

HULEVESISUUNNITELMA, MUNITUSKANALA

Fertilex Oy

macon

Sisällys

Sanasto	3
1 Tausta ja tavoite	5
2 Aineistot, menetelmät ja epävarmuustekijät	11
3 Suunnittelualue ja sen nykyinen maankäyttö	11
3.1 Alueen nykyinen maankäyttö	11
3.2 Alueen maaperä	12
3.3 Valuma-alue ja hulevesien johtuminen	12
4 Lähtötiedot ja tutkimusmenetelmät	16
5 Sadeveden kerääntyminen ja valumareitit	21
6 Hulevesien laatu	25
7 Hulevesivirtaama- ja määrä	27
8 Hulevesien hallinta	28
9 Johtopäätökset ja suositukset	32
Lähteet	38

Sanasto

Huleveden imeytysrakenne = Järjestelmä, jonka tarkoitus on edistää huleveden imeytymistä ja suodattumista maakerrosten läpi maaperään

Hulevesi = Maan pinnalta, rakennuksen katolta tai muilta vastaavilta pinnoilta pois johdettava sade- tai sulamisvesi

Hulevesien hallinta = Hulevesien kertymiseen vaikuttavat ja niiden johtamiseen ja käsittelyyn liittyvät toimenpiteet

Imeyttäminen = (Huleveden) tarkoituksellinen imeyttäminen maaperään

Kattovesi = Rakennusten katoilta valuva sade- ja sulamisvesi

Läpäisemätön pinta = Tiivis pinta, joka ehkäisee huleveden imeytymisen maaperään ja lisää pintavaluntaa

Läpäisevä pinta = Rakentamaton tai rakennettu pinta, missä hulevesien imeytymistä tapahtuu

Mitoitussade (l/s/ha) = Mitoitussade määritetään valuma-alueen kertymisajan (mitoitussateen kesto), todennäköisyyden (toistuvuuden ja rankkuuden/ sademäärän avulla (mitoitussadetta suurempi sade aiheuttaa tulvimista)

Osavaluma-alue = suuremman valuma-alueen osa, joka kerää ja johtaa sade- ja sulamisvedet tiettyyn alivesistöön, kuten jokeen, järveen tai puroon

Sateen intensiteetti = Tietyn aikavälin (esimerkiksi tunnin tai minuutin) (mm/h, l/s/ha) keskimääräinen sadanta

Sateen kesto = Ajanjakso sateen alkamisesta sen päättymiseen tai ajanjakso, jonka aikana sitä havainnoidaan

Toistuvuus = Aikaväli, jonka aikana tietty ilmiö, esimerkiksi tulva, keskimäärin toistuu

Valuma = Alueelta aikayksikössä purkautuva vesimäärä pinta-alayksikköä kohden

Valuma-alue = Maaston korkeimpien kohtien (vedenjakajien) rajaama alue, jolta (hule)vedet virtaavat samaan puroon, jokeen, järveen tai mereen (taajamissa hulevesiverkostolla valuma-alueiden rajoja on voitu muuttaa maaston muodosta poikkeaviksi)

Valunta = Se sadannan osa, joka valuu kohti uomaa maan pinnalla tai sisällä

Valuntakerroin = Suhdeluku, joka kuvaa valuma-alueelta pintavaluntana välittömästi purkautuvan veden osuuden alueelle satavasta kokonaisesimäärästä erilaisten häviöiden – kuten haihtumisen, pintavarastoitumisen, imeytymisen ja pidättymisen – jälkeen

Viivyttäminen, viivytytys = Pintavalunnan jakaminen pitkälle ajanjaksolle (engl. detention)

