

Vastaanottaja  
Joensuun kaupunki  
Kontiolahden kunta

Asiakirjatyyppi  
Hulevesiselvitys

Päivämäärä  
4.6.2021

Viite  
1510061641  
1510061639

# JOENSUUN KAUPUNKI JA KONTIOLAHDEN KUNTA SALPAKANGAS-LEHMO HULEVESISELVITYS

Päivämäärä 4.6.2021  
Laatija Julia Haapalainen, Anni Orkoneva  
Tarkastaja Juha Ronkainen  
Viite 1510061641 / 1510061639

## SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	4
1.1	Selvityksen tarkoitus ja päätavoitteet	4
1.2	Tilaaajan ja konsultin työryhmä	4
1.3	Terminologia	4
2.	SUUNNITTELUALUEEN KUVAUS	6
2.1	Nykytilan maankäyttö	6
2.2	Suunnittelualueen keskeiset vesistöt ja pienvesistöt	7
2.3	Maaperä-, maasto- ja pohjavesiolosuhteet	8
2.4	Suojelun kannalta tärkeät luontokohteet	9
2.5	Nykyinen hulevesiverkosto	10
3.	VALUMA-ALUEET JA MITOITUSPERUSTEET	10
3.1	Valuma-alueajaukset ja virtaussuunnat	10
3.2	Mitoitussateet	11
3.3	Valuntakertoimien määrittäminen	11
3.4	Mitoitusvirtaamat	12
3.5	Tulevan maankäytön hydrologiset vaikutukset	12
4.	HULEVESIEN HALLINTA	14
4.1	Hulevesien hallintamenetelmien valinta	14
4.2	Hulevesien hallinta kiinteistöillä	16
4.3	Hulevesien hallinta yleisillä alueilla	16
4.4	Salpakadun jatkeen hulevesien hallinta	17
4.5	Tulvariskit sekä eroosion ja liettymisen hallinta	18
4.6	Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta	20
5.	SUOSITELLUT RATKAISUVAIHTOEHDOT	21
5.1	Hulevesien hallinnan periaateratkaisuja kiinteistöillä	21
5.2	Hulevesien hallinnan periaateratkaisuja katualueilla	22
5.3	Hulevesien hallinnan periaateratkaisuja yleisillä alueilla	23
5.4	Tulvareitit	26
6.	JATKOSUUNNITTELUSSA HUOMIOITAVIA ASIOITA	26
7.	YHTEENVETO	26

## LIITTEET

- Liite 1 Valuma-alueet ja päävirtaussuunnat
- Liite 2 Valuntakertoimet nykytilanteessa
- Liite 3 Valuntakertoimet tulevassa tilanteessa
- Liite 4 Valuma-alueiden pinta-alat ja valuntakertoimet nykytilanteessa ja tulevassa tilanteessa
- Liite 5 Läpäisemättömien pintojen määrän kasvu nykytilanteesta tulevaan tilanteeseen
- Liite 6 Periaatekuva Salpakankaankadun ojan siirrosta

# 1. JOHDANTO

## 1.1 Selvityksen tarkoitus ja päätavoitteet

Selvityksen tavoitteena on laatia Salpakankaan ja Lehmon alueille hulevesiselvitys. Alueet sijaitsevat Joensuun kaupungin ja Kontiolahden kunnan alueilla. Selvitys laaditaan, jotta tulevissa kaa-  
vahankkeissa voidaan varautua hulevesien hallintaan ja antaa tarvittavat lähtökohdat asemakaava-  
vatyön hulevesisuunnittelua varten. Hulevesiselvitys ohjaa asemakaava-alueiden hulevesijärjes-  
telmien yksityiskohtaisempaa suunnittelua.

Hankkeen lähtötietoina on käytetty seuraavia aineistoja:

- korkeusmalli (Maanmittauslaitos)
- taustakartta, pohjakartta (Maanmittauslaitos)
- kantakartta (Joensuun kaupunki / Kontiolahden kunta)
- verkostokartta (Joensuun kaupunki / Kontiolahden kunta)
- Lehmon osayleiskaavan aineisto ja muu olennainen tieto maankäytön muutoksista tulevai-  
suudessa (Kontiolahden kunta / Joensuun kaupunki)

Hankkeessa käytetään ETRS1989-GK30FIN koordinaattijärjestelmää ja N2000-korkeusjärjestel-  
mää.

## 1.2 Tilaajan ja konsultin työryhmä

Joensuun kaupunki:

- Antti Rytönen, suunnittelupäällikkö
- Minna Tolvanen, maankäytön suunnittelija
- Sanna Seppänen, maankäytön suunnittelija

Kontiolahden kunta

- Tommi Hirvonen, tekninen johtaja
- Marja-Liisa Sykkö, maankäyttöpäällikkö

Ramboll Finland:

- Juha Ronkainen, projektipäällikkö
- Anni Orkoneva, asiantuntija
- Julia Haapalainen, suunnittelija
- Hanna Ruusuvoori, suunnittelija

## 1.3 Terminologia

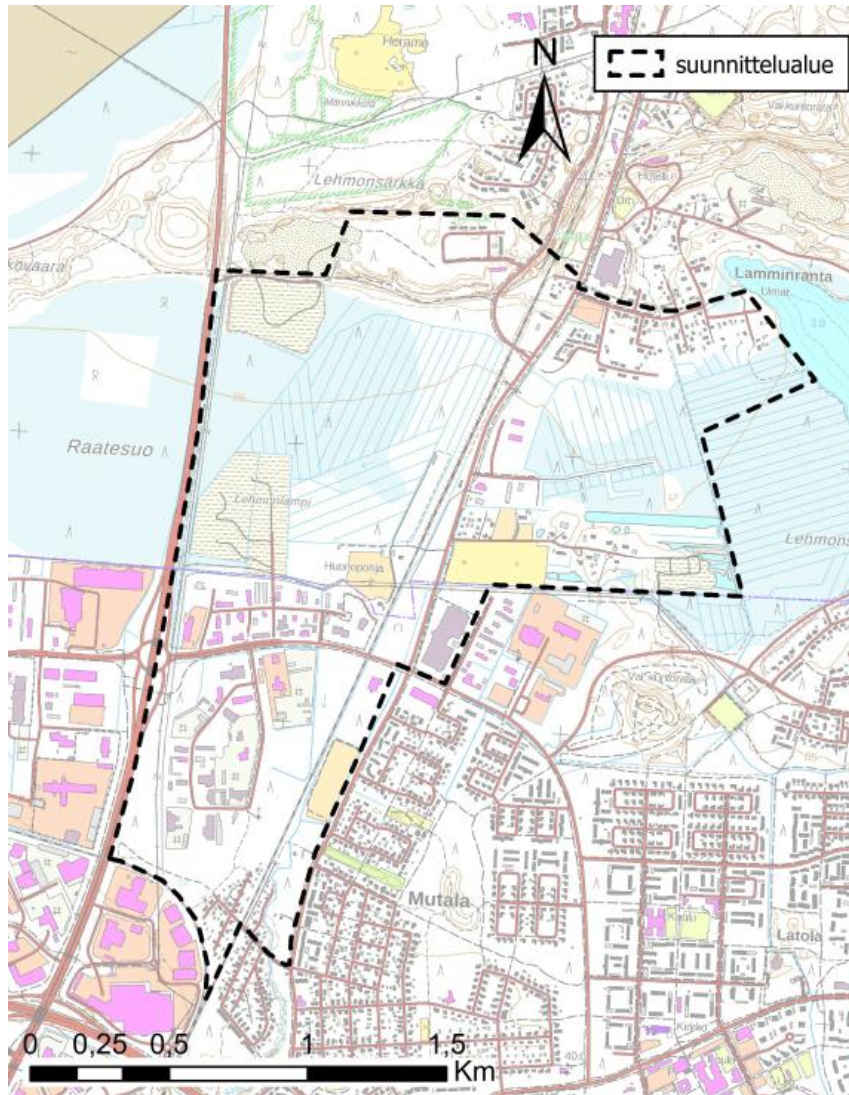
Biosuodatus	Veden suodattaminen ja puhdistaminen orgaanisissa maakerroksissa. Hulevedet johdetaan kasvipeitteiseen painanteeseen (engl. rain garden, bioretention, biofiltration); vesi pidättyy ja puhdistuu painanteessa, josta se suodattavan maakerroksen läpi imeytetään maaperään tai johdetaan hulevesijärjestelmään.
Hulevesi	Maan pinnalta, rakennuksen katolta tai muilta vastaavilta pinnoilta pois johdettava sade- tai sulamisvesi
Imeyttäminen	Huleveden tarkoituksellinen imeyttäminen maaperään.

