ja niistä aiheutuvaa laatuhaittaa. Hallinnan keskeinen periaate on suosia hulevesiä viivyttäviä ja käsitteleviä ratkaisuja ja sekä mahdollisuuksien mukaan johtaa hulevesiä avouomissa, näkyvissä ja mahdollisimman luonnonmukaisissa järjestelmissä. Järjestelmillä pyritään samalla hulevesien hallittuun tulvimiineseen, joka auttaa pienentämään rakennettujen alueiden tulvariskejä. Tonttikohtaisella hallinnalla voidaan pienentää yksittäisten hallintamenetelmien mitoitusta sekä lisätä hulevesien hallinnan toimintavarmuutta. Lisäksi tavoitteena on hyödyntää hulevedet rakennetun ympäristön maisemallisessa suunnittelussa luomalla yhdessä viher- ja maisemasuunnittelun kanssa viihtyisiä kaupunkiympäristö, jossa ympäristönäkökulmat on huomioitu parhaalla mahdollisella tavalla ja jossa ylläpidetään alueen nykyistä hydrologista tilaa ja veden laatua. Hulevesien hallinta suositellaan yleisesti toteutettavan seuraavassa tärkeysjärjestyksessä:

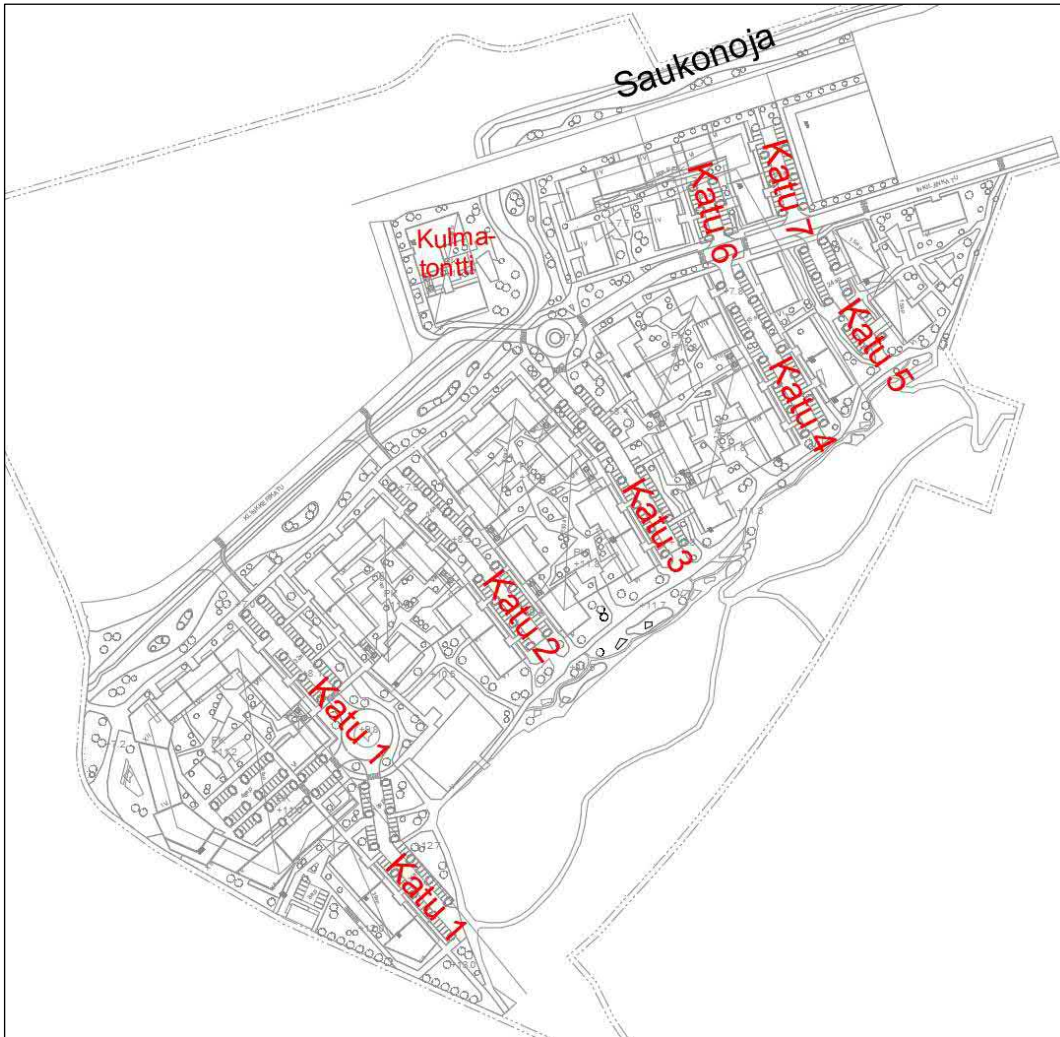
Taulukko 1. Hulevesien hallinnan tärkeysjärjestys

Prioriteettijärjestys	Selitys
I Ehkäistään hulevesien muodostumista ja niihin kohdistuvaa laatuhaittaa	Ympäristöä rakennetaan ja ylläpidetään siten, että runsaasti hulevesiä muodostavia pintoja sekä laatuhaittaa aiheuttavia tekijöitä olisi mahdollisimman vähän.
II Hulevedet käsitellään ja hyödynnetään syntypaikaltaan	Sade- ja sulamisvedet hyödynnetään kasteluun tai muuhun käyttöön tai imeytetään tonteilla ja yleisillä alueilla, jos maaperän laatu ja muut olosuhteet sallivat.
III Hulevedet johdetaan pois syntypaikaltaan suodattavalla ja viivyttävällä järjestelmällä	Vedet johdetaan syntypaikaltaan painanteiden ja ojien kautta puhdistaan ja viivyttään. Ratkaisuilla pyritään edistämään imeytymistä.
IV Hulevedet johdetaan pois syntypaikaltaan hulevesiviemärissä yleisille alueille viivyttäväksi ja puhdistettavaksi ennen vesistöön johtamista.	Vedet johdetaan putkitetusta järjestelmästä viivyttäviin ja puhdistaviin avouomiin, painanteisiin, lammikoihin tai kosteikkoihin ennen johtamista purkuvesistöön.
V Hulevedet johdetaan viemärissä suoraan vastaanottavaan vesistöön.	Jos muut hulevesien hallintatoimenpiteet eivät ole mahdollisia, johdetaan hulevedet putkitetuna suoraan vesistöön. Menettelyllä ei saa aiheuttaa tulva- ja eroosiohaittoja tai muuta haittaa ympäristölle.

21.10.2019

4.2 Hulevesien hallintaratkaisut kaava-alueella

Hulevesien hallintatoimiksi esitetään yleisille alueille viherpainanteita ja johtamista aina mahdollisuuksien mukaan vihreässä ojapainanteessa. Alueen kaduille esitetään kahta eri systeemiä käytettävissä olevan tilan mukaan. Tulvahallintaan esitetään tulvatasanteita. Katujen numerointi on esitetty kuvassa 9.



Kuva 9. Katujen numerointi

Kadut 1 ja 3 toteutetaan green street -periaatteella hulevesiä laadullisesti käsitteleviksi ja maisemallisesti miellyttäviksi. Nämä kadut ovat muita leveämpiä, ja niille on mahdollista tehdä leveät ojapainanteet (1,50 m, Kuva 10) sekä suuremmat viherpainanteet. Ojapainanteiden kapasiteetti riittää 1/100 vuodessa tapahtuvan 15 minuutin sateen johtamiseen, eli ne voivat toimia myös tulvareittinä. Leveä ojapainanne toteutetaan vain yhdelle puolen katua, jotta siinä olisi mahdollisimman usein näkyvä vesipinta. Katu tasataan viettämään kadun itäreunaa kohti. Lisäksi kadun poikki johdetaan hulevedet kadun toiselta puolen esim. linjakuivatuskourussa (Kuva 11).