Viivytytysallas = Huleveden viivyttämiseen tarkoitettu allas

1 Tausta ja tavoite

Fertilex Oy suunnittelee laajentavansa Laitilassa sijaitsevaa 59 900 kanan munituskanalaansa kolmella tai viidellä uudella 80 000 kanan kanalayksiköllä. YVA-menettelyssä on kolme eri vaihtoehtoa. Vaihtoehdossa 0 (VE0) ei rakenneta lisää kanaloita olemassa olevan kanalan lisäksi. Vaihtoehdossa 1 (VE1) nykyisen kanalan viereen rakennetaan kolme identtistä 80 000 kanan kanala lisää (Kuva 4). Vaihtoehdossa 2 (VE2) nykyisen kanalan viereen rakennetaan viisi identtistä 80 000 kanan kanala lisää. Olemassa oleva kanala on aloittanut toiminnan vuoden 2025 alussa. Hankealue sijaitsee Laitilan kaupungin Nästin kylässä, noin 13 kilometrin päässä Laitilan ja Mynämäen taajamista (Kuva 1, Kuva 2, Kuva 3). Lähin pohjavesialue on noin 1,2 kilometrin päässä sijaitseva Krouvinnummen pohjavesialue, joka on vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue (Kuva 5). Suunnittelualue on noin 9 hehtaarin kokoinen. Hankkeesta ei ole tehty aikaisempia hulevesiselvityksiä. Kanalan laajentaminen vaikuttaa alueen hulevesien määrään ja voi vaikuttaa hulevesien laatuun.