Kosteikko	Hulevesien käsittelymenetelmä, jossa hulevesi johdetaan hitaasti virtaavaan, matalaan lammikkoon, viipymä lammikossa luokkaa 1 vuorokausi. Kosteikon vesialue rakennetaan siten, että vesialue muodostuu pysyväksi. Haitta-aineita poistuu hulevedestä laskeutumalla ja pidättymällä kosteikon kasvillisuuteen. Kosteikko voi olla luonnollinen, rakennettu tai näiden yhdistelmä.
Läpäisemätön pinta	Tiivis pinta, joka ehkäisee huleveden imeytymisen maaperään ja lisää pintavaluntaa.
Läpäisevä pinta	Rakentamaton tai rakennettu pinta, missä hulevesien imeytymistä tapahtuu.
Tulvareitti	Maanpinnalla oleva huleveden virtausreitti, johon hulevedet johdetaan hallitusti silloin, kun hulevesiviemäröinnin kapasiteetti ylittyy.
Valuntakerroin	Suhdeluku, joka kuvaa valuma-alueelta pintavaluntana välittömästi purkautuvan veden osuuden alueelle satavasta kokonaisvesimäärästä erilaisten häviöiden, kuten haihtumisen, pintavarastoitumisen, imeytymisen ja pidättymisen jälkeen.
Viivytyispainanne	Hulevesien hallintamenetelmä, jossa hulevesivirtaamaa hidastetaan ja pidätetään. Hulevedet varastoidaan painanteeseen tietyksi aikaa ja vapautetaan vähitellen eteenpäin. Viivytyispainanteessa ei ole pysyvää vesipintaa vaan se kuivuu sadetapahtumien välissä.

Määrittelyt Kuntaliiton hulevesioppaan (2012) mukaisesti.

## 2. SUUNNITTELUALUEEN KUVAUS

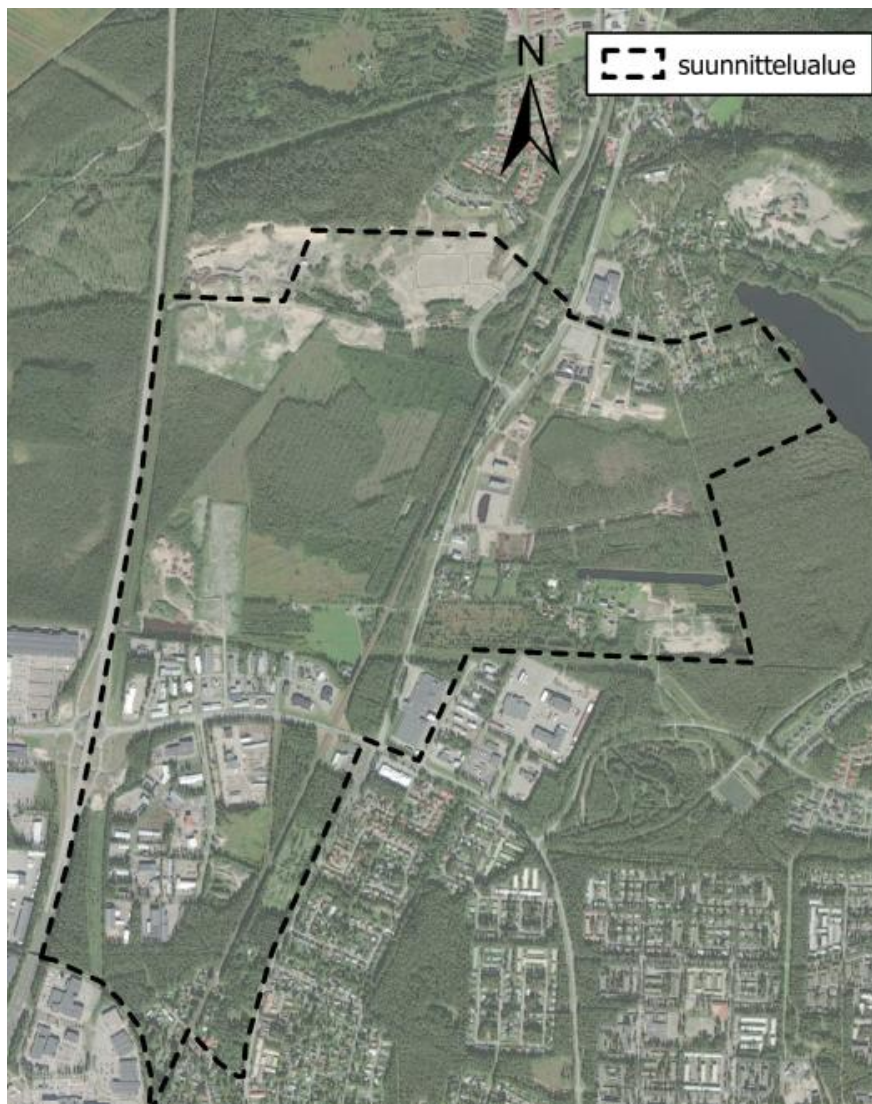
Suunnittelualan rajaus on esitetty kuvassa 1. Suunnittelualue sijaitsee Joensuun kaupungin ja Kontiolahden kunnan rajan molemmin puolin. Suunnittelualue rajautuu lännestä Kajaanintiehen, pohjoisesta Lehmonsärkkään ja idästä Lehmonsuohon sekä Mutalan asuinalueeseen.



Kuva 1. Suunnittelualan rajaus.

### 2.1 Nykytilan maankäyttö

Suunnittelualan nykyinen maankäyttö vaihtelee tiivistä työpaikka- ja teollisuusalueesta laajoihin metsä-, pelto- ja suoalueisiin (kuva 2). Tiivistä, rakennettua aluetta on Joensuun kaupungin puolella. Kontiolahden kunnan puolella alue on pääosin rakentamatonta aluetta, mutta alueella on jonkin verran rakentamista suunnittelualan koillisosassa sekä radan varressa.



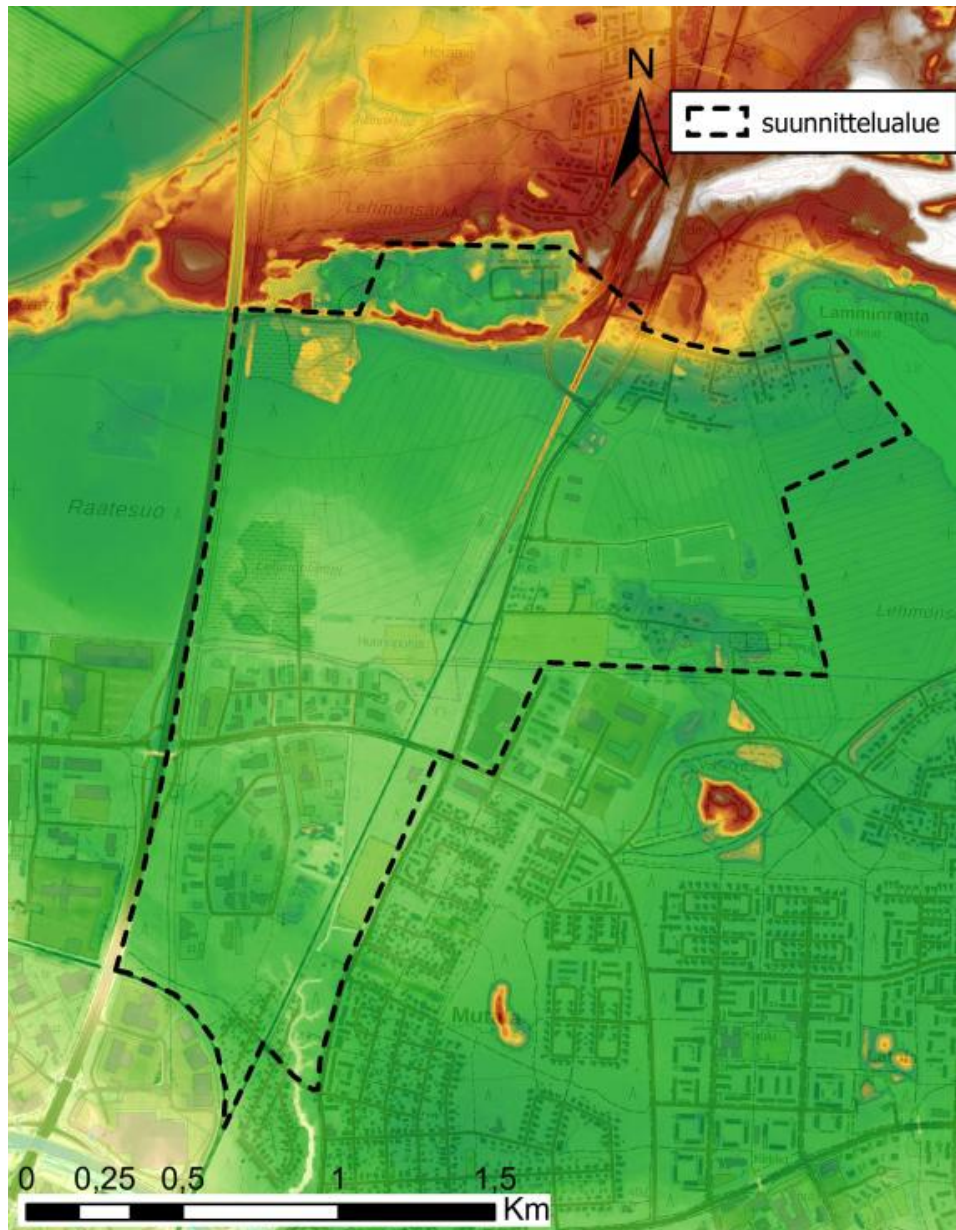
Kuva 2. Ilmakuva suunnittelualueelta.

## 2.2 Suunnittelualueen keskeiset vesistöt ja pienvesistöt

Suunnittelualueen purkuvesistöjä ovat Kurapuro, Onkilampi ja Pielisjoki. Suurin osa suunnittelualueella muodostuvasta pintavalunnasta johtuu Kurapuroon ja siitä edelleen Pielisjokeen.

