



Finnish
Consulting
Group

Typpipuiston hulevesiselvitys

RAPORTTI

Oulun kaupunki

20.1.2025

P46046

Sisällys

1	Johdanto	4
1.1	Työn lähtökohdat ja tavoitteet	4
1.2	Projektin organisaatio	4
2	Suunnittelualue ja sen nykytila	4
2.1	Suunnittelualue ja valuma-alueet ja -reitit	4
2.2	Maaperä, topografia, pohjavedet, tulvareitit, happamat sulfaattimaat ja suojelukohteet .	8
2.3	Nykyinen maankäyttö ja asemakaava	11
2.4	Nykytilanteen hydrologinen tarkastelu	12
3	Suunniteltu maankäyttö ja vaikutukset hulevesien määrään ja laatuun	15
3.1	Maankäytön muutokset	15
3.2	Maankäytön vaikutukset hulevesien määrään ja laatuun	16
4	Hulevesien hallinnan suunnittelu	21
4.1	Hulevesien hallinnan periaatteet Oulussa	21
4.2	Typpipuiston 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	30
5.3	Hulevesivirtaamat nyky- ja tulevassa tilanteessa sekä hallintatoimenpiteiden mitoitus ..	32
6	Yhteenvedo ja johtopäätökset sekä ohjeistus alueen jatkosuunnitteluun ja kaavamääräykset	41

LIITE 1	VHT-P46046-201	Valuma-aluekartta, nykytilanne	1:2500	20.1.2025
LIITE 2	VHT- P46046-202	Yleissuunnitelmakartta	1:1500	20.1.2025

*FCG Finnish Consulting Group Oy ("FCG") on laatinut tämän raportin FCG:n asiakkaan ("Asiakas") toimeksianton ja ohjeiden mukaisesti. Tämä raportti on laadittu FCG:n ja Asiakkaan välisen sopimuksen ehtojen mukaisesti. **FCG ei ole vastuussa tästä raportista tai sen käytöstä suhteessa mihinkään muuhun tahoon kuin Asiakkaaseen.***

Tämä raportti voi perustua kokonaan tai osaksi kolmansien osapuolten FCG:lle antamiin tietoihin tai julkisiin lähteisiin ja näin ollen tietoihin, joihin FCG:llä ei ole ollut vaikutusmahdollisuuksia. FCG toteaa nimenomaisesti, ettei sillä ole vastuuta sille annettujen virheellisten tai puutteellisten tietojen perusteella.

Kaikki oikeudet (mukaan lukien tekijänoikeudet) tähän raporttiin kuuluvat FCG:lle, tai Asiakkaalle, mikäli niin on sovittu FCG:n ja Asiakkaan välillä. Tätä raporttia tai sen osaa ei saa muokata tai käyttää uudelleen toiseen tarkoitukseen ilman FCG:n kirjallista lupaa.

1 Johdanto

1.1 Työn lähtökohdat ja tavoitteet

Työssä on laadittu Pohjantien varressa sijaitsevan Kemiran tehdasalueen lounaissivulle suunnitellulle Typpipuistolle hulevesiselvitys. Hulevesiselvitys on laadittu asemakaavan muutosta varten. Asemakaavan muutos koskee nykyisellään asemakaavassa suojaviheralueeksi (EV) ja teollisuusrakennusten korttelialueeksi (TT) määritettyä aluetta Kemiran teollisuusalueen lounaissivulla. Asemakaavamuutoksen tavoitteena on muuttaa kyseisen alueen käyttötarkoitus teollisuus- ja varastoalueeksi (T), suojaviheralueeksi (EV) sekä energiahuollon korttelialueeksi, jolle saa rakentaa tankkausaseman (EN-3). Alueella varaudutaan mahdollisesti myös varikkotoimintaan, laajoihin piha-alueisiin ja raskaan liikenteen liikennöintiin.

Työssä on tiivis selvitys alueen nykytilanteesta hydrologian, maaperän, topografian, maankäytön, pohjavesiolosuhteiden ja suojeluarvojen osalta sekä hulevesien hallintasuunnitelma.

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 dipl.ins. Lilja Jämsä ja dipl.ins. Eric Wehner sekä laadunvarmistajana ja asiantuntijana dipl.ins. Ella Havulinna. Työn tilaaja on Oulun kaupungin Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut, jossa yhteyshenkilönä on maisema-arkkitehti Veera Sanaksenaho kaavoituksesta. Työtä ovat ohjanneet hulevesi-insinööri Merja Talvitie sekä kaavoitusarkkitehti Tuomas Teppola.

2 Suunnittelualue ja sen nykytila

2.1 Suunnittelualue ja valuma-alueet ja -reitit

Suunnittelualue sijaitsee Pohjantien varressa sijaitsevan Kemiran tehdasalueen lounaissivulla. Suunnittelualueen pinta-ala on n. 14,5 ha. Suunnittelualue on määritelty voimassa olevassa asemakaavassa suojaviheralueeksi (EV) ja teollisuusrakennusten korttelialueeksi (TT), mutta nykyisellään se kuitenkin on edelleen rakentamatonta metsämaata. Kuvassa 1 on esitetty ilmakuvaote alueesta.



Kuva 1 Ilmakuva alueelta. Suunnittelualue merkitty punaisella. ¹

Suunnittelualueen valuma-alueet on määritetty perustuen Oulun kaupungin kantakarttaan ja hulevesiverkostokarttaan. Nykyiset valuma-alueet ja -reitit on esitetty kuvassa 2. Valuma-alueet on tarkemmin nähtävissä liitteenä 1 olevassa valuma-aluekartassa.

Suunnittelualueen hulevedet laskevat nykyisellään Oulujokeen ja mereen Toppilansalmen kohdalla. Suunnittelualue on koko em. purkusuuntien valuma-alueiden mittakaavassa hyvin pieni osa. Alueen tasaisuuden takia valuma-alueiden rajaamisessa esiintyy jonkin verran epävarmuutta. Kemiran tehdasalueen osalta ei ollut tiedossa hulevesiviemäritietoja, ja näin ollen päävedenjakaja on arvioitu kantakartan korkotietojen perusteella. Karttatarkastelun ja maastokatselmuksen perusteella oli havaittavissa, että päävedenjakaja kulkee tehdasalueen keskialueella olevan vanhan junaradan kohdalla ja koillisosassa Ruduksen tehtaan paikkeilla.

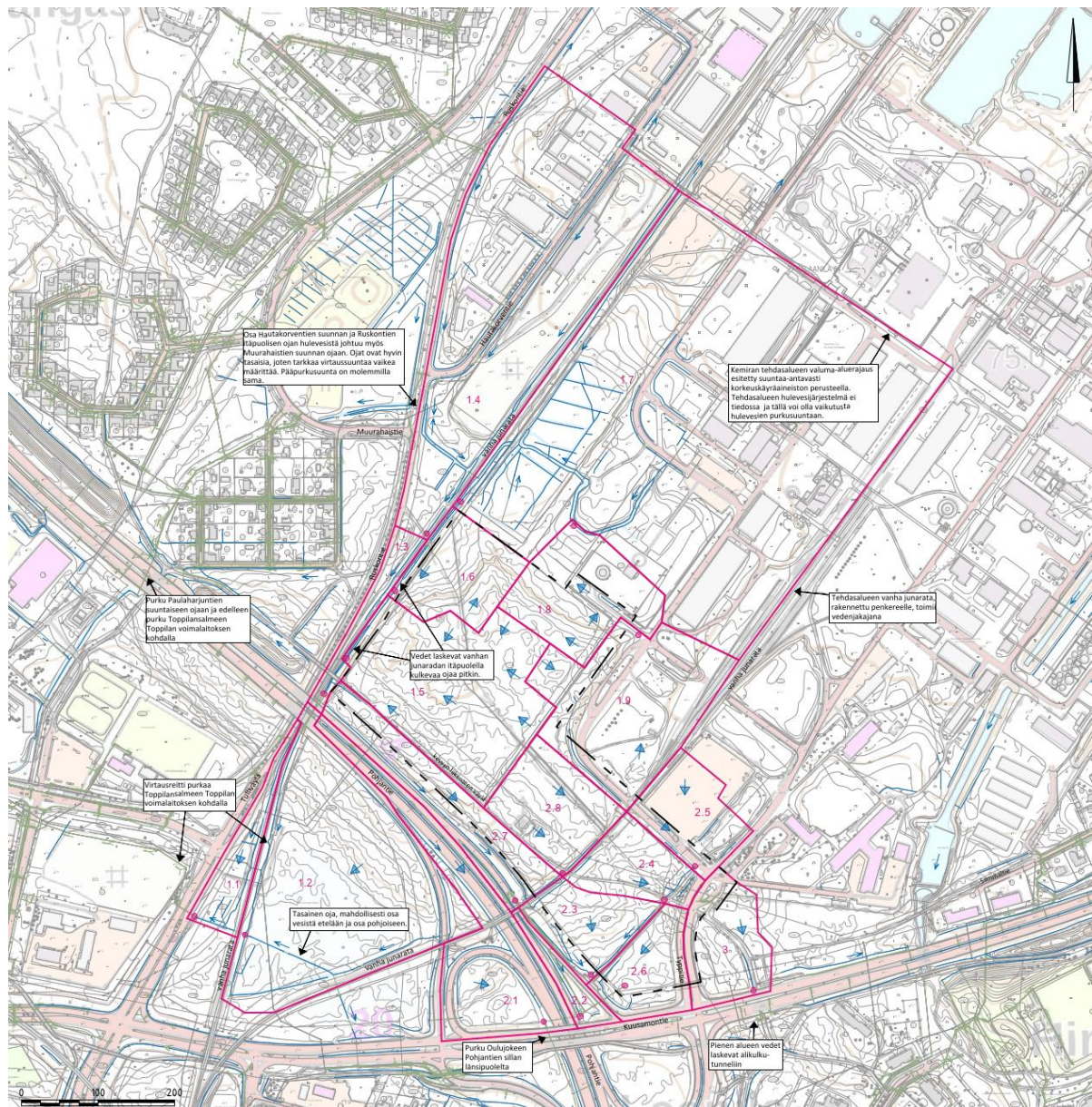
Suunnittelualueen länsiosan vedet laskevat pääosin luoteispuolisen vanhan junaradan itäreunan ojaan. Tämä oja laskee Pohjantien eteläpuolelle ja sieltä edelleen luoteeseen purkaen lopulta Toppilansalmeen. Hautakorventien ja Ruskontien risteysalueen ojien osalta virtausuuntaa ei tarkoin voi määrittää, sillä ojat ovat hyvin tasaisia. Pääpurkusuunta on kuitenkin molemmilla sama.

Suunnittelualueen kaakkoisosan hulevedet laskevat Oulujokeen Pohjantien sillan länsipuolelta. Pieni osa Typpitien itäpuolelta laskee Kuusamontien alikulkusillan kautta, missä on

¹ Scalgo Live, 15.11.2024.

hulevesien eteenpäin pumppaus. Aineistoista ei tarkemmin käy ilmi, minne hulevedet pumpataan.

Suunnittelualue on nykyisellään rakentamatonta metsämaata, ja todennäköisesti osa hulevesistä imeytyy nykyisellään maaperään eikä varsinaista valuntaa välttämättä edes muodostu.



Kuva 2 Valuma-alueet ja -reitit.

Alapuolisten hulevesireittien kapasiteetit ovat todennäköisesti jo kokonaan käytössä eikä niihin johdettavien hulevesien määrää voida kasvattaa. Toppilansalmen suuntaan kulkeva

hulevesireitti kulkee reittiä Paulaharjuntie–junaradan länsireuna-Messipojantie-Koskelantie-Tervahovintie-Toppilansalmi. Reitin pituus on yhteensä n. 4 km ja koostuu ojaosuuksista sekä hulevesiviemäristä 800–1200B.

Pohjantien varren reunaa kulkevan hulevesireitin pituus on n. 500 m ja koostuu hulevesiviemäristä 315–450 M.

Kuvissa 3–4 on esitetty maastokatselmuksen yhteydessä otettuja valokuvia.