Hulevesisuunnitelmalla tarkoituksena on hallita rakennetulla alueella syntyvän sade- ja sulamisveden eli huleveden vaikutuksia. Suunnitelman keskeisiä tavoitteita ovat tulvariskien hallinta ja pinta- ja pohjavesien laadun parantaminen tai säilyttäminen hyvänä. Hulevesisuunnitelmassa esitetään hankealueen nykytila, mm. maaston muoto ja maaperän läpäisevyys, ennuste syntyvästä hulevesimäärästä ennen ja jälkeen rakentamisen, ehdotetut hulevesien hallintamenetelmät ja suunnitelma hulevesien hallinnasta.

Laitilan kaupungilla ei ole ohjetta hulevesien käsittelystä rakennushankkeeseen ryhtyville ja suunnittelijoille. Ellei kaavamääräyksissä ja rakennusluvassa ole hulevesien käsittelyyn vaikuttavia erityisiä määräyksiä, noudatetaan tontin hulevesijärjestelmän suunnittelussa ja esitysjärjestyksessä seuraavaa prioriteettijärjestystä:

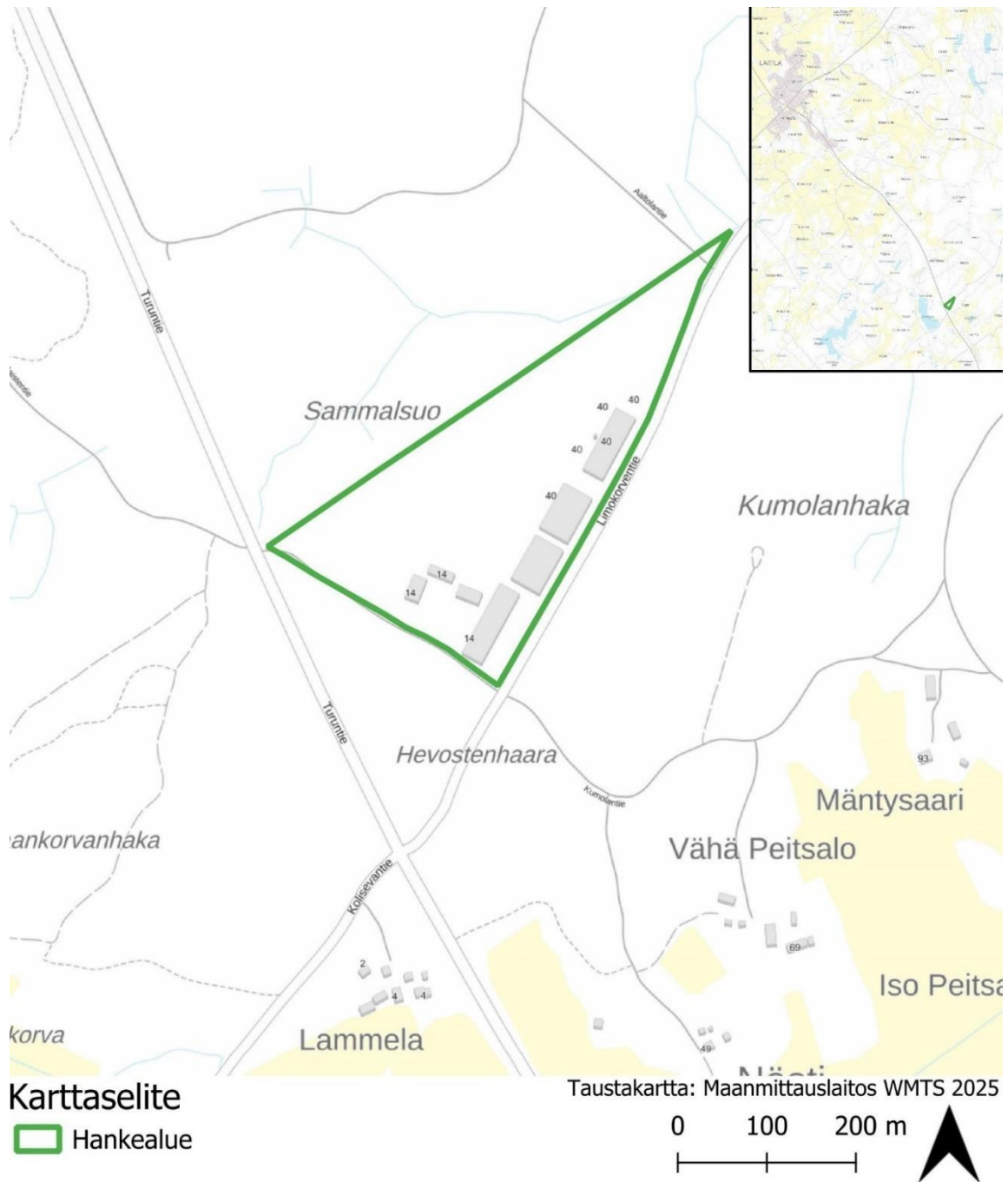
1. Vähennetään syntyvän huleveden määrää
2. Hulevedet käsitellään ja hyödynnetään tontilla
3. Hulevesiä viivytetään tontilla
4. Mikäli hulevesiä ei voida imeyttää tontilla, on vedet johdettava eteenpäin tontilla.