Maanpinta laskee suunnittelualueella etelään kohti Pielisjokea. Suunnittelualueen vedenjakajana toimii etelä-pohjoissuunnassa suunnittelualueen läpi kulkeva junarata, joka jakaa suunnittelualueen itä- ja länsipuolisiin valuma-alueisiin. Seuraavassa kuvassa 3 on esitetty korkeusmallin havainnekuva.





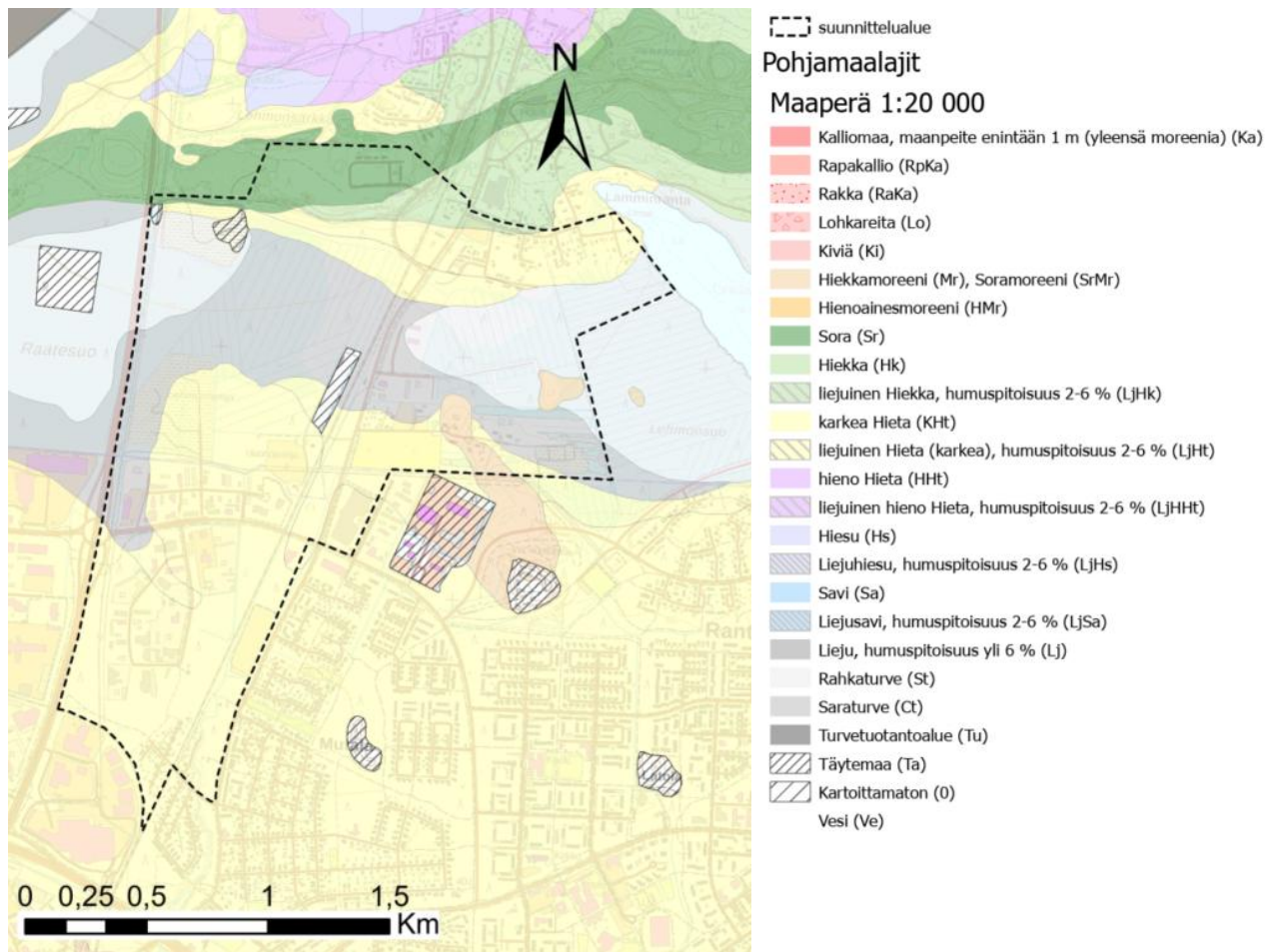
Kuva 3. Korkeusmalli suunnittelu alueelta. Suunnittelualueen rajausta mustalla.

### 2.3 Maaperä-, maasto- ja pohjavesiolosuhteet

Suunnittelualueen koillisosa sijaitsee Lamminrannan alueella osittain Utranharjun pohjavesialueella, joka on luokiteltu vedenhankintaa varten tärkeäksi pohjavesialueeksi.

Suunnittelualueen maaperä on esitetty kuvassa 4. Maaperä on suunnittelualueella GTK:n maaperäaineiston mukaan pääosin karkeaa hietaa ja sara- ja rahkaturvetta. Suunnittelualueen pohjoisosassa Lehmonsärkällä esiintyy soraa ja hiekkaa. Kontiolahden eteläosassa Kajaanintien ja radan väliselle alueelle on tehty myös perustamistapaselvitys<sup>1</sup>. Tehtyjen pohjatutkimuksien mukaan maan pinnalla olevan turvekerroksen paksuus 0,2 – 1,6 m ja syvemmällä maaperä muuttuu silttiseksi hiekaksi, hienoksi hiekaksi ja saviseksi siltiksi.

<sup>1</sup> FCG – Kunnan eteläosan alueellinen pohjatutkimus 2018



Kuva 4. Maaperä suunnittelualueella (Lähde: GTK). Suunnittelualueen rajausta mustalla.

## 2.4 Suojelun kannalta tärkeät luontokohteet

Joensuun Salpakankaan varikon metsäalueelle ja Salpakankaankadulle on tehty asemakaavamuutosta varten luontoselvitykset vuonna 2016<sup>2</sup> ja 2020<sup>3</sup>. Salpakankaan varikon metsäalueella ei selvityksen perusteella sijaitse metsälain 10 §:n tarkoittamia metsäluonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen arvokkaita elinympäristöjä, vesilain 2. luvun 11 §:n mukaisia pienvesiä, luonnonsuojelulain 29 §:n suojaamia luontotyyppisiä eikä luonnontilaisina tai luonnontilaisen kaltaisina uhanalaisiksi luokiteltuja luontotyyppisiä. Selvityksen aikana ei havaittu uhanalaisia tai muuta vaarallista lajistoa. Salpakankaankadun luontoselvityksessä havaittiin liito-oravalle soveltuvaa ruokailuhabitaattia kapealta alueelta ja yksi kolopuu hulevesiselvityksen suunnittelualueen eteläosasta radan vierestä.

Suunnittelualueella ei sijaitse Museoviraston paikkatietoaineistojen perusteella muinaisjäännöskohteita. Suunnittelualueen ulkopuolella Onkilammen rannalla sijaitsee yksi muinaisjäännöskohteita.

<sup>2</sup> Ramboll – Salpakankaan varikon metsäalueen luontoselvitys 2016

<sup>3</sup> Faunatica – Joensuun Salpakankaankadun luontoselvitys asemakaavamuutosta varten vuonna 2020

## 2.5 Nykyinen hulevesiverkosto

Joensuun kaupungin puolella on suunnittelualueella olemassa hulevesiverkostoa Salpakankaankadun etelä- ja pohjoispuolisilla kaduilla. Verkosto on rakennettu pääosin 80-luvun lopulla ja putkikoot vaihtelevat 200M – 500B välillä. Verkostosta vedet puretaan avo-ojiin, jotka laskevat kohti junarataa. Radan alittaa yksi rumpu, joka on arviolta 800B. Tämän saman rummun kautta johtuu kaikki suunnittelualueen länsipuolella muodostuva pintavalunta.

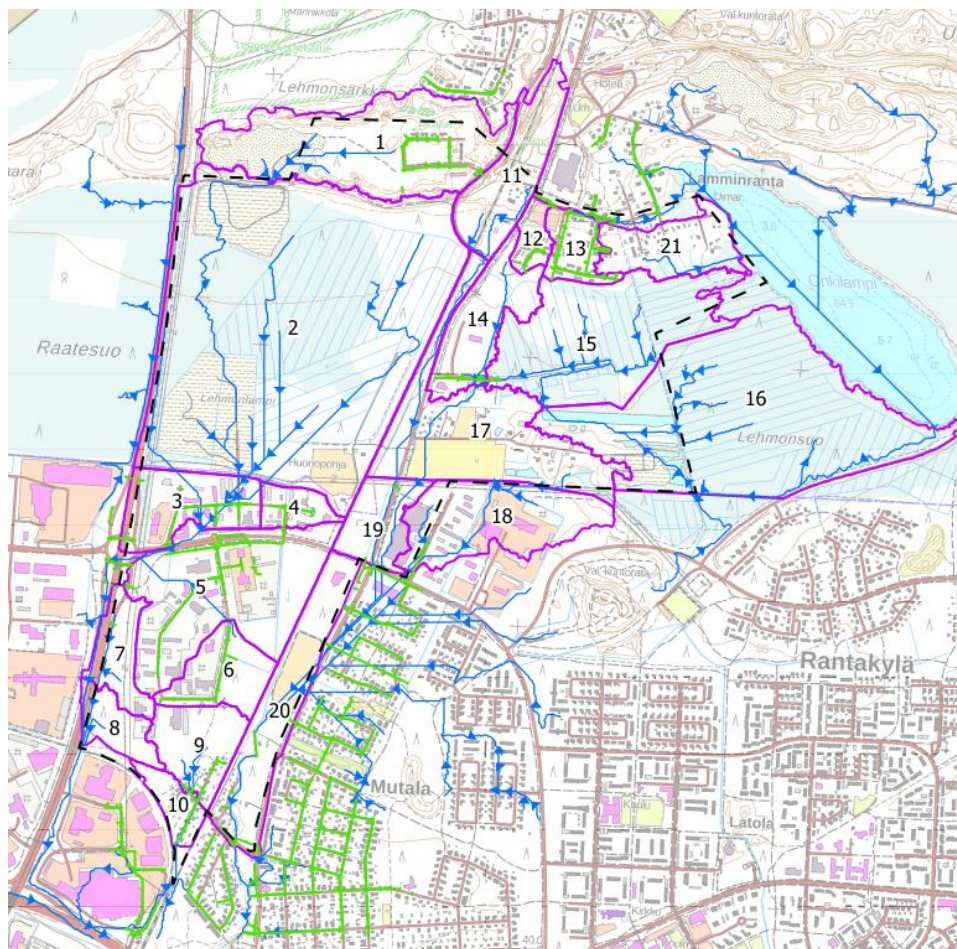
Kontiolahden puolella hulevesiverkostoa on rakennettu osittain Lamminrannan ja Lehmonsärkän alueille.