21.10.2019

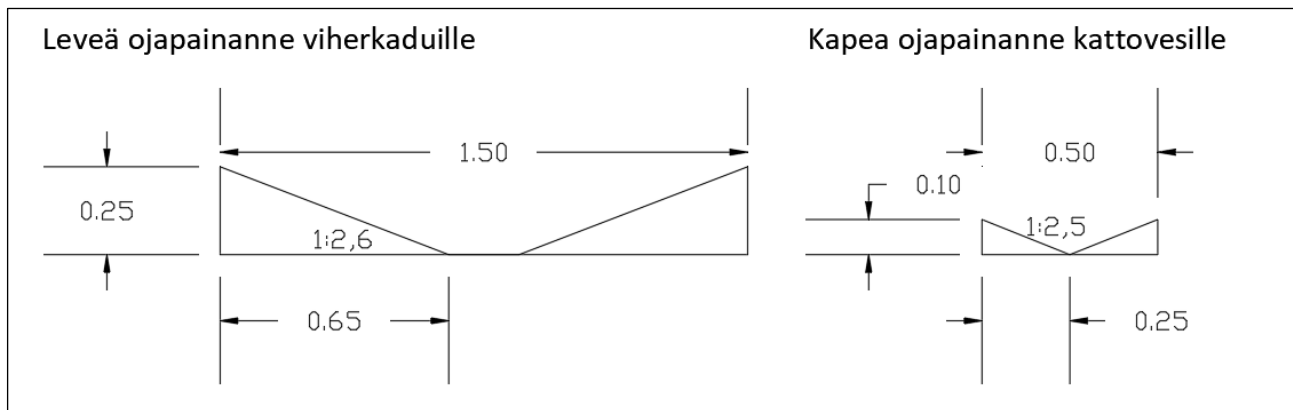
Kadut 2, 4, 5, 6 ja 7 ovat kapeampia, eikä kaikille niille välttämättä saada viivytystä. Vesi johdetaan näillä kaduilla hulevesiviemärissä (koko 250M) tai linjakuivatuskourussa. Tasaus toteutetaan kadun keskelle niin, että katu toimii tulvareittinä. Katujen reunoille voidaan toteuttaa kapeat ojapainanteet (leveys n. 0,50 m, Kuva 10), joihin voidaan johtaa mahdollisuuksien mukaan mm. kattovesiä. Kadulle 5 saattaa olla mahdollista sijoittaa leveämpi ojapainanne ja pieni viherpainanne.

Tonttien kattojen profiili suunnitellaan siten, että vedet saadaan johdettua pihasta pois päin. Näin vähennetään sisäpihan tulvariskiä. Tonttirajan sijainnista riippuen tonttikohtaisen viivytyksen toteutus voi tällöin kuitenkin olla hankalaa. Pihojen hulevedet johdetaan kaduille ja niitä pitkin viherpainanteisiin pinnalla kouruissa. Tonttien piholla kourut voidaan toteuttaa osana maisemointia. Mahdollisimman suuri osa tonttien vesistä ohjataan viherkaduille 1 ja 3, sillä niille on mahdollista toteuttaa kattavimmat hallintaratkaisut.

Inkilänkadulle tuskin mahtuu sivuoja, joten vedet johdetaan hulevesiviemärissä, koko 450 M.

Kaava-alueen kaakkoisosaan on rakennettava rinteeseen juureen niskaoja, jolla otetaan kiinni rinteestä valuva vesi. Vesi puretaan ojasta useasta kohtaan katujen ojiin tai hulevesiviemäriin.

Ojien ja viherpainanteiden sijoittelussa on huomioitava, että ojan suositeltava suojaetäisyys rakennuksiin on 3 m, ja viherpainanteelle suositeltava suojaetäisyys 6 m.



Kuva 10. Ojapainanteiden tyyppipoikkileikkaukset

21.10.2019



Kuva 11. Esimerkkikuvia linjakuivatuskouruista (FCG).

21.10.2019

4.3 Rakentamisen aikaiset hulevedet

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

Rakentamisen aikaiseen hulevesien hallintaan luontevimmat paikat ovat ne painanteet, joihin hulevedet on helppo johtaa painovoimaisesti. Hallinta-paikkojen tulee olla sellaisia, joilla ei olisi muutenkaan erityisiä luontoarvoja alueen rakentamisen jälkeen. Rakentamisen aikaisien hallintamenetelmien tulee olla hulevesiä suodattavia ja viivyttäviä järjestelmiä, kuten murskepadolla toteutettuja altaita. Altaiden paikat voivat vaihdella alueen rakentamisvaiheiden mukaisesti. Hulevesien laadullista heikkenemistä voidaan lisäksi ehkäistä jaksottamalla maanrakennustöiden tekoa. Kasvillisuus ja pintamaat tulisi olla poistettuna mahdollisimman pieneltä alueelta kerrallaan, jolloin ehkäistään suurien kiintoaineshuuhtoumien syntyminen. Niissä rakennusvaiheissa, joissa on riskinä haitallisten aineiden sekoittuminen hulevesiin, tulee kiinnittää erityistä huomiota hulevesien laadulliseen hallintaan. Rakentamisen aikaisien hulevesien hallintamenetelmien tulisi olla rakenteeltaan ja toiminnaltaan yksinkertaisia, helposti toteutettavissa sekä kustannuksiltaan edullisia.

21.10.2019

5 MALLINNUSTULOKSET JA MITOITUS

5.1 Hulevesimallin kuvaus

Hulevesimallin avulla tarkasteltiin tulevaa tilaa ja suunniteltujen viivytyksrakenteiden vaikutusta hulevesivirtaamaan. Mallinnus suoritettiin FCG SWMM -ohjelmalla (Storm Water Management Model), joka sisältää hulevesien muodostumista kuvaavan hydrologisen valuma-aluemallin sekä virtausreittejä kuvaavan hydraulisen mallin.

Hydrologisella mallilla kuvataan erityisesti valuma-alueelta muodostuvan pintavalunnan määrää ajan suhteen. Hydrologinen malli perustuu syötteenä olevaan sadetapahtumaan ja valuma-alueiden ominaisuuksista johtuvien sadannan häviöiden laskemiseen. Malli sisältää osavaluma-alueet ja valumareitit ominaisuuksineen, joista huomioidaan mm. pinta-ala, läpäisemättömän pinnan määrä, keskimääräinen kaltevuus sekä virtausvastuskerroin. Mallinnuksen tuloksena saadaan valuma-aluekohtaiset purkautumiskäyrät, jotka toimivat syötteenä hydrauliselle verkostomallille.

Hydraulinen malli yhdistää edellä kuvatun hydrologisen valuma-aluemallin avo-uomista ja sadevesiviemäreistä muodostuvaan verkostomalliin. Hydrauliseen malliin sisällytettiin myös suunnitellut hulevesien hallintajärjestelmät. Mallin avulla voitiin tarkastella monipuolisesti mm. ajasta riippuvia virtaamien summakäyriä, vedenpinnan tasoja ja tilavuuksia. Hydraulisessa mallinnuksessa käytettiin niin kutsuttua dynaamista menetelmää⁶, jolla voitiin tarkastella monimutkaisiakin ilmiöitä, kuten paineellista virtausta, taaksepäin virtausta sekä virtausreittien tulvimista ja padotusta.

Työssä laadittu hulevesimalli on esitetty kuvassa 12. Hulevesimalli sisältää koko Saukonojan valuma-alueen suunnittelualan yläpuoliselta osuudelta.



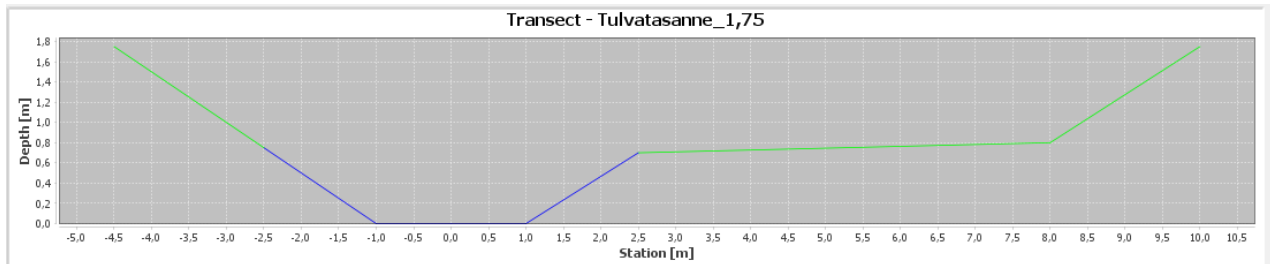
Kuva 12. Työssä laadittu SWMM-hulevesimalli, jossa on mukana koko Saukonojan suunnittelualan yläpuolinen valuma-alue.

⁶ US EPA. 2009. Storm Water Management Model, User's manual, version 5.0.