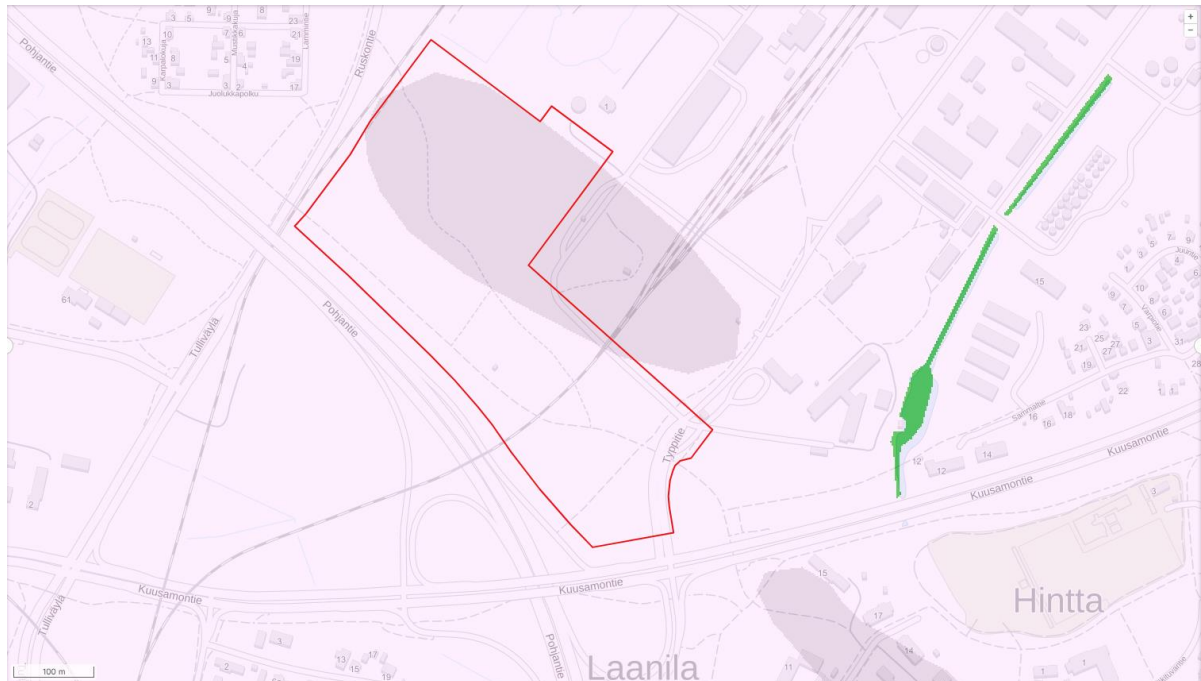
Kuva 3 Suunnittelualueen länsipuolinen pääpurkuoja vanhan radan varressa. Vasen kuva: oja yläosissa vanhan radan varressa. Oikea kuva: oja Pohjantien (moottoritien) sillan alla, missä oja on putkitettu.



Kuva 4 Purkuputkien (315-450M) yläpää Oulujoen Pohjantien sillan purkusuuntaan.

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

Scalگو Liven maaperäkartan mukaan maaperä suunnittelualueella on hiekkamoreenia (Mr) ja karkeaa hietaa (KHt). Todennäköisesti suunnittelualueella osa hulevesistä imeytyy maaperään. Kuvassa 5 on esitetty maaperäkarta.



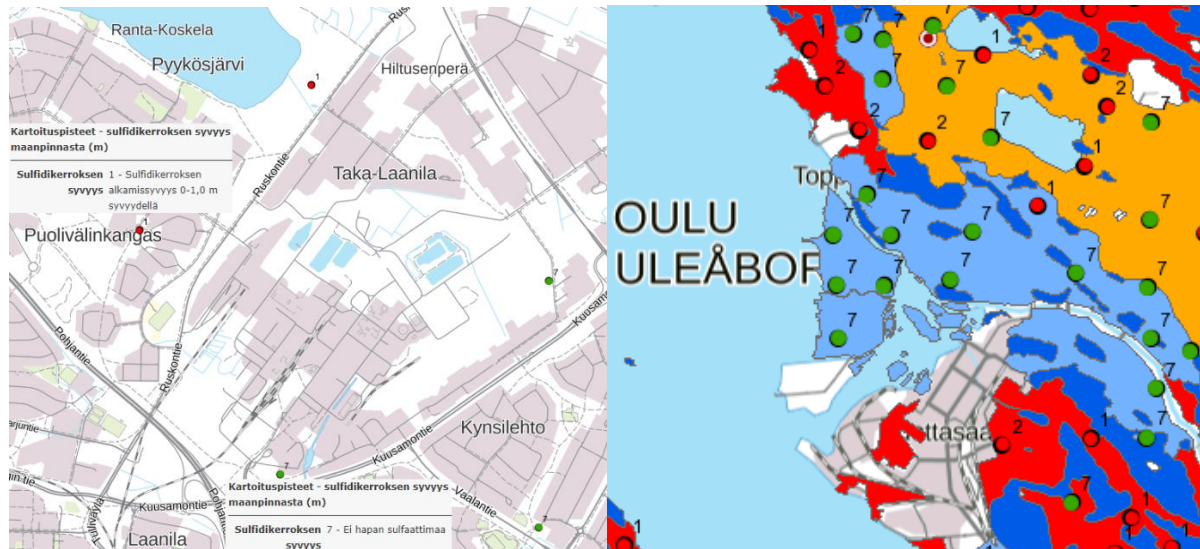
Kuva 5 Maaperä suunnittelualueella (merkitty punaisella). Tummempi liila kuvaa hiekkamoorenia (Mr) ja vaaleampi liila karkeaa hietaa (Kht). Vihreällä vesialue.²

Suunnittelualueen kohdalla korkeustaso on enimmillään n. +22 m. Suunnittelualueen kohdalta maasto viettää useampaan suuntaan. Ojien purkusuunta on kuitenkin etelään päin. Pohjantien sillan alla maanpinta on tasolla + 16 m. Kemiran tehdasalueen arvioidun vedenjakajan kohdalla maanpinta on +21...23 m.

Suunnittelualueella ei ole erityisiä suojeltuja alueita tai kohteita. Suunnittelualueella ei ole pohjavesialueita.

Kuvassa 6 on esitetty ote tulvareittikartasta Scalgo Livessa. Tulva-aineisto perustuu SYKE:n laatimiin korkeusmalliaineistoihin perustuviin tulvamallinnuksiin ja sen osalta on huomiotava, että siinä ei ole huomioitu hulevesiviemäreitä eikä kaikkia rumputietoja. Erityisesti isojen rumpujen puuttuminen tulvamallinnuksesta voi vaikuttaa mallinnustulokseen. Varsinaisella suunnittelualueella tulvintaa ei erityisesti esiintyisi. Sen sijaan kaikkien purkureittien kohdilla tulvintaa esiintyy; läntisen vanhan radan varren ojan yläpäässä, Ruskontien ja Hautakorventien risteysalueella, Paulaharjuntien varren ojassa sekä Pohjantien ja Kuusamontien alitusten yhteydessä.

² Scalgo Live, 15.11.2024.



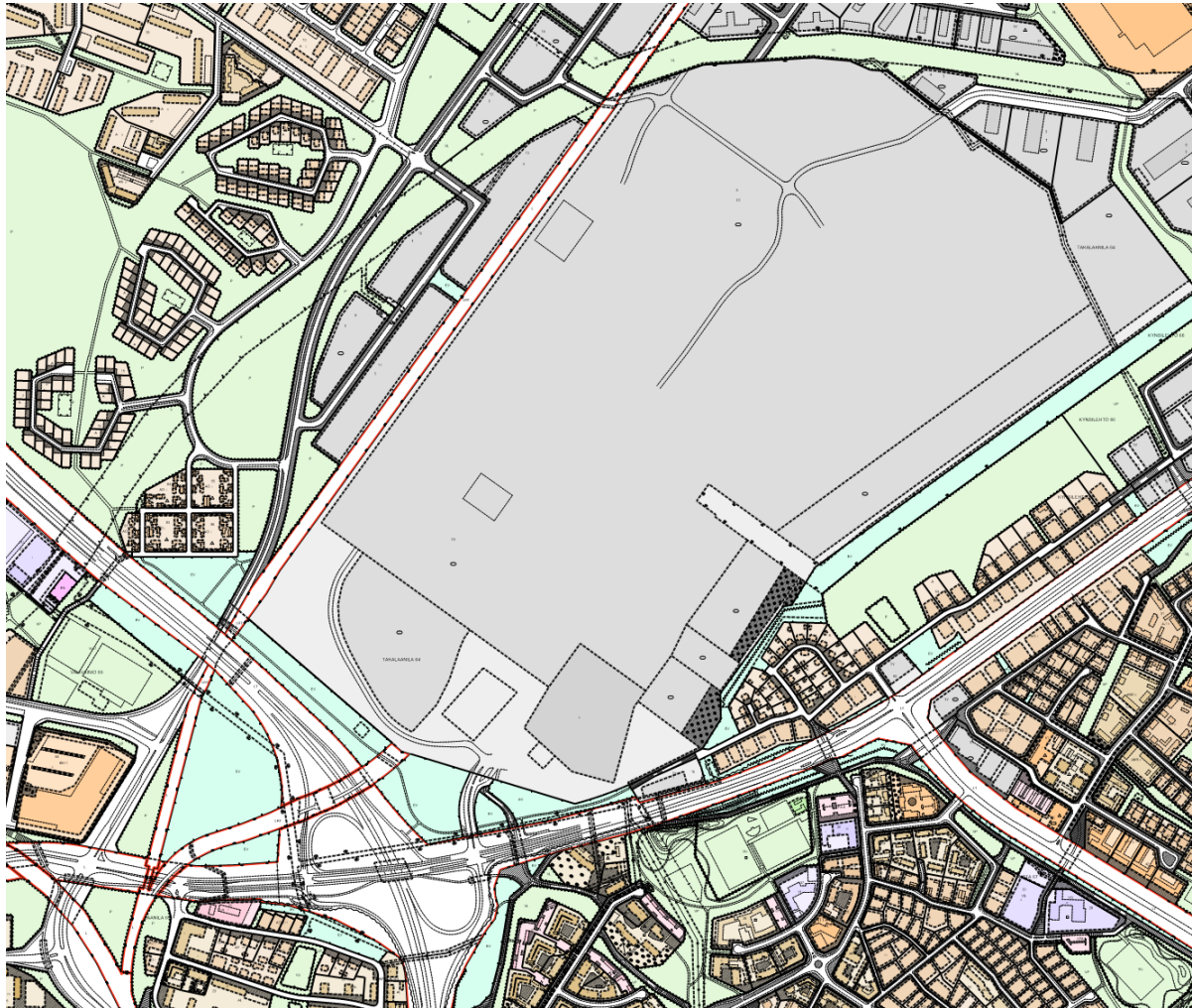
Kuva 7. Happamat sulfaattimaat alueella. Vasemmalla: Happamien sulfaattimaiden kartoituspisteitä suunnittelualueen välittömässä läheisyydessä. Oikealla: Yleiskuva happamien sulfaattimaiden esiintymisestä Oulussa. Suunnittelualue sijaitsee vaalean- ja tummansinisillä alueilla (pieni tai hyvin pieni happamien sulfaattimaiden esiintymisen todennäköisyys).

5

2.3 Nykyinen maankäyttö ja asemakaava

Kaava-alue on voimassa olevassa asemakaavassa määritelty suojaviheralueeksi (EV) ja teollisuusrakennusten korttelialueeksi (TT). Aluetta ei ole toteutettu kaavan mukaisesti vaan se on rakentamatonta metsämaata. Ote voimassa olevasta asemakaavasta on esitetty kuvassa 8.

⁵ GTK, Happamat sulfaattimaat, 31.8.2022.



Kuva 8. Ote voimassa olevasta asemakaavasta.⁶

2.4 Nykytilanteen hydrologinen tarkastelu

Nykytilanteen hulevesivirtaamia arvioitiin läpäisemättömien pintojen perusteella. Valuma-alueilta määritettiin läpäisemättömien pintojen kokonaismäärä, jota on kuvattu kaupunki-hydrologiassa 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.

⁶ Oulun kaupunki, Karttapalvelu.

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. Tarkasteluissa käytetyt läpäisemättömän pinnan osuudet (TIA) ja painannesäilynnän ominaisarvot erilaisille pinnoille on koottu taulukkoon 1.

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

Pinta	TIA [%]	Painannesäilyntä [mm]
Paljas maa	15	7,0
Vesialue	100	0,5
Päällystetty	75	1,6
Matala kasvillisuus	15	7,5
Metsä	10	12,0
Pelto	15	7,0
Päällystetty katu	90	1,0
Päällystämätön tie	61	2,6
Rautatie	61	2,6
Avokallio	37	8,6
Rakennus	100	0,5

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 kulu-
van virtausajan pituiseksi.⁷ Toisin sanoen kertymisaika määrittää suurimpien virtaamahuip-
pujen esiintymishetken rankkasateen alkamishetkestä lukien. Koko suunnittelualueella ker-
tymisaika vaihtelee välillä 11–36 min. Kaava-alueen valuma-alueilla kertymisaika vaihtelee
puolestaan välillä 11–28 min. Tässä tapauksessa suunnittelualue kattaa kaikki tarkastellut

⁷ Suunnittelukeskus Oy, 2007.

valuma-alueet ja kaava-alue puolestaan osittain tai kokonaan kaava-alueelle sijoittuvat valuma-alueet.

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 15 min (rankkuus 155,8 l/s*ha ja sademäärä 14 mm).

Hydrologisten perusteiden laskentayhtälöt on esitetty alla:

$$\text{Valumakerroin} = \text{TIA} * (\text{sademäärä} - \text{painannesäilyntä}) / \text{sademäärä} \quad (1)$$

$$\text{Virtaama} = \text{valumakerroin} * \text{pinta-ala} * \text{sateen intensiteetti} \quad (2)$$

$$\text{Tilavuus} = \text{virtaama} * \text{sateen kesto} \quad (3)$$

Taulukko 2 Valuma-alueiden pinta-ala, teoreettisen läpäisemättömän pinnan määrä (TIA), painannesäilyntä sekä hulevesivirtaama (sade 1/10a 15 min) nykytilanteessa.