## 3. VALUMA-ALUEET JA MITOITUSPERUSTEET

### 3.1 Valuma-alerajaukset ja virtaussuunnat

Suunnittelualueen nykytilan osavaluma-alueet on tuotettu paikkatietoanalyysillä perustuen Maanmittauslaitoksen KM2-korkeusmalliin ja maastotietokannan aineistoon sekä Joensuun ja Kontiolahden hulevesiverkoston. Automaattisesti generoitu valuma-aluejako on tarkastettu manuaalisesti ottaen huomioon suunnittelualueen hulevesiverkosto.

Valuma-alueet, päävirtaussuunnat sekä purkupisteet on esitetty kuvassa 5 ja liitteessä 1.



Kuva 5. Valuma-alueet ja päävirtausreitit.

### 3.2 Mitoitussateet

Virtaamien ja viivytystilavuuksien määrittämisessä käytetyt mitoitusateet on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Käytetyt mitoitusateet

Valuma-alueen koko (ha)	Sateen kesto (min)	Intensiteetti l/s/ha		
		1/1a	1/5a	1/5a (ilmastonmuutos huomioiden)
<2	5	117	217	260
2 -5	10	80	150	180
5 – 20	30	50	83	100
>20	60	33	53	64

Sateen kesto on valittu valuma-alueen koon mukaan siten, että mitä suurempi valuma-alue, sitä pidempikestoinen sade. Sateiden intensiteetit ovat Kuntaliiton hulevesioppaan (2012) mukaisia. Ilmastonmuutoksen lisäys on +20% sateen intensiteettiin.

Lisäksi radan allittavan rummun kapasiteetin arvioinnissa on käytetty kerran sadassa vuodessa toistuvaa mitoitusadetta, jonka intensiteetti on 119 l/s/ha.

### 3.3 Valuntakertoimien määrittäminen

Suunnittelualueella muodostuvien hulevesien määrää nykytilanteessa arvioitiin valuma-aluekohtaisesti valuntakertoimella, joka kuvaa hulevesivalunnan osuutta yksittäisen sadetapahtuman sademäärästä. Valuntakerrointa arvioitiin paikkatietoanalyysillä hyödyntäen Maanmittauslaitoksen avointa maastotietokantaa ja väriortokuvaa, joiden avulla luotiin maanpeiteaineisto valuntakertoimien määrittämiseen. Valuntakerroin on kuitenkin riippuvainen myös mm. sadetapahtuman ominaisuuksista, maaperän ja pintojen kosteudesta ja kaltevuudesta, joten tulosta ei voi yleistää kaikkiin tapauksiin ja tilanteisiin, mutta se on hyvä keskimääräinen arvio. Tarkastelulla saadaan siten havainnollinen kuva syntyvistä hulevesimääristä. Laskennassa käytetyt valuntakertoimet eri maankäyttöluokille on esitetty taulukossa 2 ja osavaluma-aluekohtaiset valuntakertoimet nykytilanteessa liitekartalla 2 ja liitteessä 4.

Taulukko 2 Maankäyttöluokittaiset valuntakertoimet.

Valuntakerroin	Maankäyttö
0,9	Rakennukset
0,8	Päällystetyt tiet
0,4	Päällystämätön tie
0,2	Urheilu- ja virkistysalue
0,7	Muu päällystetty alue
0,1	Luonnontilainen alue
0,1	Pellot
0,5	Kasvillisuusalueet
1	Vesialueet

Rakentaminen kasvattaa läpäisemättömien pintojen määrää suunnittelualueella ja siten myös valuntakertoimia. Läpäisemättömien pintojen määrän kasvu laskettiin lähtötietona saatujen kaava-aineistojen perusteella, joka sisälsi tiedot tulevasta aluejaosta. Laskelmissa käytetyt, kaavamerkintöjä vastaavat valuntakertoimien arvot on esitetty taulukossa 3. Valuntakertoimet tulevassa tilanteessa on esitetty liitekartalla 3 ja liitteessä 4.

Taulukko 3. Selvityksessä käytetyt kaavamerkintää vastaavat valuntakertoimet.

Valuntakerroin	Kaavamerkintä
0,9	L, pysäköintialue
0,9	E2, lumenkaatopaikka
0,7	P, palvelujen ja hallinnon alue
0,7	TP, työpaikka-alue
0,6	A, asuntoalue
0,4	VU, urheilu- ja virkistyspalvelujen alue
0,3	AP, pientalovaltainen asuntoalue
0,1	EV, suojaviheralue
0,05	VL, lähivirkistysalue
0,05	VR, retkeily- ja ulkoilualue

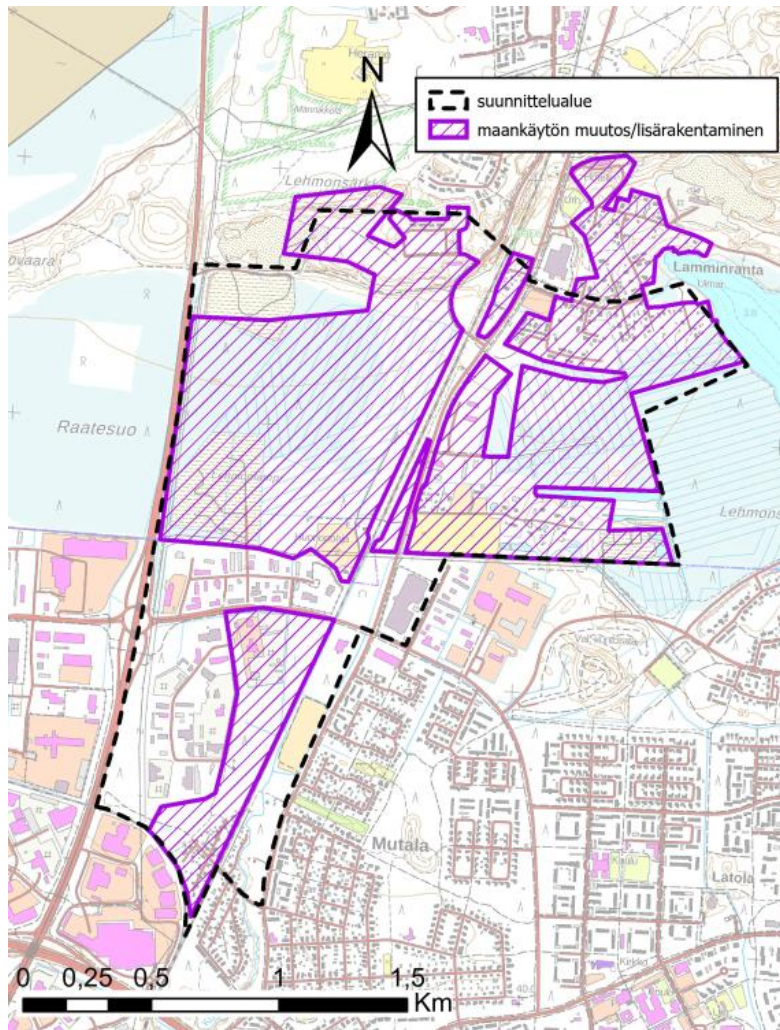
#### 3.4 Mitoitusvirtaamat

Valuntakertoimen  $\phi$ , alueen pinta-alan  $A$  ja mitoitusasteen rankkuuden  $i$  perusteella laskettiin kulakin alueella muodostuva laskennallinen hulevesivirtaama  $Q$  seuraavasti:

$$Q = \phi * A * i$$

#### 3.5 Tulevan maankäytön hydrologiset vaikutukset

Rakentamisen hydrologiset vaikutukset arvioitiin läpäisemättömien pintojen lisääntymisen perusteella. Läpäisemättömien pintojen lisääntyessä myös valuntakertoimet ja hulevesivirtaamat kasvavat, koska pienempi osuus sadannasta pääsee imeytymään maaperään, menee kasvillisuuden käyttöön tai haihtuu kasvillisuuden kautta. Kuvassa 6 on esitetty alueet, jolla tullaan tulevaisuudessa toteuttamaan lisärakentamista.



