

ÄÄNEKOSKEN KAUPUNKI

## Hirvaskankaan hulevesisuunnitelma

Raportti, kaavan valmisteluvaihe

30.12.2021

---

## Sisällysluettelo

<b>1</b>	<b>Johdanto</b> .....	<b>1</b>
1.1	Selvityksen lähtökohdat ja tavoitteet.....	1
1.2	Projektin organisaatio .....	1
1.3	Käsitteitä.....	1
<b>2</b>	<b>Suunnittelualan nykytila</b> .....	<b>2</b>
2.1	Sijainti, rajaus ja maankäyttö .....	2
2.2	Pohjavedet, maaperä ja Natura-alueet .....	3
2.3	Valuma-alueet ja -reitit.....	4
<b>3</b>	<b>Suunnitellun maankäytön muutoksen hydrologiset vaikutukset</b> .....	<b>5</b>
3.1	Maankäytön muutos .....	5
3.2	Vaikutukset valuma-alueisiin ja virtausreitteihin .....	6
3.3	Vaikutukset hulevesien määrään ja laatuun .....	6
3.4	Hulevesien vaikutukset ympäröivään luontoon.....	8
3.5	Hulevesien hallinnan tarve ja tavoitteet .....	8
<b>4</b>	<b>Suosittelut ratkaisuvaihtoehdot</b> .....	<b>9</b>
4.1	Hulevesien hallinnan periaatteet .....	9
4.2	Korttelikohtainen hulevesien hallinta .....	9
4.3	Hulevesien johtamissuunnat ja tulvareitit .....	11
4.4	Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta .....	11
<b>5</b>	<b>Mitoitus- ja toimivuustarkastelut</b> .....	<b>11</b>
5.1	Hulevesimallinnus.....	11
5.1.1	Mallinnuksessa käytetyt rankkasadetapahtumat.....	12
5.2	Järjestelmien mitoitus .....	12
5.3	Mallinnustulokset .....	13
<b>6</b>	<b>Yhteenveto ja johtopäätökset</b> .....	<b>15</b>

## Liitteet

**Liite 1:** 200 Yleissuunnitelmapaketti

30.12.2021

# Hirvaskankaan hulevesisuunnitelma

## 1 Johdanto

### 1.1 Selvityksen lähtökohdat ja tavoitteet

Tässä työssä on laadittu hulevesisuunnitelma Hirvaskankaan asemakaavan muutos- ja laajennusalueelle kaavan valmisteluvaihetta varten. Suunnittelualue sijaitsee Äänekosken kaupungissa, Hirvaskankaalla. Työssä on arvioitu asemakaavan mukaisen rakentamisen vaikutuksia hulevesien määrään ja johtamiseen. Lisäksi on arvioitu hulevesien hallinnan tarvetta sekä esitetty sitä varten tarvittavat toimenpiteet ja suositeltavat kaavamääräykset.

Tässä työssä on huomioitu seuraavat suunnittelualueelle laaditut selvitykset, joissa on käsitelty hulevesiä ja niiden hallintaa:

- FCG. Äänekosken luontoselvitykset. 12.1.2021
- Natura 2000 tietolomake, tiivistelmä. Hitonhauta-Kylmähauta-Hirvasjoki
- Sweco. Valuma-alue selvitys. 2015

### 1.2 Projektin organisaatio

Selvitys on laadittu konsulttityönä FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:ssä. Projektipäällikkönä on toiminut dipl.ins. Ella Havulinna sekä suunnittelijoina dipl.ins. Emmaleena Krankkala ja tekn.kand. Juuli Haapakoski.

### 1.3 Käsitteitä

<i>Hydrologia</i>	Veden esiintymistä, ominaisuuksia ja kiertokulkua, veteen liittyviä ilmiöitä ja vuorovaikutusta muun ympäristön kanssa tutkiva tieteenala
<i>Valunta [mm]</i>	Sadannan osuus, joka valuu kohti uomaa maan pinnalla tai sisällä
<i>Valumakerroin</i>	Suhdeluku, joka kuvaa pintavalunnan osuutta sataneesta kokonaisvesimäärästä häviöiden kuten haihtumisen, pintavarastoitumisen, imeytymisen ja pidättymisen jälkeen
<i>Valuma-alue</i>	Vedenjakajien eli maaston korkeimpien kohtien rajaama alue, jolta vesi virtaa samaan suuntaan
<i>Hulevesi</i>	Maan pinnalta, rakennusten katoilta tai muilta rakennetuilta pinnoilta pois johdettavaa sade- tai sulamisvettä
<i>Huleveden hallinta</i>	Hulevesien kertymisen, johtamisen ja käsittelyn toimenpiteet
<i>Läpäisemätön pinta</i>	Huleveden imeytymistä maaperään ehkäisevä tiivis pinta, joka lisää pintavaluntaa
<i>Mitoitussade [l/s/ha]</i>	Valuma-alueen kertymisajan, todennäköisyyden ja rankkuuden/ sademäärän avulla määritettävä sademäärä, jota suurempi sade aiheuttaa tulvimista

30.12.2021

*Tulvareitti* Huleveden virtausreitti, johon vesi johdetaan hallitusti, kun hulevesiviemäroinnin kapasiteetti ylittyy<sup>1</sup>

## 2 Suunnittelualueen nykytila

### 2.1 Sijainti, rajaus ja maankäyttö

Asemakaava-alue sijaitsee Äänekoskella Hirvaskankaalla valtatie 4:n ja Kantatie 69:n risteyksen läheisyydessä. Asemakaavan muutoksen ja laajennuksen alue on noin 61 ha ja mahdollisen rakentamisen laajennusalue noin 6 ha. Suunnittelualueen yhteenlaskettu pinta-ala on 69 ha. Suunnittelualueella on nykytilassa peltoa, metsää, joitakin asuinkiinteistöjä sekä liikerakennuksia. Alueen nykyistä maankäyttöä on havainnollistettu kuvassa 1.