21.10.2019

5.2 Saukonojan kapasiteetti ja tulvatasanteet

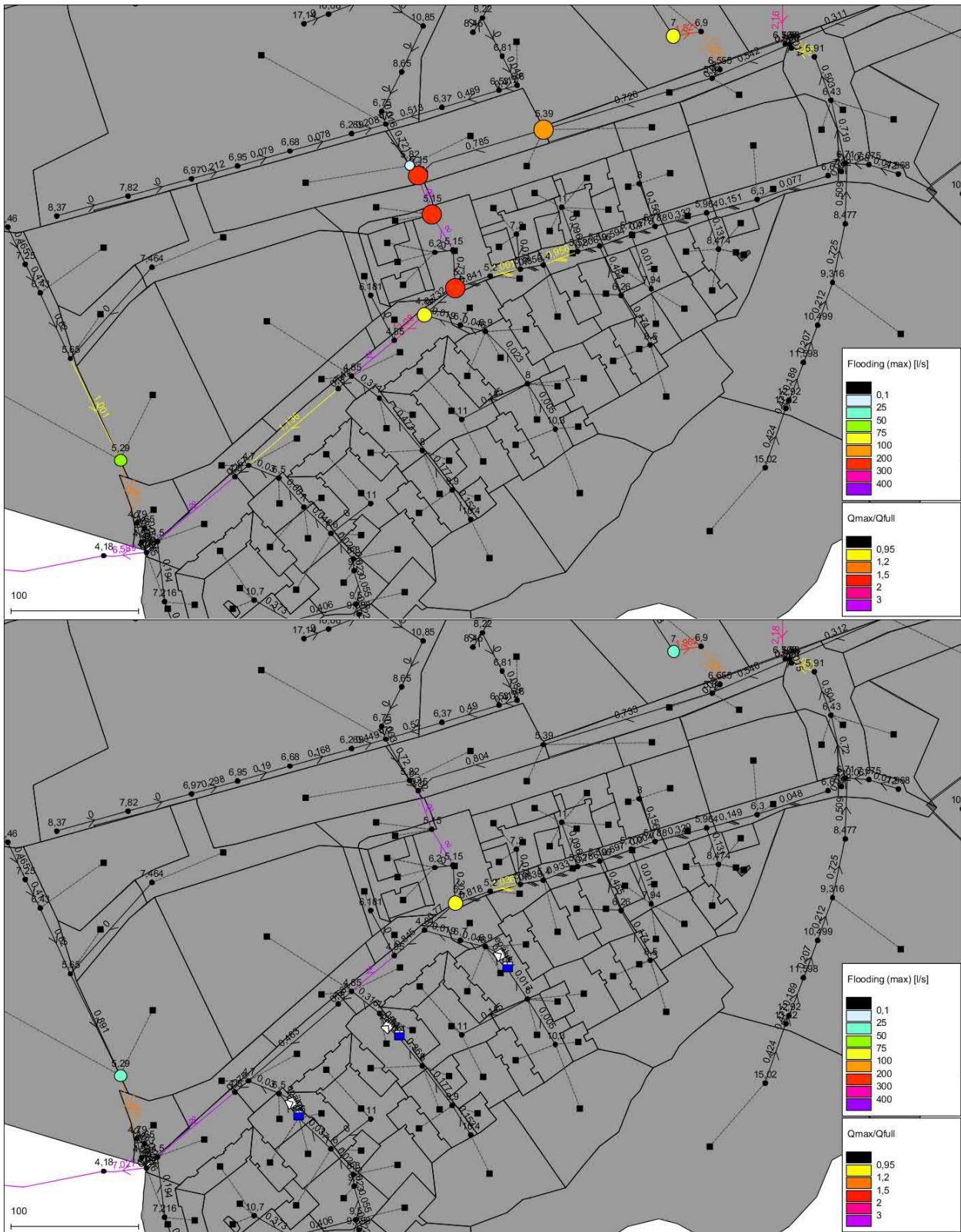
Vaikka läpäisemättömän pinnan määrä laskee nykytilaan verrattuna, halutaan nykytilaa kuitenkin parantaa Saukonojan tulvimisongelmien ja hulevesien laadunhallinnan vuoksi. Tulvatasanteiden mitoitussateena käytettiin 1/100 a 180 min. Tulvatasanteet mallinnettiin havainnekuvan mukaisilla tulvatasanteiden pinta-aloilla käyttäen kolmea eri poikkileikkauksen syvyyttä: 1,50; 1,75 ja 2,00 m. Syvyydet perustuvat Saukonojan korkomittauksiin.



Kuva 13. Mallinnuksessa käytetty tulvatasanteen poikkileikkaus.

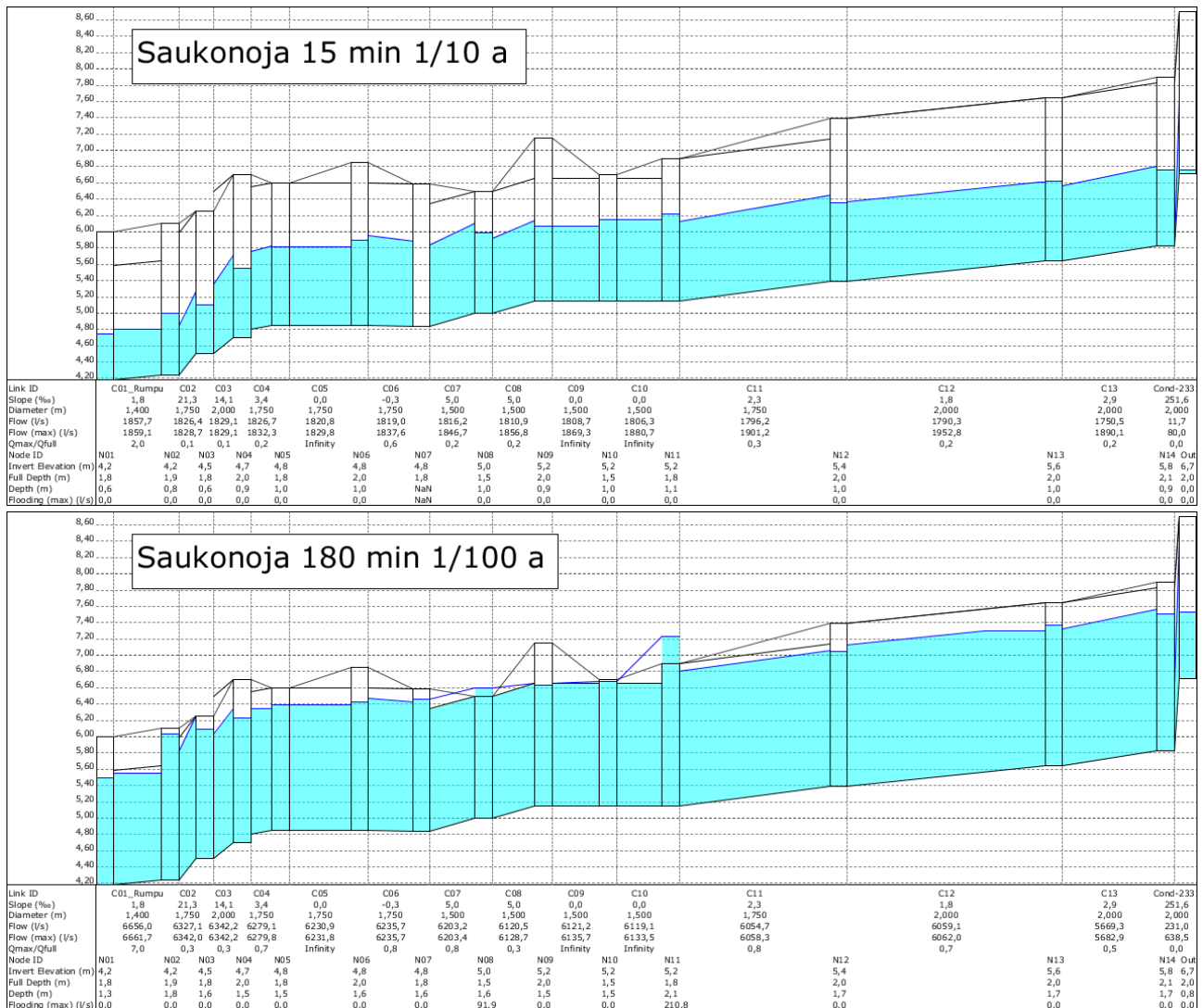
Havainnekuvan mukaisilla tulvatasanteilla saadaan hillittyä Saukonojan tulvimista hyvin. Kuvassa 14 on esitetty kuvat Saukonojan tulvimisesta tulevassa tilassa ilman hallintaa sekä tulvatasanteilla ja viivytyksellä. Kuvassa 15 on esitetty Saukonojan pituusleikkauksen vedenpinta eri sateilla.

21.10.2019



Kuva 14. Saukonojan tulviminen tulevassa tilassa ilman hallintatoimenpiteitä (ylempi kuva) ja hallintatoimenpiteillä (alempi kuva). Maksimi-tulviminen (l/s) esitetty ympyrällä. Linkin Q_{max}/Q_{full} = ojan maksimivirtaama / teoreettinen välityskapasiteetti.

