

Liikaseinperän hulevesiselvitys ja hallintasuunnitelma

RAPORTTI

Oulun kaupunki

Sisälllys

1	Johdanto.....	2
1.1	Työn lähtökohdat ja tavoitteet.....	2
1.2	Projektin organisaatio.....	2
2	Suunnittelualue ja sen nykytila.....	2
2.1	Suunnittelualue ja valuma-alueet ja -reitit	2
2.2	Maaperä, topografia, pohjavedet, tulvareitit, happamat sulfaattimaat ja suojelukohteet	9
2.3	Nykyinen maankäyttö ja asemakaava	13
2.4	Nykytilanteen hydrologinen tarkastelu	13
3	Suunniteltu maankäyttö ja vaikutukset hulevesien määrään ja laatuun	15
3.1	Maankäytön muutokset.....	15
3.2	Maankäytön vaikutukset hulevesien määrään ja laatuun	18
4	Hulevesien hallinnan suunnittelu	21
4.1	Hulevesien hallinnan periaatteet Oulussa	21
4.2	Liikasenperän asemakaava-alueen hulevesien hallinnan tavoitteet.....	21
4.3	Hulevesien hallinta ja johtaminen suunnittelualueella	22
4.4	Tulvareitit ja poikkeukselliset sateet	27
4.5	Rakentamisen aikaisten hulevesien hallinta	27
5	Hulevesien hallinnan suunnittelu	28
5.1	Yleistä.....	28
5.2	Mallinnuksessa käytetyt rankkasadetapahtumat	29
5.3	Hulevesivirtaamat nyky- ja tulevassa tilanteessa sekä hallintatoimenpiteiden mitoitus..	30
6	Yhteenveto ja johtopäätökset sekä ohjeistus alueen jatkosuunnitteluun ja kaavamääräykset	33

LIITTEET

LIITE 1	VHT-P47082-201	Valuma-aluekartta, nykytilanne	1:4 000	28.11.2024
LIITE 2	VHT-P47082-202	Yleissuunnitelmakartta	1:2 000	28.11.2024

1 Johdanto

1.1 Työn lähtökohdat ja tavoitteet

Työssä on laadittu Raitotien ja Alakyläntien risteuksen itäpuolella sijaitsevalle Liikasenperän alueelle hulevesiselvitys. Hulevesiselvitys on laadittu asemakaavan laadintaa varten. Asemakaava koskee nykyisellään metsäistä ja asemakaavoittamatonta aluetta. Asemakaavoituksen tavoitteena on muuttaa alueen käyttötarkoitus yleiskaavan mukaisesti asumisen alueiksi (AP).

Työssä on tiivis selvitys alueen nykytilanteesta hydrologian, maaperän, topografian, maankäytön, pohjavesiolosuhteiden ja suojeluarvojen osalta. Tämä raportti sisältää ensimmäisessä vaiheessa laadittavan hulevesiselvityksen, mitä on päivitetty työn edetessä sekä toisessa vaiheessa laadittavan hallintasuunnitelman kaavaehdotusvaiheessa.

1.2 Projektin organisaatio

Hulevesisuunnitelma on tehty konsulttityönä FCG Finnish Consulting Group Oy:ssä, jossa projektipäällikkönä ja pääsuunnittelijana on toiminut dipl.ins. Päivi Määttä, suunnittelijoina tekn.kand. Lilja Jämsä ja dipl.ins. Eric Wehner sekä laadunvarmistajana ja asiantuntijana dipl.ins. Ella Havulinna. Työn tilaaja on Oulun kaupungin Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut, jossa yhteyshenkilöinä ovat toimineet maisema-arkkitehti Johanna Jylhä ja maisema-arkkitehti Veera Sanaksenaho sekä työn ohjauksen osalta hulevesi-insinööri Merja Talvitie.

2 Suunnittelualue ja sen nykytila

2.1 Suunnittelualue ja valuma-alueet ja -reitit

Suunnittelualue sijaitsee Raitotien ja Alakyläntien risteuksen itäpuolella. Suunnittelualueen pinta-ala on n. 42,8 ha. Suunnittelualue on nykyisellään metsäistä ja asemakaavoittamatonta aluetta. Alueella on muutamia olemassa olevia rakennettuja kiinteistöjä. Kuvassa 1 on esitetty ilmakuvaote alueesta.

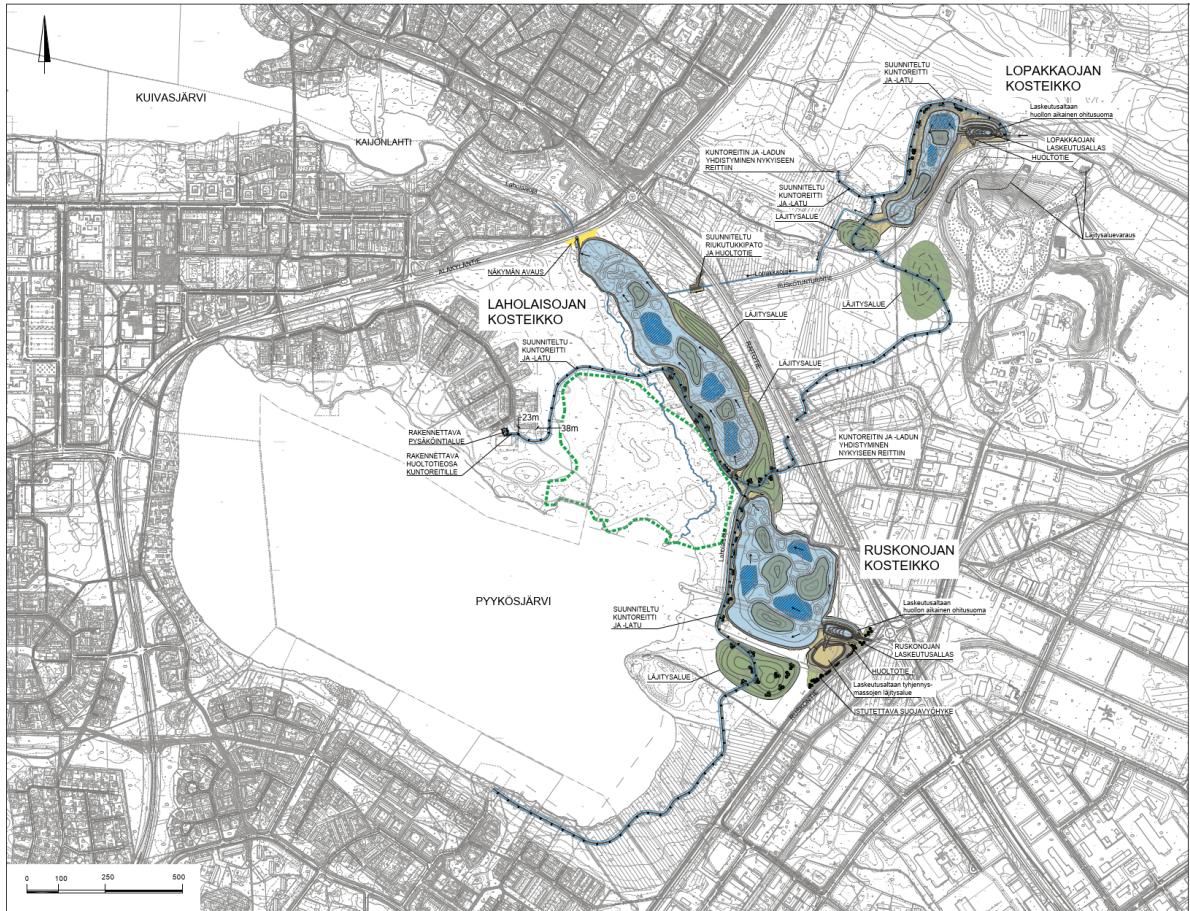


Kuva 1. Ilmakuva alueelta.¹

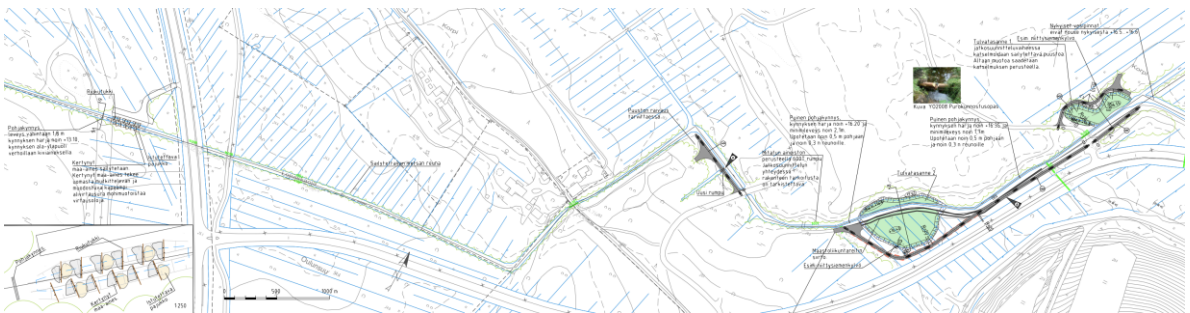
Suunnittelualue sijaitsee Kuivasojan valuma-alueella (84.112). Suunnittelualueen vedet laskevat Kaijonlahden kautta Kuivasjärveen. Suunnittelualueen läpi kulkee Lopakkaoja, minkä valuma-alueen pinta-ala on n. 345 ha.

Suunnittelualue on osa Kaijonlahden valuma-alueetta. Kaijonlahden valuma-alueen kunnostamiseksi on viime vuosien aikana laadittu suunnitelmia ja osa niistä on jo toteutettukin. Kuvassa 2 on esitetty kuvakaappaus FCG:n vuonna 2020 laatimista Kaijonlahden valuma-alueelle suunnitelluista kosteikoista. Em. suunnitelma käsittää mm. kolme kosteikkoa ja riikutukkipadon. Näistä eteläisin Ruskonojan kosteikko ja Lopakkaojan purkupäässä oleva riikutukkipato on jo rakennettu. Laholaisojan kosteikkoa ja Liikasenperän suunnittelualueelle sijoittuvaa Lopakkaojan kosteikkoja ei ole rakennettu. Lopakkaojan suunnitelmia on päivitetty Rambollin toimesta syksyllä 2023. Kuvassa 3 on esitetty kuvakaappaus em. Lopakkaojan suunnitelmista, missä Lopakkaojan varrelle toteutettaisiinkin tulvatasanteita.

¹ Paikkatietoikkuna, 9/2024.



Kuva 2. Kaijolahtien valuma-alueen kunnostustoimenpiteet.²



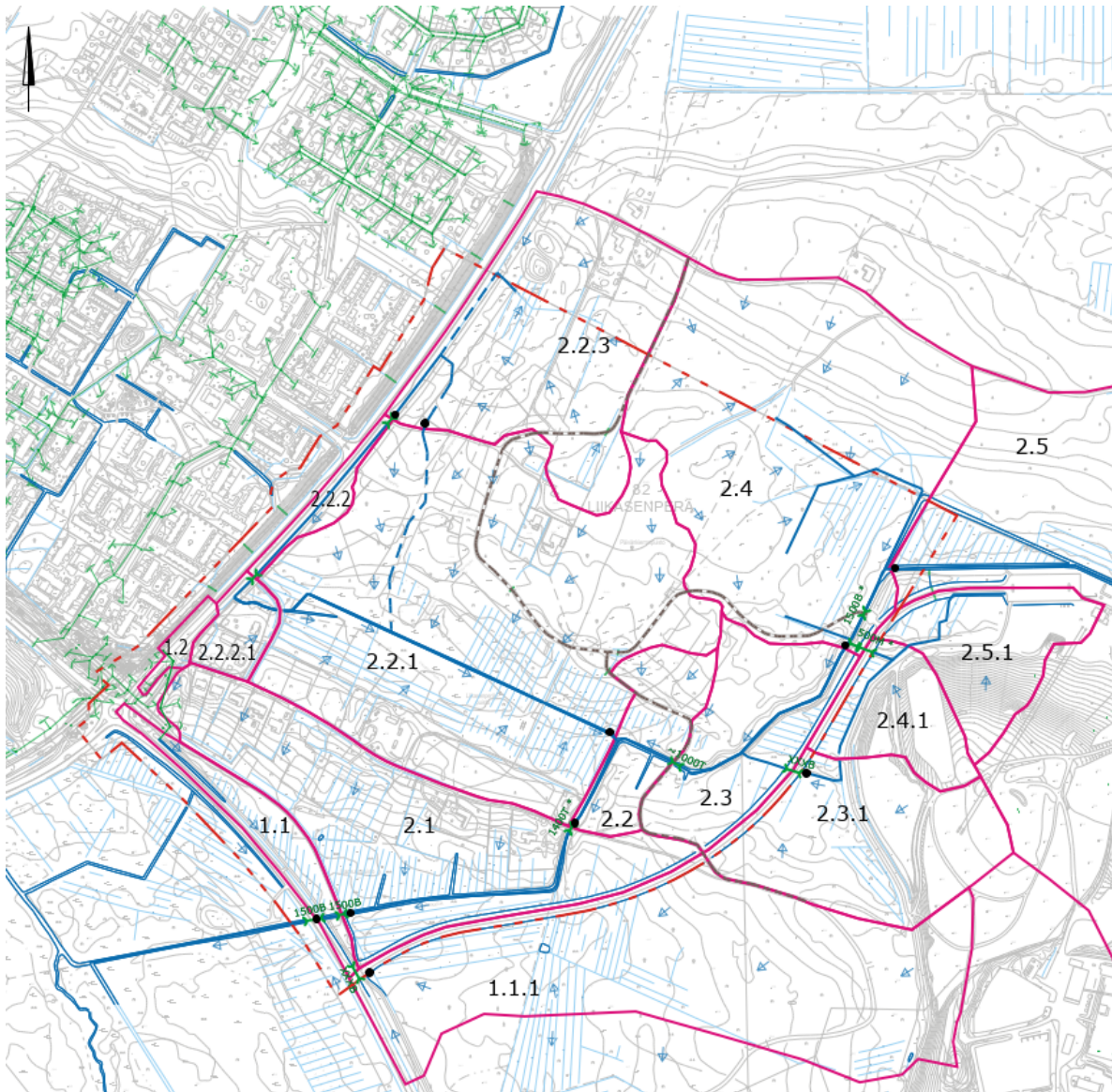
Kuva 3. Lopakkaojan kunnostustoimenpiteet 2023.³

² FCG

³ Ramboll 20.10.2023. Aineisto ladattu Oulun kaupungin internet-sivuilta.

Liikasenperän kaava-alueen hulevedet laskevat ojia ja maanpintoja pitkin Lopakkaajaan useista eri kohdista. Liikasantien pohjoispuolella on selkeä kaivettu oja, muilta osin alueella on useita pieniä ojia. Alue on paikoin hyvin tasaista, ja on mahdollista, että osa vesistä imeytyy maaperään, erityisesti suunnittelualueen pohjoisosissa. Lopakkaoja kulkee suunnittelualueen itä-eteläreunaa pitkin ja laskee Raitotien länsipuolella Laholaisojaan ja edelleen Kaijonlahteen. Lopakkaoja kerää vesiä aina Ruskonselältä saakka. Lopakkaajaan laskee myös suurin osa Ruskon kaatopaikka-alueen hulevesistä. Kaatopaikka-alueen hule- ja suotovesillä on omat lupien mukaiset käsittelytoimenpiteet, joita ei tarkemmin tämän työn yhteydessä käsitellä. Suunnittelualueella olevista rummuista ei ollut tiedossa tarkempia sijainti-, halkaisija- ja materiaalitietoja. Suunnittelualueen päävirtausreittien oleellisimpia rumpuja on kuitenkin pyritty maastokatselmuksin kartoittamaan sijainnin ja kunnon suhteen. Rumpujen kokoja on arvioitu maastokatselmuksen valokuvien perusteella.