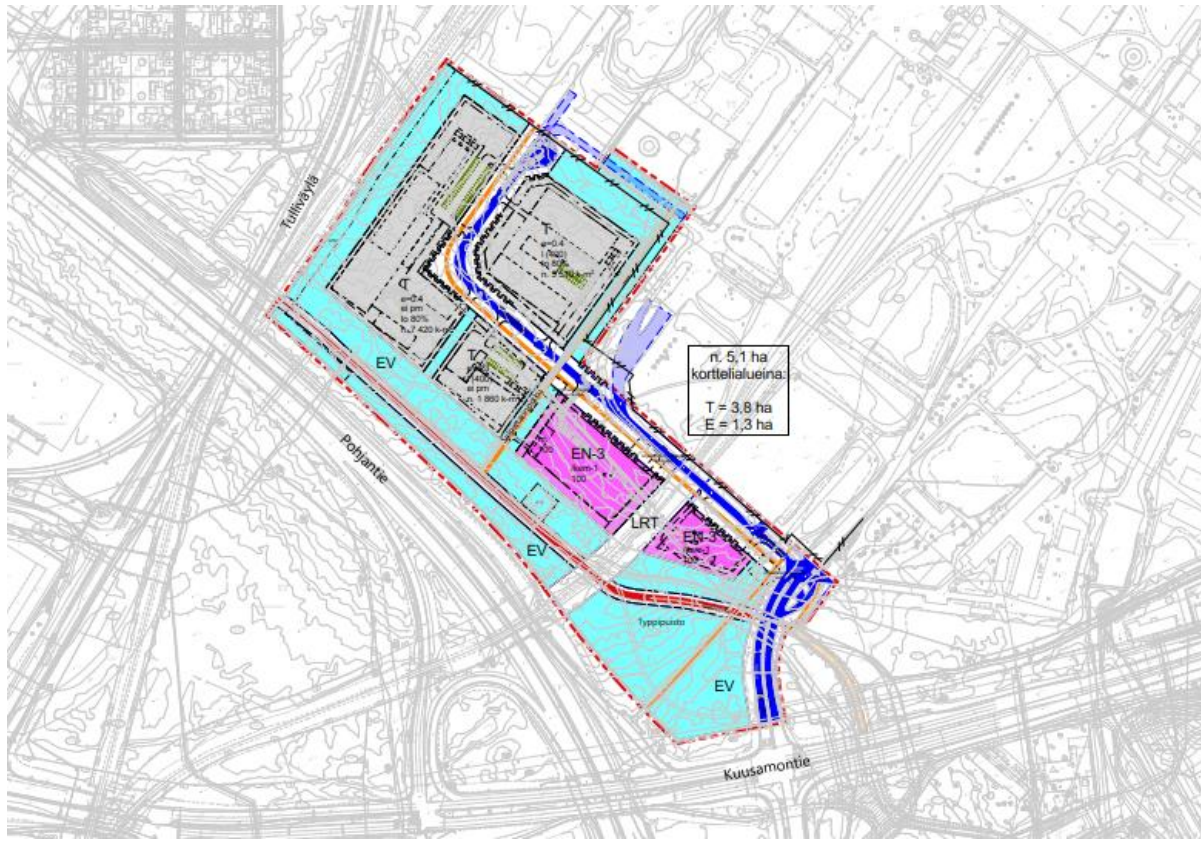
Valuma-alue	Ala (ha)	Nykytilanne			
		TIA (%)	Painannesäilyntä (mm)	Valumakerroin	Hulevesivirtaama (l/s)
1.1	1,0	29	8	0,12	44,8
1.2	6,9	15	11	0,04	162,2
1.3	0,6	43	5	0,26	41,8
1.4	9,9	48	6	0,29	736,3
1.5	4,5	12	11	0,02	82,0
1.6	1,6	13	11	0,02	32,5
1.7	20,1	47	6	0,28	1464,5
1.8	2,3	22	9	0,08	77,1
1.9	3,8	25	8	0,11	149,9
2.1	3,1	44	6	0,26	214,1
2.2	0,5	48	5	0,32	37,4

2.3	1,3	17	9	0,05	34,5
2.4	1,2	22	9	0,08	42,7
2.5	1,4	61	3	0,47	136,5
2.6	1,3	27	8	0,11	53,1
2.7	2,1	26	7	0,13	87,1
2.8	1,7	15	10	0,04	41,2
3	1,6	36	6	0,20	86,8
Yht.	65,0	35	7	0,17	3524,5
Kaava-alue	22,9	25	8	0,12	823,5

3 Suunniteltu maankäyttö ja vaikutukset hulevesien määrään ja laatuun

3.1 Maankäytön muutokset

Asemakaavamuutoksen tavoitteena on muuttaa suunnittelualueen käyttötarkoitus teollisuus- ja varastoalueeksi (T), suojaviheralueeksi (EV) sekä energiahuollon korttelialueeksi, jolle saa rakentaa tankkausaseman (EN-3). Alueella varaudutaan mahdollisesti myös varikko-toimintaan, laajoihin piha-alueisiin ja raskaan liikenteen liikennöintiin. Kuvassa 9 on esitetty alustava maankäyttöluonnos.



Kuva 9. Alustava maankäyttöluonnos.⁸

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

3.2 Maankäytön vaikutukset hulevesien määrään ja laatuun

Rakentaminen aiheuttaa yleensä muutoksia hulevesien muodostumiseen ja kulkeutumiseen. Rakentamisella on yleensä aina vaikutuksia myös valuma-aluearajauksiin 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 +25,50 m (N2000) Hautakorventien keskivaiheilla valuma-alueen 1.4 koillisosassa ja matalimmillaan noin tasolla +13,00 (N2000) Paulaharjuntien ja Tulliväylän risteysalueen kaakkoispuolella valuma-alueiden 1.1 ja 1.2 purkupisteissä sekä Pohjantien

⁸ Oulun kaupunki.

Kuusamontien alituksessa valuma-alueen 2.1 purkupisteessä. Suurin osa kaava-alueesta on melko tasaista (noin tasolla +15,5 m...+22,5 m).

Suunnitellun 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 kulu-
van virtausajan pituiseksi.⁹ Toisin sanoen kertymisaika määrittää suurimpien virtaamahuip-
pujen esiintymishetken rankkasateen alkamishetkestä lukien. Koko suunnittelualueella ker-
tymisaika vaihtelee välillä 11–36 min. Kaava-alueen valuma-alueilla kertymisaika vaihtelee
puolestaan välillä 11–26 min. Tässä tapauksessa suunnittelualue kattaa kaikki tarkastellut va-
luma-alueet ja kaava-alue puolestaan osittain tai kokonaan kaava-alueelle sijoittuvat valuma-
alueet.

Taulukoissa 1 ja 3 esitettyjen ominaisarvojen ja kaava- sekä maankäyttöluonnoksen maan-
käytön pohjalta laskettiin läpäisemättömien pintojen kokonaismäärä (TIA) ja painannesäi-
lyntä koko suunnittelualueen osalta tulevassa tilanteessa (taulukko 4). Lisäksi määritettiin
valumakerroin ja hulevesivirtaama esimerkkinä. Tulevassa tilanteessa käytettiin ilmaston-
muutoskerrointa 1,2. Esitetyt virtaamat ja valumakertoimet laskettiin sateella 1/10a 15 min
+ 20 % (rankkuus 187,0 l/s*ha ja sademäärä 16,8 mm). Oulun kaupungin yleinen ohjeistus
on, että käytetään 15–25 % suurempaa mitoitussadetta kuin yleisesti hulevesiverkoston mi-
toituksessa viime vuosina on käytetty.

Suunnitellulla maankäytöllä on myös vaikutuksia hulevesien määrään ja laatuun. Rakentami-
nen tulee yleensä aina jossain määrin vaikuttamaan alueen vedenjakajiin ja virtausreitteihin.
Kaava-alueen arvioitu kokonaisläpäisemättömyys nousee merkittävästi tasolta 25 % tasolle
41 % ja sen mukaisesti valumakerroin esimerkksisateella (1/10a 15 min) kaksinkertaistuu ta-
solta 12 % tasolle 25 %. Kaava-alueen läpäisemättömyys- ja valumakerroinmuutokset on esi-
tetty kuvissa 10 ja 11.

Suunnitellun maankäytön muutoksen hydrologisia vaikutuksia tullaan arvioimaan tarkemmin
hallintasuunnitelmavaiheessa, kun kaava-alueen hulevedet mallinnetaan. Lähtökohtaisesti
kaava-alueella muodostuvat hulevedet eivät ole nykytilanteessa merkittävän likaantuneita,

⁹ Suunnittelukeskus Oy, 2007.

sillä suurin osa alueesta on metsää. Tulevassa tilanteessa teollisuus- ja energiahuollon alueiden 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. EN-3/kem-1 alueelle voidaan sijoittaa vaarallisia kemikaaleja valmistava tai varastoiva laitos (polttonesteen ja kaasun tankkausalue). Erityisesti EN-3 -alueille tulee sen vuoksi suunnitella tehokas hulevesien laadullinen hallintamenetelmä ja tapauskohtaisesti erikoisjärjestelmiä esim. kemikaalikuljetusten tai tapaturman hallintaa varten.

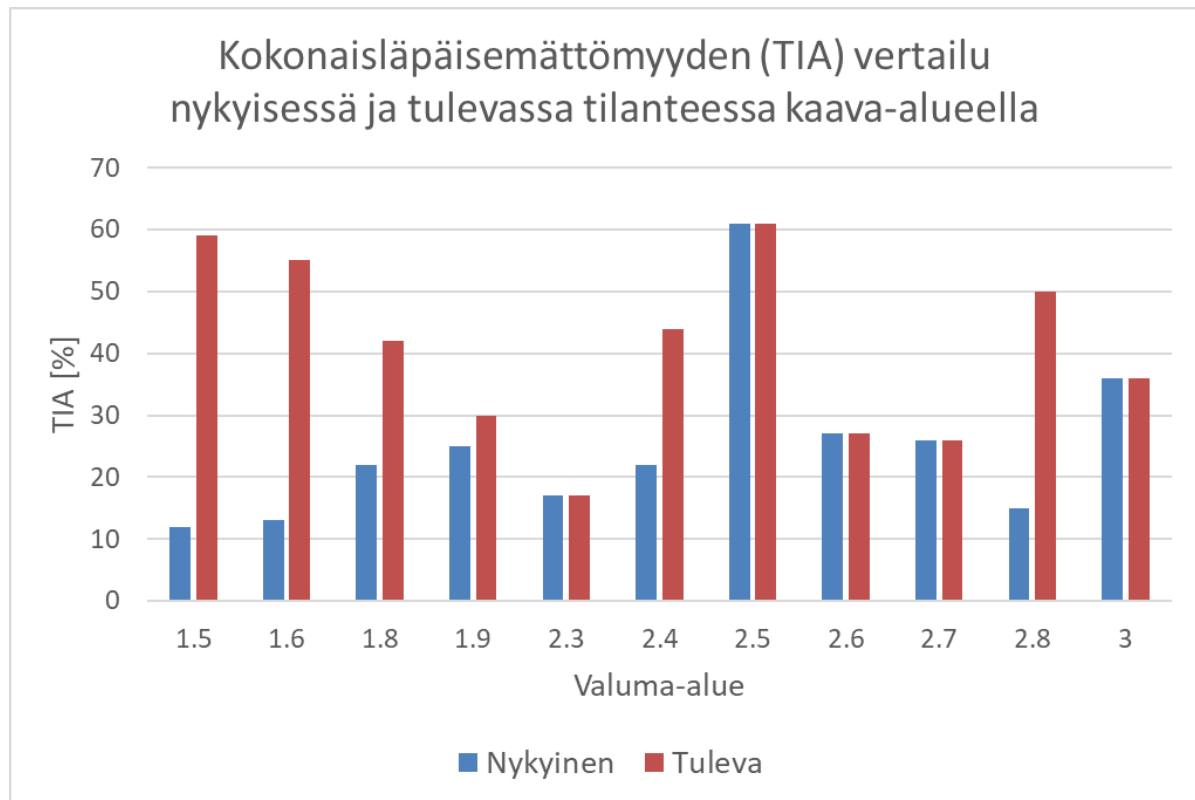
Taulukko 3 Tarkasteluissa käytetyt rankkasadetilanteissa pätevät pintojen TIA-arvot sekä painannesäilyntän ominaisarvot eri tonttityypeille kaava-alueella.