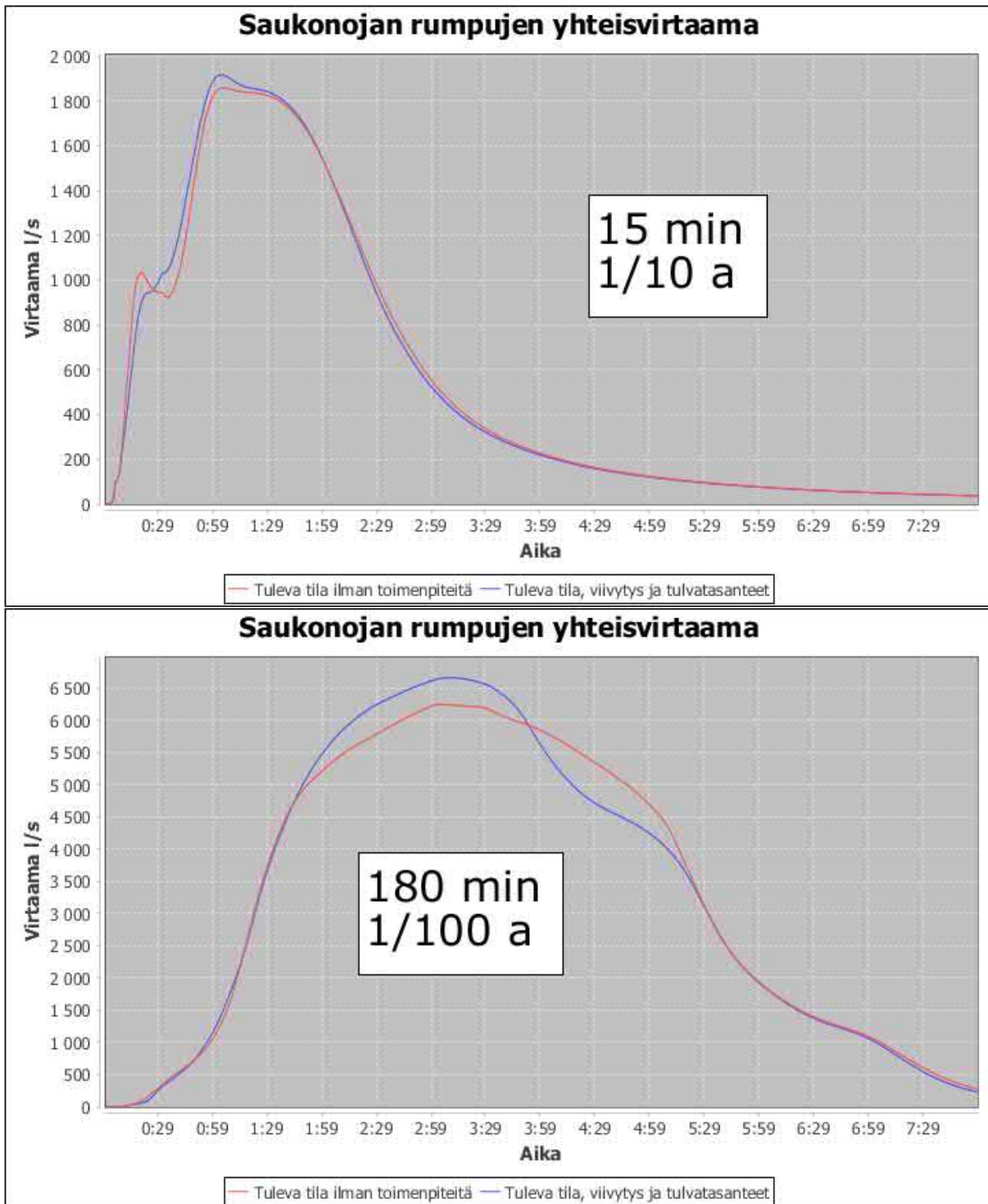
21.10.2019



Kuva 15. Saukonojan pituusleikkaus ja vesipinta tulevassa tilassa eri sateilla, kun käytössä viivytykset ja tulvatasanteet

Kuvassa 16 on esitetty Saukonojan rumpujen yhteisvirtaama tulevassa tilassa eri sateilla hallinnalla ja ilman. Kaava-alueen hallintamenetelmät eivät juurikaan vaikuta virtaamiin, vaan maksimivirtaama jopa hieman kasvaa käytettäessä tulvatasanteita. Tämä johtuu siitä, että ojan poikkipinta-alan kasvaessa vesi pääsee rummulle nopeammin. Oja ei kuitenkaan tulvi rummun edustalla kummassakaan skenaariossa. Kuten esitetty yllä, Saukonojan vedenpinnan tasoon suunnittelualueen kohdalla tulvatasanteet kyllä vaikuttavat.

21.10.2019



Kuva 16. Saukonojan rumpujen yhteisvirtaama tulevassa tilassa eri sateilla hallinnalla ja ilman

21.10.2019

5.3 Yleisten alueiden hallintarakenteiden mitoitus

Viivytyksen mitoitus lähestyttiin huippuvirtaaman leikkaamisen ja käytettävissä olevan tilan kautta. Esitetyllä ratkaisulla huippuvirtaama saadaan noin puolitettyä. Yleisten alueiden viivytyksen mitoitusasteena käytettiin 1/10 a 15 min. Yleisten alueiden hallintajärjestelmät mitoitettiin ottamatta huomioon mahdollisia tonttikohtaisia viivytyksiä.

Viivytystilavuudet määritettiin kaduille 1, 2 ja 3 mallintamalla. Tulokset on esitetty taulukossa 2. Taulukossa on esitetty myös, millaista kaavamääräystä mallinnettu tilavuus vastaa kuutiolina per 100 m² läpäisemätöntä pintaa. Määrä vaihtelee välillä 0,65–0,80 m³. Lopuille kaduille sekä kulmatontille viivytykset on esitetty taulukossa 3 niiden TIA:n mukaisilla eri suuruksilla viivytysvaatimuksilla.

Taulukko 2. Katujen 1, 2 ja 3 TIA sekä mallinnetut viivytystilavuudet

	TIA (m ²)	Mallinnettu tilavuus	Vastaa x m ³ / 100 m ²
Katu 1	20273	130	0,65
Katu 2	7428	40	0,55
Katu 3	8829	70	0,80

Taulukko 3. Katujen 4, 5, 6 ja 7 sekä kulmatontin TIA ja viivytystilavuudet

	TIA (m ²)	0,50 m ³ / 100 m ²	0,75 m ³ / 100 m ²	1,0 m ³ / 100 m ²
Katu 4	4938	25	37	49
Katu 5	3080	15	23	31
Katu 6	3151	16	24	32
Katu 7	3315	17	25	33
Kulmatontti	1844	9	14	18

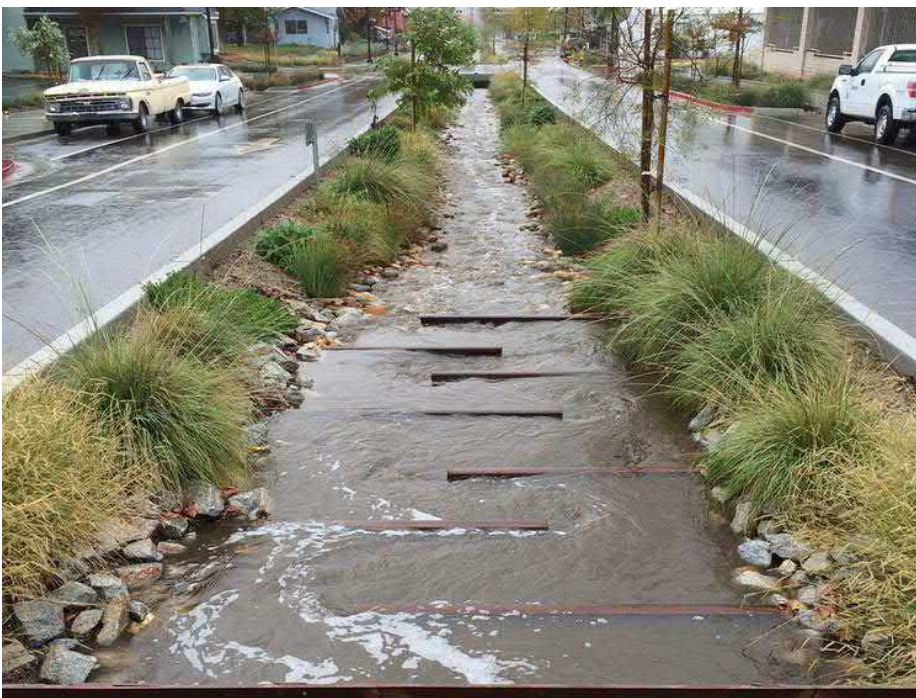
21.10.2019

6 MAISEMASUUNNITTELU

Maisemallisia ideoita leveämpien katutilojen eli ns. green street -ratkaisujen osalta on esitetty erillisissä liitteissä 901 ja 902.