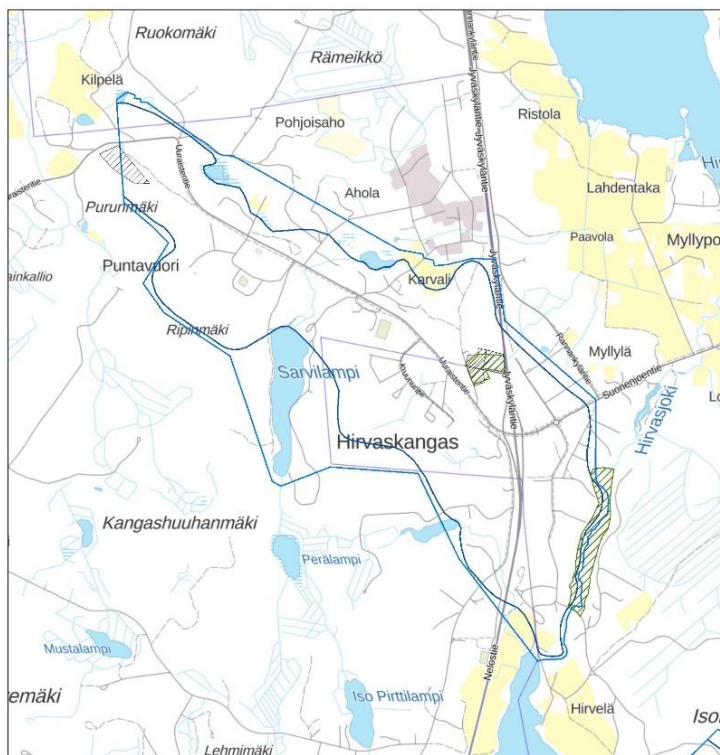
Kuva 1 Ortokuva suunnittelualueesta

<sup>1</sup> Hulevesiopus 2012. Kuntaliitto, 294 s.

30.12.2021

## 2.2 Pohjavedet, maaperä ja Natura-alueet

Alue sijaitsee suurilta osin Hirvaskankaan pohjavesialueella, joka virtaa luoteesta kaakkoon. Pohjavesialue ja muodostumisalue sekä Natura-alueet on esitetty kuvassa 2. Pohjavesialue on luokiteltu muuksi vedenhankintakäyttöön soveltuvaksi pohjavesialueeksi, jonka pohjavedestä pintavesi- tai maaekosysteemi on suoraan riippuvainen. Pohjavesialueen määrällinen tila on hyvä, mutta kemiallinen huono.<sup>2</sup> Pohjavesialueella ei nykyisellään ole vedenottoa.



Kuva 2. Pohjavesialue ja pohjaveden muodostumisalue.<sup>4</sup>

Maaperä on maaperäkartan perusteella karkearakeista maalajia, jonka päälajitetta ei ole selvitetty.<sup>3</sup> Suunnittelualue sijoittuu Laukaan-Saarijärven-Kokkolan harjujaksolle, joka on pääosin hiekkaa, mutta ytimen alueelta löytyy myös soraa.<sup>2</sup>

Asemakaava-alueen luoteis- ja itäpuolella sijaitsee kaksi erillistä osa-alueetta (Kylmähauta ja Hirvasjoki) Hitonhauta-Kylmähauta-Hirvasjoki Natura-alueesta. Natura-alueella sijaitsee useampia suojelun perusteina olevia luontotyyppisiä, kuten puustoiset suot sekä lajeja, kuten liito-orava ja hitupihtisammal. Alueella vallitsevien luontotyyppien ja lajien sekä niiden elinympäristöjen tila tulee säilyttää turvaamalla luonnon omien prosessien mukainen kehitys. Kylmähaudan alueella sijaitsee Kylmäpuron

<sup>2</sup> FCG. Äänekosken luontoselvitykset. 12.1.2021

<sup>3</sup> Maankamara. GTK. 27.4.2021. <https://gtkdata.gtk.fi/maankamara/>

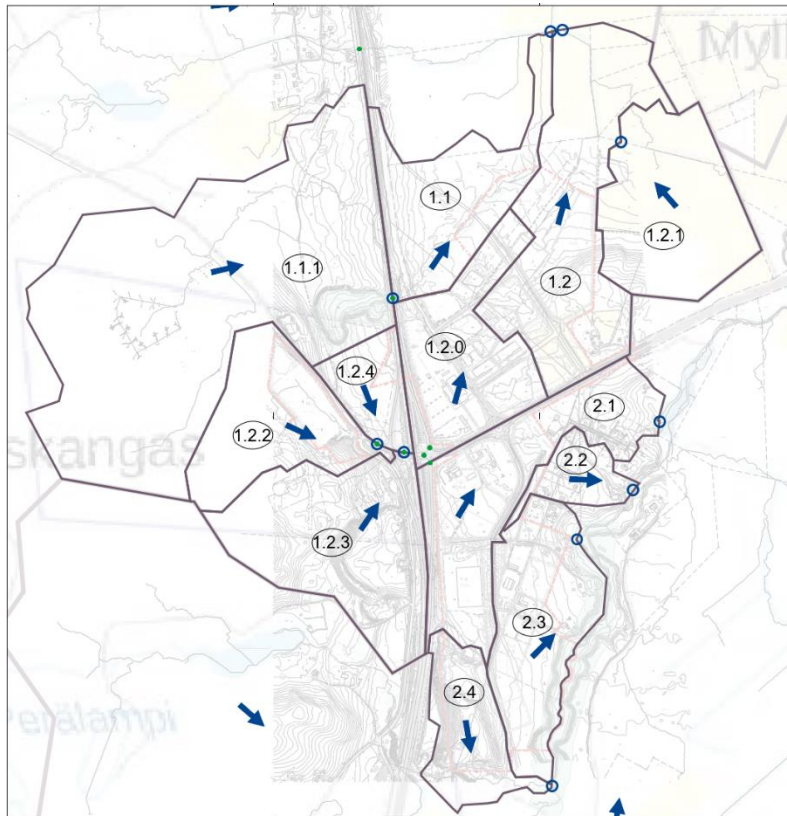


30.12.2021

lähteikkö, joka kuuluu Keski-Suomessa hyvin harvinaisiin rinne- ja lähteikkösoihin.<sup>4</sup> Lähde purkaa vettä 7,5 l/s virtaamalla Kylmäpuroon, joka kulkee VT4 ja Rannankyläntien ali suunnittelualueen pohjoisosissa.<sup>5</sup> Hirvasjoki on kohtalaisen nopeasti virtaava, hiekkapohjainen, leveä ja matala joki, jonka vesi on silmämääräisesti hyvää ja kirkasta.<sup>2</sup>

### 2.3 Valuma-alueet ja -reitit

Suunnittelualue sijaitsee Hirvasjoen valuma-alueella, joka kuuluu Kymijoen (14) -päävesistöön.<sup>2</sup> Alueen lähiympäristön vedenjakajat, pintavalunnan valumissuunnat sekä virtausreitit on esitetty kuvassa 3. Suunnittelualueen hulevedet päätyvät asemakaava-alueen pohjoispuolella sijaitsevaan Niiniveteen Kylmäpuroa ja Hirvasjokea pitkin.



Kuva 3. Hulevesien päävirtausreitit ja valuma-alueet, joilla suunnittelualue sijaitsee.