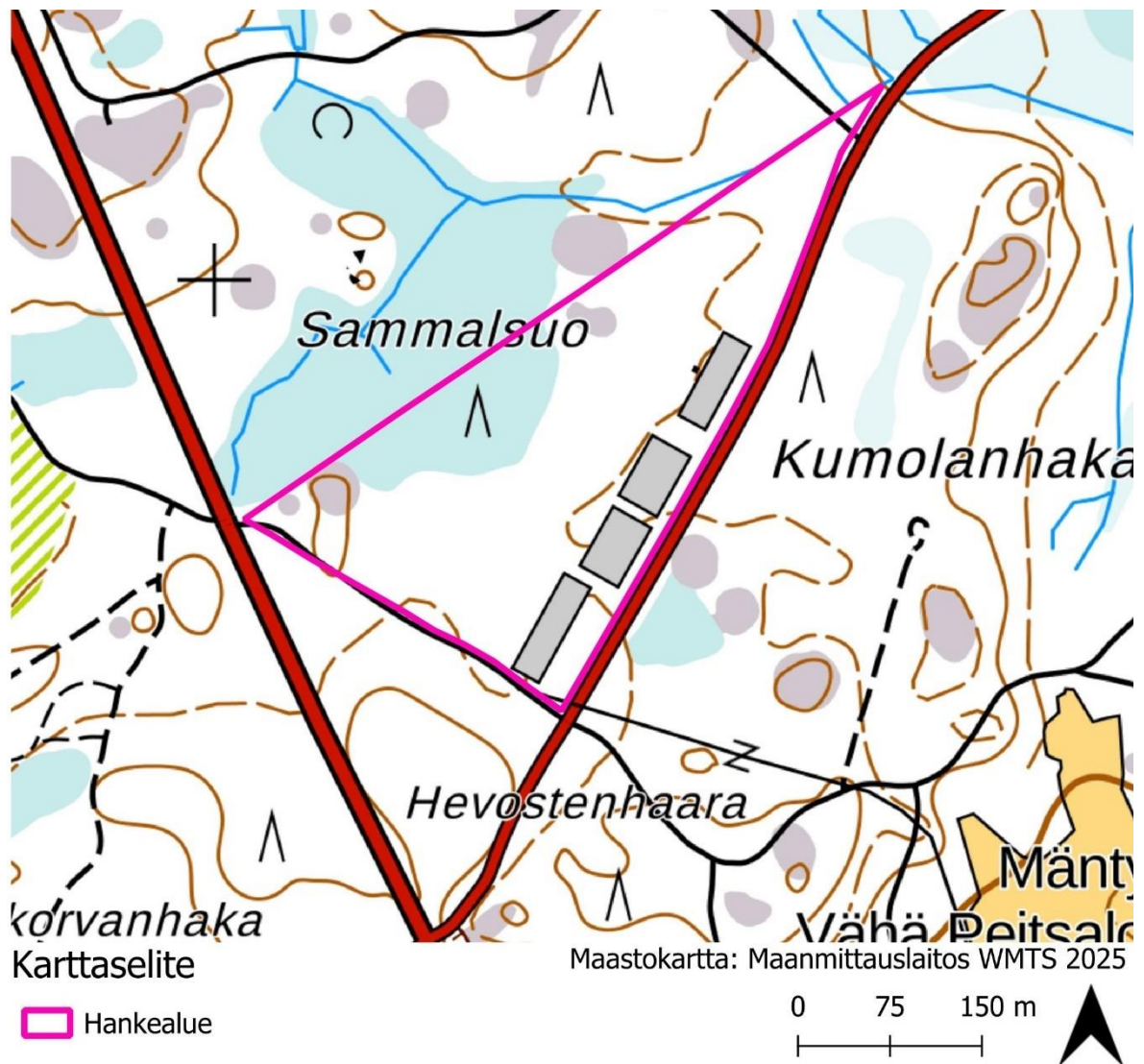
Tämän suunnitelman on Fertilex Oy:n toimeksiannosta laatinut Macon Oy. Selvityksen avulla arvioidaan tarkemmin hankealueen hulevesien määrä ja laatu. Tässä raportissa esitetään alueen yleiskuvaus, käytetyt menetelmät, tulokset sekä johtopäätökset.