Esteettisenä lähtökohtana on alueen historia. Entiselle Pukkilan laattatehtaan alueelle soveltuisivat hyvin maatiilet, joita löytyy erilaisina maanläheisinä ja lämpiminä sävyinä. Maatiliä voisi hyödyntää niin aukoiden kiveyksissä, pintavesikouruissa kuin hulevesien viivytusrakenteissa.

Hulevesiä voidaan viivyttää esimerkiksi pohjapadoin tai osittain ohjailevin ja hidastavin kynnyksin, laajempina palkkeina, jotka soveltuvat istumiseen tai esim. kivettyyn pohjaan nostetuksi yksittäisin hidastavin rakentein. Tavoitteena tulisi olla, että viivytyspainanteet ovat kauniita myös kuivina, sillä vain isommilla sadetapahtumilla niissä on viipyvää vettä. Osa viivytysaltaista suositellaan laadullisen hallinnan vuoksi kasvillisuuspohjaisiksi ja mahdollisuuksien mukaan myös suodattaviksi rakenteiksi, esim. kasvualustan alla oleva hiekkakerros, joka salaojitetaan. Tulvaniitty-lajistosta valikoituvat ne lajit, jotka parhaiten sietävät paikalle ominaisia vesiolosuhteiden muutoksia. Kasvillisuuspohjaiset viivytysalueet lisäävät myös luonnon monimuotoisuutta. Lisäksi oleskelualueiden läheisyyteen voidaan viivytysalueille istuttaa myös koristeheiniä ja perennoja.



Kuva 17. Esimerkkikuva viivytyspainanteen ohjailevista ja hidastavista rakenteista luonnonkivipohjalla.

21.10.2019



Kuva 18. Esimerkkikuva viivytävistä istuinpalkeista ja tulvaniitystä.



Kuva 19. Maatiiltä käytävissä ja hulevesien viivytyspainanteessa hidastavina elementteinä.

21.10.2019

Korttelialueilla suositellaan viherkattoja rakennusmassojen matalimpiin osiin sekä pihakatoksiin. Piha-alueella hulevesiä ohjataan pinnassa esim. kouruin ja kallistuksin istutuksille ja pienimuotoisiin sadepuutarhoihin. Kannelle sijoittuvat istutusalueet ja sadepuutarhat salaojitetaan ja niiden kasvualustaa kevennetään esim. kevytsoralla. Puut voidaan istuttaa esim. kumpareille.

7 YHTEENVETO

Tässä työssä on laadittu Pukkilan asemakaava-alueen hulevesien hallinnan yleissuunnitelma. Työn tavoitteena oli tarkastella muuttuvan maankäytön vaikutuksia hulevesien muodostumiseen ja esittää ratkaisut hulevesien hallintaan. Hallintarakenteiden mitoituksessa käytettiin apuna hulevesimallinnusta.

Asemakaavamuutoksen myötä Pukkilan kaakelitehtaan tilalle rakennetaan asuinalue. Koska kaava-alue on jo nykyisellään hyvin rakennettu, suunnittelualueen läpäisemättömän pinnan määrä (TIA) ei juuri muutu nyky- ja tulevan tilan välillä: TIA on nykytilassa 67 % tulevassa tilassa 59 %.

Suunnittelualueen läpi virtaa Saukonoja, johon suunnittelualueen hulevedet laskevat. Saukonojan valuma-alue on kooltaan noin 7,5 km², sen yläpuolinen Kovasojan valuma-alue 4,7 km². Saukonoja alittaa Naantalin pikatien kahdella DN 1600 rummulla. Saukonojan alajuoksulla on ollut tulvaongelmia, joten hulevesien hallinta yläjuoksulla on tärkeää.

Hulevesien hallintatoimiksi esitetään yleisille alueille viherpainanteita ja johtamista aina mahdollisuuksien mukaan vihreässä ojpainanteessa. Alueen kaduille esitetään kahta eri systeemiä käytettävissä olevan tilan mukaan:

Kadut 1 ja 3 toteutetaan green street -periaatteella, ja suurin osa yleisten alueiden hallintatoimenpiteistä keskitetään niille. Hulevedet johdetaan leveässä ojpainanteessa, joka toimii samalla tulvareittinä (mitoitus 15 min 1/100 a). Viivytyks tapahtuu viherpainanteissa. Leveä ojpainanne toteutetaan vain yhdelle puolen katua, jotta siinä olisi mahdollisimman usein näkyvä vesipinta. Pihojen vedet johdetaan ojpainanteeseen pinnalla esim. linjakuivatuskourussa. Mahdollisimman suuri osa alueen hulevesistä pyritään ohjaamaan näille viherkaduille.

Kadut 2, 4, 5, 6 ja 7 ovat kapeampia, eikä kaikille niille välttämättä saada viivytyksistä. Vesi johdetaan näillä kaduilla hulevesiviemärissä (250M) tai linjakuivatuskourussa. Tasaus toteutetaan kadun keskelle niin, että katu toimii tulvareittinä. Katujen reunoille tehdään kapeat ojpainanteet, joihin voidaan johtaa mahdollisuuksien mukaan mm. kattovesiä. Inkilänkadulle tuskin mahtuu sivuojia, joten vedet johdetaan hulevesiviemärissä (450 M).

Yleisten alueiden viivytykset mitoitettiin niin, että huippuvirtaama saadaan puolitettyä. Mitoitusasteena käytettiin 1/10 a 15 min. Mallinnetut viivytystilavuudet vastaavat viivytyksmäärästä 0,65–0,80 m³ / 100 m² läpäisemätöntä pintaa. Yleisten alueiden viivytyksen mitoituksessa ei huomioitu tonttikohtaisten viivytyksien vaikutusta.

Tonttien kattojen profiili suunnitellaan siten, että vedet saadaan johdettua pihasta pois päin. Näin vähennetään sisäpihan tulvariskiä. Tonttirajan sijainnista riippuen tonttikohtaisen viivytyksen toteutus voi tällöin kuitenkin olla hankalaa.

Tulvahallintaa toteutetaan tulvatasanteilla, joiden mitoitusasteena käytettiin 1/100 a 180 min. Havainnekuvan mukaisilla tulvatasanteilla saadaan Saukonojan tulvimista hillittyä hyvin.

21.10.2019

FCG Suunnittelu ja Tekniikka Oy

Laatinut: Maiju Happonen Eeva Eitsi
 DI, suunnitteluinsinööri Maisema-arkkitehti, projektipäällikkö