Kuva 6. Tulevia lisärakentamisalueita.

Suunnittelualueen nykyistä maankäyttöä verrattiin tulevaisuuden tilanteeseen. Näin saatiin arvio suunnittelualueen maankäytön muutoksien merkityksestä hulevesien muodostumiseen valuma-alueitasolla. Lämpisemättömien pintojen määrän kasvu nykytilanteesta tulevaan tilanteeseen on esitetty liitekartalla 5.

Lämpisemättömien pintojen lisääntyessä hulevesiä muodostuu nykytilannetta enemmän. Suurimmat muutokset tapahtuvat alueilla, jotka ovat nykytilanteessa rakentamattomia (taulukko 4). Rakentamattomat alueet sijaitsevat pääosin Kontiolahden kunnan alueella. Muutokset ovat suhteellisesti pienempiä Joensuun kaupungin puoleisilla valuma-alueilla, joilla on jo nykytilanteessa tiivistä rakentamista ja joiden maankäyttö tiivistyy.

Taulukko 4 Valuma-alueita, joilla läpäisemättömyys kasvaa eniten.

Valuma- alue	Pinta-ala (ha)	Valuntakerroin, nykytilanne	Valuntakerroin, tuleva tilanne	Valuntakertoimen muutos (%)
1	31	0,10	0,20	95
2	109	0,15	0,58	286
3	12	0,35	0,35	0
4	4	0,15	0,15	0
5	30	0,29	0,35	21
6	9	0,29	0,47	63
7	7	0,29	0,29	0
8	5	0,17	0,17	0
9	9	0,24	0,27	14
10	4	0,31	0,33	5
11	12	0,11	0,14	31
12	3	0,21	0,44	110
13	5	0,16	0,36	126
14	11	0,21	0,48	129
15	30	0,16	0,42	165
16	58	0,10	0,14	43
17	27	0,22	0,36	62
18	18	0,22	0,22	0
19	8	0,22	0,22	0
20	17	0,38	0,38	0
21	10	0,26	0,29	10

Kaavoituksessa tulee huomioida veden määrän kasvu ja järjestää tarpeen mukaan vesien viivytystä tai vähentämistä (esim. imeytys) sekä järjestää alueella tulvareitit, jotta hulevesistä ei tulevaisuudessa aiheutuisi vahinkoja.

## 4. HULEVESIEN HALLINTA

### 4.1 Hulevesien hallintamenetelmien valinta

Hulevesien hallinnan lähtökohtana on ehkäistä hulevesien muodostumista ja niihin kohdistuvaa laatuhahtaa. Hulevesien hallinnan suunnittelussa noudatetaan seuraavaa hulevesien hallinnan prioriteettijärjestystä:



Kuva 7. Hulevesien hallinnan prioriteettijärjestys.

#### Hulevesien muodostumisen vähentäminen

Tehokkain tapa hallita hulevesien laatua ja määrää on vähentää hulevesien muodostumista käyttämällä rakentamisessa mahdollisimman paljon vettä läpäiseviä pintoja, jotka edistävät veden imeytymistä pohjaveteen. Läpäisevien pihamateriaalien lisäksi kattopinnoilla on mahdollista käyttää vettä sitovaa ja haihduttavaa kasvillisuutta. Ratkaisut päällysteistä tehdään pääosin kiinteistöillä. Tästä syystä hulevesien hallintaa on syytä velvoittaa toteutettavaksi kiinteistöillä ja muotoilla hulevesien hallintaa koskevat kaavamääräykset siten, että ne kannustavat etsimään vaihtoehtoja asfaltille, tiiviille kiveyksille ja perinteiselle kattokuivatukselle.

#### Hulevesien laadullinen hallinta

Hulevesien haitta-ainekuormituksesta valtaosa muodostuu tavanomaisissa sade- ja sulamistapah-tumissa vuoden mittaan. Hulevesien laadun parantamiseen tehokkaimpia menetelmiä ovat erilaiset imeyttävät tai suodattavat menetelmät, joissa hulevesien haitta-aineita pidättyy kasvillisuuteen, maaperän mikrobien käyttöön ja absorptiolla maaperän kivennäisaineisiin. Suurilla alueilla voidaan myös käyttää pysyvän vedenpinnan kosteikkoja (viipymä vesialueella vähintään 1 vrk). Kasvipeit-teisillä viherpainanne- ja tulvaniittyratkaisuilla on myös suotuisa vaikutus vedenlaatuun, mutta haitta-aineiden pidättyminen on vähäisempää, koska huleveden viipymä järjestelmässä jää usein lyhyehköksi.

Hulevesien laadullista hallintaa on yksinkertaisinta toteuttaa hajauttaen se valuma-alueen kiinteis-töille syntypaikoilleen ja käyttämällä suodattavia ja imeyttäviä järjestelmiä. Tällöin hallintaan käy-tettävät yksittäiset tilavaraukset jäävät kohtuullisen pieniksi ja rakenteet on mahdollista sijoittaa joustavasti. Syntypaikalla on myös mahdollista johtaa hulevesien puhtaammat jakeet, esim. ka-toilla muodostuvat hulevedet, laadullisten hallintajärjestelmien ohi, jolloin ne voidaan mitoittaa pienemmiksi.

Yleisillä alueilla toteutettava laadullinen parantaminen keskittyy ensisijaisesti lisääntyvän kiintoai-neen poistamiseen hulevesistä. Kiintoainetta voidaan poistaa hallintarakenteissa laskeuttamalla, suodattamalla tai imeyttämällä. Suodattavissa ja imeyttävissä rakenteissa on hyvä olla kasvilli-suutta, joka ylläpitää rakenteen huokoisuutta. Kasvittomat suodatus-/imeytysrakenteet menevät herkemmin tukkoon. Lisäksi voidaan käyttää erilaisia hallintarakenteen yhteyteen rakennettavia kiviröykkiöitä, joihin hulevedet puretaan verkostosta.



### Hulevesien määrällinen hallinta

Hulevesien määrällinen hallinta edellyttää aina normaalisti kuivaa tyhjättilavuutta, johon rankkasateen aiheuttama äkillisesti kertyvä vesimäärä voidaan varastoida ja laskea siitä hitaasti eteenpäin. Tyhjättilavuus voidaan toteuttaa maan päällä tai alla. Maanpäälliset menetelmät on mahdollista toteuttaa luonnonmukaisina ja integroida ne viherrakentamiseen ja maisemointiin ja parhaimmillaan saada näin lisäarvoa esimerkiksi puistoalueelle. Maanpäällisiin viivytyksratkaisuihin on mahdollista yhdistää myös laadullista käsittelyä esim. yhdistämällä tulvaniittyyn pysyvän veden kosteikko-osa. Maanalaisten menetelmien etuna on niiden sijoittelun joustavuus tiiviisti rakennetuilla alueilla.

Hulevesien määrällinen hallinta suositellaan hajautettavaksi siten, että tavanomaiset ylivirtaamat tasataan kiinteistöillä ja poikkeukselliset ylivirtaamat yleisille alueille sijoitettavilla viivytyksrakenteilla.

#### 4.2 Hulevesien hallinta kiinteistöillä

Hulevesien laadullinen käsittely toteutetaan ensisijaisesti kiinteistöillä. Lisäksi myös hulevesien määrällistä hallintaa on toteutettava kiinteistöillä, koska yleisille alueille on vaikea muutoin toteuttaa riittävästi virtaamien tasaustilavuutta vastaanottavien uomien ja vesistöjen suojelemiseksi virtaamien kasvulta.

Hulevesien laadun parantamiseksi sekä maan vesitasapainon ylläpitämiseksi hallinnassa tulee käyttää suodattavia menetelmiä, kuten biosuodatusta. Huleveden laadun parantaminen on huomioitava erityisesti valuma-alueilla, joille on osoitettu työpaikka-, teollisuus- ja palvelutoimintoja eli valuma-alueille 2, 3, 4, 5, 6, 9 ja 14. Laadulliseen käsittelyyn tulee johtaa kiinteistöillä ja liikennealueilla muodostuvat likaisimmat hulevedet.

Laadullisen käsittelyn lisäksi vettä läpäisemättömiltä pinoilta tulevia hulevesiä tulee viivyttää suunnittelualueella siten, että viivytyksjärjestelmien mitoitustilavuuden tulee olla 1 m<sup>3</sup> jokaista 100 m<sup>2</sup> vettä läpäisemätöntä pintaa kohden. Tämä vastaa 10 mm sademäärää. Hallintarakenteen tyhjenemisen tulee kestää vähintään 2 tuntia ja korkeintaan 12 tuntia sateen päättymisestä.

Laadullinen käsittely esitetään mitoitettavaksi vähintään 2 mm sademäärälle, joka vastaa vuosien 2010 – 2019 Joensuun mediaanivuorokausisadetta. Tarkempi mitoitus tulee määrittää rakennekohtaisesti yksityiskohtaisemman suunnittelun yhteydessä.