Työstä vastaavat henkilöt

Raportin laatija: Samuel Saastamoinen, LuK (ympäristötiede).

Raportin tarkastaja: Mikko Ahokas, FM (ympäristötiede).





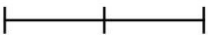
Kuva 2. Hankealueen sijainti suhteessa lähialueen tiestöön, vesistöihin ja muuhun ympäristöön.



Karttaselite

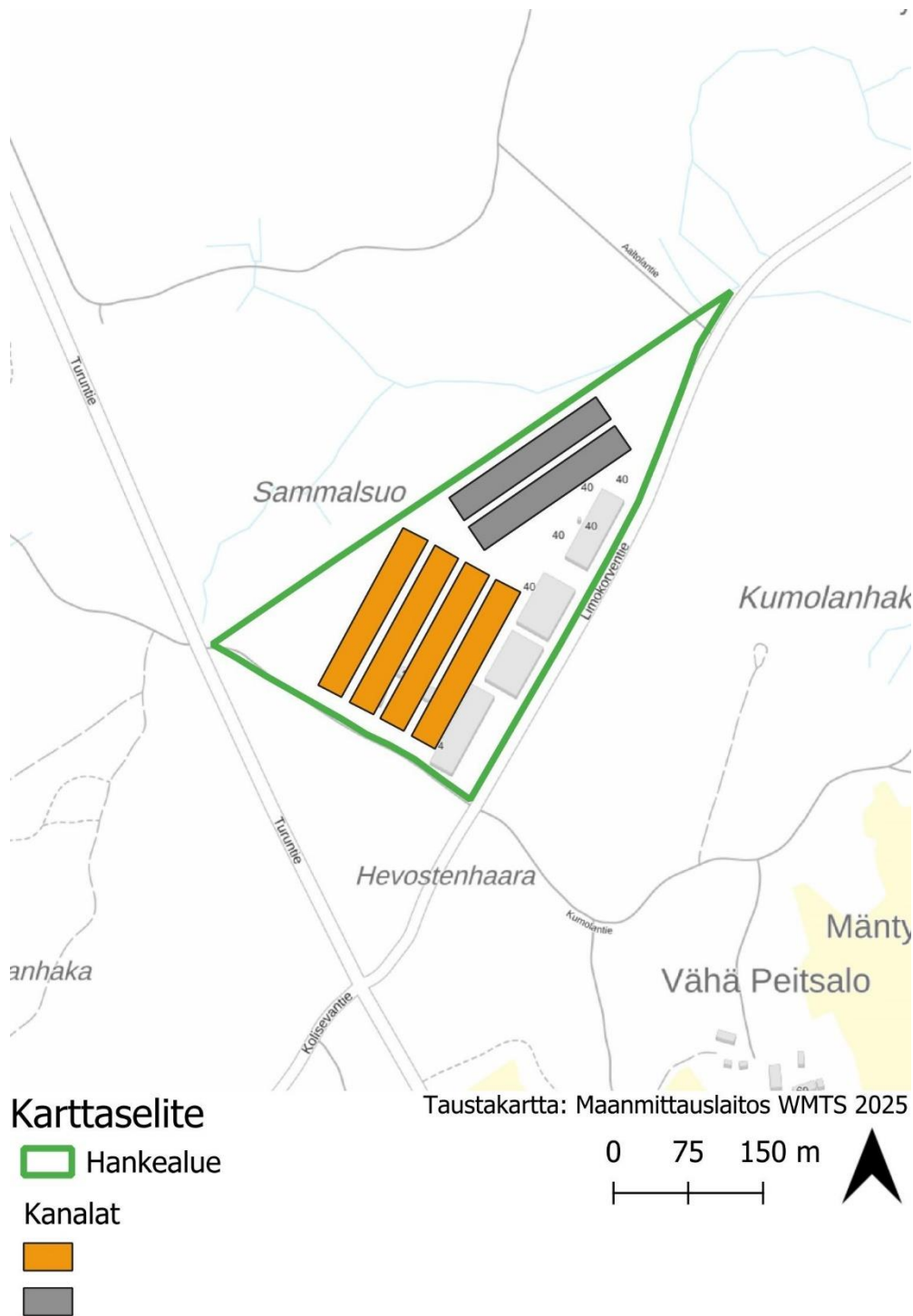
Ortokuva: Maanmittauslaitos WMTS 2025

 Hankealue

0 100 200 m




Kuva 3. Hankealueen ja sen lähiympäristön maasto.



Kuva 4. Kanaloiden sijainti eri hankevaihtoehtoissa (VE1 oranssit kanalot, VE2 oranssit ja harmaat kanalot).

2 Aineistot, menetelmät ja epävarmuustekijät

Aineistot

Suunnitelman tausta-aineistona on hyödynnetty Maanmittauslaitoksen karttapalveluita ja rajapintoja sekä Scalgo Live-ohjelmiston aineistoja.

Menetelmät ja työkalut

Suunnitelmassa hyödynnettiin QGIS-ohjelmistoa (versio 3.40.5) ja Scalgo Live-ohjelmistoa. Hulevesimallinnus perustuu Scalgo Live-ohjelmistolla tehtyyn mallinnukseen. Scalgo Live on pilvipohjainen paikkatietoalusta, joka tarjoaa työkaluja erityisesti vesistö- ja tulva-analyysiin sekä topografisten ja hydrologisten karttojen luomiseen. Alusta käyttää tehokasta laskentateknologiaa suurten maastoaineistojen analysointiin, kuten korkeusdatan tai laserkeilauksella kerätyn aineiston käsittelyyn. Scalgo Liven analyysit huomioivat koneoppimisen avulla tuotetun maanpeitemallin ja pintamaalajien vaikutuksen veden imeytymiseen, ja kaupunkialueella analyysit ottavat huomioon hulevesiviemärien vaikutuksen (Pankkonen 2024).

Epävarmuustekijät

Koko hankkeen toiminnan aikaisen huleveden määrän arvio ei ole tarkka. Läheisen pohjavesialueen vaikutusta hulevesien määrään ei otettu suunnitelmassa huomioon.

3 Suunnittelualue ja sen nykyinen maankäyttö

3.1 Alueen nykyinen maankäyttö

Voimassa olevassa Varsinais-Suomen maakuntakaavassa hankealue sijaitsee maa- ja metsätalousvaltaisella alueella. Hankealueella on vireillä Nästin teollisuusalueen asemakaava, jonka tavoite on todeta nykytilanne ja yhteensovittaa alueen käyttötarkoitukset. Kaava oli vireillä Laitilan kaupungin vuoden 2024 kaavoituskatsauksen yhteydessä. Tavoiteaikataulu kaavalle on edistää kaavaa vuoden 2025 aikana.