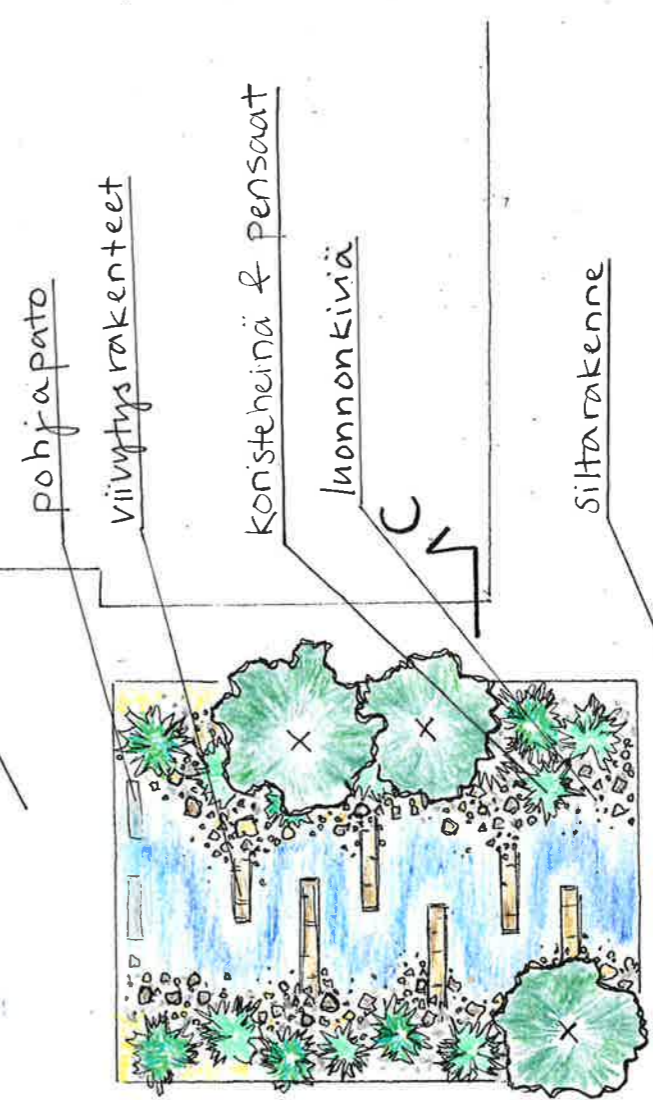
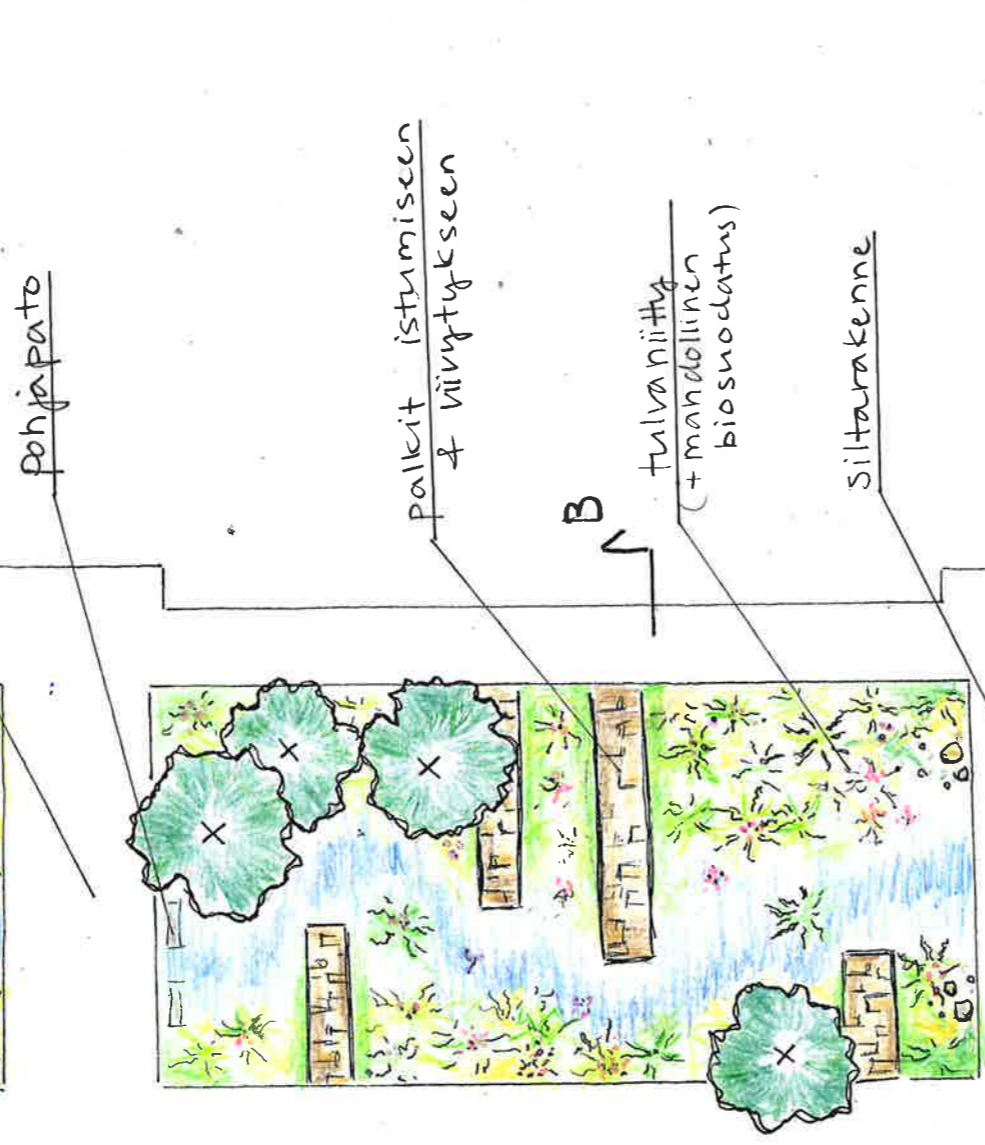
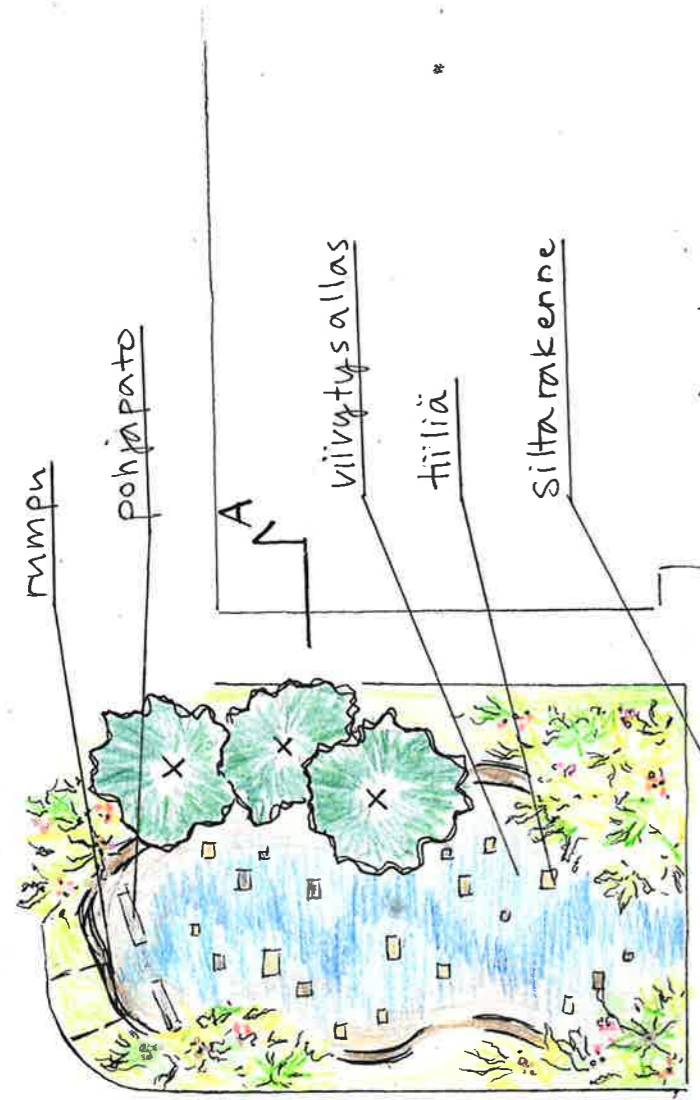
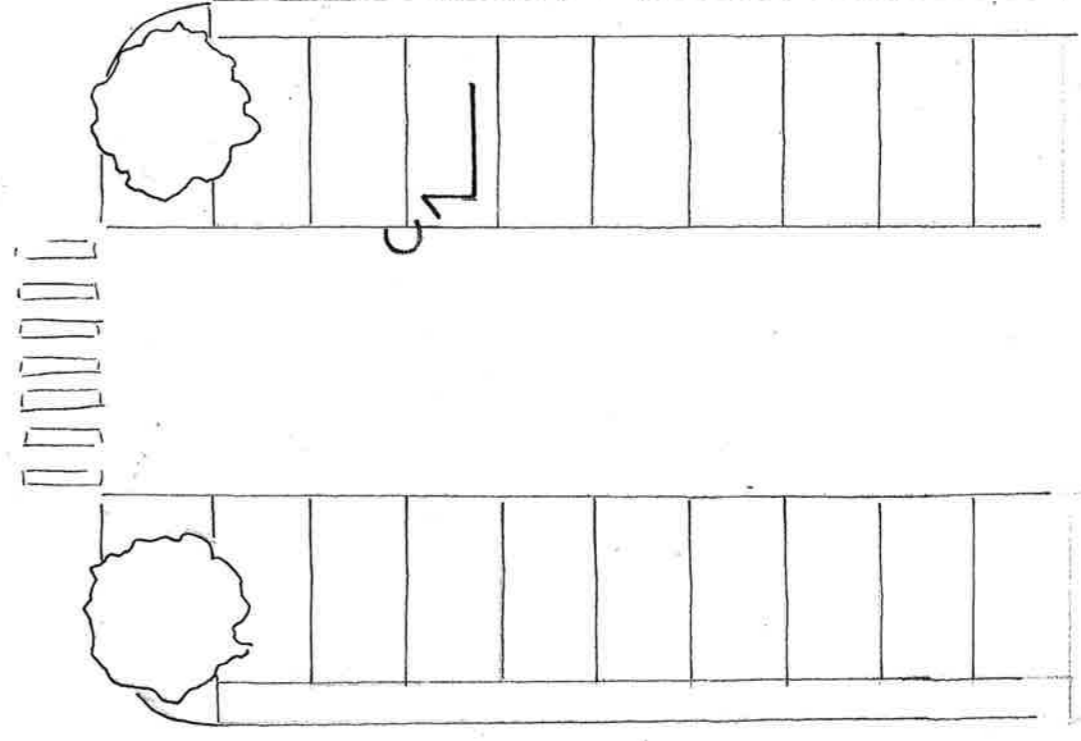