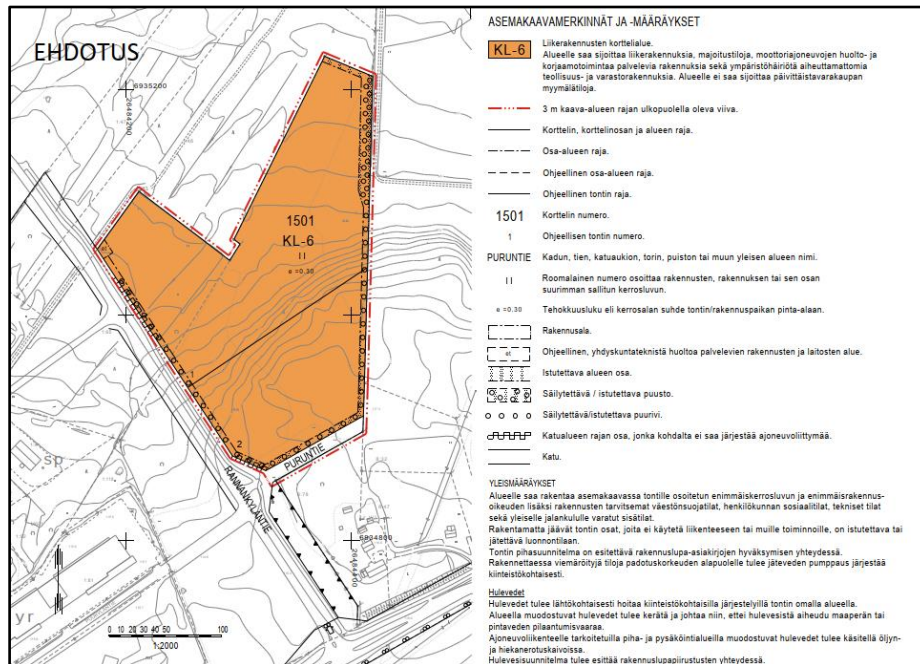
Ensimmäiseen päävaluma-alueeseen kuuluvat valuma-alueet purkavat Kylmäpuron kautta Niiniveteen. Toiseen päävaluma-alueeseen kuuluvat valuma-alueet purkavat Kylmäpuron kautta Niiniveteen. Valuma-alueiden 1.2.2, 1.2.3 ja 1.2.4 hulevesien on oletettu virtaavan kohti valuma-aluetta 1.2.0.

<sup>4</sup> Natura 2000 tietolomake, tiivistelmä. Hitonhauta-Kylmähauta-Hirvasjoki.

<sup>5</sup> Sweco. Valuma-alue selvitys. 2015



30.12.2021



Kuva 5 Puruntien yritystonttien asemakaavan muutoksen työluonnos (12.4.2021)

Lisäksi suunnittelussa on otettu huomioon mahdollinen rakentamisen laajennusalue (n. 6 ha), jonka on oletettu rakentuvan myös KL-alueeksi. Alue sijaitsee kuvassa 4 esitetyn asemakaavamuutoksen pohjoispuolella, Rannankyläntien varressa.

### 3.2 Vaikutukset valuma-alueisiin ja virtausreitteihin

Nykyiset valuma-alueajat säilyvät ennallaan, mutta virtausreitteihin tulee pieniä muutoksia. Valuma-alueella 2.1 hulevedet ohjataan jatkamaan Hitonlahdentielle Hirvaskankaantietä kohti, sillä nykyisellään virtausreitti kulkisi KL-1 tontin poikki. Valuma-alueille 2.1, 2.2 ja 2.1 tehdään uusia oja, jotta viivytysratkaisujen ylivuoto voidaan ohjata kootusti nykyisiin ojiin.

### 3.3 Vaikutukset hulevesien määrään ja laatuun

Maankäytön muutosten hydrologisia vaikutuksia arvioitiin laskennallisesti vettä läpäisemättömien pintojen perusteella, koska niiltä muodostuu suurin osa hulevesistä. Läpäisemättömistä pinnoista merkittävimpiä ovat kattopinnat, sillä ne ovat usein kytketty suoraan tontin kuivatusjärjestelyihin. Myös pysäköintiin tarkoitettut asfaltoidut alueet on tyypillisesti kuivatettu tehokkaasti, joten myös niiltä muodostuva hulevesivalunta on nopeaa ja määrältään suurta.

Maankäyttöluonnosten perusteella arvioitiin 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. Taulukossa 1 on esitetty läpäisemättömän pinnan laskemiseen käytetyt maankäyttötyypit.

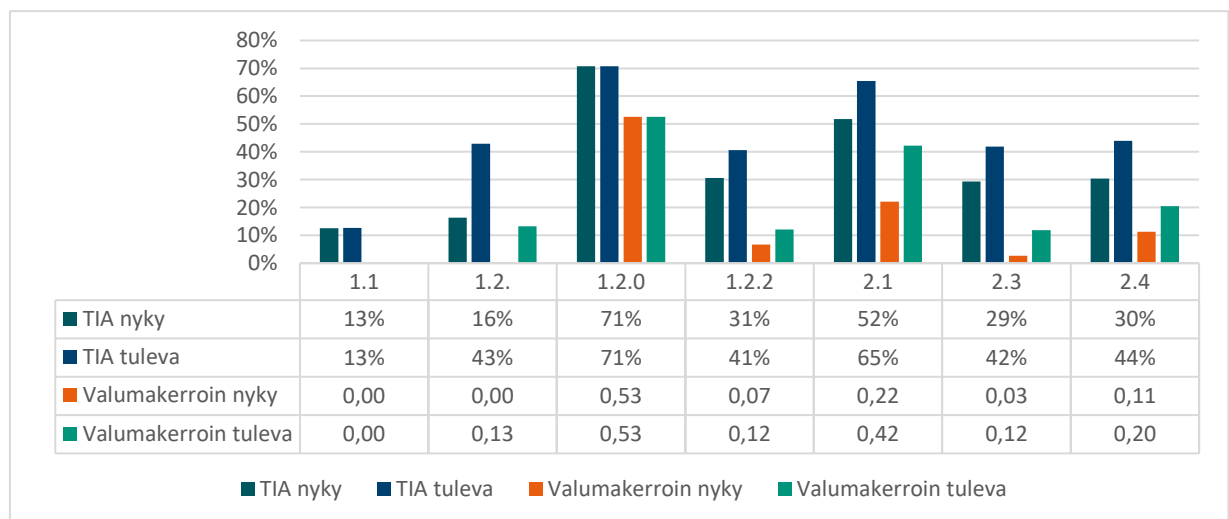


30.12.2021

Taulukko 1. Käytetyt maankäyttötyypit.