Suunnittelualueelle ei ole hulevesiverkostoa.

Alueen ulkopuolelta ei ohjata hulevesiä suunnitelma-alueelle tai sen läpi. Tällä hetkellä hulevesiä ei ohjata ihmistoiminnalla mitenkään hankealueella, vaan hulevedet ohjautuvat luonnollista reittiä Limokorventien ojaan.

3.2 Alueen maaperä

Hankealue on Fertilexiltä saatujen tietojen mukaan kokonaisuudessaan kallioaluetta. Hankealueelle tullaan levittämään soraa kauttaaltaan, paitsi alueille, jotka asfaltoidaan. Kallioon vesi ei imeydy, mutta kallioalueilla voi tapahtua imeytymistä halkeamiin (Kuntaliitto 2012). Tehokas imeyttäminen edellyttää maaperältä vähintään kohtalaista vedenläpäisevyyttä (Kuntaliitto 2012). Lisäksi pienen vedenjohtavuuden omaavat muodostumat eivät sovellu lainkaan tai soveltuvat huonosti hulevesien imeyttämiseen (Kuntaliitto 2012). Näin ollen hankealueen maaperä ei sovellu hulevesien imeyttämiseen sellaisenaan, mutta imeytysmenetelmiä voidaan käyttää heikommin vettä läpäisevässä maaperässä varustamalla imeytysrakenne, esim. imeytyskaivanto, salaojituksella (Kuntaliitto 2012).

3.3 Valuma-alue ja hulevesien johtuminen

Hankealuetta lähin pohjavesialue sijaitsee noin 1,2 kilometrin päässä hankealueesta (Kuva 5).

Hankealue sijaitsee Siikajoen vesistöalueella. Hankealue sijoittuu kahdelle, yhteensä noin 34,2 hehtaarin kokoisille osavaluma-alueille (Taulukko 1). Noin 70,8 % hankealueesta sijaitsee osavaluma-alueella 1 (Kuva 6) ja noin 29,2 % osavaluma-alueella 2 (Kuva 7).

Taulukko 1. Osavaluma-alueiden maankäyttö ja pinta-ala.