Pinta	TIA [%]	Painannesäilyntä [mm]
Teollisuus- ja varastoalue (T)	79	2,0
Energiahuollon korttelialue (EN-3)	79	2,0
Suojaviheralue (EV)	15	7,5
Liikennealue (L)	53	4,0

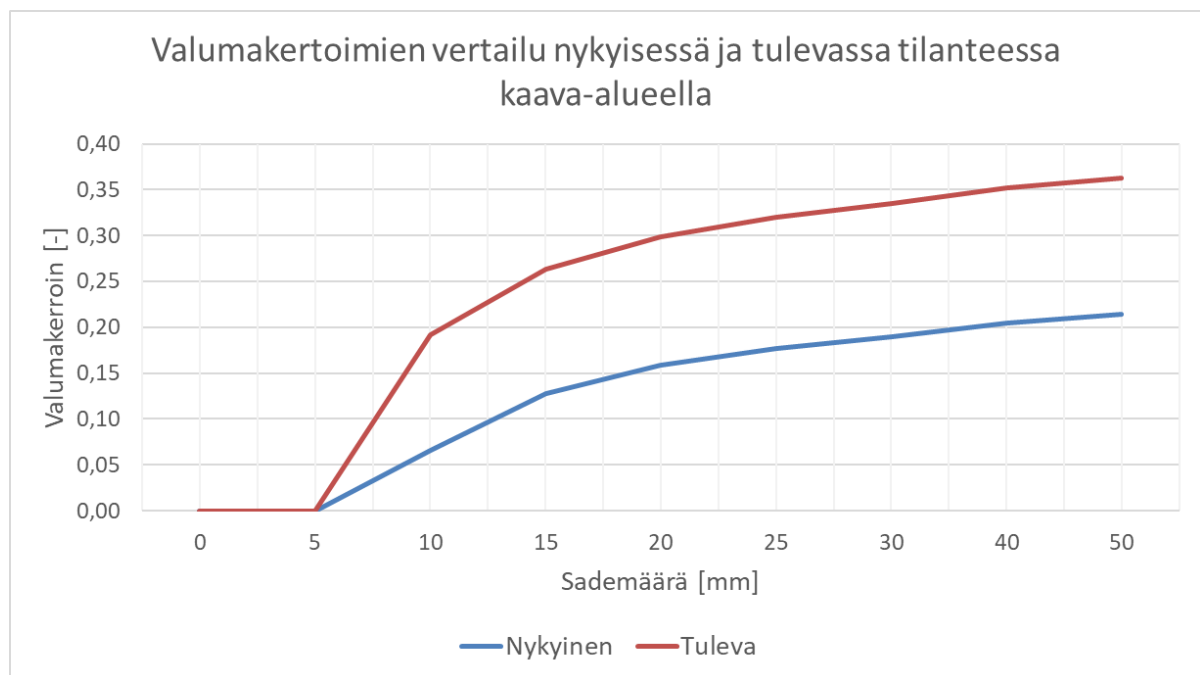
Taulukko 4 Valuma-alueiden pinta-ala, teoreettisen läpäisemättömän pinnan määrä (TIA), painannesäilyntä sekä valumakerroin ja hulevesivirtaama (sade 1/10a 15 min + 20 %) tulevassa tilanteessa.

Valuma-alue	Ala (ha)	Tuleva tilanne			
		TIA (%)	Painannesäilyntä (mm)	Valumakerroin	Hulevesivirtaama (l/s)
1.1	1,0	29	8	0,15	53,7
1.2	6,9	15	11	0,06	194,7
1.3	0,6	43	5	0,29	50,2
1.4	9,9	48	6	0,32	883,5

1.5	4,5	59	4	0,46	489,4
1.6	1,6	55	4	0,42	168,2
1.7	20,1	47	6	0,31	1757,3
1.8	2,3	42	5	0,28	178,1
1.9	3,8	30	7	0,17	215,9
2.1	3,1	44	6	0,29	256,9
2.2	0,5	48	5	0,34	44,8
2.3	1,3	17	9	0,07	41,4
2.4	1,2	44	5	0,30	99,8
2.5	1,4	61	3	0,49	163,8
2.6	1,3	27	8	0,14	63,7
2.7	2,1	26	7	0,15	104,5
2.8	1,7	50	5	0,36	163,0
3	1,6	36	6	0,22	104,2
Yht.	65,0	41	6	0,26	5033,4
Kaava-alue	22,9	41	6	0,28	1792,2



Kuva 10. Kaava-alueen kokonaisläpäisemättömyyden (TIA) vertailu nykyisessä ja tulevassa tilanteessa.



Kuva 11 Kaava-alueen valumakertoimien vertailu nykyisessä 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 prioriteettijärjestystä.¹⁰ 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 Typpipuiston asemakaava-alueen hulevesien hallinnan tavoitteet

Typpipuiston asemakaava-alueen rakentamisen myötä hulevesimäärät tulevat kasvamaan ja näin ollen hulevesien hallinnan ja johtamisen suunnittelu on tarpeen. Nykyisellään valuntaa suunnittelualueelta ei välttämättä muodostu juurikaan, koska alue on rakentamatonta metsämaata ja vettä myös todennäköisesti imeytyy maahan (maaperä sora- ja soramoreenia).

Typpipuiston hulevesien hallinnan tavoitteet:

- Hulevesien määrällinen hallinta kaava-alueella tonttikohtaisesti nykytilanteen tasolle. Nykyisten alapuolisten hulevesireittien kapasiteetit eivät tule riittämään ilman hulevesien hallintaa.
- Hulevesien laadullinen hallinta kaava-alueella tonttikohtaisesti. Alueelle on suunnitteilla laajoja teollisuustoimintoja, jolloin hulevedet saattavat olla likaantuneita.

¹⁰ Oulun kaupunki, kaupunkitilaohje, 2024.

- Hulevesien maahan imeyttämistä suositellaan, sillä maaperäolosuhteiden puolesta huleveden imeytyminen on mahdollista. Huolehdittava myös, että imeytettävät hulevedet eivät sisällä haitta-aineita.
- 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 nurmikiwetystä 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 12.

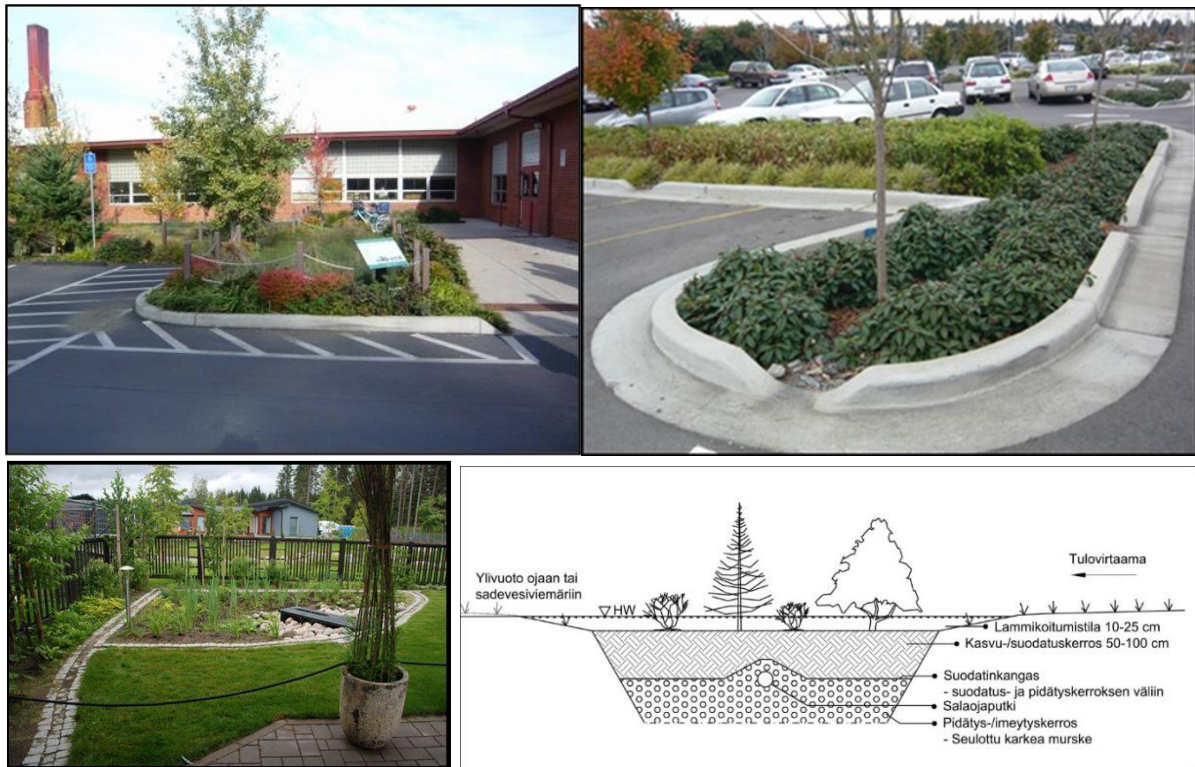


Kuva 12 Esimerkkejä osittain- tai puoliläpäisevien päällysteiden käytöstä.¹¹

Kohteissa, joissa maaperä on todennäköisesti vettä hyvin läpäisevää ja mikäli ei ole riskiä hulevesien saastumisesta kemikaaleista rakennuksien lähellä, suositellaan hulevesien hallintaa ensisijaisesti imeyttämällä. Suunnittelualueella ei sijaitse merkittäviä pohjavesialueita tai luonnonsuojelualueita, joten hulevesien imeyttäminen on sen perusteella turvallista.

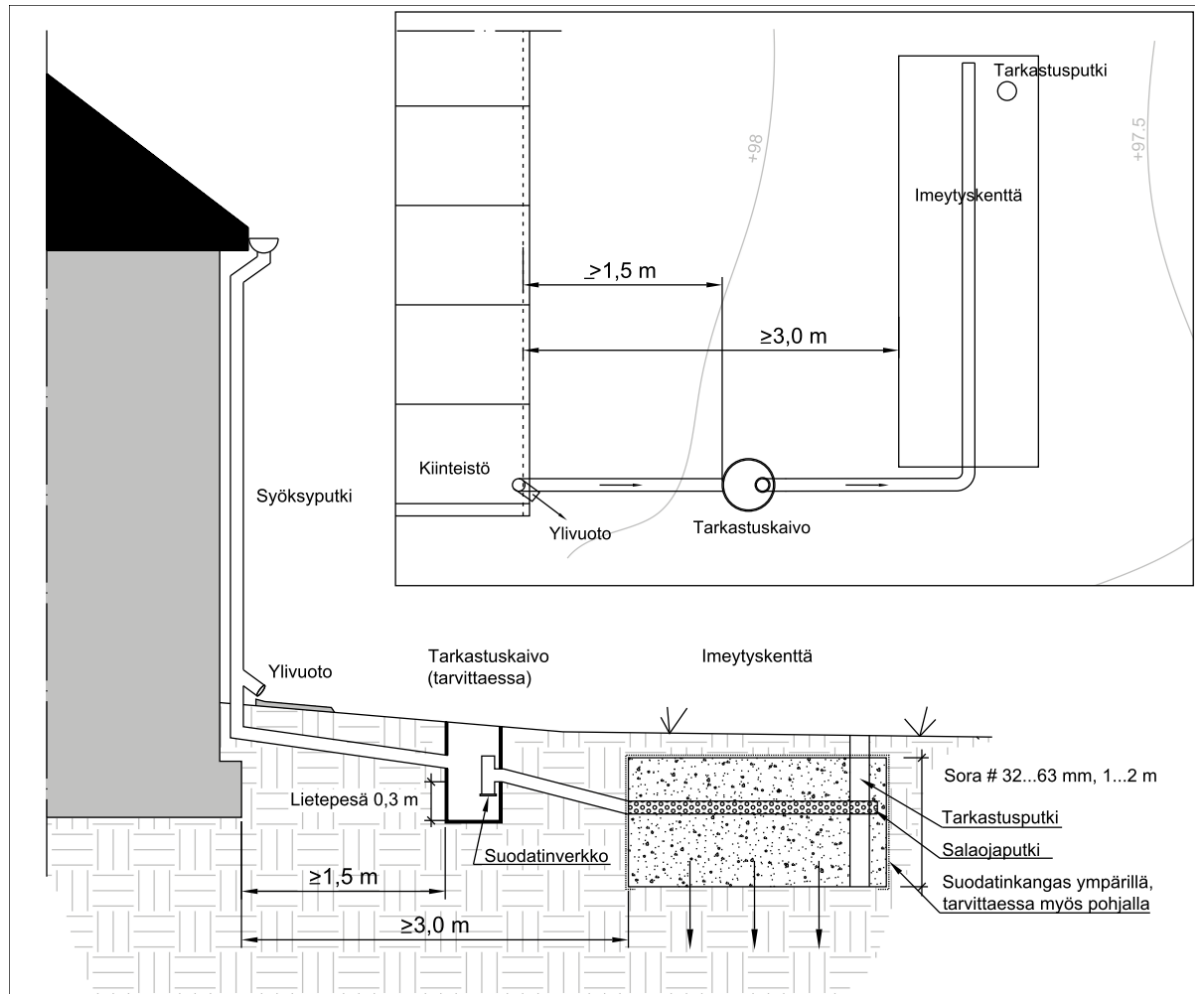
Mikäli tontilla on tilaa hyvin käytettävissä, imeytys/viivytyks voidaan tehdä käyttäen maanpäällisiä viherpainanteita, jotka voidaan sijoittaa esimerkiksi kuvassa 13 esitettyjen esimerkkien mukaisesti. Viherpainanteen/ biopidätysalueen toiminta perustuu huleveden suodautumiseen kasvukerroksen läpi, jolloin 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 kohteen mukaan hetkellisesti varastoida ja viivyttää melko suuriakin vesimääriä, jolloin se toimii hulevesiä viivyttävänä ratkaisuna.

¹¹ FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy.



Kuva 13 Viherpainanne ja biopidätysalue.

Mikäli maanpäällistä tilaa hulevesien hallintatoimenpiteille ei ole osoittaa, voidaan hallinta toteuttaa myös maanalaisesti mm. imeytyskaivannoilla tai -kentällä. Esimerkki imeytyskentästä on esitetty kuvassa 14. Imeyttävät menetelmät suositellaan tehtävän hajautetusti, jolloin yhden menetelmän valuma-alue ja mitoitusvesimäärä ei kasva suureksi. Järjestelmien yksityiskohtaiset mitoitus tulee selvittää maankäytön jatkosuunnittelussa yhdessä maaperän vedenläpäisevyydestutkimuksien 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 14 Tyypikuva tonttikohtaisesta imeytyskentästä. Kuvasta poiketen salaojaputkea ei voi käyttää imeyttämiseen vaan tarvitaan imeytysputki. Lisäksi tulee huolehtia ylivuoto-mahdollisuus myös hulevesiviemäriin imeytyksen ollessa täysi tai tukossa.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 15.