Kuvassa 4 on esitetty nykytilanteen valuma-alueet ja -reitit. Valuma-aluekartta on tarkemmin nähtävissä liitteenä 1. Suunnittelualueen valuma-alue tarkastelussa pääpurkupisteenä on purku Laholaisojaan, mutta varsinainen tarkastelu päätettiin Raitotien alittavan rummun kohdalle (Kaijonlahden valuma-alueen kunnostusten muutossuunnittelun mukaan 1600B). Valuma-alueiden rajaamisen osalta haasteita aiheutti alueen tasaisuus ja laaja tasainen ojaverkosto, joten valuma-alueet on tämän takia esitetty melko isoina. Valuma-alue rajauksia tarkennetaan työn toisessa vaiheessa tarvittavilta osin. Suunnittelualueen läheisyydestä rajattiin 12 valuma-alueetta. Valuma-alue 2.5 käsittää koko muun Lopakkaajan valuma-alueen Ruskonselkään saakka jatkuen.



Kuva 4. Nykytilanteen valuma-aluekartta.

Kuvissa 5-7 on esitetty maastokatselmuksen yhteydessä otettuja valokuvia syksyltä 2022.



Kuva 5. Lopakkaojan rumpu (n. 800B) Ruskotunturin p-alueen läheisyydessä (vasen yläkuva), Lopakkaoja ja rumpu (n. 1000 T) uuden kuntoreitin kohdalla (oikea yläkuva), Lopakkaoja ja rumpu (n. 1000B) Raitotien kevyen liikenteenväylä alitse (vasen alakuva), Lopakkaoja ja rumpu (n. 1200B) Raitotien alitse (oikea alakuva). Koot arvioitiin karkeasti ilman mittausta.



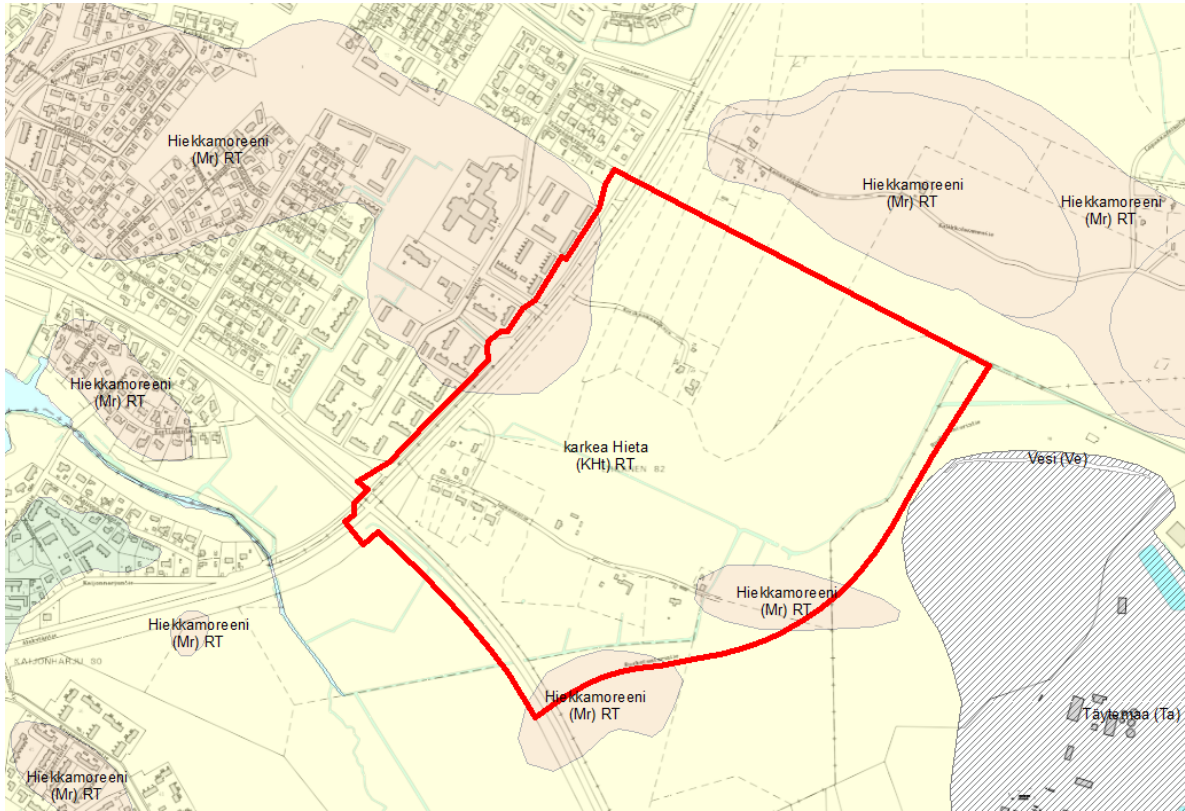
Kuva 6. Lopakkaaja Raitotien länsipuolella riukutukkipadon kohdalla (vasen yläkuva), Lopakkoja ennen Raitotien kevyen liikenteen väylää kohdasta (oikea yläkuva), missä on Kiertokaaren mittauskaivo. Alakuva; Lopakkaaja ennen Raitotien kevyen liikenteen väylän alitusta, missä vettä padottuu.



Kuva 7. Liikasenperältä Lopakkaajaan laskeva suora ojaosuus (vasen kuva). Alakyläntien varren oja, missä vettä oli selvästi havaittavissa (oikea kuva).

2.2 Maaperä, topografia, pohjavedet, tulvareitit, happamat sulfaattimaat ja suojelukohteet

GTK:n maaperäkartan 1:20 000 tietojen mukaan maaperä suunnittelualueella on pääosin karkeaa hietaa (Kht) ja pieneltä osin hiekkamoreenia (Mr). Todennäköisesti suunnittelualan tasaisissa pohjoisosissa hulevesiä imeytyy maaperään. Kuvassa 8 on esitetty maaperäkartta.



Kuva 8. Maaperä suunnittelualueella (merkitty punaisella). (GTK, maaperäkartta 1:20 000, 9/2024)⁴

Suunnittelualueen kohdalla korkeustaso on enimmillään n. +19,5 m. Suunnittelualueen kohdalta maasto viettää useampaan suuntaan. Ojien purkusuunta on kuitenkin lounaaseen päin. Raitotien rummun kohdalla maanpinta on tasolla +14,9 m.

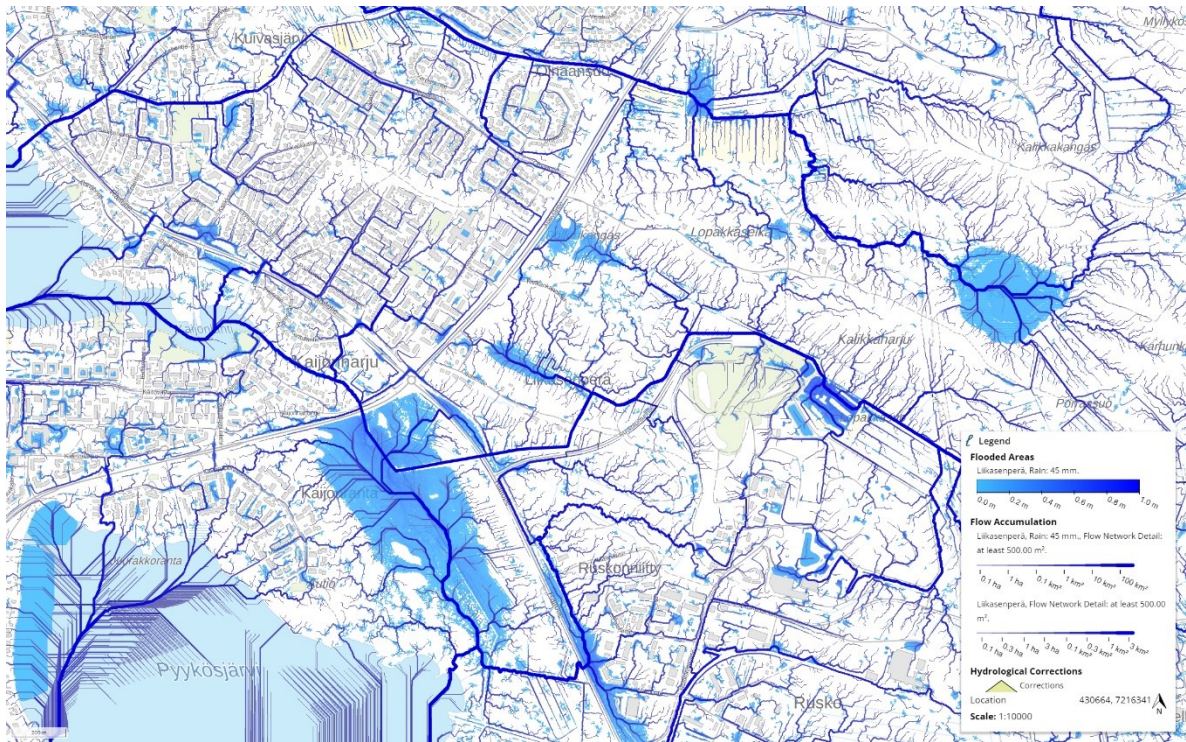
Suunnittelualueella ei ole erityisiä suojeltuja alueita tai kohteita. Suunnittelualueella ja sen läheisyydessä ei ole pohjavesialueita.

Alueen nykyistä tulvintaa tarkasteltiin Scalgo Live -ohjelmassa⁵, minkä hulevesitulva-aineisto perustuu SYKE:n laatimiin korkeusmalliaineistoihin perustuviin tulvamallinnuksiin. Tulvamallinnuksessa ei ole huomioitu hulevesiviemäreitä eikä kaikkia rumpujakaan, joten näin ollen aineiston tulkitsemisen yhteydessä tulee tarkastaa, puuttuuko tarkasteltavalta virtausreitiltä oleellisia rumpuja. Kunnat ja SYKE vastaavat rumputietojen päivittämisestä tulva-aineistoihin. Liikasenperän osalta tulva-aineistoista voitiin havaita puuttuvan hyvinkin oleellisia rumpuja. Scalgo -ohjelman ”katselutilassa” rumpuja voidaan kuitenkin lisätä puuttuvilta osin ja näin korjata virtausreitit ja tulvimista. Kuvassa 9 on esitetty Scalgo -ohjelmasta otettu ote alueen tulvareittikartasta, johon korjattiin Lopakkaojan puuttuvia rumpuja. Tulvamallinnuksen mukaisesti

⁴ GTK, maaperäkartta, 9/2024.

⁵ Scalgo Live.

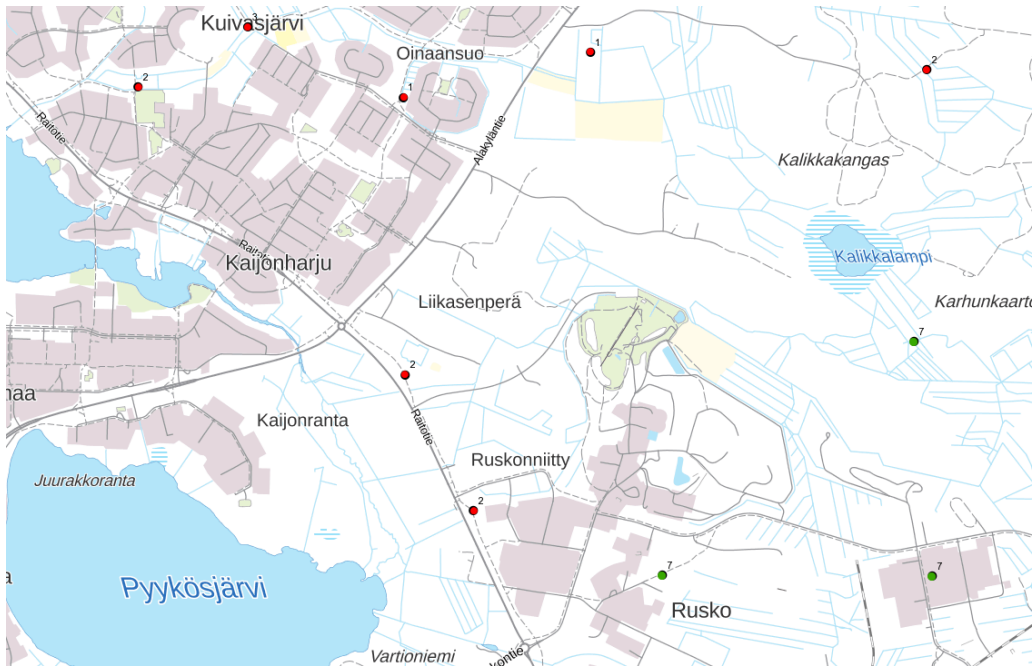
tulvintaa esiintyy Liikasentien pohjoispuolisella suoralla ojaosuudella. Kaava-alueen valuma-alueen pohjoisosan tasaisilla valuma-alueilla niin ikään esiintyy tulvintaa.



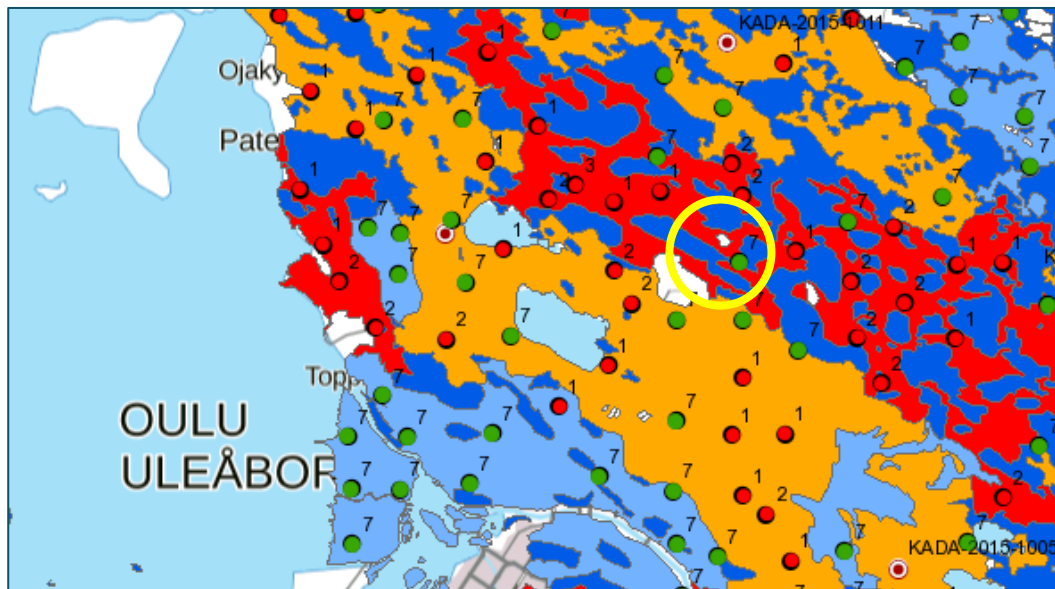
Kuva 9. Alueen tulvareittikartta. (Scalgo Live)

GTK:n laatiman selvityksen (GTK, Happamien sulfaattimaiden esiselvitys Oulussa, 2015)⁶ mukaan sulfaattimaita voi esiintyä Oulun kaupungin alueella hyvin laajasti. Kuvissa 10 ja 11 on esitetty happamien sulfaattimaiden esiintyminen suunnittelualueella ja sen ympäristössä. GTK:n aineiston perusteella suunnittelualueella happamien sulfaattimaiden esiintymisen todennäköisyys on suuri. Suunnittelualueen läheisyydessä on myös happamien sulfaattimaiden kartoituspisteitä, joista lähimmät on esitetty kuvassa 10. Suunnittelualueen läheisyydessä olevissa kartoituspisteissä on havaittu sulfidikerroksia vaihtelevilla alkamissyvyyksillä 0-2 m, lukuun ottamatta muutamia kartoituspisteitä suunnittelualueen etelä- ja itäpuolella, joissa happamia sulfaattimaita ei ole havaittu.