#### 4.3 Hulevesien hallinta yleisillä alueilla

Lähtökohdana suunnittelualueen hulevesien hallinnassa on, että hulevesivirtaamat eivät saa tulevaisuudessa kasvaa nykytilanteeseen verrattuna. Osavaluma-alueille määritettiin tarvittava yleisten alueiden viivytyksstarve seuraavin perustein:

- kiinteistökohtaisen viivytyksen määräksi laskettiin 1 m<sup>3</sup> / 100 m<sup>2</sup> vettä läpäisemätöntä pintaa kohden rakentamattomilla alueilla
- rakentamattomilla alueilla luonnontilaista 1/1a toistuvaa virtaamaa verrattiin tulevan tilanteen 1/5a virtaamaan
- osittain rakennetuilla alueilla nykytilan 1/5a toistuvaa virtaamaa verrattiin tulevan tilanteen 1/5a virtaamaan
- Tarvittava yleisen alueen viivytyks määrätettiin vähentämällä valuma-alueella tarvittavasta viivytyksilavuudesta kiinteistökohtaisen viivytyksen määrä

Taulukko 5. Sallitut purkuvirtaamat ja tarvittavat viivytystilavuudet

Valuma- alue	Sallittu purkuvir- taama (l/s)		Viivytys- tilavuus (m <sup>3</sup> )	Kiinteistö- kohtainen viivytys (m <sup>3</sup> )	Tarvittava viivytystila- vuus yleisillä alueilla (m <sup>3</sup> )	Tilavaraus (m <sup>2</sup> ) (0,2 m vesisyvyyy- dellä)
	luonnon- tila	nykyti- lanne				
1	103		1039	1023	15	77
2	360		13272	6636	6637	33183
3		340	125*		125	627
4		86	10*		10	51
5		468	784	321	462	2311
6		209	360	269	92	458
7		158	58*		58	292
8		73	27*		27	135
9		184	123		123	616
10		12	127		127	635
11	62		212	75	137	685
12		87	85		85	424
13		70	217		217	1083
14		200	634		634	3169
15	100		2600	1247	1353	6766
16	193		1225	458	766	3832
17	88		1868	836	1032	5160
18		326	120*		120	600
19		139	51*		51	256
20		548	202*		202	1011
21		218	128		128	638

\* osavaluma-alueille ei ole osoitettu maankäytön muutosta, viivytystilavuus määräytyy vain ilmas-  
tonmuutoksen aiheuttamasta 20% lisäyksestä sateen intensiteettiin

Nykyisten kaltaisten virtaamaolojen säilyttämiseksi tulisi kaava-alueilla varata Kontiolahden puolella 11 000 m<sup>3</sup> viivytystilavuutta ja Joensuun puolella 1 400 m<sup>3</sup> viivytystilavuutta. Viivytystilavuudet on suositeltavaa hajauttaa osavaluma-alueilla useampaan rakenteeseen maankäytön suunnittelun tarkentuessa. Jos jollakin osavaluma-alueella ei pystytä toteuttamaan viivytystä, tulee se kompensoida jollakin toisella alueella. Jos kiinteistökohtaisia viivytyksiä ei toteuta, pitää viivytystilavuus kompensoida yleisillä alueilla.

Viivytysrakenteiden tilavarauksissa on jatkosuunnittelussa huomioitava luiskakaltevuudet ja rakenteiden sovittaminen maastoon.

#### 4.4 Salpakadun jatkeen hulevesien hallinta

Salpankadun jatke on suunniteltu välille Voimatie – Salpakankaankatu. Uusi katulinjaus on suunniteltu Salpakankaankadun päässä nykyisen avo-ojan päälle. Avo-oja olennainen osa nykyistä hulevesijärjestelmää ja sinne ohjataan hulevedet Salpakankaankadun pohjoispuolisilta kaduilta sekä Helatieltä ja Salpakadulta. Lisäksi avo-ojaan johtuu hulevedet Kontiolahden puolelta osavaluma-alueelta 2, joka ollaan tulevaisuudessa kaavoittamassa työpaikka-alueeksi.

Nykyisen avo-ojan putkittamisen sijaan on suositeltavaa siirtää avo-oja kulkemaan radan suuntaisesti. Avo-ojan uusi linjaus on esitetty liitteessä 6. Avo-ojan putkittaminen ei ole suositeltavaa, koska avo-ojalla on tärkeä hulevesivirtaamaa hidastava ja tasaava vaikutus sekä se toimii

tulvareittinä. Ojan yhteyteen voidaan myös rakentaa hallitun tulvimisen alueita. Alustavasti on laskettu avo-ojalle tarvittavaksi tilavaraukseksi noin 20 m leveyssuunnassa.

Uuden kadun toteuttamisen mahdollisuuksia suositellaan selvitettävän ns. viherkatumenetelmän avulla, jossa kadun hulevedet ohjataan kadun varren viherkaistoille/painanteisiin viivytystä ja laadullista käsittelyä varten. Viherkaistoilta vedet johdetaan edelleen salaojan kautta eteenpäin.

#### 4.5 Tulvariskit sekä eroosion ja liettymisen hallinta

Luonnontilaisen alueen rakentuminen kasvattaa hulevesien virtaamaa ja erityisesti virtaamahuipuja, jotka saattavat aiheuttaa tulvintaa ylittäessä luonnollisten virtausreittien kapasiteetin. Erityisesti keskellä virtausreittiä olevat alavat osat ovat herkkiä tulvimaan, koska uoman pituuskaltevuus on niissä heikko. Heikko pituuskaltevuus aiheuttaa kapasiteetin pienenemisen myötä myös virtausnopeuden hidastumista, jolloin kiintoaine alkaa laskeutua ja liettyä uoman pohjalle. Tämä pienentää entisestään uoman kapasiteettia.

Tulvariskin saattaa aiheuttaa myös ahdistavat rummut, mikäli tarvittavia viivytyksiä ei rakenneta ennen muuta rakentamista tai rumpukokoja ei kasvateta. Suurin tulvariski alueella on nykyinen Joensuun kaupungin puolella sijaitseva radan alittava rumpu.

Radan alittavien rumpujen kapasiteetin on oltava riittävä 1/100a toistuvalla sadetapahtumalle. Rummun yläpuolisen valuma-alueen koko on noin 200 ha. Nykytilanteen virtaama 1/100a toistuvuudella arvioidaan olevan noin 3 m<sup>3</sup>/s. Tulevaisuudessa virtamaan arvioidaan olevan noin kaksinkertainen eli 6 m<sup>3</sup>/s. Nykyinen rumpu on arviolta 800B (kuva 8) ja kapasiteetti 550 l/s, jolloin kapasiteetti ei ole riittävä edes nykytilanteen virtaaman johtamiseen. Radanalituksen osalta on varauduttava kapasiteetin lisäämiseen tulevaisuudessa. Nykyisen rummun vieressä on kivistä tehty vanha silta-aukko (kuvat 9 ja 10), jossa on kaksi noin 1 metrin levyistä aukkoa vierekkäin. Näiden saneerauksella voitaneen alitukseen saada lisäkapasiteettia. Tässä suunnitelmassa ei ole kuitenkaan selvitetty saneerauksen toteuttamiskelpoisuutta, joten se tulee selvittää jatkosuunnittelun yhteydessä. Suunnittelualueen maankäytön tarkentuessa ja kehittyessä olisi suositeltavaa toteuttaa radanalituksen kapasiteetin määrittämiseksi hydraulinen mallinnus.



Kuva 8. Radan alittava rumpu.



Kuva 9. Radan alittavan rummun viereiset silta-aukot.



Kuva 10. Toinen radan alittavista silta-aukoista.

Viivyttämällä hulevesiä, vähennetään virtaamahuippujen kasvusta johtuvan tulvariskin lisäksi uomaerosiota ja sitä kautta liettymistä.

#### 4.6 Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta

Rakentaminen kasvattaa paitsi hulevesien määrää, myös haitta-ainekuormaa. Erityisesti alueiden rakennusvaiheessa hulevesien haitta-ainekuorma voi olla jopa kymmenkertainen verrattuna rakentamisen jälkeen esiintyviin kuormiin (Sillanpää, 2013). Öljyjen ja metallien kuormat kasvavat riippuen kiintoaineen ja typen kuormituksesta sekä raskaan liikenteen määrästä ja käytetyistä rakennusmateriaaleista. Työmaa-alueelta ympäristöön pääsevien likaisten hulevesien muodostuminen ja määrä riippuvat keskeisesti mm. vuodenajasta ja säästä, työmaa-alueen kuivatuksen järjestämisestä, maankaivuun määrästä ja siitä, miten vettä läpäisevää aluetta ympäröivä pohjamaa on. Rakentamisesta aiheutuvan kuormituksen on arvioitu kestävän noin 1,5 vuotta. Juuri valmistuneiden alueiden hulevesihuuhtouma on vanhempia alueita suurempi, koska kasvillisuus puuttuu tai on vielä nuorta (Vakkilainen et al. 2005).

Rakentamisen aikaisten hulevesien hallinnassa suositellaan kiinnittäväksi ensisijaisesti huomiota eroosion ehkäisemiseen, johon voidaan vaikuttaa työmaan järkevällä suunnittelulla eli rajoittamalla paljaan, huuhtoutumiselle alttiin maanpinnan ja maakasojen määrää ja sijaintia sekä kiinnittämällä huomiota kuivatusjärjestelyihin. Kiintoainespitoisten hulevesien käsittelyssä käyttökelpoisimpia ovat työmaaoloissa laskeutus- ja imeytyspainanteet, joihin johdetaan mahdollisimman vähän työmaan ulkopuolisia vesiä virtaamakuormituksen minimoimiseksi. Öljypitoisia vesiä voidaan käsitellä mm. väliaikaisilla ja siirrettävillä suodatusratkaisuilla. Tarvittaessa työmaavedet tulee varautua pumppaamaan käsittelyyn, jotta puhtaiden vesien sekoittuminen käsiteltävään veteen voidaan estää. Imeytys- ja laskeutuspainanteet tulisi rakentaa hyvissä ajoin ennen muuta rakentamista.