¹² Suomen Kuntaliitto 2012, Hulevesiopus.



Kuva 15 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.

Suunnittelualueen hulevedet johdetaan jatkossakin ojilla, painanteilla, hulevesiviemäreillä ja pinnantasauksin. Hulevesiviemärointi on todennäköisesti salaojavesien ja hulevesien poisjohtamiseksi joka tapauksessa tarpeen. Alueella voidaan kuitenkin käyttää myös painanteita ja oja jalankulkuväylien ja muiden kulkureittien vierellä.

Myös hulevesiviemärointi 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 16 on esitetty esimerkkejä katualueen viherpainanteesta.



Kuva 16 Vasen kuva: Esimerkki hulevesien pintajohtamista kadun reunaojassa, johon on istutettu kasvillisuutta ja rakennettu pohjapatoja. Oikea kuva: Esimerkki katualueen viherpainanteesta, jossa on ylivuotojärjestelmä hulevesiviemäriverkkoon (Seattle, USA).

Kuvassa 17 on esitetty esimerkkejä hulevesialtaasta sekä viivytyspainanteista.



Kuva 17 Esimerkkejä viivytsaltaista sekä -painanteista.

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 poispäin 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, mikä tulee yhteensovittaa liikennesuunnittelun kanssa. Tärkeimmät kaava-alueen huomioon otavat 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 kiintoainekuormitus voi nousta haitallisemmaksi kuin esim. valmiin alueen aiheuttama pitkäaikainen kuormitus. Kiintoainekuormituksen 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 kiintoainekuormituksen 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.

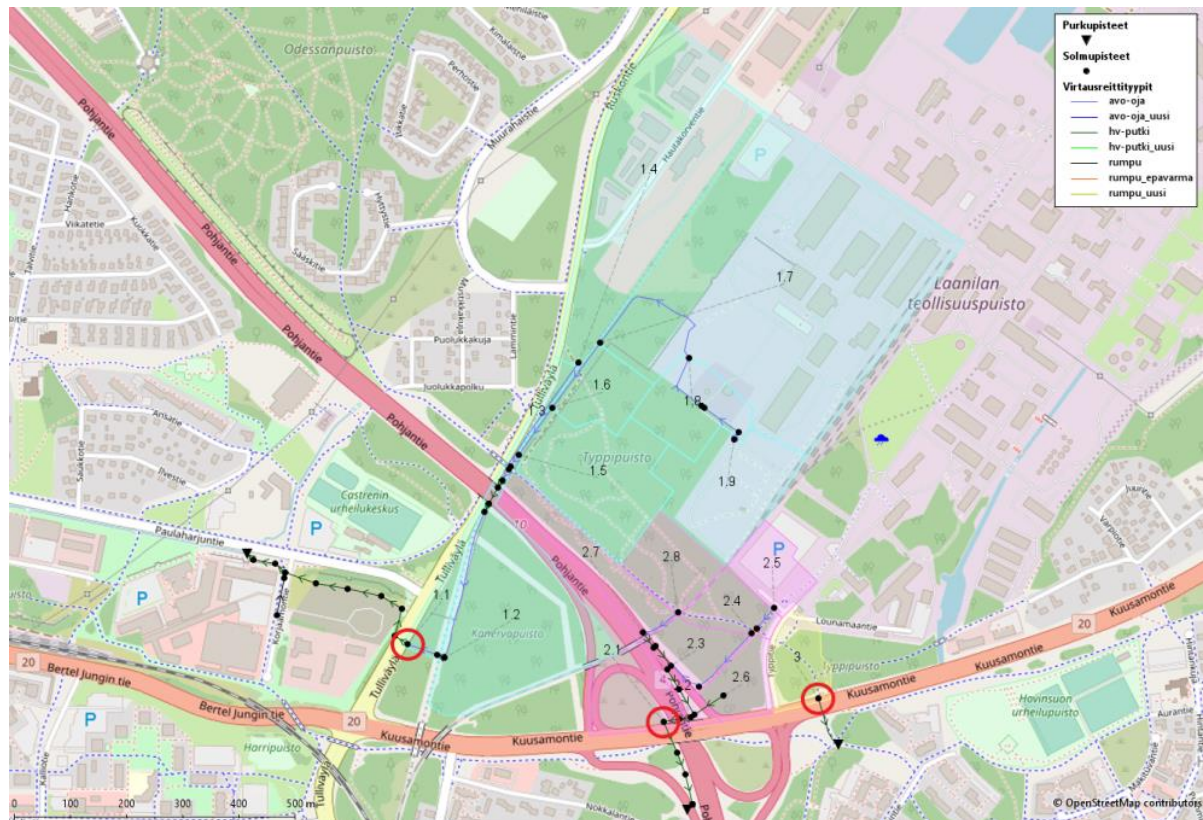
Mikäli tontilla tilanpuutteen vuoksi ei ole mahdollista rakentaa suotopatoja, voidaan suodatus toteuttaa esimerkiksi hiekka- tai kangassuodatuksella. Suodatus voidaan toteuttaa esimerkiksi vaihtolavan/-lavojen sisään rakennettavalla suodattimella.

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.

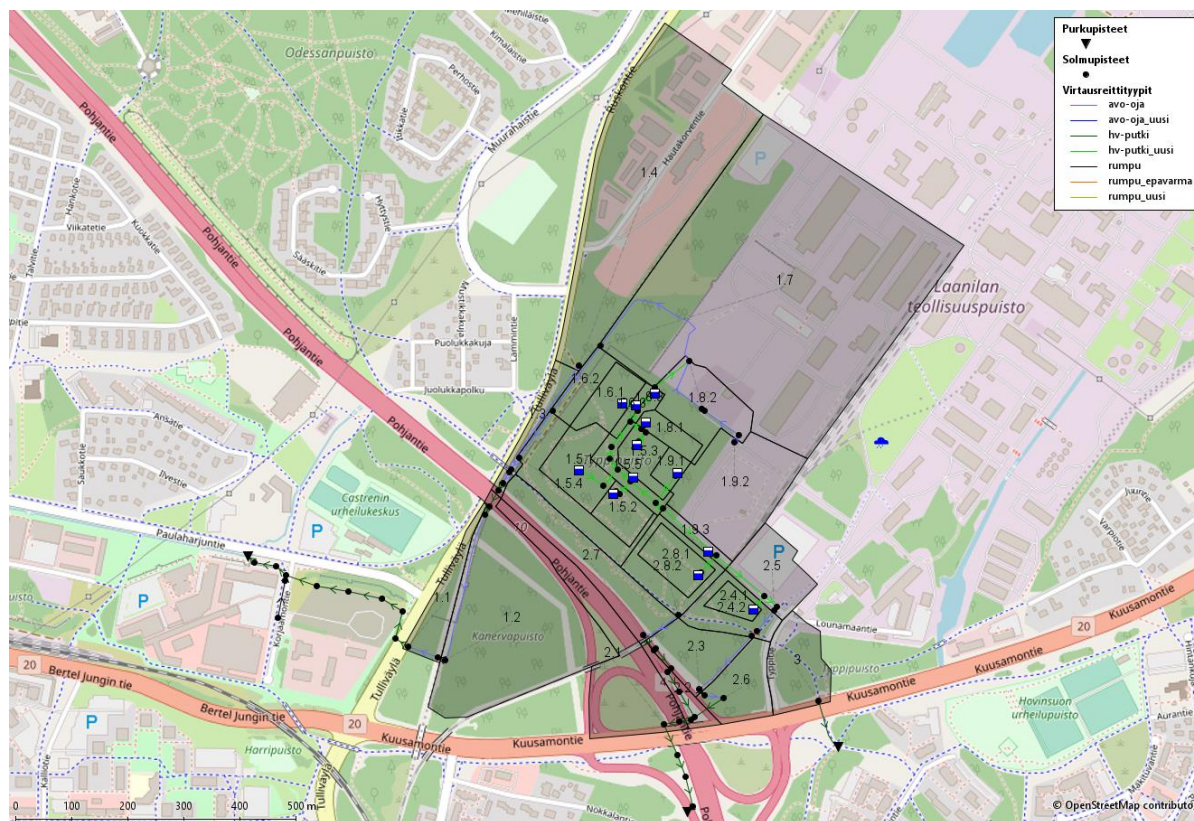
5 Hulevesien hallinnan suunnittelu

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 virtausreittejä kuvaavan hydraulisen mallin (kuvat 18 ja 19).



Kuva 18 Nykytilanteen hulevesimalli. Päävaluma-alueet merkitty värein. Punaisilla ympyröillä merkitty pisteet, joissa huippuvirtaamia on tarkasteltu nykyisessä ja tulevassa tilanteessa.



Kuva 19 Tulevan tilanteen hulevesimalli.

Malliin rakennettiin osavaluma-alueet ja valumareitit ominaisuuksineen, joista huomioitiin mm. pinta-ala, läpäisemättömän pinnan määrä, keskimääräinen kaltevuus sekä virtausvastuserroin. Mallinnuksen tuloksena saatiin valuma-aluekohtaiset purkautumiskäyrät, jotka toimivat syötteenä hydrauliselle verkostomallille. Kuvassa 18 on esitetty ote hulevesimallista nykytilanteesta, kuvassa 19 on esitetty suunnittelumalli. Tulevan tilanteen malliin pilkottiin kaava-alueen valuma-alueita pienempiin osiin.

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. Hulevesiverkostossa 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 5 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 5. Mallinnuksessa käytettyjen rankkasateiden kesto, toistuvuus, keskimääräinen intensiteetti ja sademäärä, johon on otettu huomioon 20 % lisäys sademäärään ilmastonmuutoksen vaikutusta varten (Aaltonen J. ym. 2008).

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

¹³ Rankkasateet ja taajamatulvat, 2008.

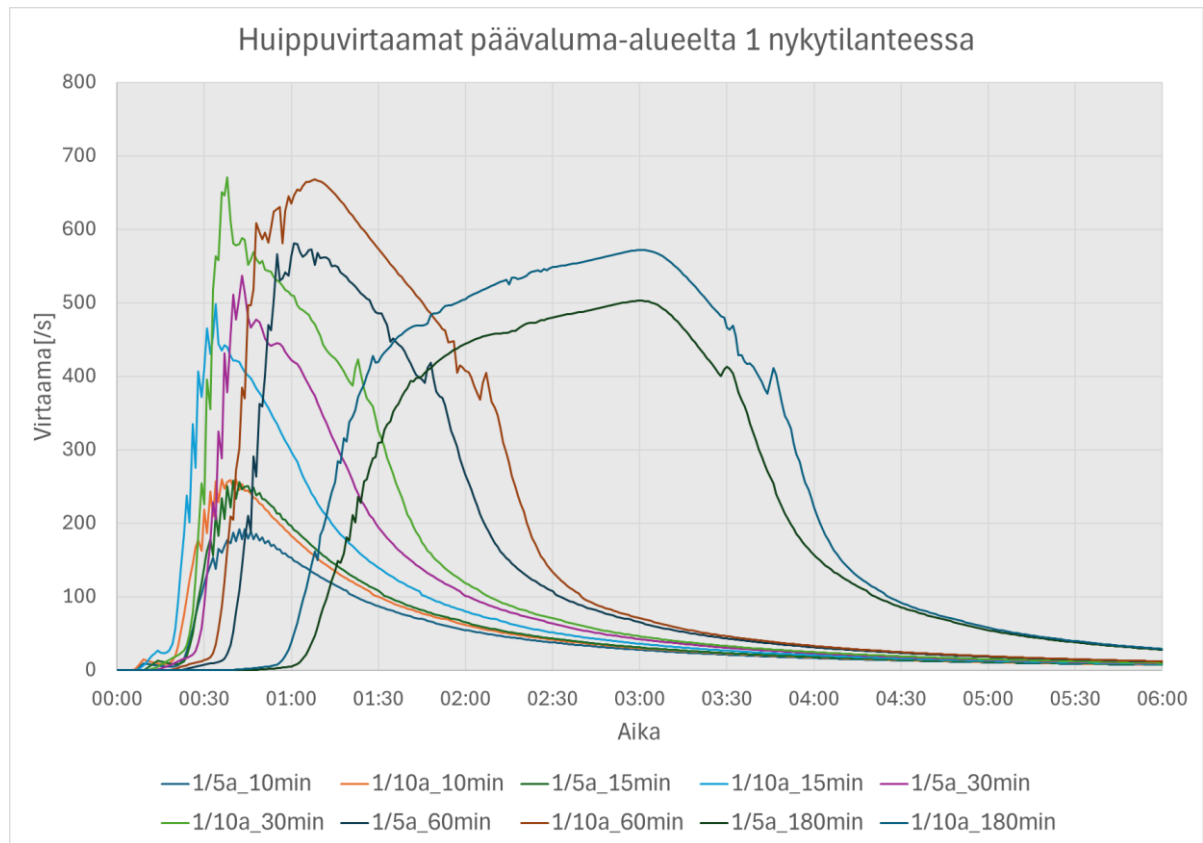
5.3 Hulevesivirtaamat nyky- ja tulevassa tilanteessa sekä hallintatoimenpiteiden mitoitus

Oulun kaupungin hulevesien hallinnan kaupunkitilaohjeen (2024) mukaan päävirtausreittien viemärit ja rumpurakenteet mitoitetaan 1/10a toistuvuudella, eli 1/5a sateilla, johon ilmastomuutoksen 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 mallissa käytetyt ja suunnitelmakartalla esitetyt korkotasot on alustavasti arvioitu nykyisen maanpinnan mukaisesti.