⁶ GTK, Happamien sulfaattimaiden esiselvitys Oulussa, 2015



Kuva 10. Happamien sulfaattimaiden kartoituspisteitä suunnittelualueen välittömässä läheisyydessä. Vihreä = ei hapan sulfaattimaa, punainen 1 = sulfidikerroksen alkamissyvyys 0-1 m, punainen 2 = sulfidikerroksen alkamissyvyys > 1-1.5 m, punainen 3 = sulfidikerroksen alkamissyvyys > 1.5-2 m. (GTK, Happamat sulfaattimaat, 30.11.2022)⁷

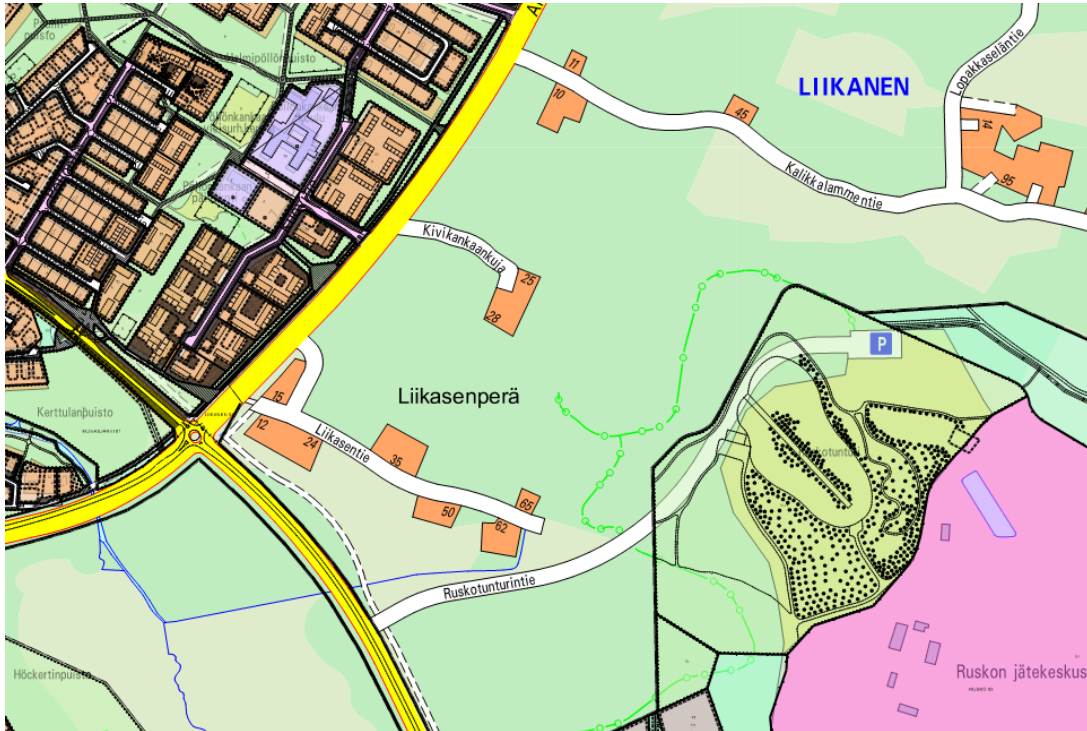


Kuva 11. Yleiskuva happamien sulfaattimaiden esiintymisestä Oulussa. Suunnittelualue (keltainen ympyrä) sijaitsee punaisella alueella (suuri happamien sulfaattimaiden esiintymisen todennäköisyys). (GTK, Happamat sulfaattimaat, 30.11.2022)⁷

⁷ GTK, Happamat sulfaattimaat, 30.11.2022

2.3 Nykyinen maankäyttö ja asemakaava

Suunnittelualue on nykyisellään metsäistä ja asemakaavoittamatonta aluetta. Alueella on muutamia olemassa olevia kiinteistöjä. Alueen läpi kulkee kuntoreitti. Ote voimassa olevasta asemakaavasta on esitetty kuvassa 11.



Kuva 12. Ote voimassa olevasta asemakaavasta.⁸

2.4 Nykytilanteen hydrologinen tarkastelu

Suunnittelualueella muodostuvien hulevesien määrää arvioitiin keskimääräisellä valumakertoimella, joka kuvaa hulevesivalunnan osuutta yksittäisen sadetapahtuman sademäärästä. Valumakertoimen maksimiarvo 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. Läpäisemättömien pintojen määrän lisäksi on huomioitava myös painannesäilynnän määrä. Esimerkiksi rakentamaton alue voi pidättää jopa 10 millimetrin sademäärän, kun taas asfalttipinta pidättää vain noin millimetrin.

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

⁸ Oulun kaupunki, karttapalvelu.

rakentamisen hydrologisia vaikutuksia. Tarkasteluissa käytetyt läpäisemättömän pinnan osuudet (TIA) ja painannesäilyntän ominaisarvot erilaisille pinnoille on koottu taulukkoon 1.

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

Pinta	TIA	Painannesäilyntä
katto	100 %	0,5 mm
asfaltti	90 %	1 mm
sora	40 %	3 mm
kiveykset (esim. nurmikivi)	60 %	2 mm
metsä	10 %	12 mm
viheralue, nurmi	15 %	7 mm

Mitoitussade määritetään valuma-alueen pinta-alan, kertymisajan ja sateen toistuvuuden perusteella. Suurimmat hulevesivirtaamat saavutetaan yleensä silloin, kun rankkasateen kesto valitaan kertymisajan eli valuma-alueen etäisimmästä reunasta purkupisteeseen kuluvan virtausajan pituiseksi.⁹ Toisin sanoen kertymisaika määrittää suurimpien virtaamahuippujen esiintymishetken rankkasateen alkamishetkestä lukien. Nykytilanteessa asemakaava-alueen hulevedet johtuvat hyvinkin loivissa ojissa, joten kertymisaika kaava-alueen lähivaluma-alueen latvaosista (valuma-alueet 2.2.3 ja 2.4) ojia pitkin Raitotien rummulle saakka olisi n. 45 min (virtausnopeus arvioitu 0,5 m/s). Valtaosa kaava-alueen hulevesistä laskee purkupisteeseen (Raitotien alittavalle rummulle) n. 30 minuutin aikana. Koko Lopakkaojan pituus on n. 3,5 km, minkä virtausaika Raitotielle on n. 2 tuntia. Kaava-alueen rakentumisen ja mahdollisten hulevesiviemäreiden rakentumisen myötä kertymisaika on todennäköisesti huomattavasti lyhyempi, mahdollisesti vain n. 10 - 15 min. Nykytilanteen valumakerroimen ja hulevesivirtaaman määrittämisessä käytetään 30 min sadetta, mikä vastaa suurimman osan kaava-alueen hulevesien virtausaika.

Taulukossa 1 esitettyjen ominaisarvojen ja nykyisen maankäytön pohjalta laskettiin läpäisemättömien pintojen kokonaismäärä (TIA) ja painannesäilyntä koko suunnittelualueen osalta nykytilanteessa (taulukko 2). Lisäksi määritettiin valumakerroin ja hulevesivirtaama sateella 1/10a 30 min (rankkuus 120 l/s*ha ja sademäärä 21,6 mm). Sateen on myös ilmastomuutoksen vaikutus otettu huomioon (20 % lisäys sademäärään).

Taulukossa 2 on esitetty suunnittelualueen hydrologiset arvot nykytilanteessa.

Hydrologisten perusteiden laskentayhtälöt on esitetty alla:

- Valumakerroin = TIA * (sademäärä - painannesäilyntä) / sademäärä (1)
 Virtaama = valumakerroin * pinta-ala * sateen intensiteetti (2)
 Tilavuus = virtaama * sateen kesto (3)

⁹ Suunnittelukeskus Oy, 2007

Taulukko 2. Valuma-alueiden pinta-ala, teoreettisen läpäisemättömän pinnan määrä (TIA), painannesäilyntä sekä valumakerroin ja hulevesivirtaama (sade 1/10a 30 min) nykytilanteessa.

Valuma-alue		Nykytilanne			
Tunnus	Ala (ha)	TIA (%)	Painannesäilyntä (mm)	Valumakerroin	Hulevesivirtaama [l/s]
1.1	1,9	26	8	0,16	36,1
1.1.1	14,8	14	11	0,07	124,0
1.2	0,4	46	6	0,34	16,0
2.1	10,6	15	10	0,08	106,0
2.2	2,5	10	12	0,05	14,0
2.2.1	21,6	11	11	0,05	141,5
2.2.2	0,7	40	6	0,29	24,0
2.2.2.1	1,1	22	8	0,14	17,5
2.2.3	9,3	13	11	0,07	74,0
2.3	11,0	14	10	0,07	96,5
2.4	19,5	12	11	0,06	140,5
2.5	250,7	22	8	0,14	4072,0
Yht.	343,9	20	9	0,11	4774,0
Kaava-alue	61,6	15	11	0,08	570,0

Nykytilanteessa kaava-alueelta tuleva valunta on melko vähäistä, sillä alue metsävaltaista ja osittain hulevesiä todennäköisesti myös imeytyy maahan. Nykytilanteessa hulevedet johtuvat hyvinkin loivissa ojissa ja näin ollen myös virtausnopeus on pieni. Suurin hulevesivirtaama tulee Lopakkaojan latva-alueen valuma-alueelta (valuma-alue 2.5).

3 Suunniteltu maankäyttö ja vaikutukset hulevesien määrään ja laatuun

3.1 Maankäytön muutokset

Suunnittelualueen asemakaavoitus käynnistyi vuonna 2023. Tässä työssä käytetty luonnos on toimitettu elokuussa 2024. Kaavan luonnos on esitetty kuvassa 13. Kaavaluonnoksen perusteella on laadittu maankäyttöluonnos, joka on esitetty kuvassa 14. Maankäyttömuutokseen on otettu huomioon lisäksi kaava-alueen liikenteen yleissuunnitteluluonnoksen (kuva 15) katujen linjaukset, tyyppipoikkileikkaukset ja alustavat kuivatussuunnat.

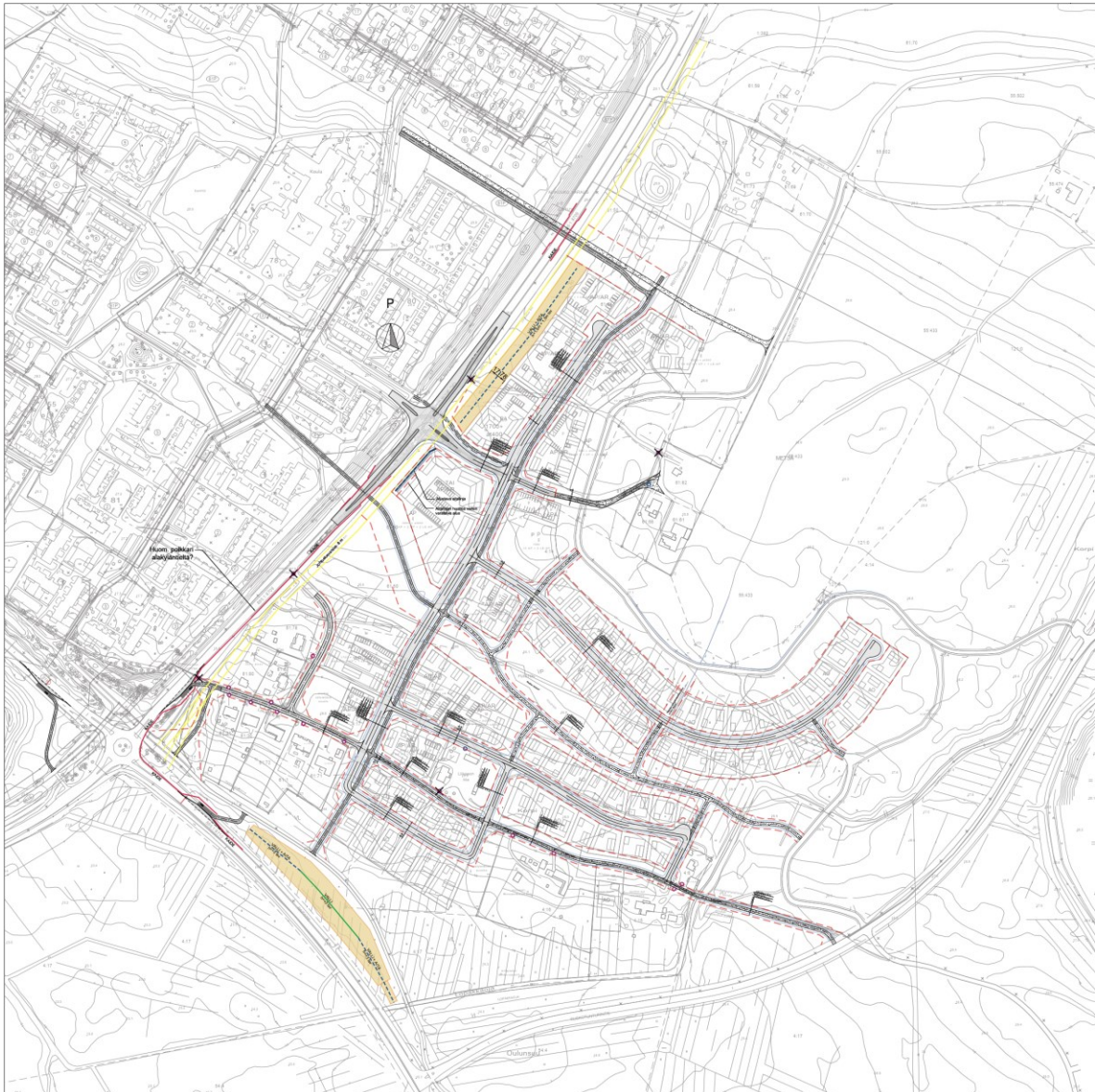
Maankäyttösuunnitelman ja katusuunnittelun luonnoksien perusteella arvioitiin tulevan tilanteen kattojen, asfalttien ja muiden läpäisemättömien sekä (puoli)läpäisevien pintojen osuudet kaava-alueella.



Kuva 13. Asemakaavavaluonnos. (Oulun kaupunki ja LUO Arkkitehdit Oy, toimitettu 27.11.2024)



Kuva 14. Kaavoitettavan alueen havainnekuva. (Oulun kaupunki ja LUO Arkkitehdit Oy, toimitettu 27.11.2024)



Kuva 15. Kaava-alueen liikenteen yleissuunnitteluluonnos (A-Insinöörit, 22.8.2024).