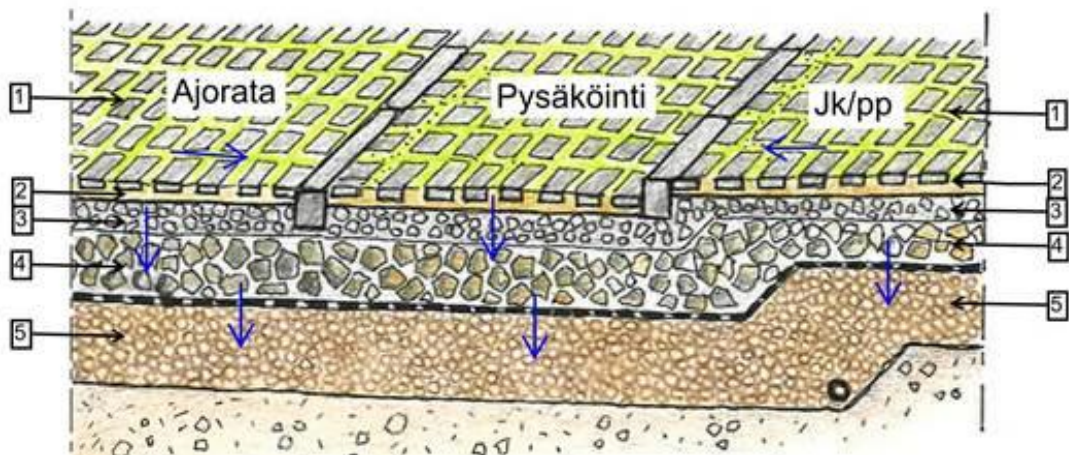
Rakentamisen aikaisten imeytys- ja laskeutuspainanteiden tilavaraus on oltava kaikissa tilanteissa vähintään 1,5 % työmaa-alueen ”auki” olevasta pinta-alasta RT-kortin 89-11230 mitoitusohjeen mukaisesti.

Rakentamisen aikana tulevaa hulevesien hallinnassa huomioida mahdolliset PIMA-alueet, joista voi huuhtoutua haitta-aineita hulevesiin tai hulevesien käsittelyratkaisuista pilaantuneeseen maaperään. Tällöin hulevesien hallinnan ratkaisut voidaan eristää ympäröivästä maaperästä.

## 5. SUOSITELLUT RATKAISUVAIHTOEHDOT

### 5.1 Hulevesien hallinnan periaateratkaisuja kiinteistöillä

Muodostuvaa hulevesimäärää voidaan suunnittelualueella vähentää suosimalla viherkattoja tai erilaisia läpäiseviä tai puoliläpäiseviä päällysteitä (kuva 11), jotka edistävät veden imeytymistä maaperään. Rakenteilla voidaan pidättää usein toistuvia sadetapahtumia ja ehkäistä hulevesien sisältämien epäpuhtauksien johtumista.

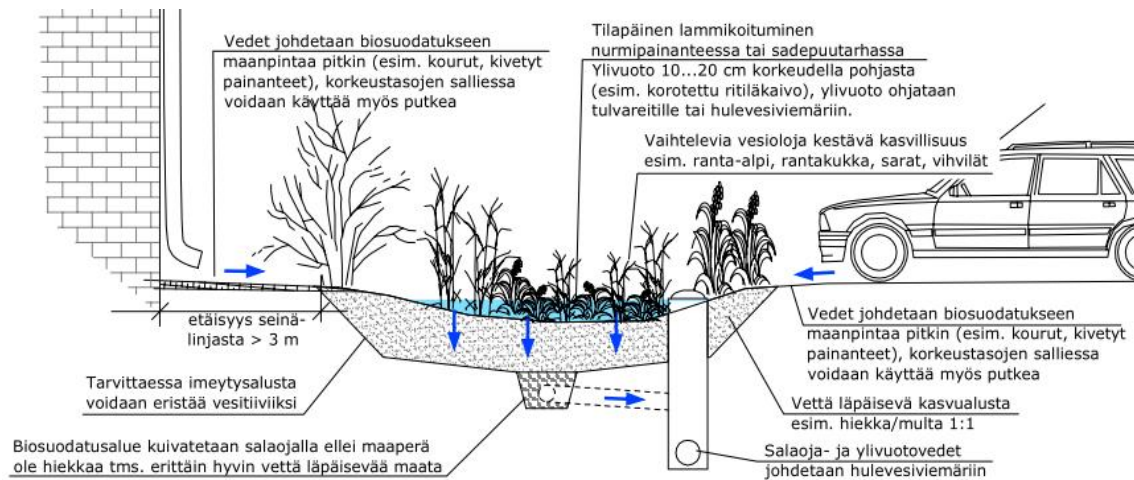


Kuva 11. Läpäisevän päällysteen periaate hulevesien imeyttämiseen.

Soveltuvia hulevesien hallintakeinoja kiinteistöillä ovat mm. matalat kasvillisuus- tai biosuodatus-painanteet, sadepuutarhat, imeytysratkaisut. Vesiä on myös suositeltavaa varastoida kasteluveldeksi.

Esimerkkejä biosuodatusratkaisuista on esitetty kuvissa 12 ja 13. Biosuodatuksella tarkoitetaan suodatusrakennetta, jossa hyödynnetään suodatusrakenteiden lisäksi kasvillisuutta. Biosuodatuksessa vedet johdetaan imeytymään rakenteeseen, jossa on kasvukerroksen lisäksi kohteesta riippuen erilaisia suodattavia maakerroksia. Kasvillisuus on tärkeässä roolissa veden imeyttämässä, kierrättämisessä ja puhdistamisessa. Biologisten puhdistusprosessien lisäksi rakenteessa on

kemiallisia ja mekaanisia puhdistusprosesseja. Biosuodatusta voidaan toteuttaa viherpainanteissa esimerkiksi parkkipaikoilla ja katualueilla.



Kuva 12. Biosuodatuksen periaate hulevesien laadulliseen hallintaan.



Kuva 13. Esimerkki hulevesien biosuodatuskentästä kerrostaloalueella Tukholmassa. Kenttä on toteutettu pilaantuneelle maaperälle eristämällä rakente ympäröivästä maaperästä bentoniittimatolla. Vedet johdetaan rakenteen pinnalle tulevalla purkuputkella puhdistumaan.

Hulevesien laadullisen hallinnan käsittelyrakenteet mitoitetaan tyypillisesti kerran vuodessa tois-tuvalle rankkasateelle. Harvinaiset rankkasateet voidaan johtaa ylivuotoreittiä pitkin pois hallinta-rakenteesta.

## 5.2 Hulevesien hallinnan periaateratkaisuja katualueilla

Katualueet ovat luonteva paikka toteuttaa hajautettua hulevesien hallinta. Uusilla kehittyvillä ase-makaava- tai kaavamuutosalueilla hulevesien hallintaa ohjaavat kaavaehdot, kaupungin

hulevesien hallinnan tärkeysjärjestys sekä rakennusjärjestys. Ennen hulevesiviemäriin rakentamis- päätöstä on siis käytävä läpi muut mahdolliset vaihtoehdot hulevesien luonnonmukaisia käsittely- menetelmiä suosien.

Katualueiden tehokkaampi hyödyntäminen hulevesien hallinnassa vaatii tavanomaisten katupoik- kileikkausten uudelleen pohdintaa ja riittäviä tilavaroja hallintarakenteille. Erityisesti vilkkaasti liikennöidyiltä katu- ja pysäköintialueilta hulevesien mukana kulkeutuu kiintoaineksen ja ravinteiden lisäksi mm. metalleja, öljyjä ja mikromuoveja. Katualueiden yhteyteen onkin suositeltavaa toteuttaa hulevesien laadun hallintaa esim. ohjaamalla hulevesiä kadun varren viherkaistoille / biosuodatusalueille. Viherkaistojen lisäksi tai viherkaistojen puuttuessa tulisi lisätä läpäisevien päällysteiden käyttöä. Kadun kuivatusratkaisuna avo-oja edistää sekä hulevesien määrällistä että laadullista hallintaa huomattavasti hulevesiviemäriä paremmin.



Kuva 14. Toteutunut biosuodatusalue kadun verralla Helsingin Kuninkaantammessa.