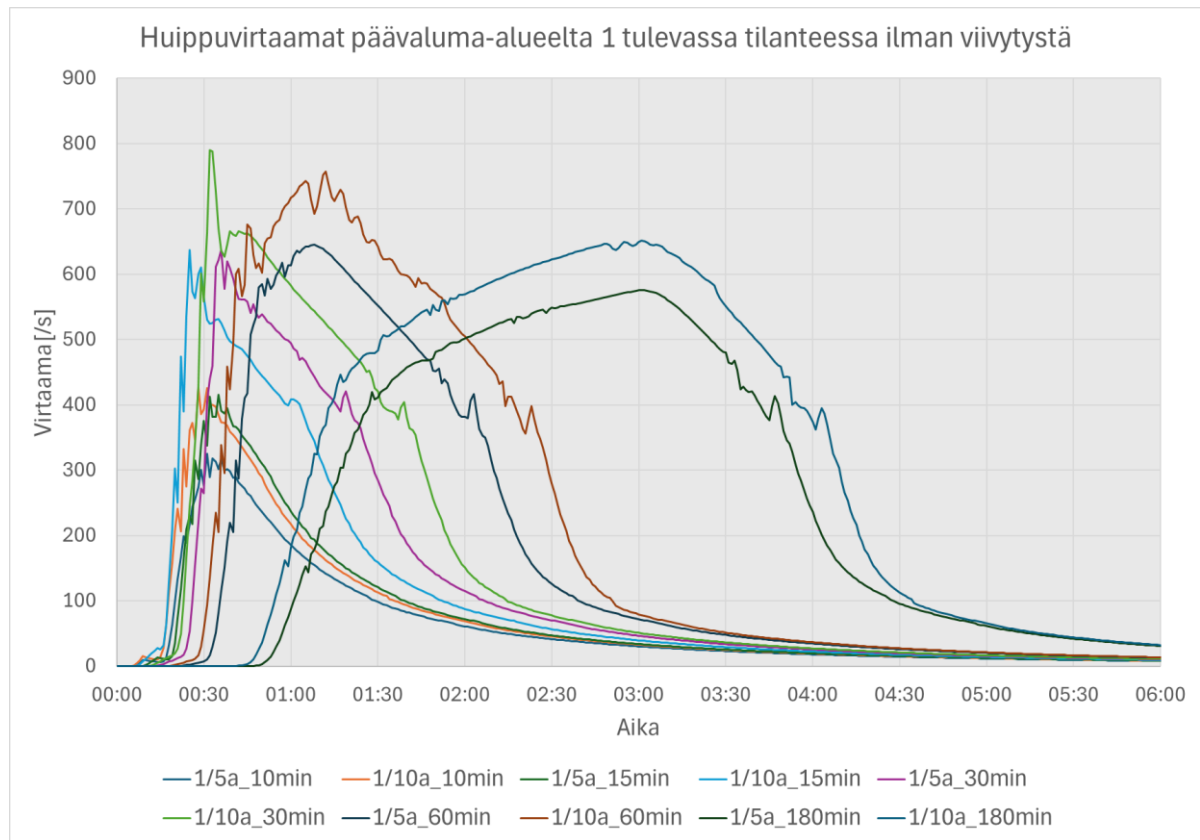
Päävaluma-alue 1

Päävaluma-alueen 1 huippuvirtaamia on tarkasteltu Tulliväylän itäpuolen pisteessä ennen Paulaharjuntielle johtavaa hulevesiputkea (kuva 18). Kuvissa 20 ja 21 huippuvirtaamia on tarkasteltu nykytilanteessa sekä tulevassa tilanteessa ilman viivytystä taulukossa 5 esitetyillä sateilla. Kuvaajista nähdään, että sekä nykytilanteessa että tulevassa tilanteessa ilman viivytystä suurimmat huippuvirtaamat muodostuvat sateella 1/10a 30min 120 %. Sateella 1/10a 60min 120 % huippuvirtaamat ovat kuitenkin lähes yhtä suuret. Kuvaajista havaitaan niin ikään, että huippuvirtaamat kasvavat kaikilla sateilla tulevassa tilanteessa verrattuna nykytilanteeseen.

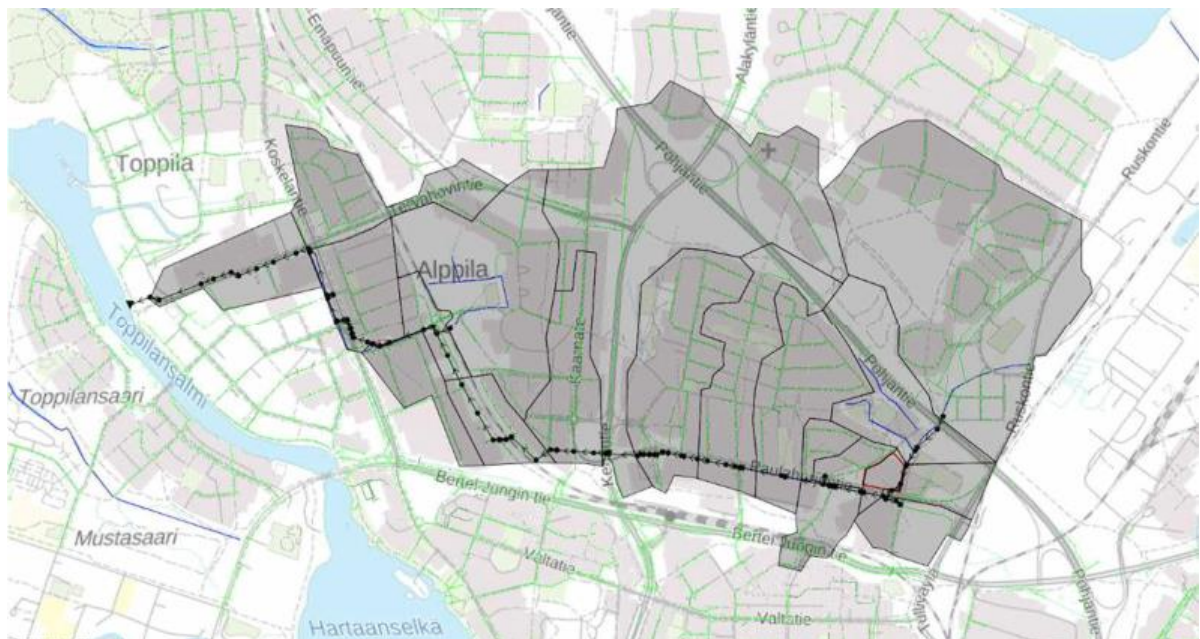
Sweco Ympäristö Oy tekemässä selvityksessä *Välvainion puutarhan hulevesitarkastelu asemakaavan muutosta varten* (2021) on tarkasteltu ja mallinnettu kuvan 22 mukaisen alueen hulevesiä. Mallinnettu reitti alkaa idästä Paulaharjuntieltä, johon päävaluma-alueen 1 vedet laskevat. Selvityksessä todetaan, että mallinnustulosten perusteella purkureitin kapasiteetti on käytössä ja että purkureitillä saattaa esiintyä tulvintaa.



*Kuva 20 Huippuvirtaamat päävaluma-alueelta 1 nykytilanteessa (sateissa huomioitu ilmas-
tonmuutoskerroin 1,2).*



Kuva 21 Huippuvirtaamat päävaluma-alueelta 1 tulevassa tilanteessa ilman viivytystä (sateissa huomioitu ilmastonmuutoskerroin 1,2).



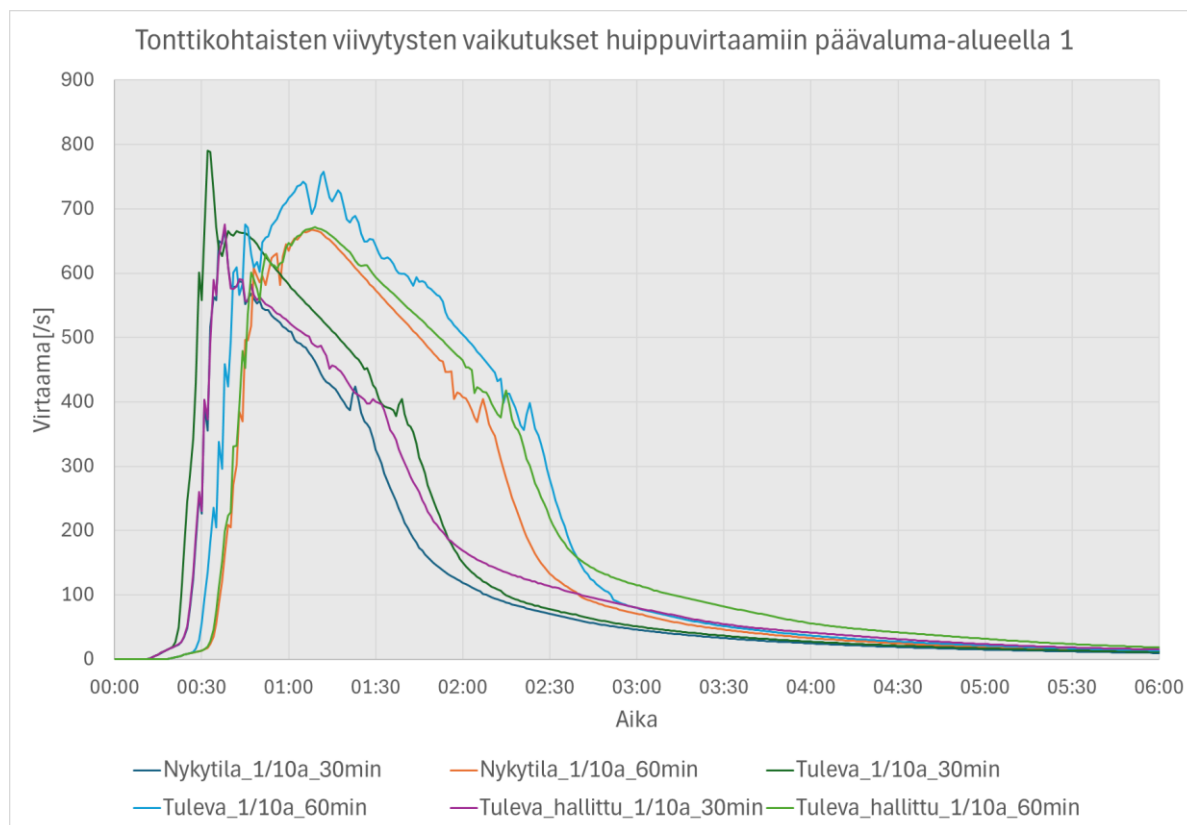
Kuva 22. Ote Sweco Ympäristö Oy:n selvityksestä vuodelta 2021.

Viivytystarve mitoitettiin 1/10a sateilla, joihin ilmastonmuutoksen vaikutus on otettu huomioon 20 % sademäärälisäyksellä (sateet vastaavat siis noin nykyisiä 1/20a toistuvuuksia). Tarvittavat tilavuudet ja tilavaraukset mitoitettiin siten, että kaava-alueen tulevat huippuvirtaamat eivät ylitä nykyisiä huippuvirtaamia. Kaava-alueella käytettiin tonttikohtaisena viivytysmääräyksenä T- ja EN-3-alueilla $1,5 \text{ m}^3 100 \text{ m}^2$ läpäisemätöntä pintaa kohden. Viivytykset pyrittiin sijoittamaan näille tonteille eikä EV-alueille (suojaviheralueet). Nykytilan valuma-alueajauksiin tehtiin tarvittaessa tarkennuksia ja alueita pilkottiin pienempiin osiin. Päärajaukset pyrittiin pitämään kuitenkin samana kuin nykytilanteessa. Katualueiden osalta hulevedet tulee viivyttää esimerkiksi viherkaistojen tai sivupainanteiden kautta.

Päävaluma-alueen 1 osalta T-tonteille määritettiin tonttikohtaiset maanalaiset viivytysjärjestelmät, joiden tilavuus vaihteli välillä $33,7\text{--}148,6 \text{ m}^3$, ja joiden keskisyvyudeksi määritettiin 1–1,2 m.

Yleissuunnitelmakartassa on lisäksi esitetty vaihtoehtoinen maanpäällisen viivytysjärjestelmän sijainti valuma-alueelle 1.6.1. Alustavassa maankäyttökaaviossa tämä alue on kaavailtu viheralueeksi. Nykytilanteen maanpinnanmuotojen perusteella vedet valuisivat T-tonteilta EV-alueille, mutta mallinnetussa tulevassa tilanteessa tonttien tasausta arvioitiin siten, että tonttien vedet valuisivat viivytysjärjestelmien kautta Typpikujan hulevesiviemäriin.

Katualueiden osalta viivytysmääräyksenä käytettiin niin ikään $1,5 \text{ m}^3 100 \text{ m}^2$ läpäisemätöntä pintaa kohden. Mallinnuksessa nämä viivytystilavuudet toteutettiin tonttikohtaisten viivytysten tapaan säiliötilavuuksina $10,2\text{--}44,3 \text{ m}^3$ samoilla syvyyksillä. Päärunkolinjan materiaaliksi määritettiin koko suunnittelualueella 300B, joka oli mallinnusten perusteella riittävä sateilla 1/5a +20 %. Kuvassa 23 on esitetty viivytysten vaikutukset huippuvirtaamiin päävaluma-alueella 1 sateilla 1/10a 30min ja 60min 120 %.