3.2 Maankäytön vaikutukset hulevesien määrään ja laatuun

Rakentaminen aiheuttaa yleensä muutoksia hulevesien muodostumiseen ja kulkeutumiseen. Rakentamisella on yleensä aina vaikutuksia myös valuma-alerajauksiin sen mukaisesti, miten alueen tasaus tullaan toteuttamaan. Suunnittelualueen tasaus ei ole vielä tiedossa, mutta todennäköistä on, että alue tullaan tasaamaan ympärillä olevaan maastoon soveltuen. Korkeuserot suunnittelualueella sekä kaava-alueella ovat melko pieniä. Korkeimmillaan maanpinta on noin tasolla +22 m (N2000) Kivikankaankujan loppupään ympärillä ja matalimmillaan alueen purkukohdassa Raitotien varressa tasolla +12,5 m (N2000). Kuitenkin, suurin osa kaavaluonnoksessa

varatun hulevesien pääuoman ympärillä maanpinnan taso on melko tasainen (noin tasolla +16...+16,5) ja vesien johtamisen takia jonkinlainen maanpinnan nosto on tarpeen.

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

Mitoitussade määritetään valuma-alueen pinta-alan, kertymisajan ja sateen toistuvuuden perusteella. Suurimmat hulevesivirtaamat saavutetaan yleensä silloin, kun rankkasateen kesto valitaan kertymisajan eli valuma-alueen etäisimmästä reunasta purkupisteeseen kuluvan virtausajan pituiseksi¹⁰. Toisin sanoen kertymisaika määrittää suurimpien virtaamahuippujen esiintymishetken rankkasateen alkamishetkestä lukien. Koko valuma-alueen mittakaavassa vesistöön saakka laskennallinen kertymisaika olisi noin 30 min. Sen sijaan asemakaava-alueella kertymisaika on lyhyt, vain noin 15 minuuttia.

Taulukossa 1 esitettyjen ominaisarvojen ja kaava- sekä maankäyttöluonnoksen maankäytön pohjalta laskettiin läpäisemättömien pintojen kokonaismäärä (TIA) ja painannesäilyntä koko valuma-alueen osalta tulevassa tilanteessa (taulukko 4). Lisäksi määritettiin valumakerroin ja hulevesivirtaama esimerkkinä. Sateen toistuvuudeksi valittiin 1/10a, jolloin myös ilmastonmuutoksen vaikutus sateisiin tulee huomioitua. Esitetyt virtaamat ja valumakertoimet laskettiin sateella 1/10a 30 min (rankkuus 120 l/s*ha ja sademäärä 21,6 mm). Oulun kaupungin yleinen ohjeistus on, että käytetään 15 - 25 % suurempaa mitoitusadetta kuin yleisesti hulevesiverkoston mitoituksessa viime vuosina on käytetty.

Suunnitellulla maankäytöllä on myös vaikutuksia hulevesien määrään ja laatuun. Rakentaminen tulee yleensä aina jossain määrin vaikuttamaan alueen vedenjakajiin ja virtausreitteihin. Kaava-alueen arvioitu kokonaisläpäisemättömyys nousee merkittävästi tasolta 15 % tasolle 25 % ja sen mukaisesti valumakerroin esimerkksisateella (1/10a 30 min) melkein kaksinkertaistuu tasolta 8 % tasolle 15 %.

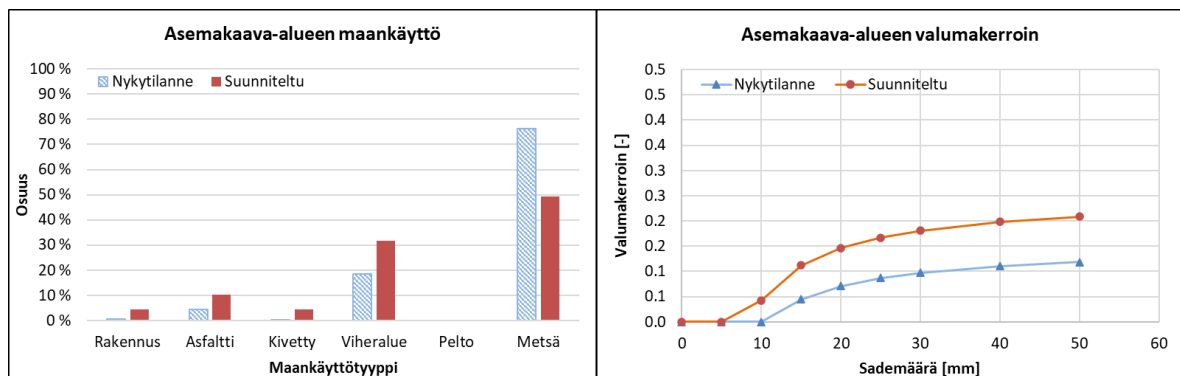
Suunnittelun maankäytön muutoksen hydrologisia vaikutuksia tullaan arvioimaan tarkemmin hallintasuunnitelmavaiheessa, kun kaava-alueen hulevedet mallinnetaan. Lähtökohtaisesti kaava-alueella muodostuvat hulevedet eivät ole nykytilanteessa merkittävän likaantuneita, sillä suurin osa alueesta on metsää. Tulevassa tilanteessa asuin- ja palvelualueiden kattopinnoilta muodostuvat hulevedet ovat laadultaan suhteellisen puhtaita, vaikka voivatkin sisältää hieman mm. tuulen kuljettamaa kiintoainesta. Katu- ja pysäköintialueiden asfalttipinnoilta muodostuvat hulevedet voivat sisältää jonkin verran ajoneuvoista, materiaalien kulumisesta ja talvikunnossapidosta peräisin olevia epäpuhtauksia kuten raskasmetalleja ja öljyä.

¹⁰ Suunnittelukeskus Oy 2007. Hulevesien luonnonmukaisen hallinnan menetelmät, suunnitteluohje.

Taulukko 3. Valuma-alueiden pinta-ala, teoreettisen läpäisemättömän pinnan määrä (TIA), painannesäilyntä sekä valumakerroin ja hulevesivirtaama (sade 1/10a 30 min) tulevassa tilanteessa.

Valuma-alue		Tuleva tilanne			
Tunnus	Ala (ha)	TIA (%)	Painannesäilyntä (mm)	Valumakerroin	Hulevesivirtaama [l/s]
1.1	3,8	26	7	0,16	78,5
1.1.1	14,8	14	11	0,06	123,5
1.2	0,4	47	6	0,34	16,5
2.1	8,3	20	9	0,11	120,0
2.2	1,8	15	9	0,08	18,5
2.2.1	16,8	26	8	0,16	339,5
2.2.2	14,3	35	7	0,23	406,0
2.2.3	3,0	29	7	0,18	67,5
2.3	10,8	14	10	0,07	96,5
2.4	19,5	12	11	0,06	140,5
2.5	250,7	22	8	0,13	4072,0
Yht.	344,1	22	9	0,12	5479,0
Kaava-alue	64,9	25	8	0,14	1176,0

Kaava-alueen maankäyttö- ja valumakerroinmuutos on esitetty kuvassa 16.



Kuva 16. Kaava-alueen maankäyttötyyppien ja valumakerroinien vertailu nykytilanteessa ja tulevassa tilanteessa

4 Hulevesien hallinnan suunnittelu

4.1 Hulevesien hallinnan periaatteet Oulussa

Hulevesien hallinnan ja järjestelmien suunnittelussa noudatetaan Oulun kaupungin kaupunkitilaohjeen (2024) mukaisia hulevesien hallinnan suunnitteluohjeita ja prioriteettijärjestystä¹¹. Prioriteettijärjestys on seuraavanlainen:

1. Kiinteistöille aiheutuvien haittojen ja vahinkojen estäminen
2. Hulevesien muodostumisen ehkäisy
3. Hulevesien käsittely ja hyödyntäminen syntypaikalla
4. Hulevesien poisjohtaminen kiinteistöltä viivyttävällä rakenteella
5. Hulevesien poisjohtaminen yleisille alueille viivytettäväksi ja/tai käsiteltäväksi ennen vesistöön johtamista
6. Hulevesien poisjohtaminen suoraan vastaanottavaan verkostoon tai vesistöön

Hulevesien hallinnan suunnittelussa tulee huomioida ilmastonmuutoksen vaikutus mitoitussateisiin. Oulun kaupungin suosituksena on, että käytetään 15-25 % suurempaa mitoitussadetta kuin yleisesti viime vuosina on käytetty.

4.2 Liikasenperän asemakaava-alueen hulevesien hallinnan tavoitteet

Liikasenperän asemakaava-alueen rakentamisen myötä hulevesimäärät tulevat kaava-alueella kasvamaan ja näin ollen hulevesien hallinnan ja johtamisen suunnittelu alueelle on tarpeen. Koko Lopakkaojan valuma-alueen mittakaavassa Liikasenperän rakentamisen vaikutus hulevesimääriin on melko vähäinen. Hulevedet johtuvat nykyisellään pääosin oja ja maanpintoja pitkin Lopakkaojaan ja edelleen Laholaisojaan. Tulvavedet ohjautuvat samoja reittejä pitkin. Osa hulevesistä todennäköisesti imeytyy maaperään, sillä alue on paikoin hyvinkin tasaista.

Hulevesien hallinnan tavoitteet:

- Hulevesien määrällinen ja laadullinen käsittely kaava-alueella hajautetusti imeytys- ja viivytysalueilla. Alapuolisten vesistöjen tilaa ei saa heikentää.
- Hulevesien hallittu johtaminen nykyisiin ojiin. Lähtökohtaisesti hallintatoimenpiteiden mitoittaminen siten, että nykyisten virtausreittien kapasiteetit riittävät suunnitellun maankäytön mukaisessa tilanteessa eivätkä hulevesimäärät kasva kaava-alueen rakentamisen myötä.
- Tulvareittien esittäminen, jotta rakentamisen myötä ei aiheuteta tulvahaittoja olemassa oleville ja uusille kiinteistöille.

¹¹ Oulun kaupunki, kaupunkitilaohje. 2024

- Kaijonlahden valuma-alueen kunnostamiseen liittyvän Lopakkaojan tulvatasanteiden huomiointi.
- Metsäalueiden osittainen säilyttäminen virkistyskäyttöön.
- Happamien sulfaattimaiden huomiointi ja käsittely.

Hulevesien hallinta on pyritty suunnittelemaan noudattamalla Oulun kaupungin hulevesien hallinnan suunnitteluohjetta ja prioriteettijärjestystä. Hulevesien hallinnan lähtökohtana on ehkäistä kiinteistöille aiheutuvat haitat ja vahingot. Näin ollen hulevesien hallinnan suunnittelussa tulee huomioida vaikutus koko valuma-alueella eli uuden suunnitellun alueen hulevesien hallinnan lisäksi tulee huomioida, ettei uusien alueiden rakentamisen myötä hulevesiongelmia aiheuteta muille jo rakennetuille alueille/kiinteistöille.

Seuraavana on pyrkiä ehkäisemään hulevesien muodostumista sekä pyrkiä säilyttämään veden kiertokulku mahdollisimman luonnollisena ja käsitellä/ hyödyntää hulevesiä syntypaikalla. Suunnittelualueella näihin voidaan pyrkiä mahdollistamalla huleveden maahan imeytyminen.

Hulevesien hallinnan yleissuunnitelma on esitetty liitteenä olevassa kartassa (Liite 2).

4.3 Hulevesien hallinta ja johtaminen suunnittelualueella

Hulevesien muodostumista voidaan ehkäistä ja veden maahan imeytymistä mahdollistaa suosimalla vettä läpäiseviä päällysteitä. Esimerkiksi reikälaattojen tai -kiveyksien käytöllä voidaan vähentää hulevesien muodostumista. Suunnittelualueella reikälaatoitusta ja nurmikivetystä voidaan hyödyntää kiinteistöjen jalankulku- ja pysäköintiväylillä. Läpäisevässä maaperässä läpäisevien päällysteiden käytön hyödyt korostuvat, mutta heikomminkin läpäisevässä maaperässä rakenteiden toimintaa voidaan tehostaa salaojituksen avulla. Läpäisevät päällysteet vähentävät tehokkaasti etenkin matalan intensiteetin sadetapahtumien aiheuttamaa hulevesivaluntaa, koska päällyste ehtii imeä suurimman osan sille satavasta vedestä. Vaikka läpäisevän päällysteen vedenläpäisykyky ajan mittaan pienenisikin, näillä tapahtuva hulevesien muodostuminen ja virtaaminen, on tavallisilla sadetapahtumilla aina vähäisempää, kuin esimerkiksi tiiviillä asfalttipinnoilla. Suuren intensiteetin rankkasateilla läpäisevä päällyste toimii likimain asfalttipinnan tavoin, mutta pintavalunnan virtausnopeudet jäävät asfalttipintoja alhaisemmiksi. Läpäisevän päällysteen käyttöä on havainnollistettu kuvassa 17.

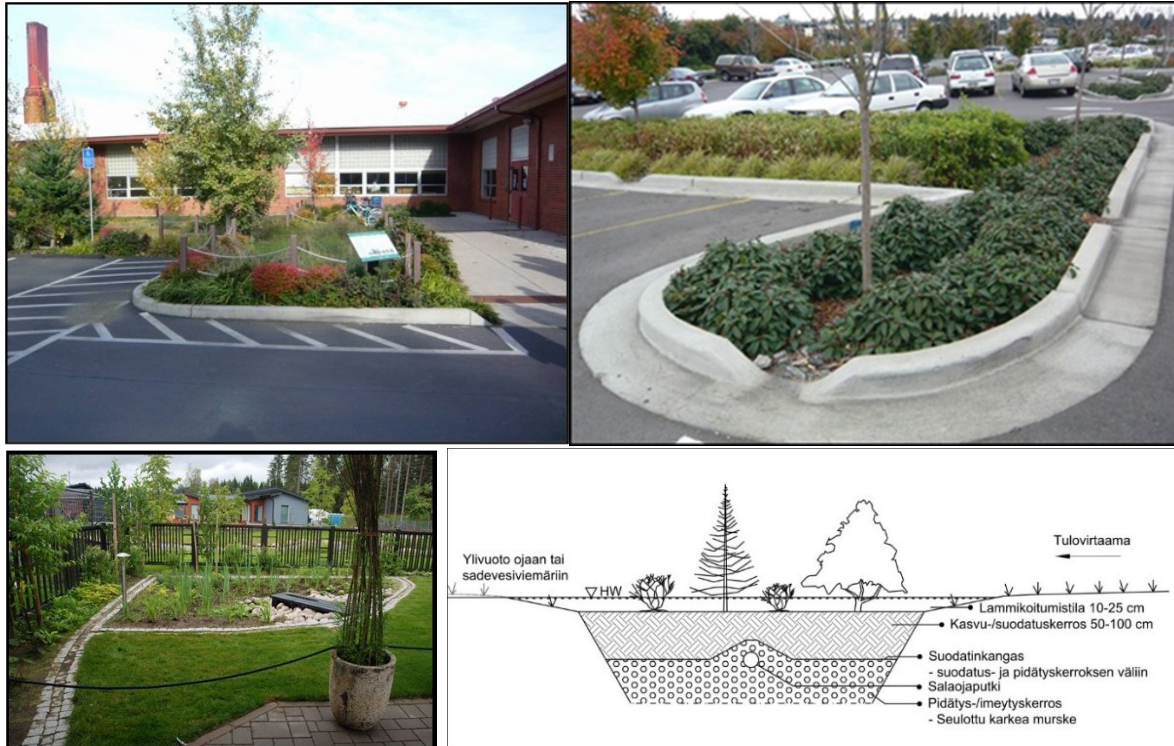


Kuva 17. Esimerkkejä läpäisevien päällysteiden käytöstä.¹²

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.