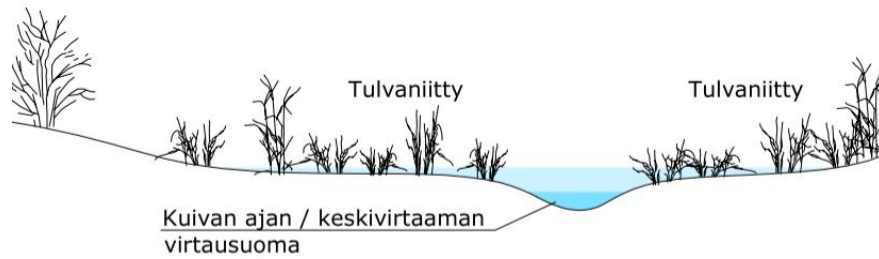
### 5.3 Hulevesien hallinnan periaateratkaisuja yleisillä alueilla

#### Luonnonmukaiset avouomat

Avouomaverkoston eroosionkestävyys paranee, kun uomien poikkileikkaus toteutetaan terassimaisena. Tällöin suurilla virtaamilla vesi leviää uomaa ympäröiville kasvipeitteisille tulvaniityille, joissa kasvillisuus hidastaa virtausnopeutta ja sitoo maata juuristollaan. Virtaaman tasaantumista ja hulevesien viipymää avouomaverkostossa voidaan edistää supistamalla uomaa sopivissa kohdin pohja- ja putkipadoin ja muodostamalla siten laajempia tulvaniittyjä. Padoilla tulee olla eroosiota kestävä ylivuoto.

Uoman terassoitu poikkileikkaus ei ole pelkästään suoraluiskaista ojamaista poikkileikkausta kauniimpi ja kestävämpi, vaan se myös lisää uoman ympäristön kasvuvyöhykkeitä ja uoman ympäristössä viihtyvän eliöstön lajirunsausta. Parhaimmillaan luonnonmukaiset purouomat voivat olla merkittäviä ekologisia käytäviä, uhanalaisten lajien turvapaikkoja ja biodiversiteetin säilyttäjiä kaupunkiluonnossa.





Kuva 15. Tyypik kuva uoman terassoinnista.



Kuva 16. Hulevesien johtamiseen ja virtaaman viivyttämiseen tarkoitettuja avouomia pohjoismaisissa kaupungeissa.

#### Viivytysaltaat

Hulevesien viivytysaltaat (kuva 17) toimivat suurteen hulevesivirtaamien hidastamiseen. Altaat voivat olla luonnonmukaisia tai esimerkiksi ympäröivästä maaperästä eristettyjä betonialtaita, jotka voidaan kaikki suunnitella ympäristön virkistysarvoa lisääväksi. Viivytyksellä voidaan myös vaikuttaa hieman laatuun, kun kiintoainesta laskeutuu uomaan ja kasvillisuus hyödyntää veden ravinteita.



Kuva 17. Esimerkki huleveden tasausaltaasta Kuopion asuntomessualueella. © Viherympäristöliitto.

Alueilla, joissa maanpäällistä viivytystilavuutta ei voida toteuttaa, voidaan hulevesien viivyttämiseen käyttää maanalaisia hulevesikasetteja (kuva 18). Kasetti toimii veden varastona ja suurten virtaamien pienentäjänä siten, että kasettiin tuleva virtaama on suurempi kuin siitä lähtevä purkuvirtaama.



Kuva 18. Hulevesikasetti (Uponor).

#### 5.4 Tulvareitit

Hulevesien hallinnan kannalta kaupunkisuunnittelussa on tärkeä muistaa huomioida tulvareitit. Hulevesiverkoston mitoituksessa käytettyjä sateita intensiivisemmät sateet aiheuttavat hulevesiverkoston tulvimisen, mikä on sallittua. Mitoituksen ylittyessä hulevesi kohoaa putkiviemäreistä hulevesi- tai tarkastuskaivojen kautta maan pinnalle ja leviää lähiympäristöön. Maan pinnalla hulevedet etenevät korkeuserojen mukaisesti helpoimmalle reitille eli yleensä suuntaan, jossa pinnan kaltevuus on suurin. Kadut toimivat luontevina alueellisina tulvareitteinä. Suunnittelualueen kadut tulee suunnitella siten, että vesille järjestyy ensisijaisesti maanpäällinen tulvareitti. Mikäli maanpäällistä tulvareittiä ei kyetä järjestämään, voidaan hulevesiverkostoa tapauskohtaisesti mitoittaa tulvareitiksi. Tulvareiteilla on hyvä huomioida myös rakennusten rakentamiskorkeus, mikäli esim. katu toimii tulvareittinä.

## 6. JATKOSUUNNITTELUSSA HUOMIOITAVIA ASIOITA

Rakentamisen edetessä alueen nykyiset vesien virtausreitit voivat muuttua, mikäli niitä ei huomioida riittävästi suunnittelussa. Tällöin tulvariski saattaa kasvaa sellaisilla alueilla, mitä ei nykyisten maastonmuotojen perusteella pystytä osoittamaan tulvariskialueeksi. Jatkosuunnittelussa pitääkin pyrkiä ohjamaan hulevedet nykyisiä virtausreittejä pitkin ja varmistaa niiden riittävä hallinta. Yleisesti hallintarakenteet tulee rakentaa tulvariskien minimoimiseksi ennen muuta rakentamista. Rakenteet, joissa käytetään kasvillisuutta veden laatua parantavana elementtinä, tulisi rakentaa siten, että kasvit ehtivät kasvaa vähintään yhden kokonaisen kasvukauden ajan ennen rakenteen käyttöönottoa.

Kaikki suunnitelmassa esitetyt hulevesien hallintatoimenpiteet ovat merkittäviä, ja ne on syytä toteuttaa vähintään esitetyssä mittakaavassa. Hallintarakenteille tulee varata esitetyt tilavaraukset tuleviin asemakaavoihin. Lisäksi nykyisten päävirtausreittien säilyvyys tulee taata asemakaavalla.

Hulevesien viivytys- ja käsittelyalueiden tarkempi suunnittelu ja mitoitus tulee tehdä asemakaava- ja muissa myöhemmissä jatkosuunnitteluvaiheissa. Radan alittavan rummun kapasiteetin selvittämiseksi on suositeltavaa laatia hydraulinen mallinnus valuma-alueelta. Jatkosuunnittelun asioita on lisäksi hulevesiverkoston suunnittelu ja mahdollisen uuden radanalitusrummun suunnittelu sekä muiden rumpujen kapasiteetin tarkastelu ja suunnittelu tarvittaessa.

## 7. YHTEENVETO

Kontiolahden Lehmon alueen nykyisille metsä- ja peltoalueille on suunniteltu uusia asuin- ja työpaikka-alueita. Joensuun kaupungin puolella Salpakankaan alueelle toteutetaan täydennysrakentamista ja uusi katulinjaus, jolloin maankäyttö tiivistyy. Suunnittelualueen hulevedet johtuvat nykytilanteessa pääosin Pielisjokeen Kurapuron kautta. Suunnittelualueen länsipuoliset vedet kulkevat radan alittavan rummun kautta purkuvesistöön.

Esitetyissä hulevesien hallintamenetelmissä korostuu yllä olevien päämäärien mukaisesti vesien luonnonmukainen käsittely ja johtaminen sekä hallinnan hajauttaminen syntypaikoille.

Hulevesien hallinta esitetään toteutettavaksi siten, että kiinteistöillä on viivytettävä  $1 \text{ m}^3$  hulevesiä jokaista  $100 \text{ m}^2$  päällystettyä pintaa kohden. Hulevesien hallinnassa tulee suosia vesien laadullista käsittelyä edistäviä ratkaisuja. Kiinteistöille soveltuvia hulevesien hallintamenetelmiä ovat esim. biosuodatus ja -viherpainanteet, viherkatot ja läpäisevät päällysteet sekä hulevesien hyödyntäminen kastelussa. Laadullinen hallinta tulee mitoittaa vähintään 2 mm sademäärälle.

Salpakankadun jatkeen osalta esitetään, että nykyistä suunnitellun kadun jatkeen alle jäävää avo-ojaa ei putkitettaisi, vaan se siirrettäisiin kadun viereen. Avo-oja on oleellinen osa suunnittelualueen hulevesijärjestelmää ja sillä on tärkeä virtaamaa hidastava ja tasaava vaikutus ennen radan alitusta.

Yleisillä alueilla järjestettävälle hallinnalle esitettiin tarvittava tilavaraus. Yleisten viivytyalueiden rakentamistarve pyrittiin minimoimaan hyödyntämällä nykyisiä kosteikkoja ja painanteita. Järjestelmien tilavarausten suunnittelussa mitoitussateena käytettiin kerran 5 vuodessa toistuvaa sadetta.

Rakentamisen aikaiset hulevedet tulee huomioida hallintajärjestelmien suunnittelussa, ja yleisille alueille sijoittuvat järjestelmät tulee toteuttaa ennen alueen rakentamisen aloittamista. Hallintajärjestelmissä tulee olla kiintoainesta ja haitta-aineita pidättävää kasvillisuutta ennen kuin niihin johdetaan työmaavesiä. Rakentamisen aikaisia hulevesiä käsittelevät järjestelmät tulee sijoitella siten, että niihin johdetaan mahdollisimman vähän rakennustyömaan ulkopuolelta tulevia puhtaita vesiä.

## LÄHDELUETTELO

FCG, 2018. Kunnan eteläosan alueellinen pohjatutkimus, Kontiolahden kunta.

Faunatica, 2020. Joensuun Salpakankaankadun luontoselvitys asemakaavamuutosta varten vuonna 2020, Joensuun kaupunki

Kuntaliitto, 2012. Hulevesiopas.

Ramboll, 2016. Salpakankaan varikon metsäalueen luontoselvitys, Joensuun kaupunki.

Sillanpää, 2013. Effects of suburban development on runoff generation and water quality. Väitös-kirja. Aalto yliopisto.

Vakkilainen et al., 2005. Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta. Suomen ympäristö 776. Edita Prima Oy, Helsinki 2005. 116 s.