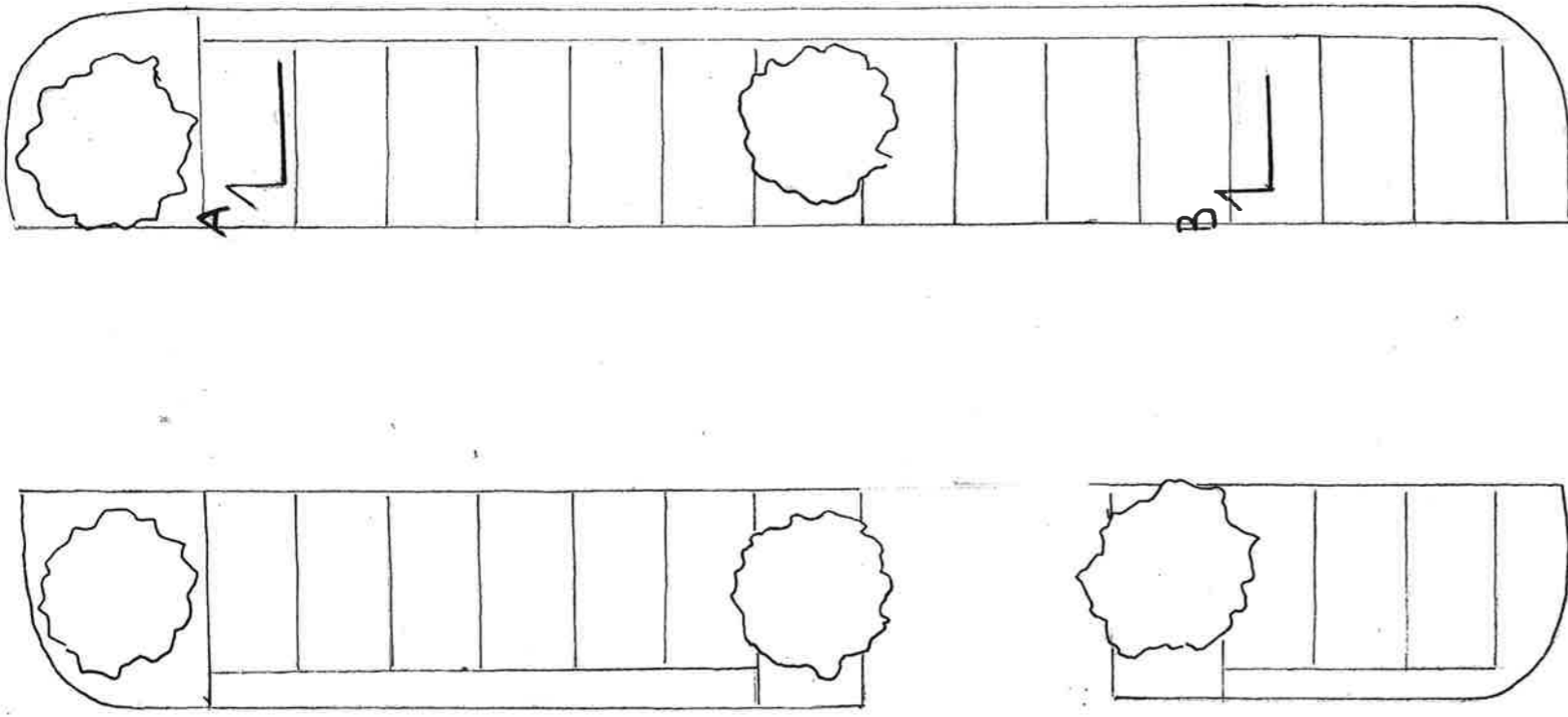
- Selite**
-  Valumasuunta
 -  Valuma-alue
 -  Hulevesiviemäri
 -  Saukonoja
 -  Kaava-alue