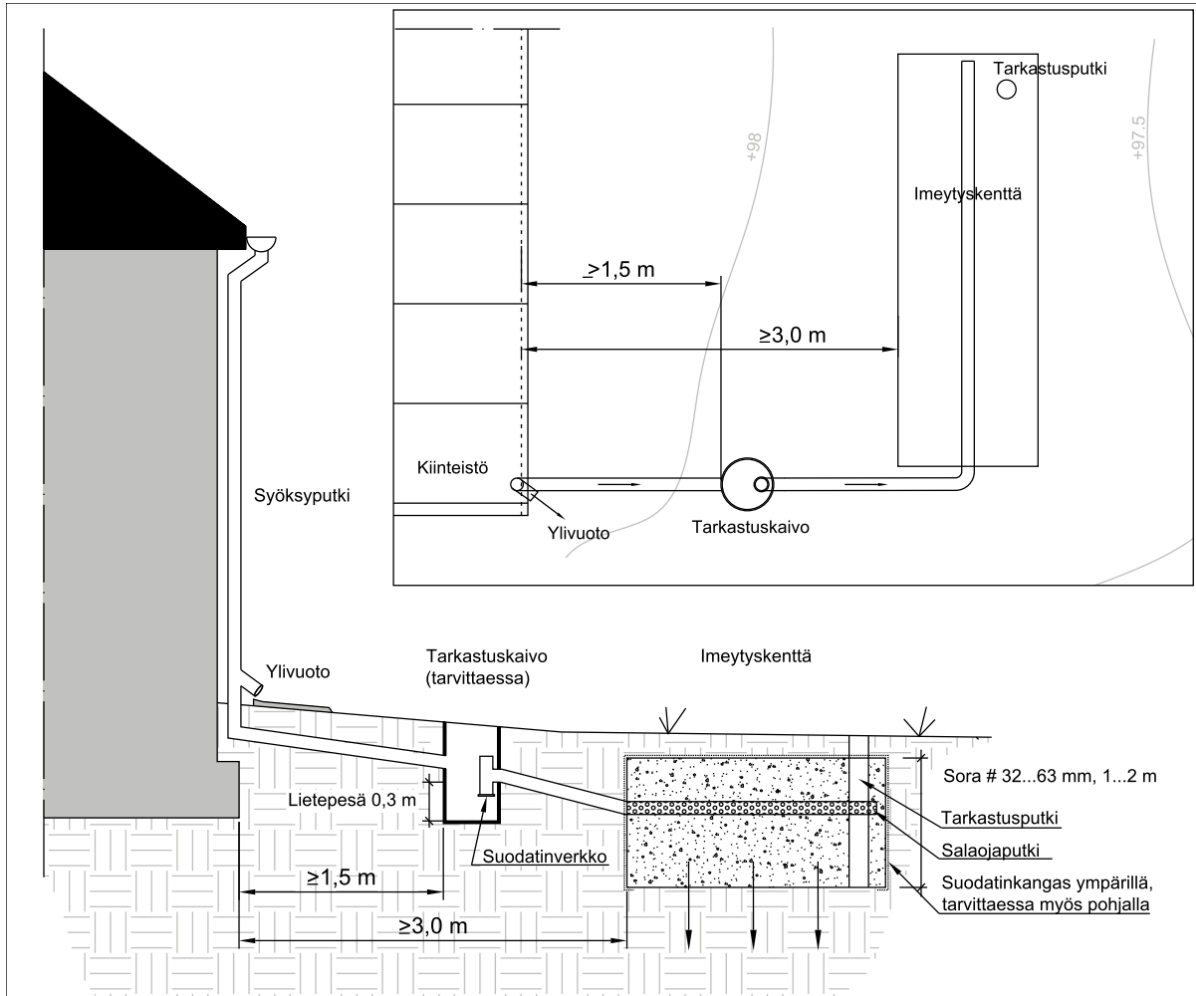
Mikäli tontilla on tilaa hyvin käytettävissä, imeytys/viivytyks voidaan tehdä käyttäen maanpäällisiä viherpainanteita, jotka voidaan sijoittaa esimerkiksi kuvassa 18 esitettyjen esimerkkien mukaisesti. Viherpainanteen/ biopidätysalueen toiminta perustuu huleveden suodautumiseen kasvukerroksen läpi, jolloin suuri osa epäpuhtauksistakin pidättyy pintakerrokseen tai sitoutuu suodattavan kerroksen materiaaliin. Mikäli maaperä on hyvin vettä läpäisevää, viherpainanne/biopidätysalue tyhjenee kokonaan imeytymisen kautta. Heikommin vettä läpäisevässä maaperässä rakenne voidaan varustaa salaojilla, jolloin kyse on suodattamisesta. Biopidätysalueeseen liittyy aina painanteessa oleva lammikoitumistila, johon voidaan kohteesta riippuen hetkellisesti varastoida ja viivyttää melko suuriakin vesimääriä, jolloin se toimii hulevesiä viivyttävänä ratkaisuna.

¹² FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy.



Kuva 18. Viherpainanne ja biopidätysalue.^{12 yllä12}

Mikäli maanpäällistä tilaa hulevesien hallintatoimenpiteille ei ole osoittaa, voidaan hallinta toteuttaa myös maanalaisesti mm. imeytyskaivannoilla tai -kentällä. Esimerkki imeytyskentästä on esitetty kuvassa 19. Imeyttävät menetelmät suositellaan tehtävän hajautetusti, jolloin yhden menetelmän valuma-alue ja mitoitusvesimäärä ei kasva suureksi. Järjestelmien yksityiskohtaiset mitoitukset tulee selvittää maankäytön jatkosuunnittelussa yhdessä maaperän vedenläpäisevyytutkimuksien 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 19. Tyypikuva tonttikohtaisesta imeytyskentästä.¹²

Tonttien sisällä hulevesien johtamisessa tulisi suosia mahdollisuuksien mukaan kattovesien epäsuoraa kytkemistä alueelliseen järjestelmään kuten hulevesiviemäriverkkoon. Toisin sanoen kattojen hulevedet tulisi johtaa esimerkiksi valuntaa hidastavan viherkaistaleen, kourun tai kivipuron kautta eteenpäin joko hulevesiviemäriverkkoon, ojiin tai viherpainanteisiin. Etenkin viherkaistaleiden ja -painanteiden avulla voidaan alentaa ratkaisevasti hetkellistä virtaamahuippua, joka esiintyy lyhyillä rankkasateilla. Viherrakenteet ja murskepesät mahdollistavat myös hulevesien imeyttämisen maaperään, jos maaperä on hyvin vettä läpäisevää. Esimerkkejä piha-alueen hulevesien johtamismenetelmistä on esitetty kuvassa 20.



Kuva 20. Esimerkki kattovesien johtamisesta. Esimerkissä hulevedet johdetaan syksytorvista betonista kourua myöden viherkaistaleelle, joka sijaitsee riittävän etäällä rakennuksesta. Vasen kuva on Hannoverista ja oikea kuva Tampereen Vuoreksesta.¹²

Suunnittelualueen hulevedet johdetaan jatkossakin ojilla, painanteilla, hulevesiviemäreillä ja pinnantasauksin. Hulevesiviemäröinti on todennäköisesti salaojavesien ja hulevesien poisjohtamiseksi joka tapauksessa tarpeen. Alueella voidaan kuitenkin käyttää myös painanteita ja oja jalankulkuväylien ja muiden kulkureittien vierellä. Esimerkiksi suunnittelualueen läpi kulkevan pp-alueen molemmin puolin suunnitellaan toteutettavan viivytysojat, joissa vettä voidaan viivyttaa.

Myös hulevesiviemäröinti voidaan kytkeä katupainanteisiin siten, että hulevesiviemäristä vesi voi hetkellisesti nousta painanteeseen synnyttäen hieman viivytystilavuutta hulevesille. Viherpainanteiden avulla voidaan alentaa hetkellisiä virtaamahuippuja. Viherpainanteet mahdollistavat myös hulevesien imeyttämisen maaperään, jos maaperä on hyvin vettä läpäisevää. Kuvassa 21 on esitetty esimerkkejä katualueen viherpainanteesta.



Kuva 21. Vasen kuva: Esimerkki hulevesien pintajohtamista kadun reunaosassa, johon on istutettu kasvillisuutta ja rakennettu pohjapatoja.¹² Oikea kuva: Esimerkki katualueen viherpainanteesta, jossa on ylivuotojärjestelmä hulevesiviemäriverkkoon (Seattle, USA).¹²

Kaava-alueen keskitetty viivytys on suunniteltu hulevesiuomaan, johon voidaan toteuttaa viivytysallas esimerkiksi viherpainanteena tai kosteikkona. Kuvassa 22 on esitetty esimerkkejä hulevesialtaasta sekä viivytyspainanteista.



Kuva 22. Esimerkkejä viivytyksaltaista sekä -painanteista. ¹²

4.4 Tulvareitit ja poikkeukselliset sateet

Hulevesien hallinnan ja perinteisen johtamisen lisäksi on huomioitava hulevesien tulvareitit ja niiden tilantarve. Tulvareiteillä turvataan hulevesien hallittu johtaminen ja rakenteiden kuivana pysyminen tilanteissa, joissa hulevesi- ja viemäriverkon ja mahdollisten hallintamenetelmien kapasiteetti ylittyy. Pihojen kaltevuudet tulee suunnitella siten, että valumasuunnat ovat pois päin rakennuksista ja kaltevuudet riittävät hulevesien sujuvaan pintajohtamiseen.

Pidempikestoisten ja harvoin esiintyvien sateiden aikana hulevesiviemäreiden kapasiteetti ylittyy, jolloin hulevedet johtuvat tulvareittejä pitkin alavampiin maastonkohtiin kuten olemassa oleviin ojiin ja painanteisiin. Kaava-alueella ensisijaisesti kaikki kadut ja polut toimivat tulvareittinä. Tärkeimmät kaava-alueen huomioitavat tulvareitit on esitetty suunnitelmakartalla.

4.5 Rakentamisen aikaisten hulevesien hallinta

Rakentamisen aikaiset hulevedet ovat poikkeuksetta laadultaan huonoja, koska hulevesiin huuhtoutuu mm. häiriintyneistä maakerroksista runsaasti kiintoainesta. Ilman hallintaa tästä aiheutuva tilapäinen kiintoaineskuormitus voi nousta haitallisemmaksi kuin esim. valmiin alueen aiheuttama pitkäaikainen kuormitus. Kiintoaineskuormituksen lisäksi muita ympäristöä kuormittavia päästöjä ovat mm. työmaakoneiden öljy- ja polttoainepäästöt, roskat ja mahdolliset ympäristön kannalta haitalliset kemikaalit kuten maalit ja liuottimet.

Rakennusvaiheen hallintamenetelmät tulee suunnitella tapauskohtaisesti. Rakentamisen aikaisten hulevesien hallintamenetelmien tulisi olla rakenteeltaan ja toiminnaltaan yksinkertaisia, helposti toteutettavissa sekä kustannuksiltaan edullisia. Menetelmillä pyritään ensisijaisesti rakennusalueelta tulevan kiintoaineskuormituksen vähentämiseen rakennettavan alueen alapuolella ja toissijaisesti myös virtaamien hallintaan tulvahaittojen ja eroosion estämiseksi.

Keskitetyn virtauksen suodattamiseen esimerkiksi ojissa tai kuivatusjärjestelmien purkupisteissä soveltuvat lähinnä suotopadot. Suotopato rakennetaan vettä hyvin läpäisevästä kiviaineksesta, 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.

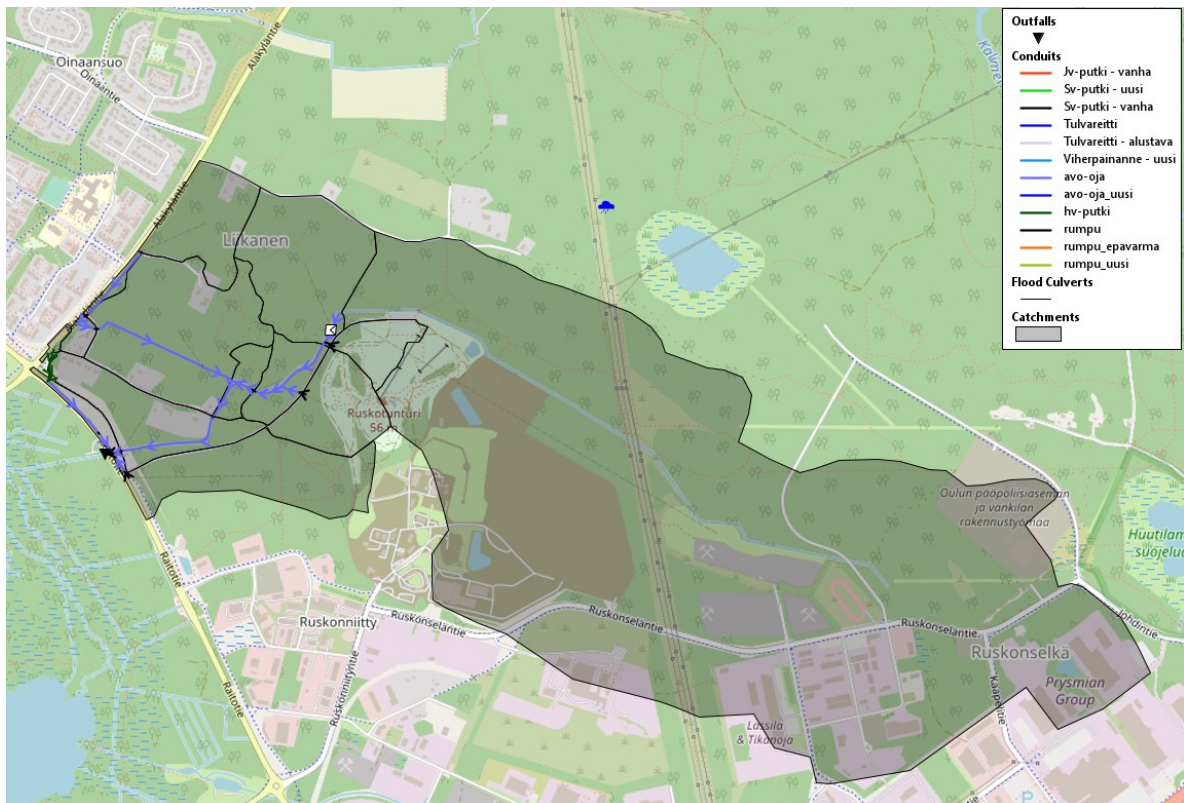
Mikäli tontilla tilanpuutteen vuoksi ei ole mahdollista rakentaa suotopatoja, voidaan suodatus toteuttaa esimerkiksi hiekka- tai kangassuodatuksella. Suodatus voidaan toteuttaa esimerkiksi vaihtolavan/-lavojen sisään rakennettavalla suodattimella.

Oulun kaupungin rakennusvalvonnan internet-sivuilta on ladattavissa ohje työmaavesien hallitsemiseksi (<https://www.ouka.fi/oulu/rakennusvalvonta/tyomaavesiohje>). Ohjeessa kerrotaan, miten Oulun alueen työmailla syntyvien työmaavesien, kuten hulevesien, kanssa tulee menetellä. Työmaavesien käsittelystä ja työmaaveden yleisestä laadusta kerrotaan RT-kortissa 89-11230.