Kuva 23 Tonttikohtaisten viivytysten vaikutukset huippuvirtaamiin päävaluma-alueella 1 sateilla 1/10a 30min ja 60min (sateissa huomioitu ilmastonmuutoskerroin 1,2).

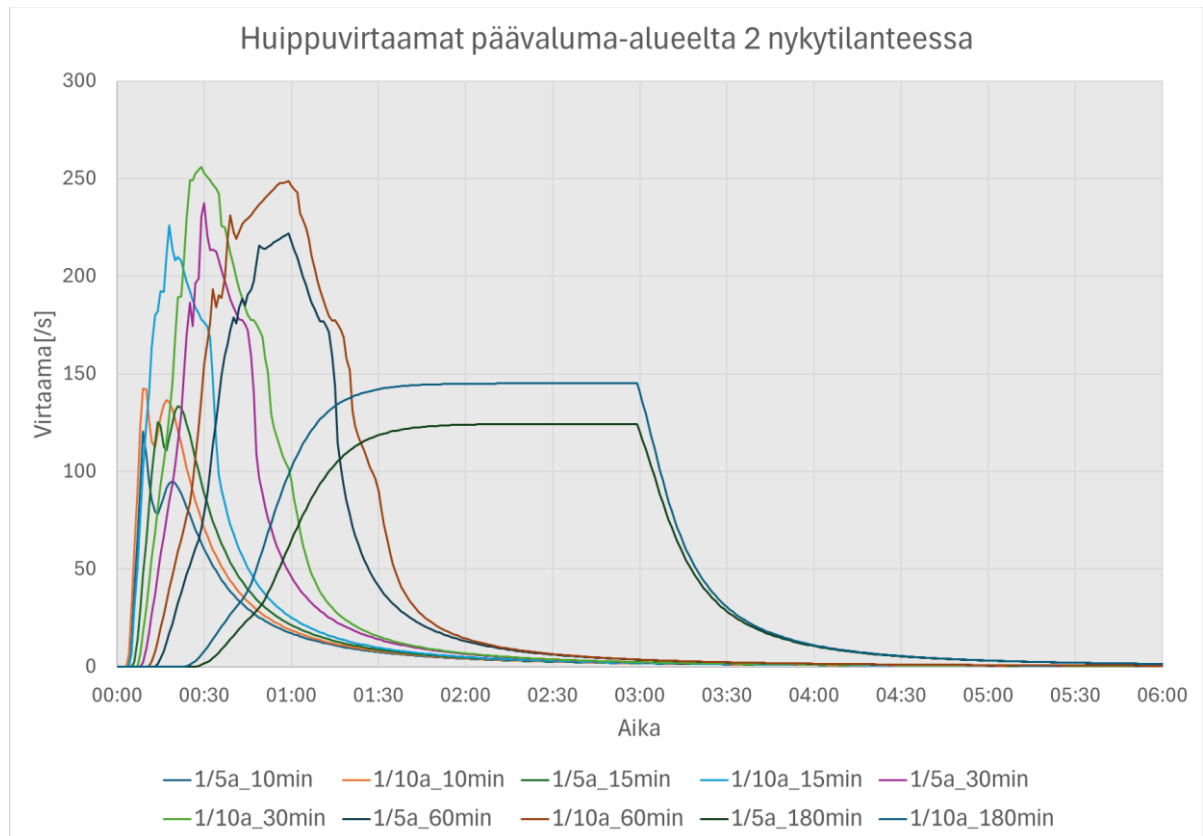
Mallinnetuilla viivytyksillä saatiin tasattua tulevan tilanteen huippuvirtaamat likipitään nykyiselle tasolle sateilla 1/10a 30min ja 60min 120 %. Yleissuunnitelmakartassa katualueille esitetyn hulevesiverkoston korot on arvioitu alustavan katusuunnitelman ja maanpinnan korkeuksien perusteella huomioiden olemassa olevat kaukolämmön siirtolinjat. Lisäksi on huomioitu, että on saatu tarvittavat kaltevuudet sekä katualueille että tonttikohtaisille viivytysjärjestelmille, jotka on liitetty katualueiden hulevesiverkostoon. Tonttiliittymien sijainnit on arvioitu alustavan maankäyttökaavion mukaisten tonttiliittymien kohdille. Näiden osalta tulee huomioida alueelle rakennettavat kaukolämmön korttelijohdot.

Tulvatilanteessa kaikki kadut sekä niiden sivupainanteet toimivat tulvareitteinä. 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.

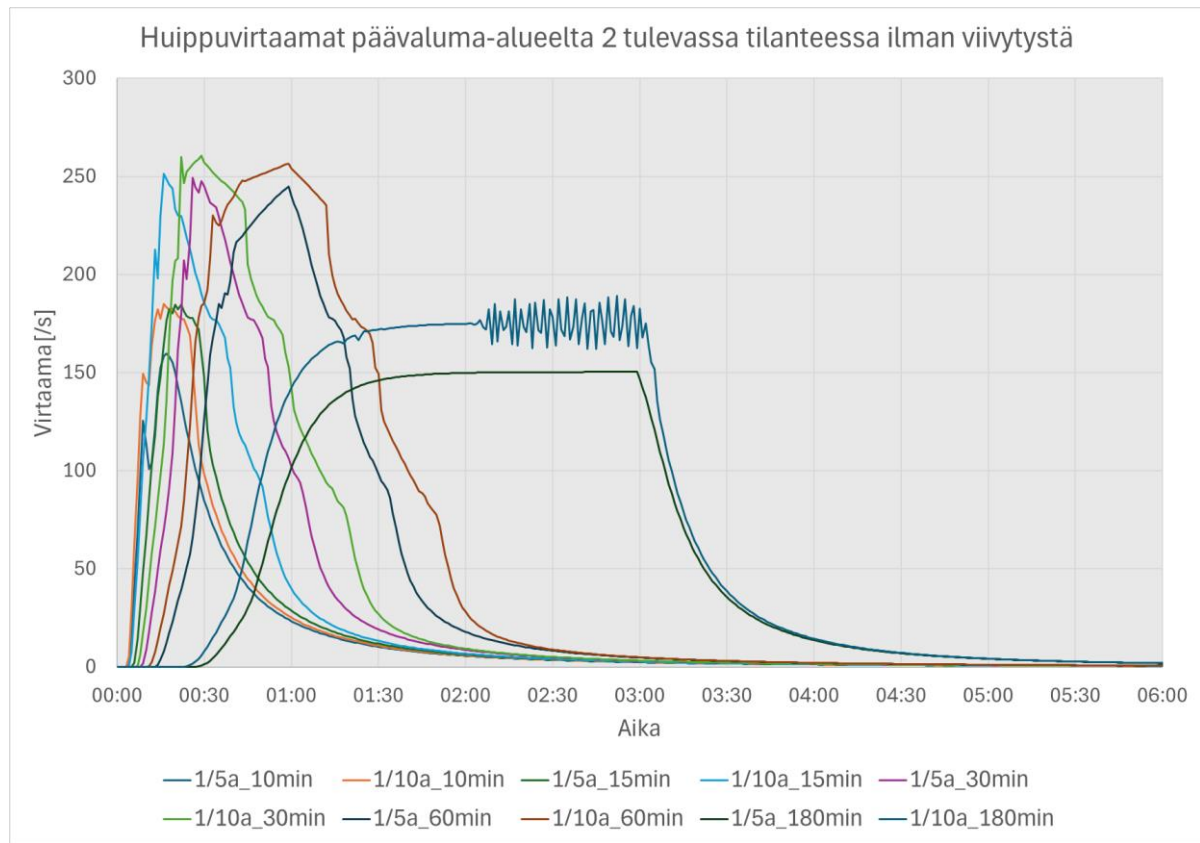
Päävaluma-alue 2

Päävaluma-alueen 2 huippuvirtaamia on tarkasteltu Pohjantien ja Kuusamontien risteyksen luoteispisteessä (kuva 18). Kuvissa 24 ja 25 huippuvirtaamia on tarkasteltu nykytilanteessa

sekä tulevassa tilanteessa ilman viivytystä taulukossa 5 esitetyillä sateilla. Päävaluma-alueen 2 suurimmat huippuvirtaamat nykytilanteessa ja tulevassa tilanteessa ilman viivytystä muodostuvat sateella 1/10a 30min 120 %. Sateella 1/10a 60min 120 % huippuvirtaamat ovat kuitenkin lähes yhtä suuret. Verrattuna nykytilanteeseen alueen huippuvirtaamat kasvavat kaikilla tarkastelluilla sateilla tulevassa tilanteessa.

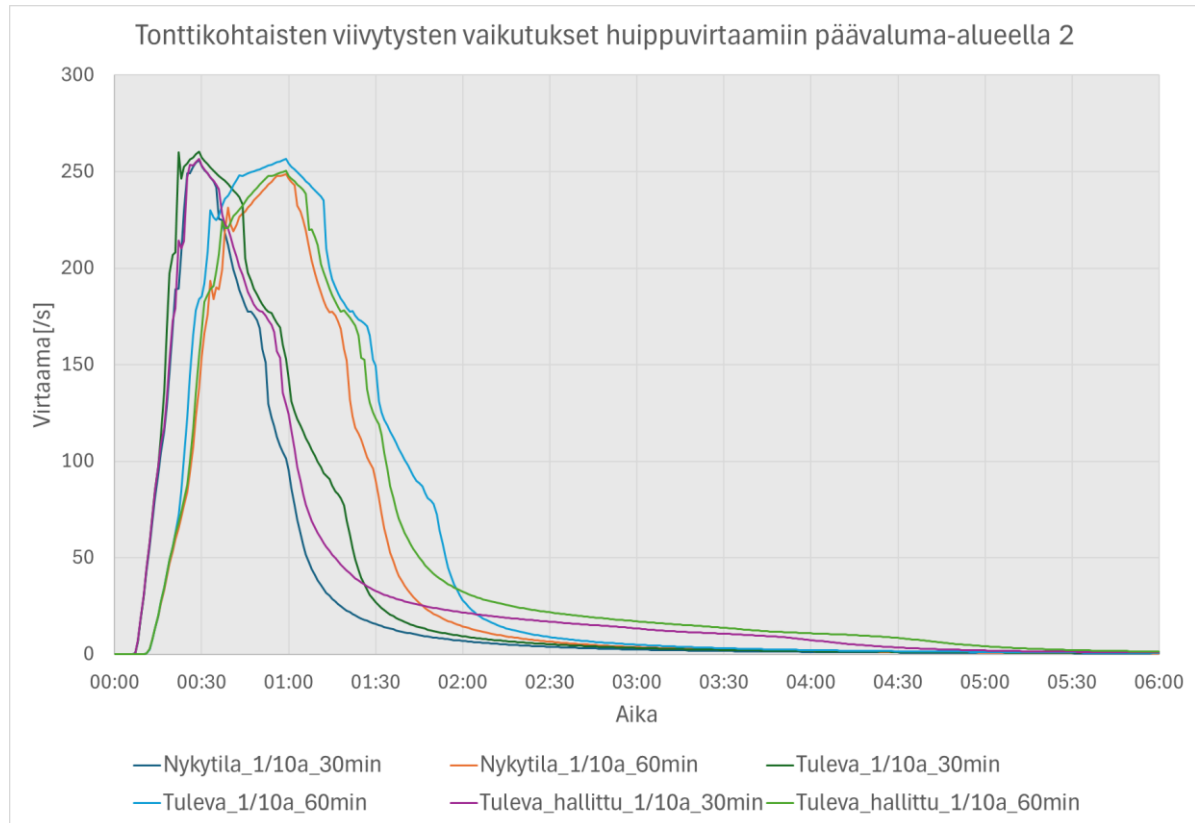


Kuva 24 Huippuvirtaamat päävaluma-alueelta 2 nykytilanteessa (sateissa huomioitu ilmastomuutoskerroin 1,2).



Kuva 25 Huippuvirtaamat päävaluma-alueelta 2 tulevassa tilanteessa ilman viivytystä (sateissa huomioitu ilmastonmuutoskerroin 1,2).

Viivytystarve määritettiin päävaluma-alueella 2 samaan tapaan kuin päävaluma-alueella 1. Päävaluma-alueen 2 osalta EN-3-tonteille määritettiin tonttikohtaiset maanalaiset viivytysjärjestelmät, joiden tilavuudet olivat 43,4 ja 103,4 m³. Katualueen 1.9.3 viivytystilavuus oli vastaavilla syvyyksillä 25 m³. Kuvassa 26 on esitetty viivytysten vaikutukset huippuvirtaamiin päävaluma-alueella 2 sateilla 1/10a 30min ja 60min 120 %.



Kuva 26 Tonttikohtaisten viivytysten vaikutukset huippuvirtaamiin päävaluma-alueella 2 sateilla 1/10a 30min ja 60min (sateissa huomioitu ilmastonmuutoskerroin 1,2).