Pinnan tyyppi ja keskimääräiset ominaisarvot	katto	metsä	läpäisemätön päällyste (asfaltti)	puoliläpäisevä päällyste (kiveykset, sora)	läpäisevä pinta (maa, nurmi)	Σ	TIA [%]
1 asfaltti	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %	100 %	90 %
2 KL, liikerakennukset	30 %	0 %	35 %	15 %	20 %	100 %	71 %
3 ET, Yhdk.tekn. huol. Palv. Rak.	20 %	0 %	10 %	10 %	60 %	100 %	42 %
4 T, teollisuus	38 %	0 %	27 %	27 %	8 %	100 %	74 %
5 katto	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	100 %
8 louhos	0 %	0 %	0 %	80 %	20 %	100 %	35 %
11 metsä	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %	100 %	10 %
13 niitty	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	100 %	15 %
27 pelto	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	100 %	15 %
28 puisto	0 %	10 %	5 %	5 %	80 %	100 %	20 %
29 sora	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %	100 %	40 %
45 AO	25 %	0 %	20 %	30 %	25 %	100 %	59 %
46 AP	35 %	0 %	25 %	25 %	15 %	100 %	70 %

Hulevesien määrää arvioitiin keskimääräisellä valumakertoimella, joka kuvaa hulevesivalunnan osuutta yksittäisen sadetapahtuman sademäärästä. Valumakertoimen maksimiarvo on 1,0. Yksittäisen sadetapahtuman valumakerroin voidaan määrittää vettä läpäisemättömien pintojen ja eri pintojen painannesäilynnän aiheuttamien häviöiden perusteella. TIA-arvot ja valumakertoimen arvot on esitetty kuvassa 6. Hulevesivirtaamien tarkempaan arviointiin ja hallintamenetelmien mitoitukseen käytettiin hulevesimallinnusta, jonka tuloksia on esitelty kappaleessa 5.



Kuva 6. Suunnittelualueen läpäisemättömän pinnan osuus (TIA) sekä keskimääräinen valumakerroin nykytilassa ja tulevan maankäytön myötä kerran viidessä vuodessa toistuvalla 10 min kestoisella sadetapahtumalla. (Valumakertoimen maksimiarvo on 1,0)

30.12.2021

Läpäisemättömän pinnan lisääntyminen kasvattaa vuodenajasta riippumatta haitta-ainekuormia.<sup>6</sup> Hulevesistä yleisimmin löytyviä haitta-aineita ovat kiintoaine, ravinteet, kloridi, suolistoperäiset bakteerit, öljyt ja rasvat sekä muut orgaaniset aineet. Kiintoainetta pidetään yleisesti tärkeimpänä hulevesien laatuparametrinä. Kiintoaine kertyy verkostoihin ja varastorakenteisiin, samentaa vettä ja siihen on sitoutuneena haitta-aineita kuten metalleja. Läpäisemätön pinta lisää hulevesien määrää ja valuntaa, mikä edistää kiintoaineen kulkeutumista. Hulevesien laatuun vaikuttavat maankäytön lisäksi vuodenaika, sademäärä, sateen intensiteetti, edeltävän kuivan kauden pituus sekä läpäisemättömien pintojen määrä.<sup>1</sup> Teollisuusalueelta vesiin saattaa todennäköisemmin päästä enemmän metalleja ja asuinalueelta ravinteita ja bakteereja. Taulukossa 2 on havainnollistettu eri haitta-aineiden lähteitä.

Taulukko 2. Hulevesien sisältämien haitta-aineiden lähteet.<sup>7</sup>

	ilmakehä	liikenne	teollisuus	kattora-		rakennus- nurmi-	
				kentee	asutus	työmaat	alueet
Typpi	x	x	x		x	x	x
Fosfori	x	x	x		x	x	x
Sulfaatti	x	x					
Rikin oksidit	x	x					
Kloridi	x	x					
Metallit	x	x	x	x	x		
PAH-yhdisteet	x	x	x		x		
VOC-yhdisteet		x	x				
Öljyt ja hiilivedyt		x	x		x	x	
Pestisidit		x	x		x		x
Koliformit bakteerit					x		x
Kiintoaine	x	x	x		x	x	x

### 3.4 Hulevesien vaikutukset ympäröivään luontoon

Läpäisevän maaperän ansiosta suunnittelualueen hulevedet pääsevät tehokkaasti suotautumaan maakerrosten läpi. Kaavaluonnoksen mukaan alueelle rakennetaan teollisuus- ja liikerakennuksia. Tällainen maankäyttö tarkoittaa yleensä suurta määrää läpäisemättömiä pintoja, mikä johtaa hulevesien määrän lisääntymiseen alueen rakentuessa.

### 3.5 Hulevesien hallinnan tarve ja tavoitteet

Hulevesien hallinnan tavoitteena on minimoida vaikutukset pohjaveteen ja ympäröivään luontoon. Suunnittelualueella on rakenteellista hulevesien hallintaa kadun kuivatukseen ja hulevesiallas suunnittelualueen pohjoispuolen hulevesille. Hulevedet imeytetään tai viivytetään alueellisissa ja tontti-kohtaisissa ratkaisuisissa. Suunnittelualue sijaitsee pohjavesialueella ja suunnittelualueen välittömässä läheisyydessä sijaitsee Natura 2000 -alueita, jotka on huomioitava hulevesien hallinnassa.

<sup>6</sup> Valtanen, M., Sillanpää, N. & Setälä H. (2015). Key factors affecting urban runoff pollution under cold climatic conditions, Journal of Hydrology 529, pp. 1578-1589.

<sup>7</sup> Valtanen, M., Sillanpää, N., Hätininen, N. & Setälä, H. (2010). Hulevesien imeyttäminen ja suodattaminen: haitta-aineet ja menetelmät, STORMWATER-hanke, 42 s.

30.12.2021

## 4 Suositellut ratkaisuvaihtoehdot

### 4.1 Hulevesien hallinnan periaatteet

Hulevesien hallinnan lähtökohtana on ehkäistä hulevesien muodostumista ja niihin kohdistuvaa laatuhaittaa sekä pyrkiä säilyttämään veden kiertokulku mahdollisimman luonnollisena. Näihin tavoitteisiin pyritään hallitsemalla hulevesiä seuraavan prioriteettijärjestyksen mukaisesti.

- I. Ehkäistään hulevesien muodostumista ja niihin kohdistuvaa laatuhaittaa
- II. Hulevedet käsitellään ja hyödynnetään syntypaikallaan (hulevesien käyttö ja maahan imeyttäminen)
- III. Hulevedet johdetaan pois syntypaikaltaan suodattavalla ja hidastavalla järjestelmällä (suodattaminen maassa ja maan pinnalla)
- IV. Hulevedet johdetaan pois syntypaikaltaan hulevesiviemärissä yleisillä alueilla sijaitseville hidastus- ja viivytyalueille ennen vesistöön johtamista (viivyttäminen avouomissa)
- V. Hulevedet johdetaan hulevesiviemärissä suoraan vastaanottavaan vesistöön.<sup>1</sup>

Hulevesien hallinnan suunnittelussa voidaan ottaa huomioon erilaisia hydrologisia, toiminnallisia, teknisiä, taloudellisia, organisaatiollisia ja kulttuurillisia näkökohtia. Keskeisten valuma-alue ominaisuuksien lisäksi voidaan huomioida myös esimerkiksi rakenteiden elinkaarikustannuksia, ylläpitotarvetta sekä eri päättäjien näkökulmia eri hallintaratkaisuja kohtaan.<sup>8</sup> Rakentuvilla alueilla hulevesivirtaamat tulevat kasvamaan ja laatu heikkenee läpäisevien pintojen lisääntyessä. Hirvaskankaan alueella tulisi noudattaa prioriteettijärjestyksen toista ja kolmatta kohtaa. Ensisijaisesti hulevedet tulee imeyttää öljyn- ja hiekanerotuksen jälkeen, jos maaperä on hyvin vettä läpäisevää.