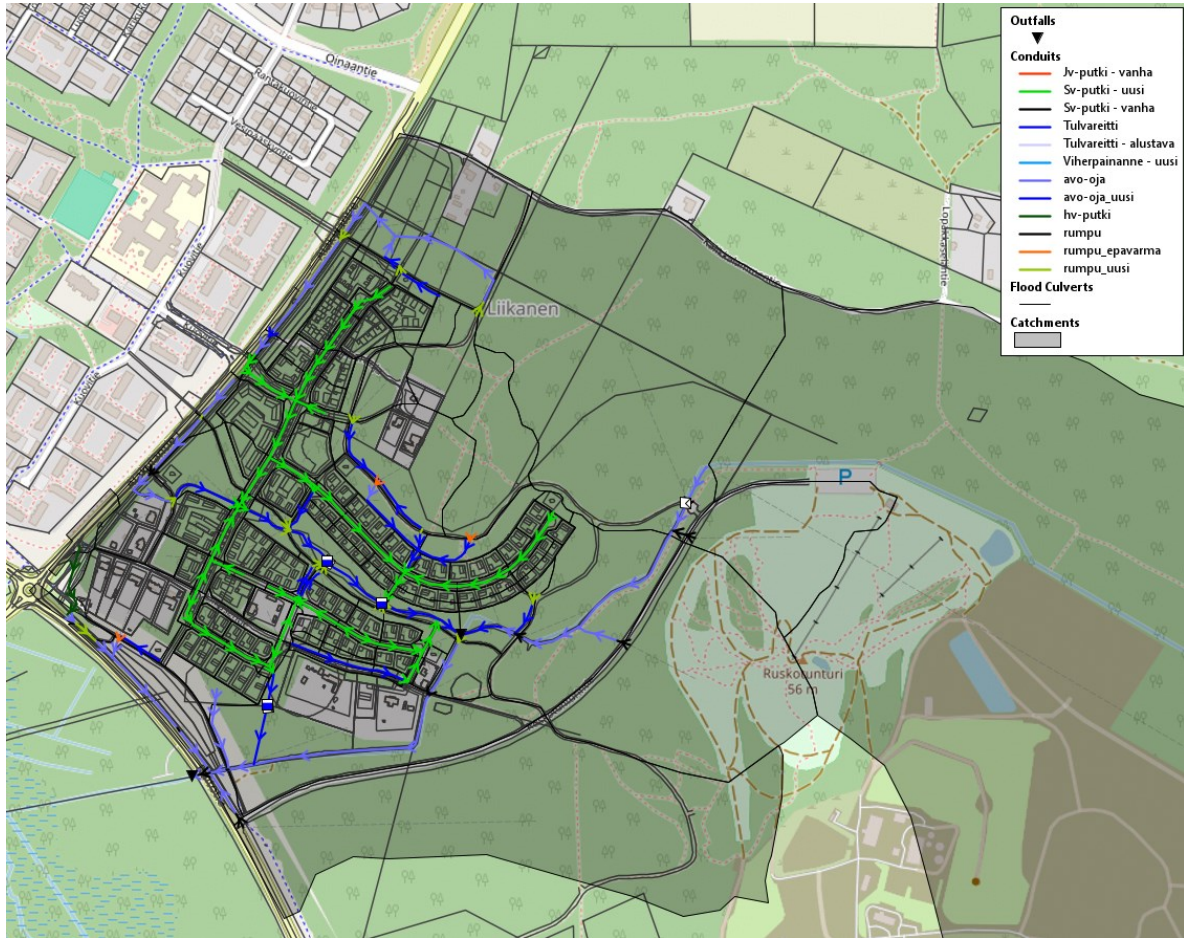
5 Hulevesien hallinnan suunnittelu

5.1 Yleistä

Suunnittelualueen hulevesivalunnan muodostumista tarkasteltiin hulevesimallin avulla. Mallinnus suoritettiin Fluidit Oy:n mallinnusohjelmalla, joka perustuu EPA-SWMM-ohjelmaan ja sisältää hulevesien muodostumista kuvaavan hydrologisen valuma-aluemallin sekä virtausreitit kuvaavan hydraulisen mallin (kuvat 23 ja 24).



Kuva 23. Nykytilanteen hulevesimalli.



Kuva 24. Tulevan tilanteen hulevesimalli.

Malliin rakennettiin osavaluma-alueet ja valumareitit ominaisuuksineen, joista huomioitiin mm. pinta-ala, läpäisemättömän pinnan määrä, keskimääräinen kaltevuus sekä virtausvastuskerroin. Mallinnuksen tuloksena saatiin valuma-aluekohtaiset purkautumiskäyrät, jotka toimivat syötteenä hydrauliselle verkostomallille. Kuvassa 23 on esitetty ote hulevesimallista nykytilanteessa, kuvassa 24 on esitetty suunnittelumalli.

5.2 Mallinnuksessa käytetyt rankkasadetapahtumat

Valuma-alueiden purkupisteiden suurimmat hulevesivirtaamat saavutetaan yleensä silloin, kun rankkasateen kesto valitaan kertymisajan eli valuma-alueen etäisimmästä reunasta purkupisteeseen kuluvan virtausajan pituiseksi. Toisin sanoen kertymisaika määrittää suurimpien virtaamahuippujen esiintymishetken rankkasateen alkamishetkestä lukien. Hulevesiviemäriverkostossa pahin hetkellinen tulvatilanne syntyy lyhytkestoisella, intensiteetiltään suurella rankkasateella. Sen sijaan esimerkiksi hulevesialtaissa ja valuma-alueeltaan suurissa tarkastelupisteissä pahimman tulvatilanteen aiheuttaa yleensä pitkäkestoisempi rankkasade, jonka sademäärä on suuri.

Tarkasteluissa on käytetty Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU)¹³ loppuraportin (Aaltonen J. ym. 2008) mukaisia, tarkistettuja sateen keskimääräisiä intensiteettejä 1 km² aluesadannalle.

Taulukossa 4 on esitetty tässä työssä käytettyjen sateiden tiedot. Ilmastonmuutoksen on ennustettu kasvattavan rankkasateiden intensiteettejä keskimäärin 15–20 % vuosiin 2071–2100 mennessä. Arviot perustuvat Ilmatieteen laitoksen ennusteisiin. RATU:n suositusten mukaisesti ilmastonmuutos voidaan huomioida käyttämällä 20 % nykyistä rankempia sateita. Tämä tarkoittaa esimerkiksi, että nykyhetken 1/10a toistuvuus vastaa ennustetun ilmastonmuutoksen mukaisessa tilanteessa likimäärin 1/5a toistuvuutta. Vastaavasti nykyinen 1/5a toistuvuus vastaa ennustetussa tilanteessa likimäärin 1/3a toistuvuutta.

Taulukko 4. Mallinnuksessa käytettyjen rankkasateiden kesto, toistuvuus, keskimääräinen intensiteetti ja sademäärä, johon on otettu huomioon 20 % lisäys sademäärään ilmastonmuutoksen vaikutusta varten (Aaltonen J. ym. 2008).

Kesto	Toistuvuus	Keskimääräinen intensiteetti		Sademäärä mm
		mm/min	l/s/ha	
10 min	1/5a	1,20	200	12,0
	1/10a	1,33	222	13,3
15 min	1/5a	0,88	146	13,1
	1/10a	1,12	187	16,8
30 min	1/5a	0,60	100	18,0
	1/10a	0,72	120	21,6
60 min	1/5a	0,38	64	23,0
	1/10a	0,46	77	27,7
180 min	1/5a	0,18	30	32,2
	1/10a	0,21	35	38,0

5.3 Hulevesivirtaamat nyky- ja tulevassa tilanteessa sekä hallintatoimenpiteiden mitoitus

Oulun kaupungin hulevesien hallinnan kaupunkitilaohjeen (2024) mukaan päävirtausreittien viemärit ja rumpurakenteet mitoitetaan 1/10a toistuvuudella, eli 1/5a sateilla, johon ilmastonmuutoksen vaikutus on otettu huomioon 20 % sademäärän lisäyksellä. Alueella arvioitiin alustavat hulevesiviemärien runkolinjaukset, johon katujen ja tonttien hulevedet on liitetty noin nykyisen maaston kaltevuuksilla. Vaikka katujen hulevedet johdetaan katusuunnitelman mukaisesti viherpainanteisiin, tonttien hulevedet on johdettu suoraan hulevesiviemärien runkolinjaan. Suunnittelualueen tarvittavat avouomat mallinnettiin tyyppipoikkileikkauksien perusteella. Kaikki

¹³ Rankkasateet ja taajamatulvat, 2008.

mallissa käytetyt ja suunnitelmakartalla esitetyt korkotasot on alustavasti arvioitu nykyisen maanpinnan mukaisesti.

Erityisesti kaava-alueen keskiosuudelle suunnitellun hulevesiuoman mahdollinen kaltevuus on erittäin rajallinen, koska nykyinen korkeusero Liikasenperäntieltä Lopakkaojaan välillä on pieni. Lisäksi uoman tarvittava syvyys tulee olla noin 1 – 1,5 m, jotta tien alittavan suunnitellun rummun peitesyvyys on riittävä ja saadaan kuivatusta varten kaava-alueella tarpeeksi kallistusta uomaan asti. Tässä työssä arvioitua uoman ja rumpujen korot arvioitiin alustavasti nykyisen maanpinnan perusteella. Uoman yläpuolella uoman pohja (~+15,2) on arvioitu niin, että tien kohdalla rummun päällä on ainakin 40 cm peitesyvyys (rummun tarvittavan koon takia rumpu pitää todennäköisesti toteuttaa ”upotettavana”). Alajuoksun reunaehtona käytettiin Illansuunpolun rummun mitattuja korkoja (~ +14,8). Arvioitu uoman kaltevuus on siis alla 0,1 %.

Tämän takia tulevassa tilanteessa (niin kuin nykytilanteessa olemassa olevassa sivuojassa) on mallinnuksen mukaisesti riski, että Lopakkaojasta vesi ei vain virtaa etelään päin pääuoman mukaisesti vaan myös lännen suuntaan eli suunniteltuun hulevesiuomaan. Päävirtausreitit ja myös viivytyksen mitoitettiin sen takia näin, että hulevedet virtaavat vapaasti pois uudisrakentamisalueelta eli ilman padotusta tai takaisinvirtausta Lopakkaojasta.

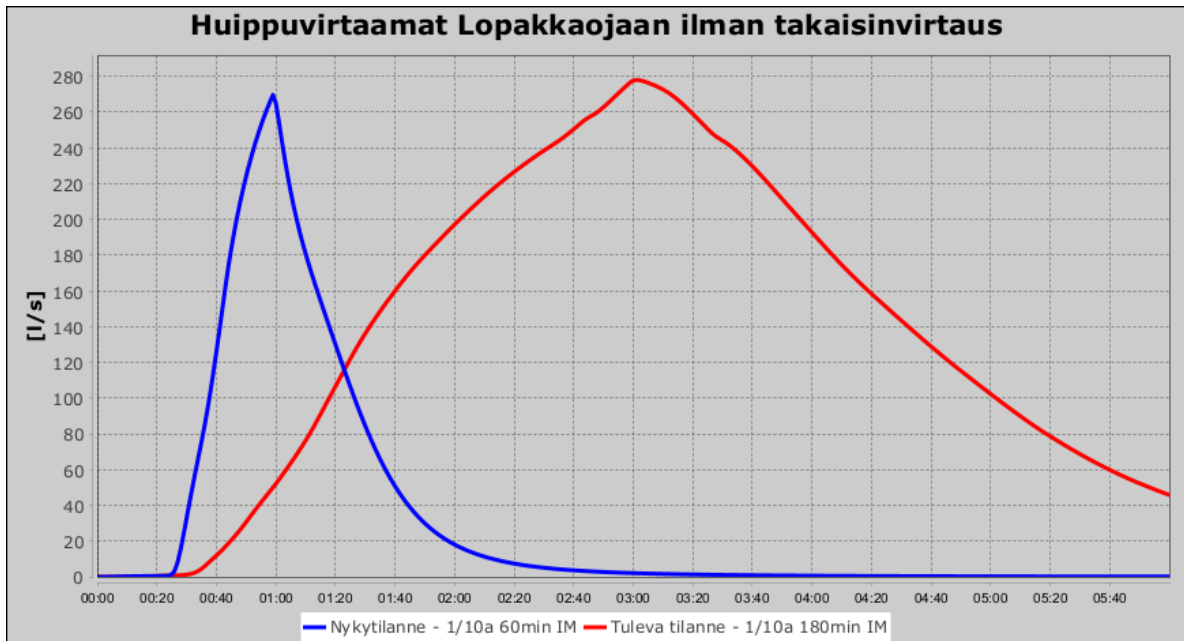
Viivytystarve mitoitettiin 1/10a sateilla, johon ilmastonmuutoksen vaikutus on otettu huomioon 20 % sademäärälisäyksellä (sateet vastaavat siis noin nykyisiin 1/20a toistuvuuteen). Tarvittavat tilavuudet ja tilavaraukset mitoitettiin siten, että kaava-alueen tulevat huippuvirtaamat eivät ylitä nykyisiä huippuvirtaamia. Kaava-alueella käytettiin tonttikohtaisena viivytyksmääräyksenä AO-alueilla 0,5 m³ ja AP-, AP/PA- sekä P-alueilla 1 m³ 100 m² läpäisemätöntä pintaa kohden. Katualueiden hulevedet tulee viivyttää esimerkiksi viherkaistojen tai sivupainanteiden kautta. Mallinnuksen avulla mitoitettu viivytyksen kokonaistilavuus on noin 1240 m³. Viivytyksen voidaan toteuttaa esimerkiksi kahdella tai kolmella viivytyksosalla siten, että yläosan allas toimii ensisijaisesti laskeutuksena ja alaosan allas viivyttävänä sekä puhdistavana kosteikkona (mikäli pohjavesitaso on tarpeeksi alhaalla).

Altaiden alustavasti arvioitu syvyys ylivuototasolle on noin 50 -75 cm. Ylivuotorakenne voidaan toteuttaa padolla (altaat 2a ja 3) sekä rummulla (altaat 1 ja 2b). Suunnitelmakartalla (liite 2) esitetty tilavarauus on yksinkertaisesti laskettu altaan pohjatasolta 1:4-luiskien mukaan. Mallinnustuloksen nykyiset ja tulevat viivytytetyt huippuvirtaamat eri kohdilla on esitetty kuvissa 25 – 27.