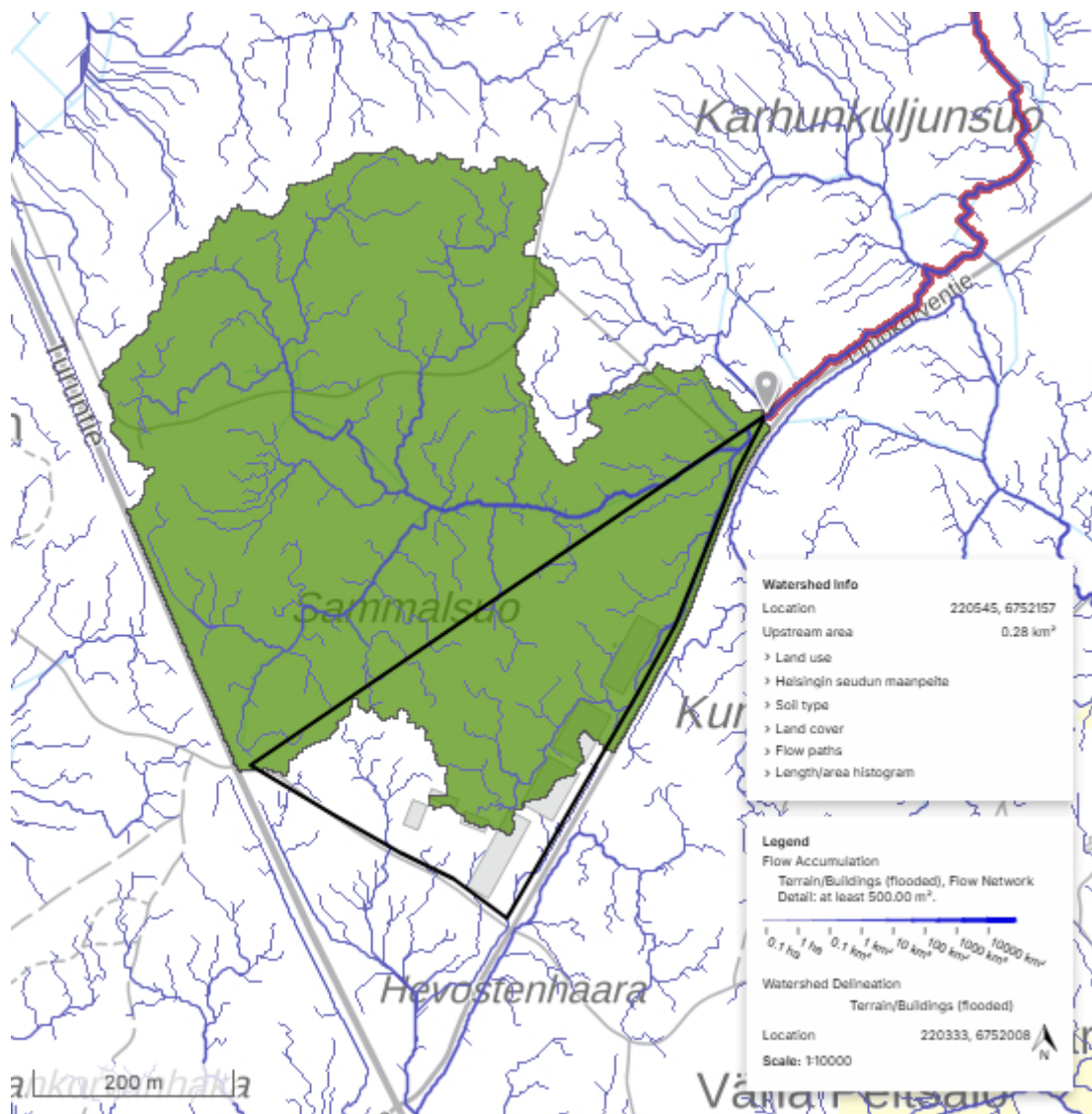
	Osavaluma-alue 1	Osavaluma-alue 2
Koko	28 ha	6,20 ha
Metsä	9,2 ha	2,4 ha
Kasvittunut alue	4,8 ha	0,6 ha
Paljas maa	2,5 ha	0,2 ha
Päällystämätön tie	alle 1 ha	0,1 ha
Rakennusten katot	0,5 ha	0,4 ha
Päällystetty tie	alle 1 ha	0,2 ha
Muu päällystetty pinta	alle 1 ha	alle 1 ha
Sora	4,6 ha	2,1 ha
Suo	5,8 ha	0,2 ha

Hankealueen vedet laskevat osavaluma-alueelta 1 (Kuva 6) Mäyränojan kautta Ketunjokeen, josta vedet laskevat edelleen Malvonjokeen ja Sirppujokeen. Sirppujoki on keskisuuri kangasmaiden joki, jonka ekologinen tila oli välttävä vuonna 2022 (Maanmittauslaitoksen Paikkatietoikkuna, 2025). Sirppujoen alueella on happamia sulfaattimaita, jonka takia Sirppujoella on toistuvia happamuusongelmia (Kipinä-Salokannel