### 4.2 Tonttikohtainen hulevesien hallinta

Kattovesiä ei tarvitse johtaa hiekan- ja öljynerotuksen kautta. Mikäli imeytys ei ole mahdollista, hulevesien hallinta toteutetaan öljyn- ja hiekanerotuksen jälkeisellä viivytyksellä. Kaavamääräyksenä korttelikohtaiselle viivytykselle ehdotetaan esimerkiksi:

*Kiinteistön vettä läpäisemättömiltä pinnoilta muodostuvat hulevedet tulee johtaa viivytyrakenteisiin, joiden mitoitustilavuus on 1 m<sup>3</sup> viivytystilavuutta 100 m<sup>2</sup> vettä läpäisemättömä pinta kohti. Rakenteiden tulee tyhjentyä 12 tunnin kuluessa täyttymisestä ja niissä tulee olla suunniteltu ylivuoto.*

Viivytyrakenteiden viitteelliset sijainnit sekä alustavat mitoitukset on esitetty liitteessä 1. Huleveden johtaminen viivytyrakenteisiin tehdään tasaussuunnittelun avulla. Tonttikohtaisten viivytyrakenteiden korkeudeksi on oletettu n. 0,42 m tai n. 0,84 m ja alueellisten 0,5 m. Viivytyksen tulee tyhjentyä 12 tunnin kuluessa täyttymisestä. Korttelin 2513 tontin 3 alueella hulevedet tulee imeyttää. Kuvassa 7 on kaksi esimerkkiä mahdollisista rakenteista.

<sup>8</sup> Holt, E., Koivusalo, H., Korkealaakso, J., Sillanpää, N. & Wendling, L. (2018). Filtration Systems for Stormwater Quantity and Quality Managements, Guideline for Finnish Implementation, 76 s.

30.12.2021



*Kuva 7 Maanalaisen viivytyksen asennusta<sup>9</sup> ja viivytyskaivanto.*

Lisäksi asemakaavaan suositellaan liitettävän esimerkiksi yleismääräyksenä velvoite viherkatoista sekä rakentamisen aikaisten hulevesien hallintasuunnitelman laatimisesta. Viherkattoja suositellaan alueelle, sillä niiden avulla saadaan pienennettyä tulevan tilan läpäisemättömän pinnan määrää. Viherkatot pienentävät imeytyksille tai viivytyksille tulevia virtaamia ja kohtalaisen puhtaita kattovesiä ei turhaan johdettaisi hiekan- ja öljynerotuksen kautta. Viherkattoja suunniteltaessa on otettava huomioon esimerkiksi viherkattorakenteen kuormitus, hoidettavuus, salaojitus ja paloturvallisuus. Esimerkkikuvia viherkatoista on esitetty kuvassa 8.

<sup>9</sup> FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy. 2011



30.12.2021



Kuva 8 Viherkatto Helsingissä<sup>7</sup>

### 4.3 Hulevesien johtamissuunnat ja tulvareitit

Hulevesien suunnitellut johtamis- ja tulvareitit on esitetty liitteessä 1. Tulvareitteinä toimivat tonttien sisäiset kulkuväylät sekä yleisillä alueilla tiet ja viherkaistat.

### 4.4 Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta

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

Rakennusvaiheen hallintamenetelmät tulee suunnitella tapauskohtaisesti. Menetelmävaihtoehtoja ei ole useita, mutta niiden sijoittaminen ja mitoittaminen täytyy miettiä kuhunkin kohteeseen sopivaksi. Rakentamisen aikaisten hulevesien hallintamenetelmien tulisi olla rakenteeltaan ja toiminnaltaan yksinkertaisia, helposti toteutettavissa sekä kustannuksiltaan edullisia. Menetelmillä pyritään ensisijaisesti rakennusalueelta tulevan kiintoaineskuormituksen vähentämiseen rakennettavan alueen alapuolella ja toissijaisesti myös virtaamien hallintaan tulvahaittojen ja eroosion estämiseksi. Hallintamenetelmiä on esimerkiksi suodatus, eroosiosuojaus sekä viivytys/laskeutus.

## 5 Mitoitus- ja toimivuustarkastelut

### 5.1 Hulevesimallinnus

Suunniteltujen hulevesirakenteiden mitoitus ja kokonaisuuden toimivuus tarkastettiin hulevesimallinnuksen avulla. Mallinnus suoritettiin Fluidit Oy:n Storm -ohjelmalla, joka sisältää hulevesien muodostumista kuvaavan hydrologisen valuma-aluemallin sekä virtausreittejä kuvaavan hydraulisen mallin.

30.12.2021

---

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

Hydraulinen malli rakennettiin yhdistämällä edellä kuvattu hydrologinen valuma-aluemalli avouomista ja sadevesiviemäreistä muodostuvaan verkostomalliin. Hydrauliseen malliin sisällytettiin myös suunnitellut hulevesien hallintajärjestelmät. Mallin avulla voitiin tarkastella monipuolisesti mm. ajasta riippuvia virtaamien summakäyriä, vedenpinnan tasoja ja altaiden tilavuuksia. Hydraulisessa mallinnuksessa käytettiin nk. dynaamista menetelmää<sup>10</sup>, jolla voitiin tarkastella monimutkaisiakin ilmiöitä kuten paineellista virtausta, taaksepäin virtausta sekä virtausreittien tulvimista ja padotusta.

### 5.1.1 Mallinnuksessa käytetyt rankkasadetapahtumat

Tarkasteluissa on käytetty Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU)<sup>11</sup> loppuraportissa ja Hulevesioppaassa<sup>1</sup> esitettyjä sateen keskimääräisiä intensiteettejä 1 km<sup>2</sup> aluesadannalle. Sadetiedot ovat viimeisimpiä yleisessä käytössä olevia tietoja ja ne perustuvat Suomessa kesällä v. 2000–2005 aikana tehtyihin tutkasadehavaintoihin ja vastaavat Etelä-Suomen sateita.