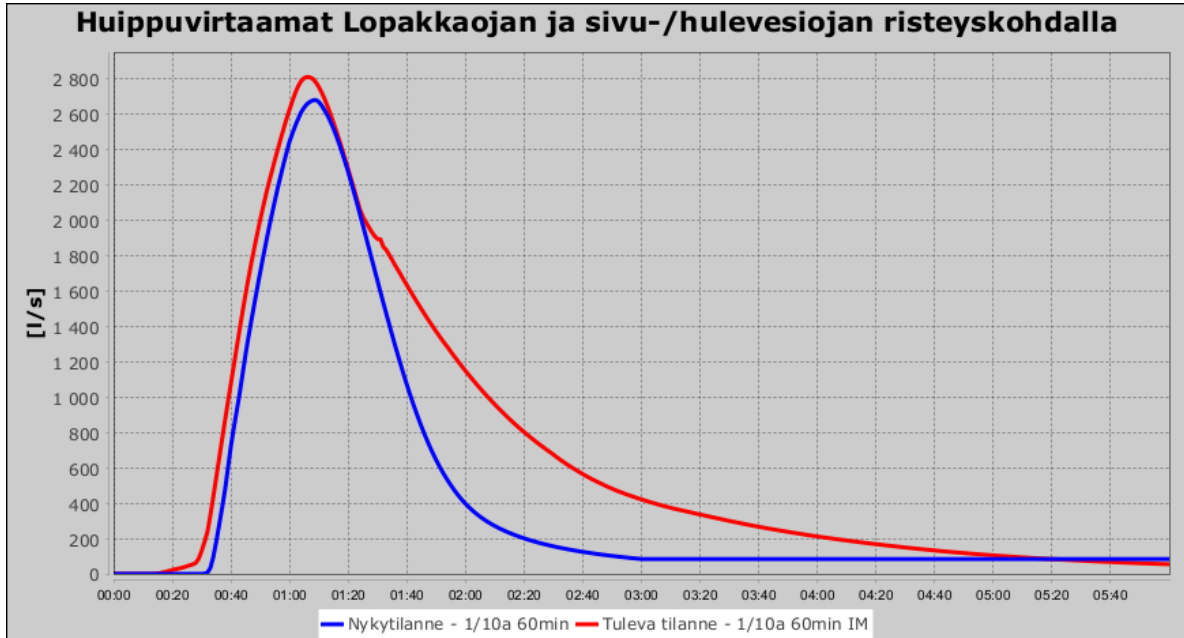
Lisäksi AO-korttelin 9 ja nykyisen MT alueen välille on suunniteltu pieni viivytykspainanne, johon Liikasenperäntien ja siihen liitettyjen tonttien hulevedet johdetaan. Mitoitettu tarvittava tilavuus on noin 22 m³.

Alueelle on suunniteltu kaksi alikulkua (toinen kaava-alueen pohjoiskulmassa ja toinen Liikasenperänpolun kohdalla). Molemmille alikuluille on suunniteltava hv-pumppaamo. Tässä selvityksessä pumppaamojen sijainnit, valuma-alueet sekä tulo- ja poistoputkien linjaukset on arvioitu ohjeellisesti, koska tarkempi reittien tasaus ja luiskaus eivät ole vielä tiedossa. Hulevesiverkostoon sekä viivytyksmitoituksessa alueiden virtaamat otettiin huomioon. Tarkempi

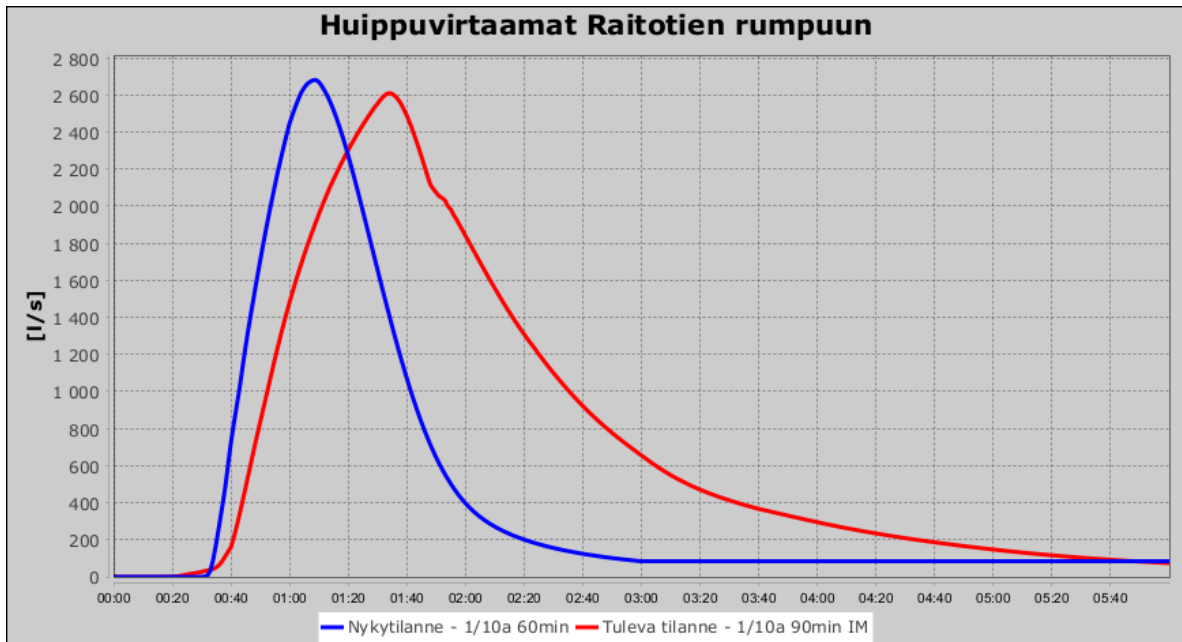
pumppujen valuma-alueiden määrittely sekä mitoitus tehdään jatkosuunnittelussa, kun alikulkujen suunnitelma etenee ja tarkentuu.



Kuva 25. Huippuvirtaama Lopakkaojaan nykytilanteessa (1/10a) ja tulevassa tilanteessa (1/10a IM, IM = ilmastonmuutoksen vaikutus otettu huomioon).



Kuva 26. Huippuvirtaama Lopakkaojan ja sivuojan (nykytilanteessa, 1/10a) ja hulevesiuoman (tulevassa tilanteessa, 1/10a IM, IM = ilmastonmuutoksen vaikutus otettu huomioon) risteyskohdalla.



Kuva 27. Huippuvirtaama Lopakkaojassa Raitotien rumpuun nykytilanteessa (1/10a) ja tulevassa tilanteessa (1/10a IM, IM = ilmastonmuutoksen vaikutus otettu huomioon).

Tulvatilanteessa kaikki kadut sekä niiden sivupainanteet toimivat tulvareittinä. Kaikkien katujen vieressä sijaitsevien tonttien tasaukset on siis suunniteltava niin, että pintavedet valuvat katujen suuntaan ja että sivupainanteiden ja tonttien tasauksen välillä jää ainakin 10 cm korkeusero. Takaisinvirtauksen takia Lopakkaojasta hulevesiuomaan vesi nousee ainakin Lopakkaojan risteyskohdalla Päivänkajonpolulle asti tulvatilanteessa (1/100a, johon ilmastonmuutoksen vaikutus on otettu huomioon) mallinnuksen perusteella noin tasolle +16.75. Sen vuoksi suositellaan suunniteltavan polun tasaus noin Päivänkierron ja tonttirajan välillä vähintään tasolle +16.8.

6 Yhteenveto ja johtopäätökset sekä ohjeistus alueen jatkosuunnitteluun ja kaavamääräykset

Tässä työssä laadittiin hulevesiselvitys ja hulevesien hallintasuunnitelma Liikasenperän asemakaavan muutosta varten. Asemakaavalla on tarkoitus mahdollistaa alueelle pääosin pientaloasutuksen ja pieneltä osin palvelun rakentaminen. Alue on nykyisellään pääosin rakentamatonta metsää, mikä on osittain niin tasaista, että vesien virtausreitit on vaikea määrittellä ja maasto on paikoin melko märkää.

Työn ensimmäisessä vaiheessa laadittiin hulevesiselvitys alueen nykytilanteesta, missä selvitettiin valuma-alueet ja -reitit, nykyisen rumpujen kapasiteetti, tulva-alueet ja -reitit, maaperä, topografia, pohjavesiolosuhteet sekä luontoarvot. Lisäksi laadittiin tavoitteet hulevesien hallinnalle. Hulevedet laskevat kaava-alueelta suunnitellun hulevesiuoman kautta Lopakkaojaan, mistä eteenpäin ojaassa Kaijonlahden kautta Kuivasjärveen. Tulvatilanteessa vedet ohjautuvat pääosin ojien mukaisesti samaan suuntaan.

Työn toisessa vaiheessa laadittiin hulevesien hallintasuunnitelma. Hulevesimitoituksia ja verkoston kapasiteettitarkastelua varten alueesta laadittiin hulevesimallinnus. Tarkastelut tehtiin 1/5a ja 1/10a sateilla. Viivytyksen mitoitusta varten toistuvuudeksi valittiin 10 vuotta, jotta ilmastonmuutoksen vaikutus on otettu huomioon niin, että sademäärään tulee 20 % lisäys. Alueelle arvioitiin alustava hulevesiviemäriverkosto, minkä kapasiteetti on mitoitettu 1/5a sateilla + 20 % ilmastonmuutoksen lisäys sademäärään. Alueelle suositellaan ensisijaisesti hulevesien tonttikohtaista imeyttämistä ja toissijaisesti viivyttämistä. Huleveden imeyttäminen esitetään tehtävän joko maanpäällisesti viherpainanteissa tai maanalaisesti imeytyskentässä riippuen tontin tilankäytöstä. Huleveden imeytymistä voidaan edistää myös korvaamalla asfalttipintoja läpäisevillä pinnoilla. Katualueiden hulevedet tulee viivyttää katualueilla, esimerkiksi viherkaistojen ja viherpainanteiden kautta. Tonttikohtainen ja katualueiden viivytyks ei tule riittämään kaikkialla tulevassa tilanteessa ilman hulevesien muita hallintatoimenpiteitä. Näin ollen hulevesien hallinta yleisellä alueella on tarpeen. Mallinnuksen mukaan hulevesien keskitetty viivytystilavuustarve on kokonaisuudessaan noin 1265 m³, josta noin 1240 m³ on suunniteltu kaavaluonnoksessa esitetyn hulevesiuoman kohdalle ja noin 25 m³ kokoinen painanne Liikasenperäntien kaakkoiskulmaan.

Hulevesitoimenpiteet on esitetty liitteen 2 suunnittelukartalla ohjeellisesti ja toimenpiteet ja niiden sijoittuminen tulee tarkentaa alueen tarkemman suunnittelun yhteydessä, kun rakennusten ja muiden toimintojen sijainnit ovat tarkentuneet. Tonttikohtaiset menetelmät ovat kiinteistönomistajan vastuulla, minkä takia niiden tulisi olla rakenteeltaan ja toiminnaltaan yksinkertaisia, helposti toteutettavissa sekä kustannuksiltaan edullisia. Tonttikohtaiset hulevesien hallintamenetelmät tulee suunnitella tapauskohtaisesti yhteistyössä piha- ja LVI-suunnittelijan kanssa rakennusluvan haun yhteydessä. Tonttikohtaisista hulevesijärjestelmistä hulevedet puretaan katualueiden hulevesijärjestelmiin.

Hulevesien hallinnasta suositellaan määrättävän tai ainakin ohjeistettavan kaava-asiakirjoissa. Hulevesimääräyksissä suositellaan huomioitavan seuraavan asiat:

Hulevesien tontti- ja korttelikohtaiset hallintamenetelmät:

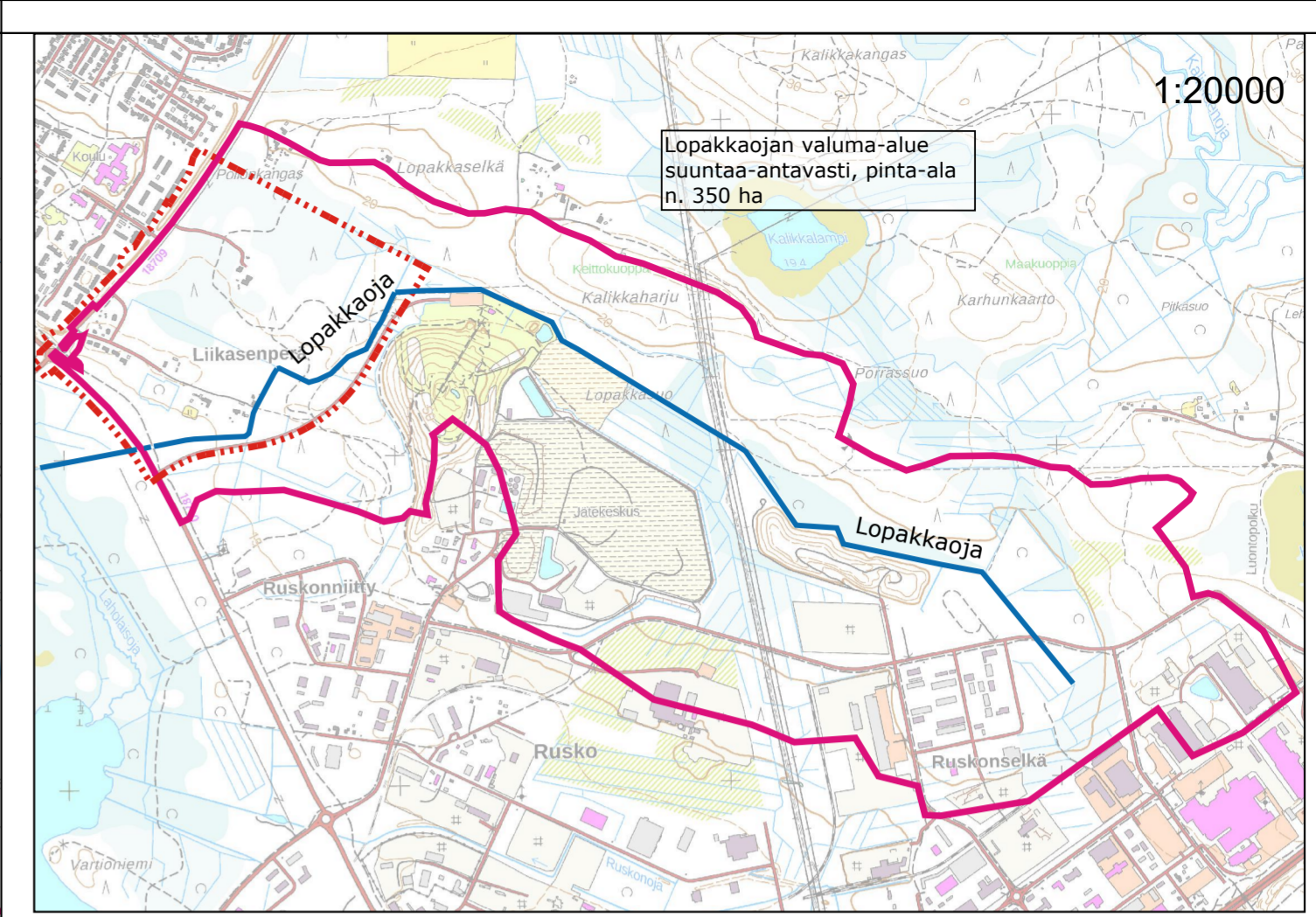
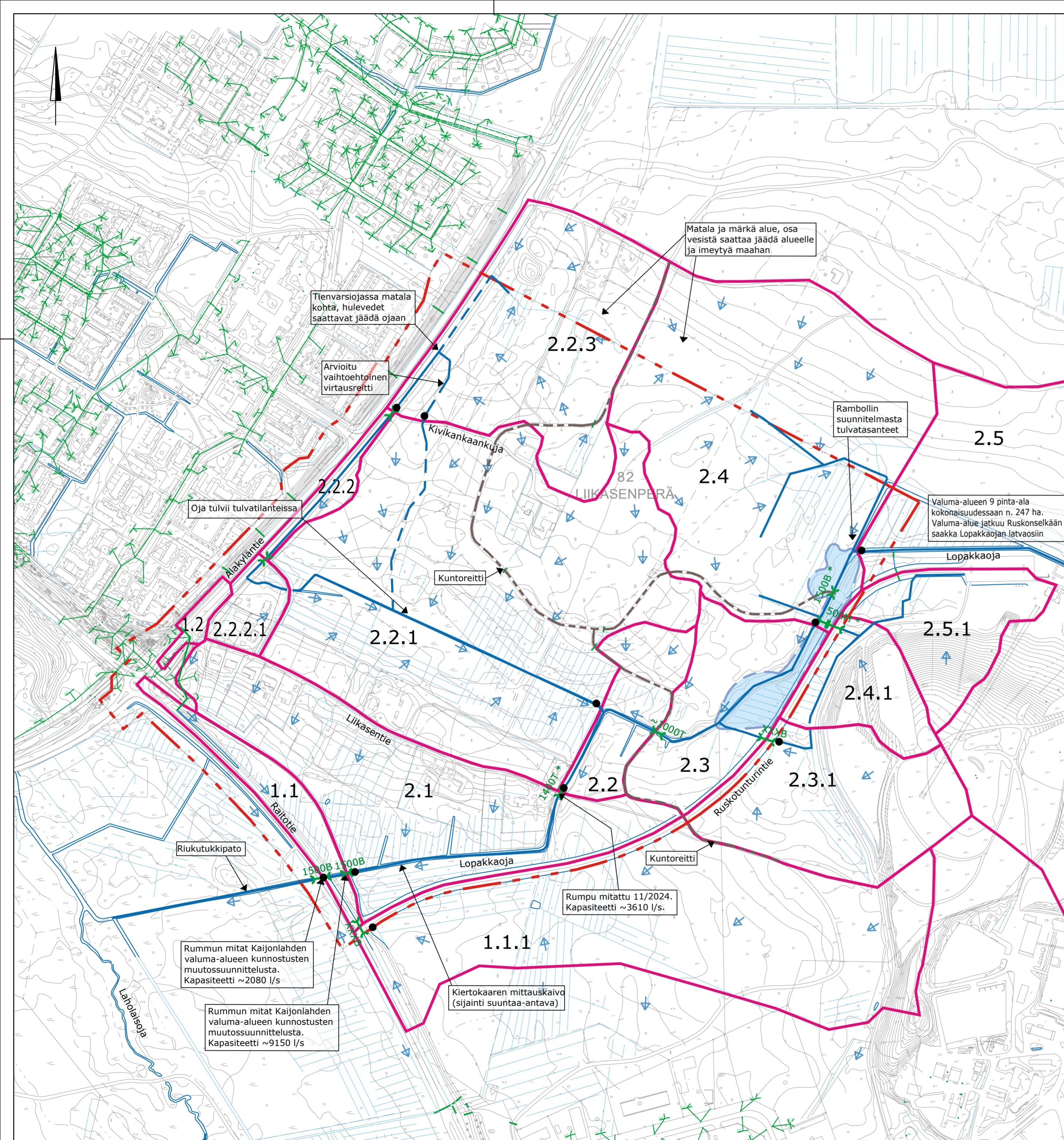
- Hulevesien hallinta tulee toteuttaa ensisijaisesti hajautetusti tontin sisällä, ensisijaisesti imeyttämällä hulevedet maahan ja toissijaisesti viivyttämällä.
- Katujen pintavedet viivytetään sekä johdetaan ensisijaisesti sivupainanteiden tai viherkaistojen viivytyksipainanteiden kautta hulevesiviemäriverkostoon. Viivytyksivaatimuksena suositellaan noin 0,5 m³ vettä läpäisemätöntä 100 m² pintamateriaalia kohden.
- Tonttikohtainen mitoitusvaatimus: hulevesiä tulee viivyttää alueella siten, että viivytyksipainanteiden, -altaiden tai -säiliöiden mitoitustilavuuden tulee olla AO-tonteille vähintään 0,5 m³ ja muille tonteille 1 m³ vettä läpäisemätöntä 100 m² pintamateriaalia kohden. Viivytyksialueiden tulee tyhjäntyä 12 tunnin kuluessa täyttymisestä ja niissä tulee olla suunniteltu ylivuoto.
- Piha-alueiden tarvittavia kivettyjä pintoja suositellaan toteutettavan ainakin puoliläpäisevillä päällysteillä.