Pukkilan hulevesiselvitys
201 Valuma-aluekartta
Mittakaava 1:2000
FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy
23.10.2019 Maiju Happonen

- ▬ Suunnittelualue
- ▬ Hulevesiviemäri
- ▬ Hulevesikouru
- ▬ Viherpinnan johtamiseen
- ▬ Niskaaja
- ▬ Johtamissuunta
- ▬ Valuma-alue
- ▬ Viivytyspaine / tulvatasanne
- ▬ Suojaetäisyys rakennukseen
- +8.1 Suunniteltu maanpinnantas

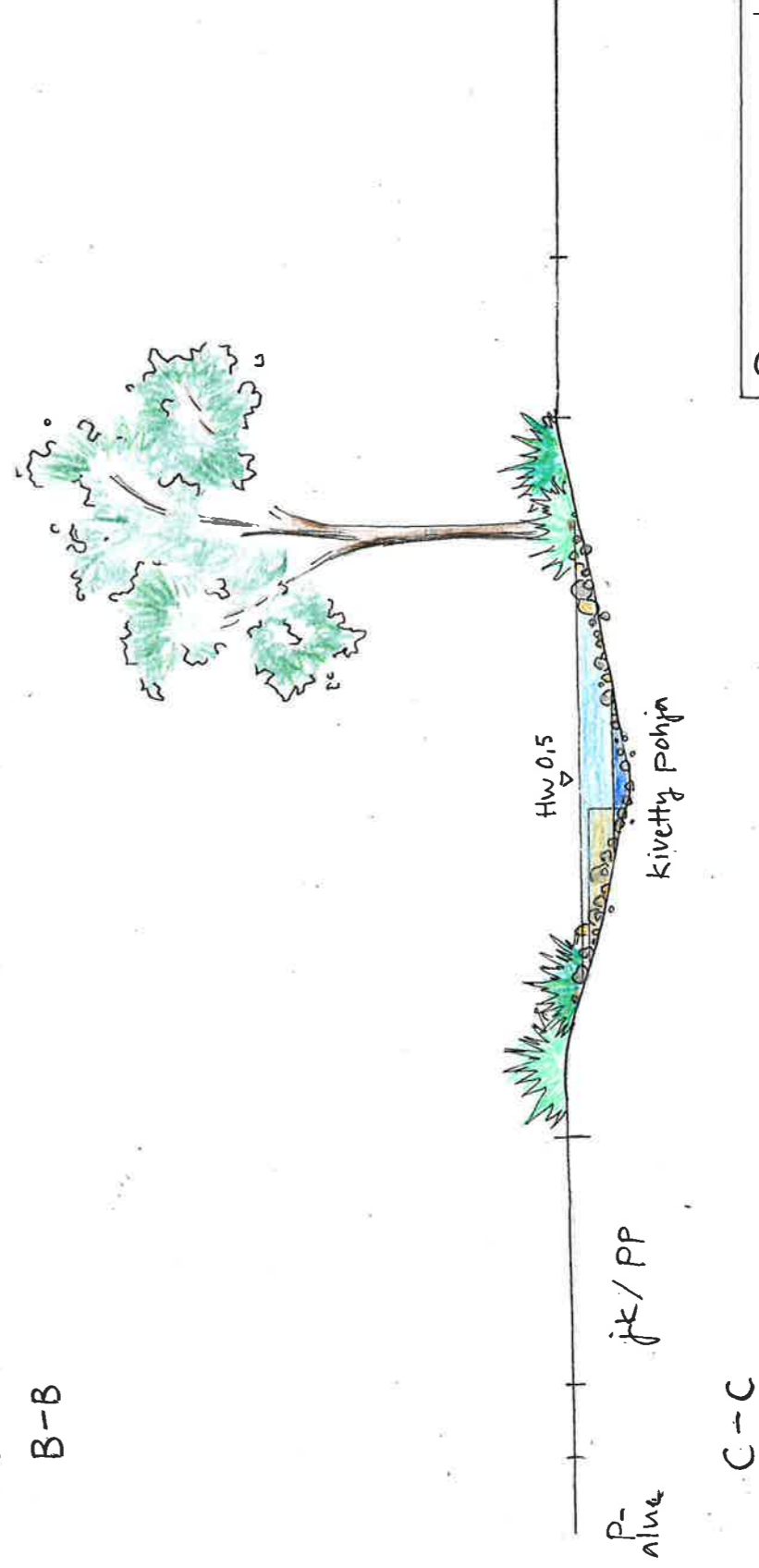
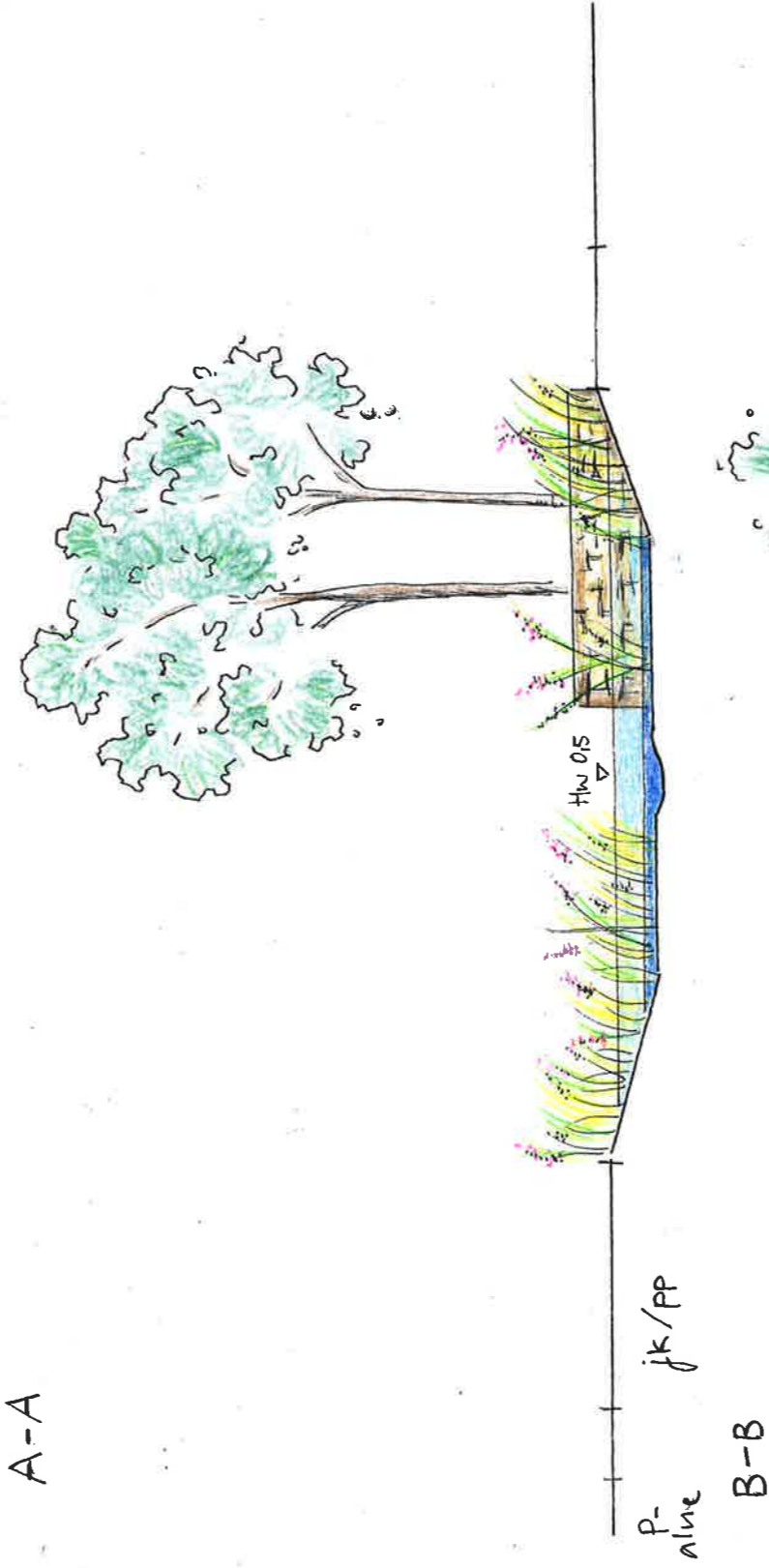
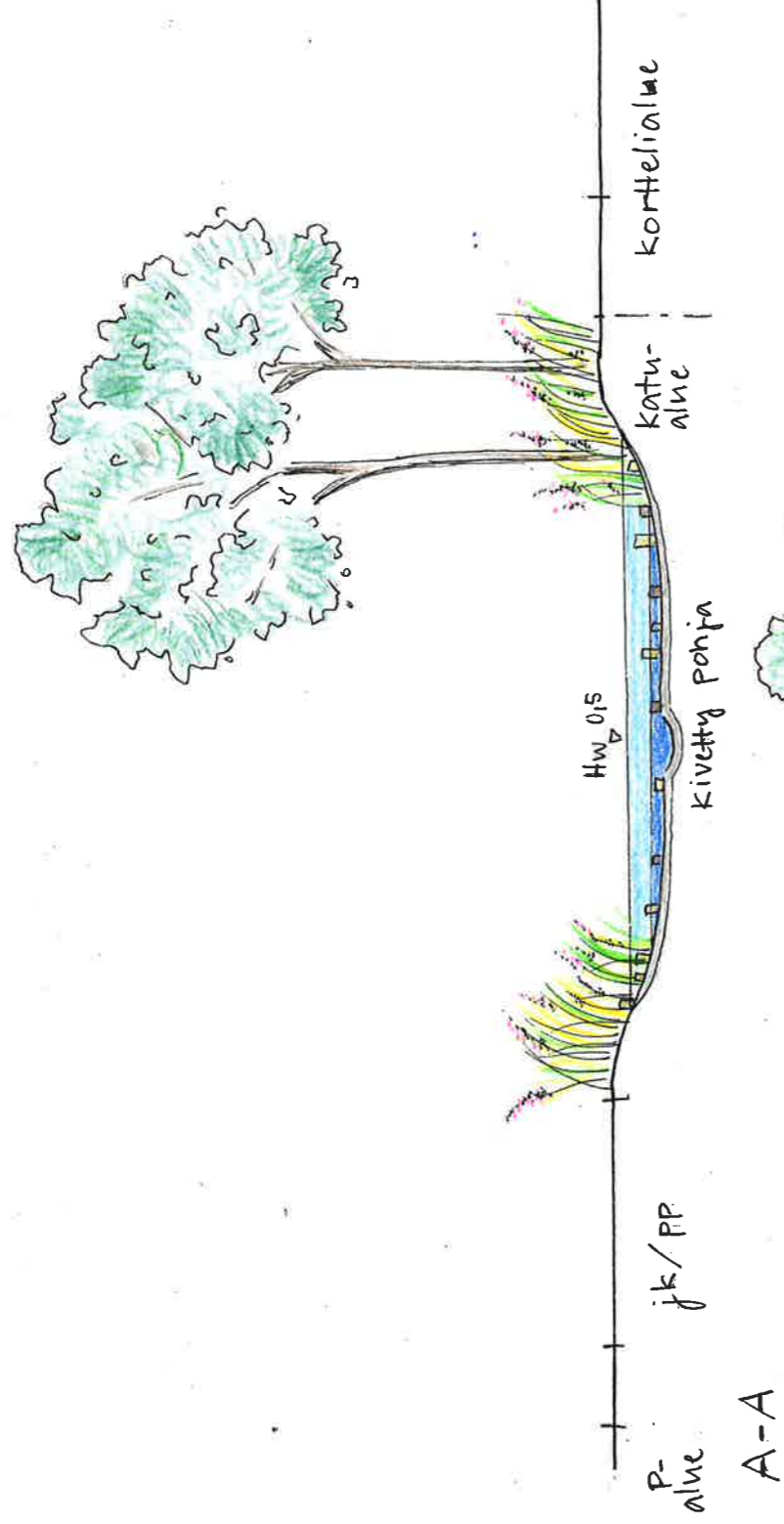


Katu 1 / OTE



Pikkilan alueen hulevesisuunnitelma
Kadun 1 viivytysideat
asemapiirros 8.8.2019
Liite MAS901 1:200 FCG

Katu 1 / OTE



Pukkilan alueen hulevesisuunnitelma
kadun 1 viivytysideat
poikkeikkans 8.8.2019
Liite MAS 902 1:100 FCG