Ilmastomuutoksen on ennustettu kasvattavan rankkasateiden intensiteettejä keskimäärin 15–20 % vuosiin 2071–2100 mennessä<sup>11</sup>. Arviot perustuvat Ilmatieteen laitoksen ennusteisiin. RATU:n<sup>11</sup> suositusten mukaisesti ilmastomuutos voidaan huomioida käyttämällä 20 % nykyistä rankempia sateita. Tämä tarkoittaa esimerkiksi, että nykyhetken 1/10a toistuvuus (kerran kymmenessä vuodessa) vastaa ennustetun ilmastomuutoksen mukaisessa tilanteessa likimäärin 1/5a toistuvuutta. Vastaavasti nykyinen 1/5a toistuvuus vastaa ennustetussa tilanteessa likimäärin 1/3a toistuvuutta. Järjestelmien mitoitukseen on käytetty 1/10a 15 minuutin sadetta.

## 5.2 Järjestelmien mitoitus

Viivytysten alustavat sijainnit on esitetty liitteessä 1. Viivytysten kokojen arvioinnissa on kerrottu valuma-aluekohtainen läpäisemättömän pinnan osuus (TIA) tontin pinta-alalla. Kyseiset arvot on esitetty aiemmin kuvassa 6 (TIA tuleva). Viivytysten koot ovat alustavia ja ne tarkentuvat tulevassa suunnittelussa.

---

<sup>10</sup> US EPA. 2009. Storm Water Management Model, User's manual, version 5.0.

<sup>11</sup> Aaltonen, J. ym. 2008. Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU). Suomen Ympäristö 31, 123 s.

30.12.2021

Taulukossa 3 on esitetty viivytysten viitteelliset pinta-alat, tilavuudet ja korkeudet. Suunnittelussa on päädytty yhdistelmään tonttikohtaisia ja alueellisia ratkaisuja. Tonttikohtaisten viivytysten korkeudeksi on valittu viivytyskasetin korkeus 0,42 m tai kaksi päällekkäistä 0,84 m ja alueellisten 0,5 m.

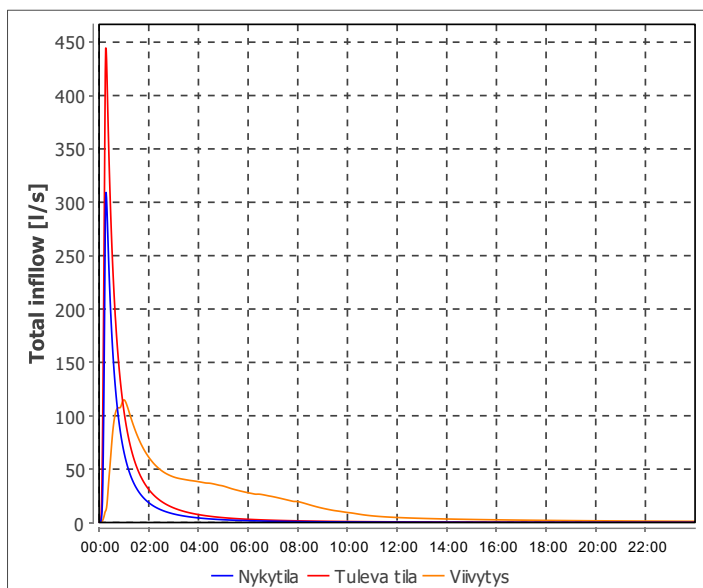
Taulukko 3. Viivytysten mitoitus.

		A [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	h [m]
Tontti	1	111,9	47	0,42
	2	226,2	95	0,42
	3	115,5	97	0,84
	4	147,6	62	0,42
	5	171,4	72	0,42
	6	511,9	215	0,42
	7	54,8	23	0,42
Alueellinen	8	346	173	0,5
	9	348	174	0,5
	10	1288	644	0,5

### 5.3 Mallinnustulokset

Mallinnustuloksia on esitetty kuvissa 9-12. Maankäytön muutos aiheuttaa 1/10a sateella virtaamien kasvua. Mitoituksella 1 m<sup>3</sup> viivytystilavuutta per 100 m<sup>2</sup> läpäisemätöntä pintaa saadaan valuma-alueiden virtaamia pienennettyä lähes nykytilan tasolle tai alle nykytilan. Kuvissa on esitetty nykytilan virtaama, tulevan tilan virtaama maankäytön tiivistyessä sekä tulevan tilan virtaama viivytysten kanssa.

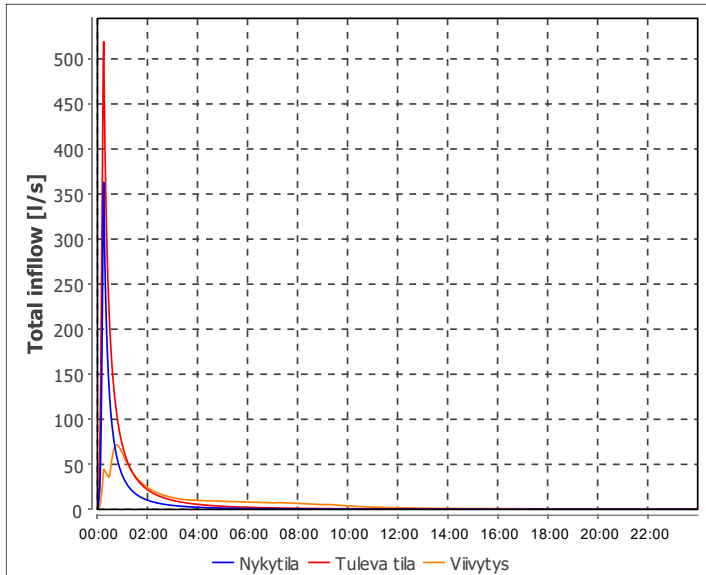
Kuvassa 9 on esitetty valuma-alueen 2.1 virtaamia ja viivytysten vaikutusta virtaamiin. Virtaamia saadaan pienennettyä alle nykyisen tason.



Kuva 9. Virtaama viivytysten 1-6 jälkeen.

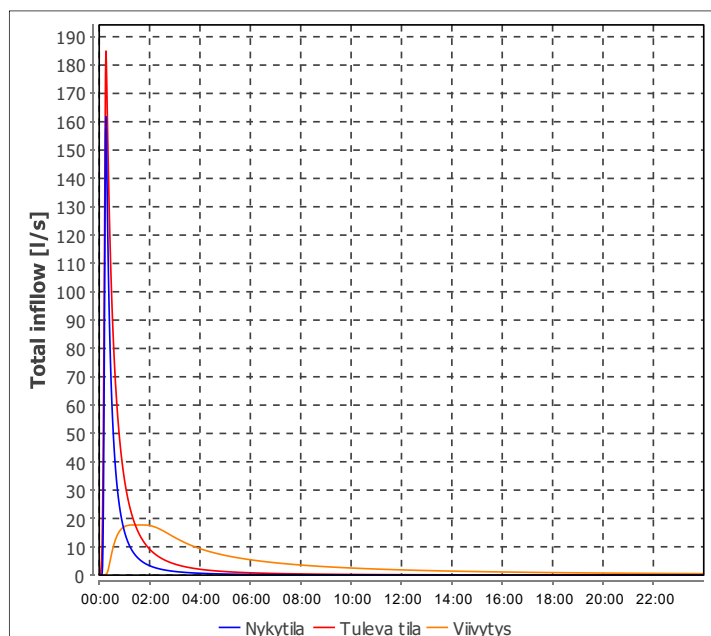
30.12.2021

Kuvassa 10 on esitetty valuma-alueen 2.3 virtaamia. Viivytysten avulla saadaan pienennettyä tiivistyvän maankäytön aiheuttamaa virtaamaa alle nykytilan tason.