- Kortteleihin tulee jättää kasvillisuuden peittämiä viheralueita.
- Rakentamisen aikaisten hulevesien käsittelyyn tulee kiinnittää erityistä huomioita. Työmaa-aikaiset vedet tulee käsitellä Oulun kaupungin ”Työmaaavesi-ohjeen” mukaisesti puhdistavissa rakenteissa ennen hulevesiverkostoon johtamista.

Hulevesien johtaminen ja alueellinen hallinta:

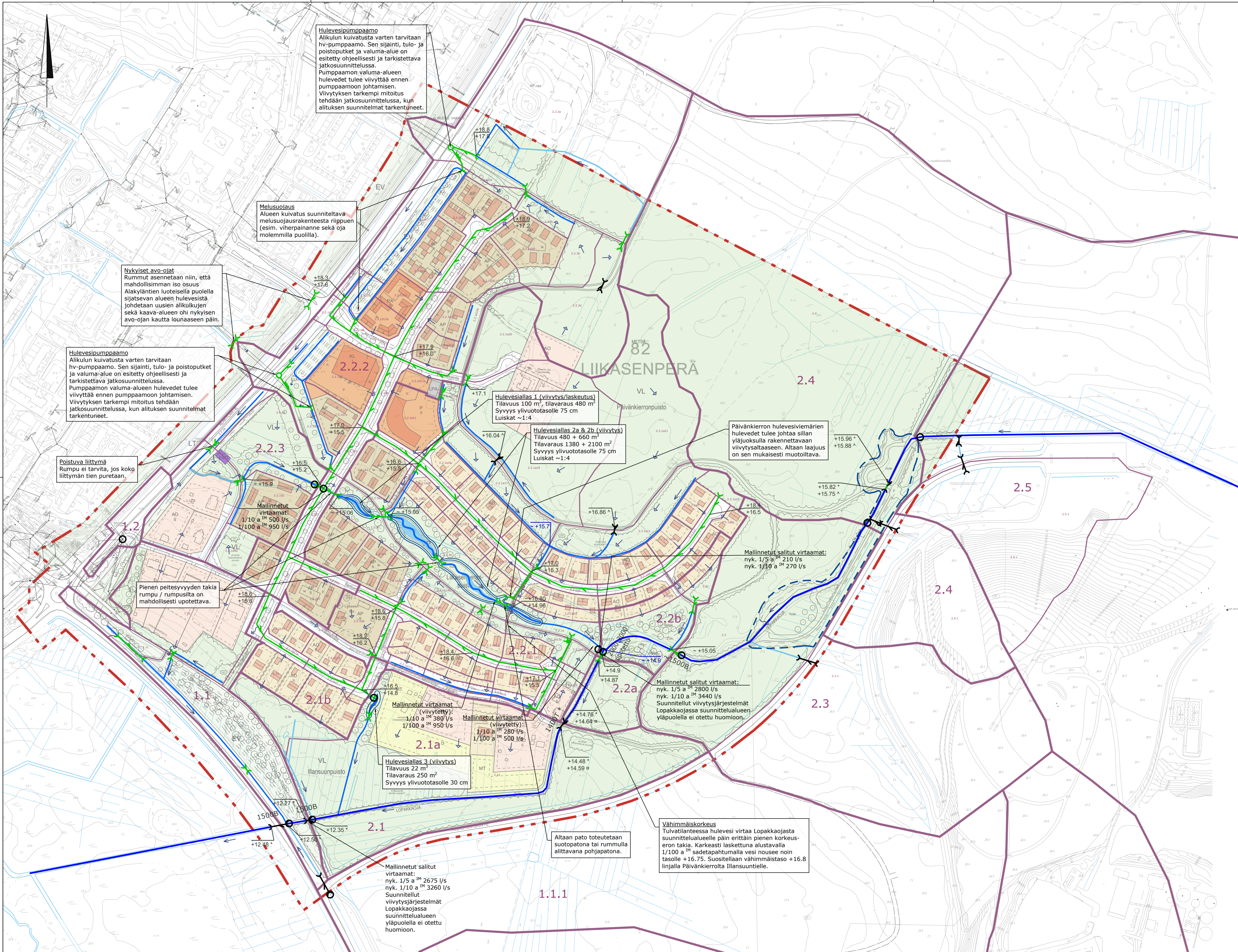
- Liikasenperänpuiston osuus Päivänkierronpolun ja Päivänkajonpolun välillä varataan hulevesien viivytystä sekä tulvan hallinta varten, määräys: ”hulevesien johtamiselle ja viivytykselle sekä tulvavesien hallinnalle ohjeellinen varattu alue”.
- Päivänkierronpolku pp-väylä ja sen yläpuolella sijaitseva viherkaista tulee varata tärkeänä hulevesien johtoreittinä, määräys: ”huleveden johtamiselle ja käsittelylle varattu alueen osa”).

FCG Finnish Consulting Group Oy



- - - Suunnittelualue
- Valuma-alueen raja, nykytilanne
- 1000T Nyk. rumpu / hv
- ~ / XXX koko arvioitu / ei tiedossa, " * " koko Kaijonlahden valuma-alueen kunnostusten muutos suunnittelusta (Ramboll, 2023)
- Nyk. oja (leveys yli 5m)
- Nyk. oja (leveys alle 5m)
- Purkupiste
- Virtaussuunta
- ☁ Suunniteltu Lopakkaojan kosteikko (Kaijonlahden valuma-alueen kunnostusten muutos suunnittelusta, Ramboll, 2023)
- - - Kuntoreitti (nykyinen/uusi)

Rakennuskohde OULUN KAUPUNKI LIIKASENPERÄN HULEVESISELVITYS JA HALLINTASUUNNITELMA	Piirustuksen sisältö VALUMA-ALUEKARTTA, NYKYTILANNE	Mittakaavat 1:4000
Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä: ETRS-GK26 ja N2000		Muutos
FCG Elektronikkatie 6, 3. kerros, 90590 Oulu Puh. 0104090, www.fcg.fi		VHT P47082 201 Tiedosto
Päiväys 28.11.2024 Pääsuunn. P. MÄÄTTÄ Hyv. T. PYRHÖNEN	Suunn./Piirt. L. JÄMSÄ, E. WEHNER Tarkastaja E. HAVULINNA Yhteyshenkilö P. MÄÄTTÄ	A S



Hulevesipumppaamo
Alkukulun kuivatusta varten tarvitaan hv-pumppaamo. Sen sijainti, tulo- ja poistoputket ja valuma-alue on esitetty ohjeellisesti ja tarkistettava jatkosuunnittelussa. Pumppaamon valuma-alueen hulevedet tulee viivyttaa ennen pumppaamoon johtamisen. Viivytyksen tarkempi mitoitus tehdään jatkosuunnittelussa, kun alituksen suunnitelmat tarkentuneet.

Melusuojaus
Alueen kuivatus suunniteltava melusuojarakenteesta riippuen (esim. viherpainanne sekä oja molemmilla puolilla).

Nykyiset avo-ojat
Rummut asennetaan niin, että mahdollisimman iso osuus Alakyläntien luoteisella puolella sijaitsevan alueen hulevesistä johdetaan uusien alkukujien sekä kaava-alueen ohi nykyisen avo-ojan kautta lounaaseen päin.

Hulevesipumppaamo
Alkukulun kuivatusta varten tarvitaan hv-pumppaamo. Sen sijainti, tulo- ja poistoputket ja valuma-alue on esitetty ohjeellisesti ja tarkistettava jatkosuunnittelussa. Pumppaamon valuma-alueen hulevedet tulee viivyttaa ennen pumppaamoon johtamisen. Viivytyksen tarkempi mitoitus tehdään jatkosuunnittelussa, kun alituksen suunnitelmat tarkentuneet.

Poistuva liittymä
Rumpu ei tarvita, jos koko liittymän tien puretaan.

Pienen peitesyvyyden takia
rumpu / rumpusilta on mahdollisesti upotettava.

Hulevesiallas 1 (viivytyk/laskeutus)
Tilavuus 100 m³, tilavaraus 480 m³
Syvyys ylivuotatasolle 75 cm
Luiskat ~1:4

Hulevesiallas 2a & 2b (viivytyk)
Tilavuus 480 + 660 m³
Tilavaraus 1380 + 2100 m³
Syvyys ylivuotatasolle 75 cm
Luiskat ~1:4

Päivänkierron hulevesiviemärien
hulevedet tulee johtaa sillan yläjuoksulla rakennettavaan viivytyksaltaan. Altaan laajuus on sen mukaisesti muotoiltava.

Mallinnetut salitut virtaamat:
nyk. 1/5 a³ 210 l/s
nyk. 1/10 a³ 270 l/s

Mallinnetut salitut virtaamat:
nyk. 1/5 a³ 2800 l/s
nyk. 1/10 a³ 3440 l/s
Suunnitellut viivytyjärjestelmät Lopakkaojassa suunnittelualaueen yläpuolella ei otettu huomioon.

Mallinnetut virtaamat (viivytetty):
1/10 a³ 380 l/s
1/100 a³ 950 l/s

Mallinnetut virtaamat (viivytetty):
1/10 a³ 280 l/s
1/100 a³ 500 l/s

Hulevesiallas 3 (viivytyk)
Tilavuus 22 m³
Tilavaraus 250 m³
Syvyys ylivuotatasolle 30 cm

Vähimmäiskorkeus
Tulvatilanteessa hulevesi virtaa Lopakkaojasta suunnittelualaueelle päin erittäin pienen korkeuseron takia. Kärkeästi lasketun alustavalla 1/100 a³ sadetapahtumalla vesi nousee noin tasolle +16.75. Suositellaan vähimmäistaso +16.8 linjalla Päivänkierrolta Ilansuuntielle.

Altaan pato toteutetaan
suotopätonä tai rummulla alittavana pohjapätonä.

Mallinnetut salitut virtaamat:
nyk. 1/5 a³ 2675 l/s
nyk. 1/10 a³ 3260 l/s
Suunnitellut viivytyjärjestelmät Lopakkaojassa suunnittelualaueen yläpuolella ei otettu huomioon.

- Merkinnät**
- Suunnittelualaue
 - Nykyinen hulevesiviemäri
 - Nykyinen rumpu
 - Nykyinen oja
 - Lopakkaoja
 - Suunniteltu hulevesiviemäri
 - Suunniteltu rumpu
 - Suunniteltu oja
 - Suunniteltu hulevesipumppaamo (ohjeellinen)
 - AL-r1 Päävaluma-alue ja tunnus
 - AL-r1 Osavaluma-alue ja tunnus
 - Suunniteltu maanpäällinen viivytyjärjestelmä (alustavan ylivuototason ja ulkoreunan aluevaraus)
 - Vesipinta 1/1a
 - Lopakkaojan tulvasanteiden suunnittelualaue (Kajonlahden valuma-alueen kunnostusten muutossuunnittelusta (Ramboll, 10/2023))
 - Suunniteltu päävaluma-alueen purkupiste
 - Tulvareitti (kadut ja polut toimivatkin tulvareittinä)
 - Valutasuunta
 - Virtausuunta
 - +3.20 Alustavasti suunnitellut putken/rummun korot
 - +2.85 (maanpinta) putken/ojan pohja
 - +2.85 Alustavasti suunnitellut ojan korot
 - +3.20 Rummun korko:
 - +2.85 * Kajonlahden valuma-alueen kunnostusten muutossuunnittelusta (Ramboll, 10/2023)
 - +2.94 ^ Verkostokartalta (Oulun Vesi, toimitettu 8/2024)
 - x Maastomittauksesta (Oulun Vesi, toimitettu 11/2024)
 - Suositeltu vähimmäistason linjaus

Esitetyt korot ja tilavaraukset ovat ohjeellisia.