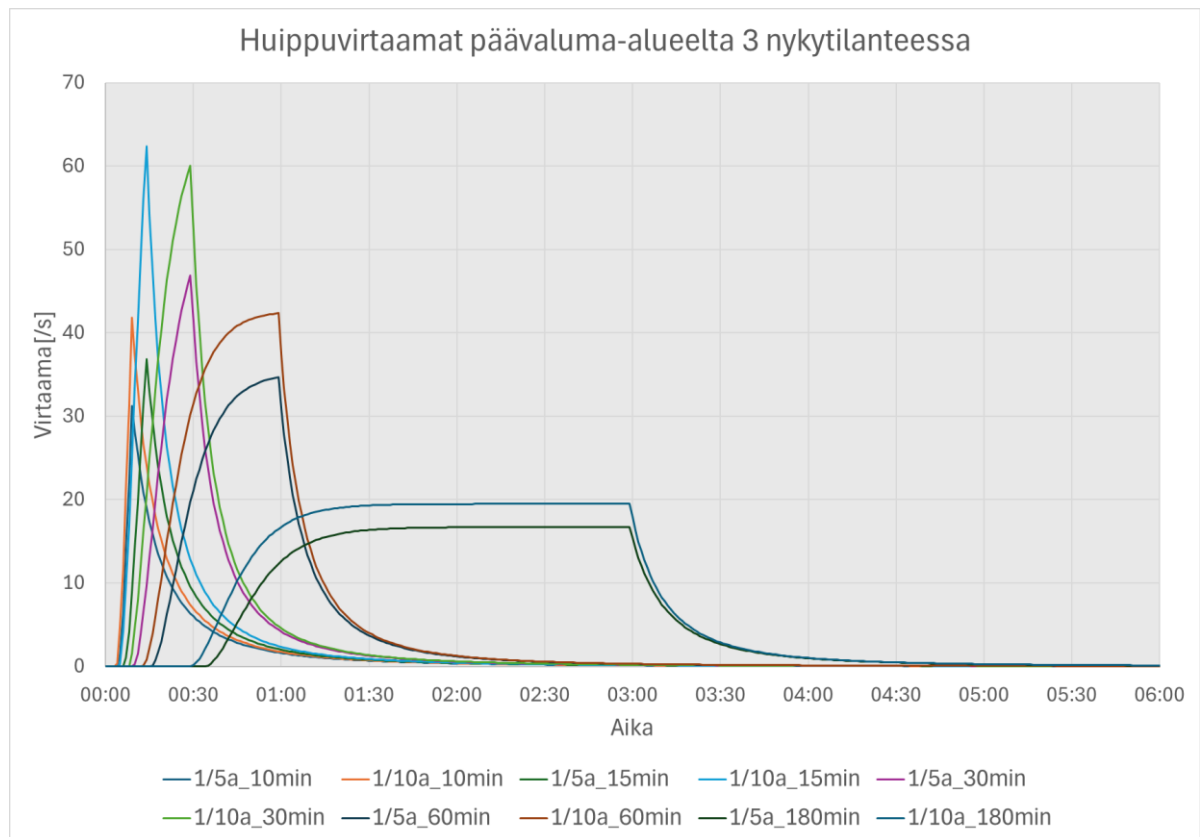
Mallinnetuilla viivytyksillä saatiin tasattua tulevan tilanteen huippuvirtaamat likipitään nykyiselle tasolle sateilla 1/10a 30min ja 60min 120 %. Yleissuunnitelmakartassa katualueille esitetyn hulevesiverkoston korot on arvioitu niin ikään samoin kuin päävaluma-alueella 1. Päävaluma-alueella 2 sijaitseva nykyinen kaukolämmön siirtolinja DN600 tulee huomioida niin hulevesirunkolinjan sijoituksessa kuin myös molempien EN-3-tonttien tonttiliittymien sijoituksessa. Sama linja kulkee myös Typpikujan ja Typpitien lounaspuolelle jäävän EV-alueen läpi, missä huomioitavana on suunnitellun hulevesiviemärin purkureittinä toimiva oja.

Tulvatilanteessa kaikki kadut sekä niiden sivupainanteet toimivat tulvareitteinä. 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. Yleissuunnitelmakartassa on esitetty mahdolliset tulvareitit.

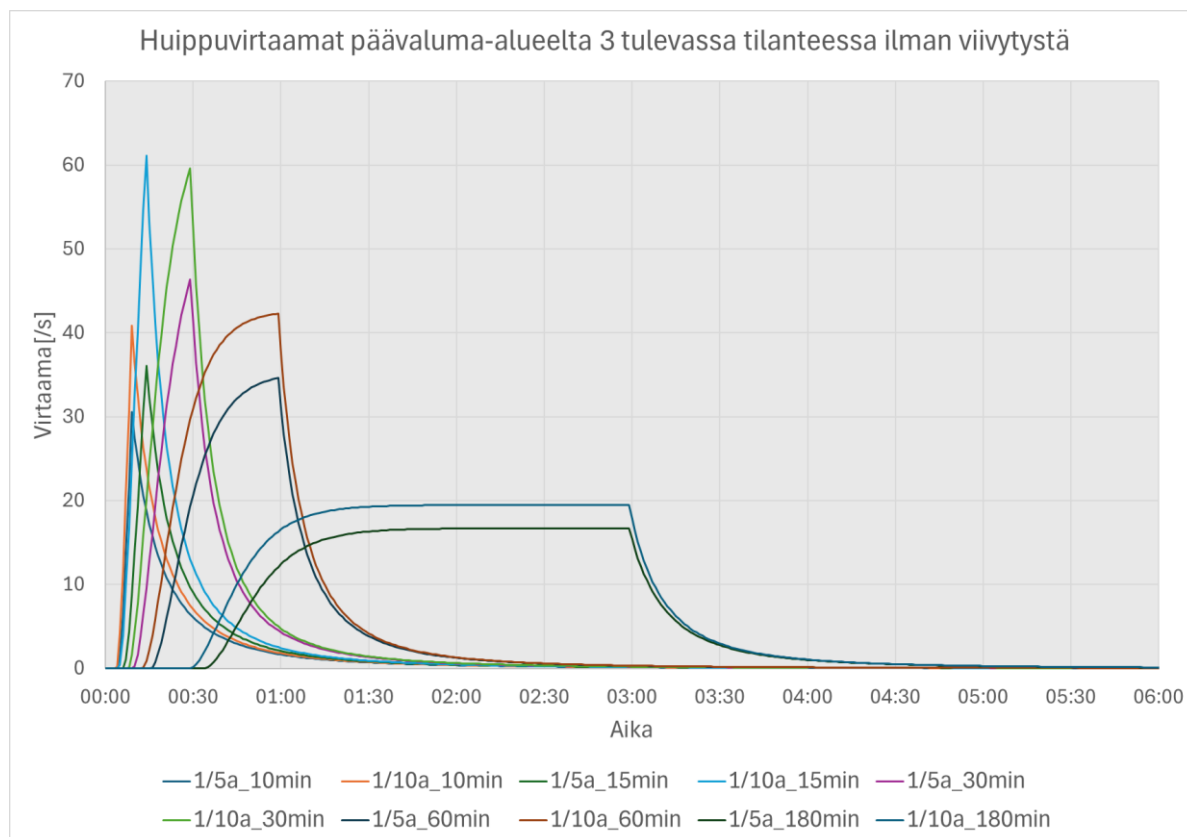
Päävaluma-alue 3

Päävaluma-alue 3 muodostuu pelkästään valuma-alueesta 3. Pienen alueen vedet Typpitien itäpuolelta laskevat Kuusamontien alikulkusillan kautta, missä on hulevesien eteenpäin pumppaus. Aineistoista ei tarkemmin käy ilmi, minne hulevedet pumpataan. Mallinnuksessa

on arvioitu alueen purkureitti lyhyeltä matkalta (kuva 18). Kuvissa 27 ja 28 huippuvirtaamia on tarkasteltu nykytilanteessa sekä tulevassa tilanteessa ilman viivytystä taulukossa 5 esite-tyillä sateilla. Kuvaajista nähdään, että suurimmat huippuvirtaamat sekä nykytilanteessa että tulevassa tilanteessa ilman viivytystä muodostuvat sateella 1/10a 15min 120 %. Vertailtaessa nykytilannetta sekä tulevaa tilannetta ilman viivytystä havaitaan, että huippuvirtaamat eivät kasva merkittävästi tai ollenkaan tulevassa tilanteessa. Kaava-alueesta vain pieni alue Typpi-tiellä ja sen itäpuolella kuuluvat tähän valuma-alueeseen eikä maankäytössä ole tulossa muu-toksia, joten tämän perusteella alue ei tarvitse toimenpiteitä.



Kuva 27 Huippuvirtaamat päävaluma-alueelta 3 nykytilanteessa (sateissa huomioitu ilmas-tonmuutoskerroin 1,2).



Kuva 28 Huippuvirtaamat päävaluma-alueelta 3 tulevassa tilanteessa ilman viivytystä (sa-teissa huomioitu ilmastonmuutoskerroin 1,2).

6 Yhteenveto ja johtopäätökset sekä ohjeistus alueen jatkosuunnitteluun ja kaavamääräykset

Tässä työssä laadittiin hulevesiselvitys ja hulevesien hallintasuunnitelma Typpipuiston asemakaavan muutosta varten. Asemakaavamuutoksen tavoitteena on muuttaa suunnittelualueen käyttötarkoitus teollisuus- ja varastoalueeksi (T), suojaviheralueeksi (EV) sekä energiahuollon korttelialueeksi, jolle saa rakentaa tankkausaseman (EN-3). Alueella varaudutaan mahdollisesti myös varikkotoimintaan, laajoihin piha-alueisiin ja raskaan liikenteen liikennöintiin. Alue on nykyisellään pääosin rakentamatonta metsämaata.

Työn ensimmäisessä vaiheessa laadittiin hulevesiselvitys alueen nykytilanteesta, missä selvitettiin valuma-alueet ja -reitit, tulva-alueet ja -reitit, maaperä, topografia, pohjavesiolosuhteet sekä luontoarvot. Lisäksi laadittiin tavoitteet hulevesien hallinnalle.

Suunnittelualueen länsiosan vedet laskevat pääosin luoteispuolisen vanhan junaradan itäreunan ojaan. Tämä oja laskee Pohjantien eteläpuolelle ja sieltä edelleen luoteeseen purkaen

lopulta Toppilansalmeen. Hautakorventien ja Ruskontien risteysalueen ojien osalta virtaus-suuntaa ei tarkoin voi määrittää, sillä ojat ovat hyvin tasaisia. Pääpurkusuunta on kuitenkin molemmilla sama.

Suunnittelualueen kaakkoisosan hulevedet laskevat Oulujokeen Pohjantien sillan länsipuolelta. Pieni osa Typpitien itäpuolelta laskee Kuusamontien alikulkusillan kautta, missä on hulevesien eteenpäin pumppaus. Aineistoista ei tarkemmin käy ilmi, minne hulevedet pumpataan.

Työn toisessa vaiheessa laadittiin hulevesien hallintasuunnitelma. Hulevesimitoituksia ja verkoston kapasiteettitarkastelua varten alueesta laadittiin hulevesimallinnus. Tarkastelut tehtiin 1/5a ja 1/10a sateilla. Viivytyksen mitoitus varten toistuvuudeksi valittiin 10 vuotta, jotta ilmastonmuutoksen vaikutus on otettu huomioon niin, että sademäärään tulee 20 % lisäys. Alueelle arvioitiin alustava hulevesiviemäriverkosto, jonka kapasiteetti on mitoitettu 1/5a sateilla + 20 % ilmastonmuutoksen lisäys sademäärään (putket 300B). 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 viivyttaa katualueilla, esimerkiksi viherkaistojen ja viherpainanteiden kautta.

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 viivytyspainanteiden kautta hulevesiviemäriverkostoon.

Viivytyksvaatimuksena suositellaan noin $1,5 \text{ m}^3$ vettäläpäisemätöntä 100 m^2 pintamateriaalia kohden.

- Tonttien pysäköinti- ja raskaan liikenteen alueiden hulevesien laadullisesta hallinnasta vastaavat tontit.
- Tonttikohtainen mitoitusvaatimus: hulevesiä tulee viivyttää alueella siten, että viivytysspainanteiden, -altaiden tai -säiliöiden mitoituslajuuden tulee olla T- ja EN-3-tontteille vähintään $1,5 \text{ m}^3$ vettäläpäisemätöntä 100 m^2 pintamateriaalia kohden. Viivytyalueiden tulee tyhjentyä 12 tunnin kuluessa täyttymisestä ja niissä tulee olla suunniteltu ylivuoto.
- Piha-alueiden tarvittavia kivettyjä pintoja suositellaan toteutettavan ainakin puoliläpäisevillä päällysteillä.
- Mikäli ”/kem-1”-kiinteistöllä on hulevesien kemikaalinen saastumisriski, läpäisevien pinnoitteiden käyttö on kielletty ja pintavedet tulee johtaa ensin käsittelyjärjestelmään, kuten hiekan- ja öljynerotin. Jos käytetty kemikaalien määrä on säännöllisesti iso, suositellaan hulevesien johtamista ensin suoja-altaisiin, joiden kuivatusputkille on asennettava sulkuventtiilikaivot. Altaiden mitoituslajuuden tulee vastata ainakin $1,0 \text{ m}^3 / 100 \text{ m}^2$ läpäisemätöntä pintaa.
- Kortteleihin tulee jättää kasvillisuuden peittämiä viheralueita.
- Rakentamisen aikaisten hulevesien käsittelyyn tulee kiinnittää erityistä huomioita. Työmaa-aikaiset vedet tulee käsitellä Oulun kaupungin ”Työmaavesi-ohjeen” mukaisesti puhdistavissa rakenteissa ennen hulevesiverkostoon johtamista.

FCG Finnish Consulting Group Oy