Kuva 10. Virtaama viivytysten 7 ja 8 jälkeen.

Kuvassa 11 on esitetty valuma-alueen 2.4 virtaamia. Viivytysten avulla saadaan pienennettyä virtaamia alle nykyisen tason.

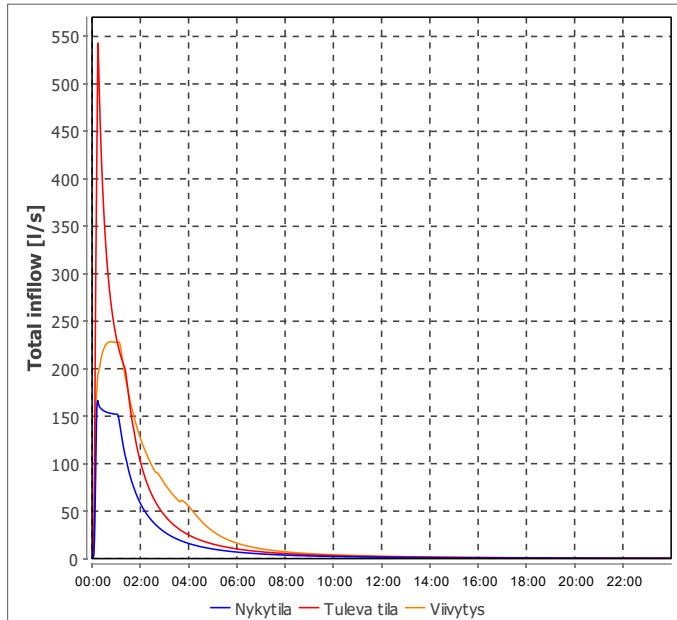


Kuva 11. Virtaama viivytyksen 9 jälkeen.



30.12.2021

Kuvassa 13 on esitetty valuma-alueen 1.2 virtaamia. Viivytysten avulla saadaan pienennettyä virtaamia merkittävästi verrattuna tulevaan tilaan ilman viivytystä.



Kuva 12. Virtaama viivytyksen 10 jälkeen.

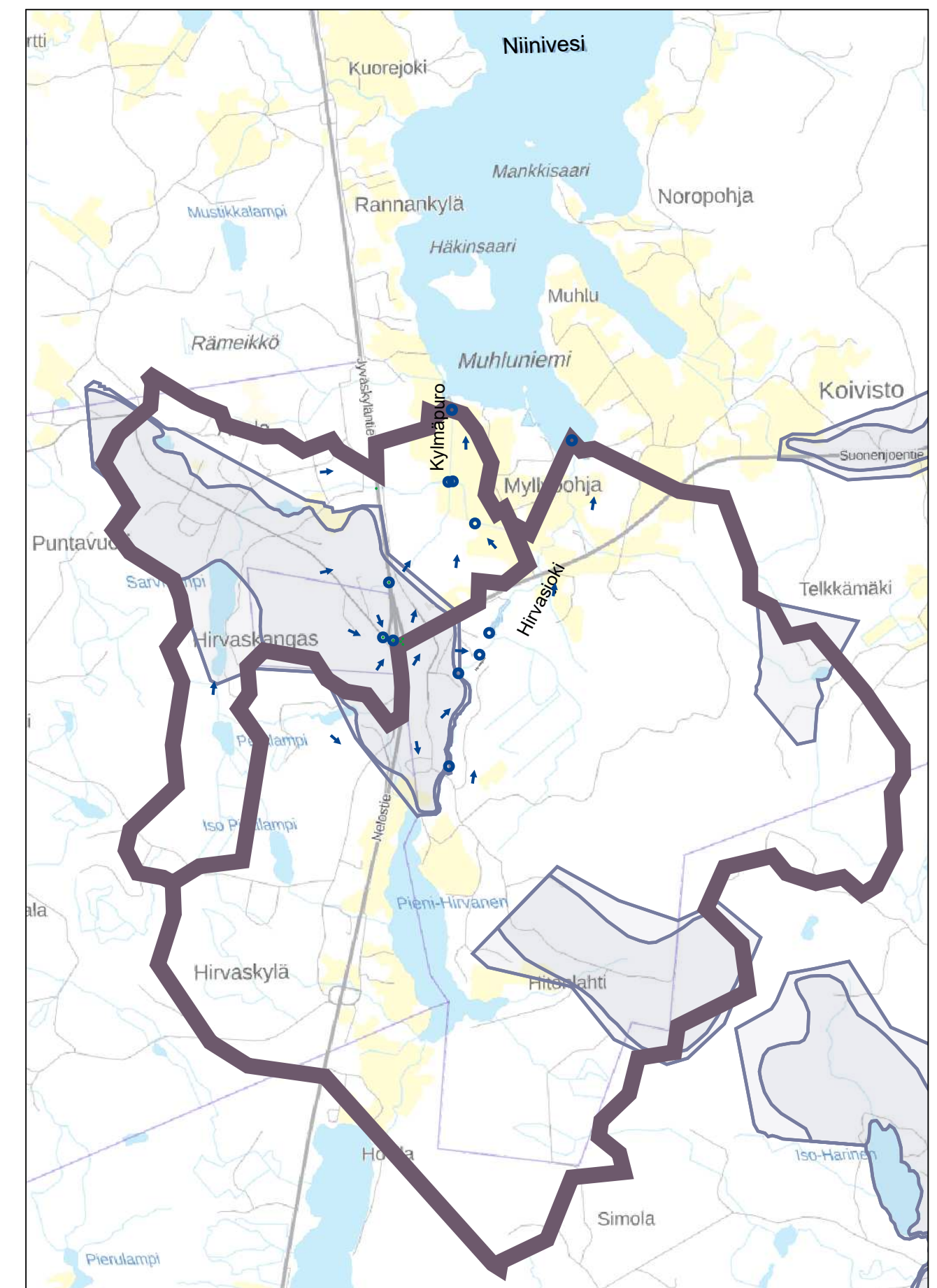
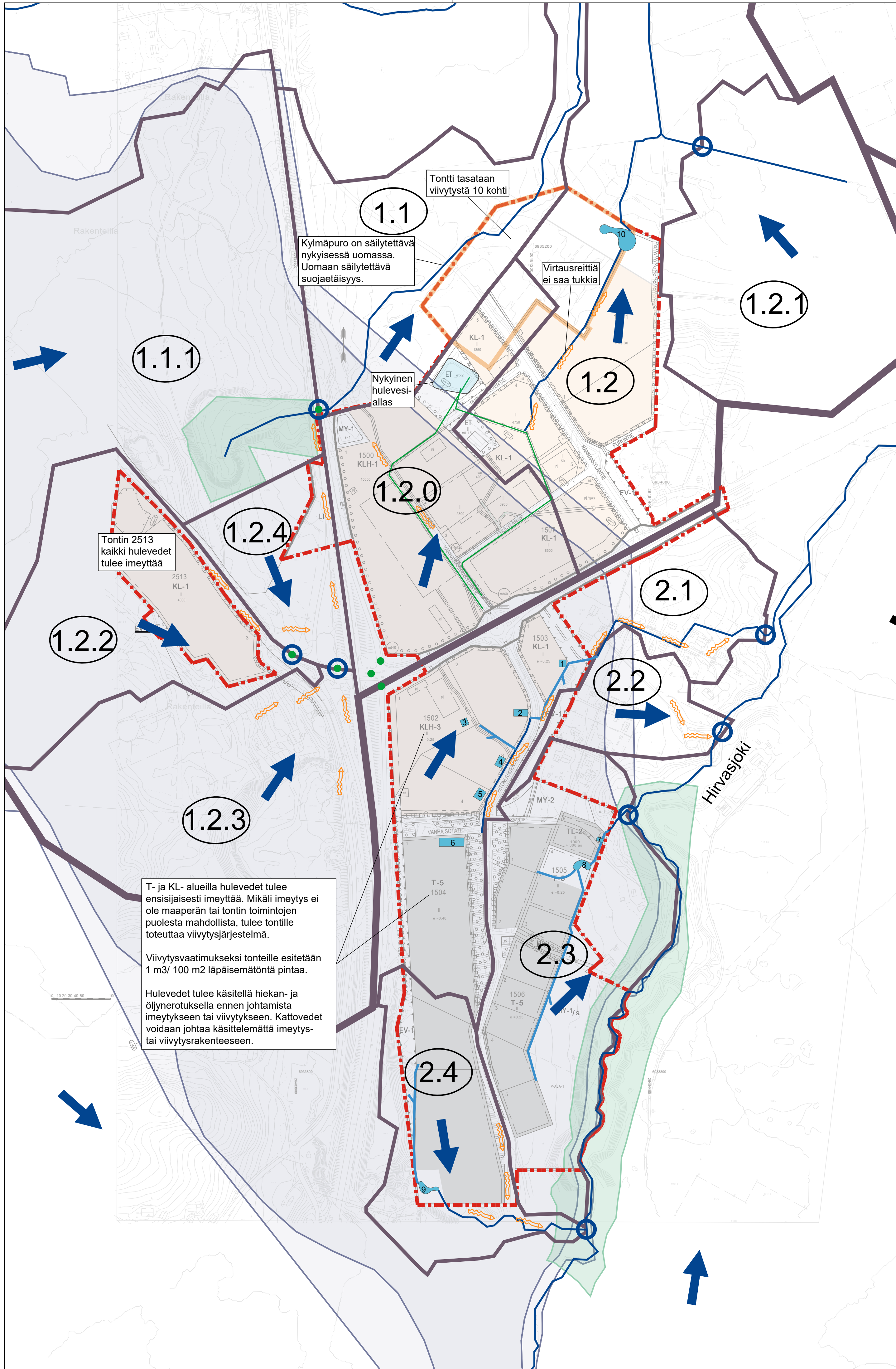
## 6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Asemakaavassa alueelle on esitetty liikerakennusten, liike- ja huoltoasemarakennusten, teollisuus- ja varastorakennusten sekä teollisuus-, varasto- ja liikerakennusten korttelialueita sekä yhdyskuntateknistä huoltoa palvelevien rakennusten ja laitosten alueita. Asemakaava sijoittuu pohjavesialueelle ja läheisyydessä sijaitsee kaksi Natura-aluetta. Hulevesien hallinnassa pyritään minimoimaan vaikutukset pohjaveteen ja ympäröivään luontoon.

Hulevesien hallinta toteutetaan tonteilla ja erikseen varatuilla alueilla ensisijaisesti öljyn- ja hiekanerotuksen jälkeen imeyttämällä. Mikäli imeyttäminen ei ole mahdollista, hulevedet viivytetään öljyn- ja hiekanerotuksen jälkeen. Viivytysrakenteiden alustavat mitoitukset ja sijainnit on esitetty yleissuunnitelmaportilla. Asemakaavaan suositellaan veloitetta viherkatoista ja rakentamisen aikaisen hulevesien hallintasuunnitelman laatimisesta. Suunnitellut viivytysratkaisut pienentävät hulevesivirtaamia vähintään lähes nykytilan tasolle ja öljyn- ja hiekanerotus estää hulevesien laatuhaittoja, joten vaikutukset ympäröivään luontoon jäävät pieniksi.

Viivytysten mitoituksessa on käytetty ehdotettua kaavamääräystä  $1 \text{ m}^3$  viivytystilavuutta per  $100 \text{ m}^2$  läpäisemätöntä pinta ja  $1/10\text{a}$  toistuvaa 15 minuutin sadetta. Maankäytön tiivistyminen kasvattaa virtaamia. Viivytyksillä saadaan mallinnuksen mukaan pienennettyä valuma-alueen 2.1, 2.3 ja 2.4 virtaamia alle nykytilan ja valuma-alueen 1.2 virtaama merkittävästi verrattuna tilanteeseen ilman viivytystä.





- Suunnittelualan raja
- Mahdollisen laajennusalueen raja
- Päävedenjakaja
- Sivuedenjakaja
- Virtaussuunta
- Purkupiste
- Rumpu
- Oja
- Pohjavesialue
- Natura 2000 alue
- 1.2 Valuma-aluenumero
- Suunniteltu viivytysrakente (sijainti viitteellinen)
- Nykyinen viivytysrakente
- ~ Tulvareitti
- Nykyinen oja (sijainti oletettu)
- Uusi oja
- Nykyinen hulevesiverkosto

Viivytystilavuudet

Tontti	A [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	h [m]
1	111,9	47	0,42
2	226,2	95	0,42
3	115,5	97	0,84
4	147,6	62	0,42
5	171,4	72	0,42
6	511,9	215	0,42
7	54,8	23	0,42
Alueellinen	346	173	0,5
	348	174	0,5
	1288	644	0,5

Viivytysten koot ovat alustavia ja laskettu maankäyttötyypin avulla. Viivytykset 8,9 ja 10 ovat alueellisia ja muut tontikohtaisia. Vähentämällä läpäisemättömän pinnan määrää voidaan pienentää vaadittavaa viivytystilavuutta.