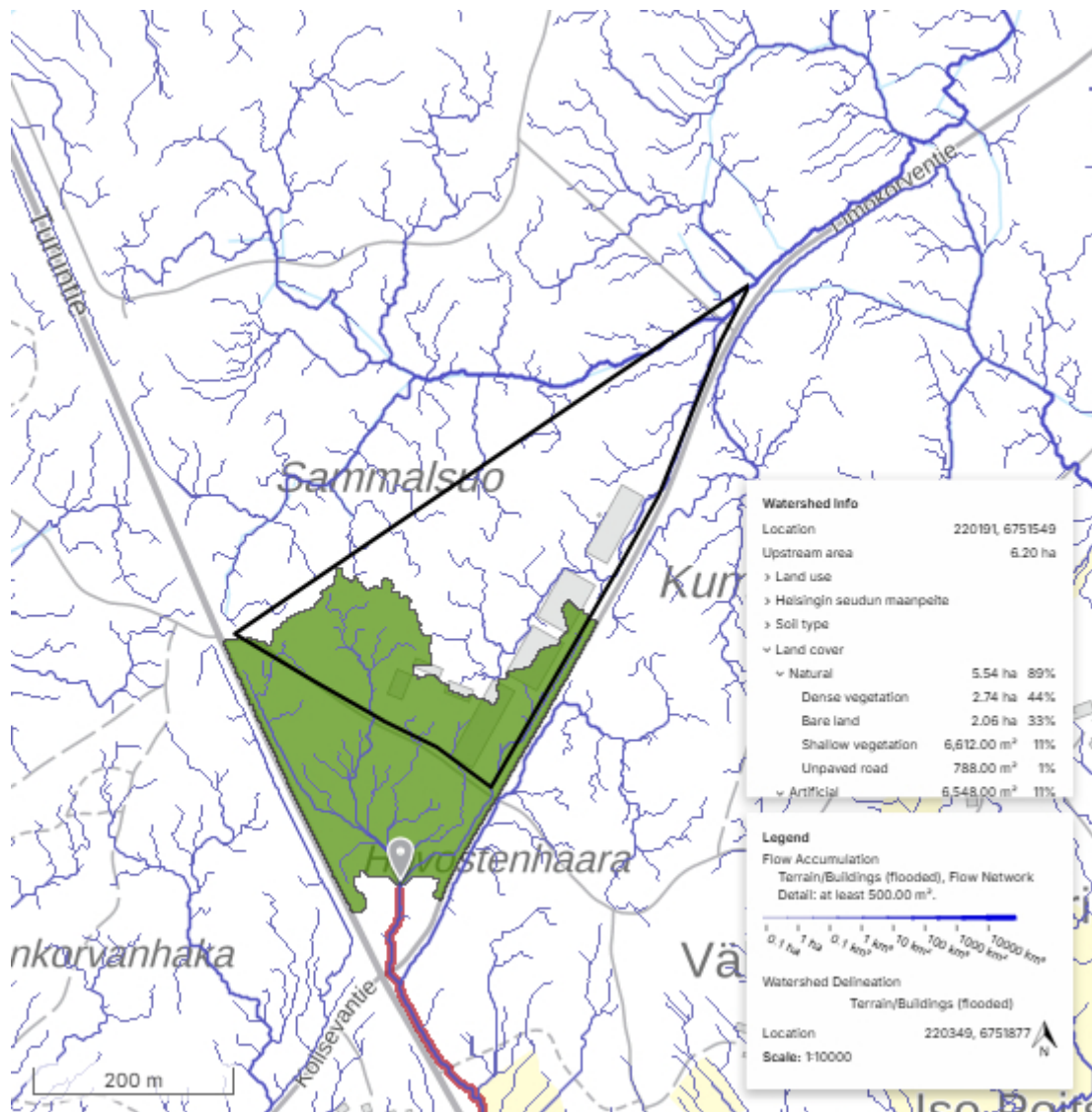
& Mäkinen 2022). Sirppujoen vuosittainen ihmistoiminnasta aiheutuvan fosforikuorman vähennystarve on 12 tonnia ja typpikuorman vähennystarve 483 tonnia (Kipinä-Salokannel & Mäkinen 2022).

Hanke-alueen eteläosa sijoittuu osavaluma-alueelle 2. Osavaluma-alueelle 2 sijoittuvat vaihtoehdoissa VE0 ja VE1 ja VE2 kanalarakennusten eteläpäädyt, munavarasto ja kylmävarastojen itäpuolinen Limokorventien reuna. Hankealueelle pääosin kohdistuva liikenne ja kanaloiden toiset päädyt, joista lanta tyhjennetään, sijaitsevat toisella valuma-alueella. Näin ollen osavaluma-alueelle 2 hankealueelta johtuvat hulevedet ovat käytännössä puhtaita kattovesiä.

Hankealueen osavaluma-alueelta 2 (Kuva 7) vedet laskevat Pehtjärveen. Pehtjärvi on matala humusjärvi, jonka ekologinen tila oli hyvä vuonna 2022 (Maanmittauslaitoksen Paikkatietoikkuna, 2025). Pehtjärvi ja sen yhteydessä oleva oja kuuluvat maakunnallisesti linnustoltaan arvokkaaseen MAALI-alueeseen Pehtjärvi-Pehtjärvenoja. Varsinais-Suomen lintuyhdistyksen mukaan Pehtjärvi on keskikokoinen, ruskeavetinen, metsien ympäröimä järvi, jolla pesii varsinaissuomalaisittain merkittävä määrä härkälintuja. Talvisin Pehtjärven laskuoja on koskikarojen suosiossa. (Macon Oy 2025).

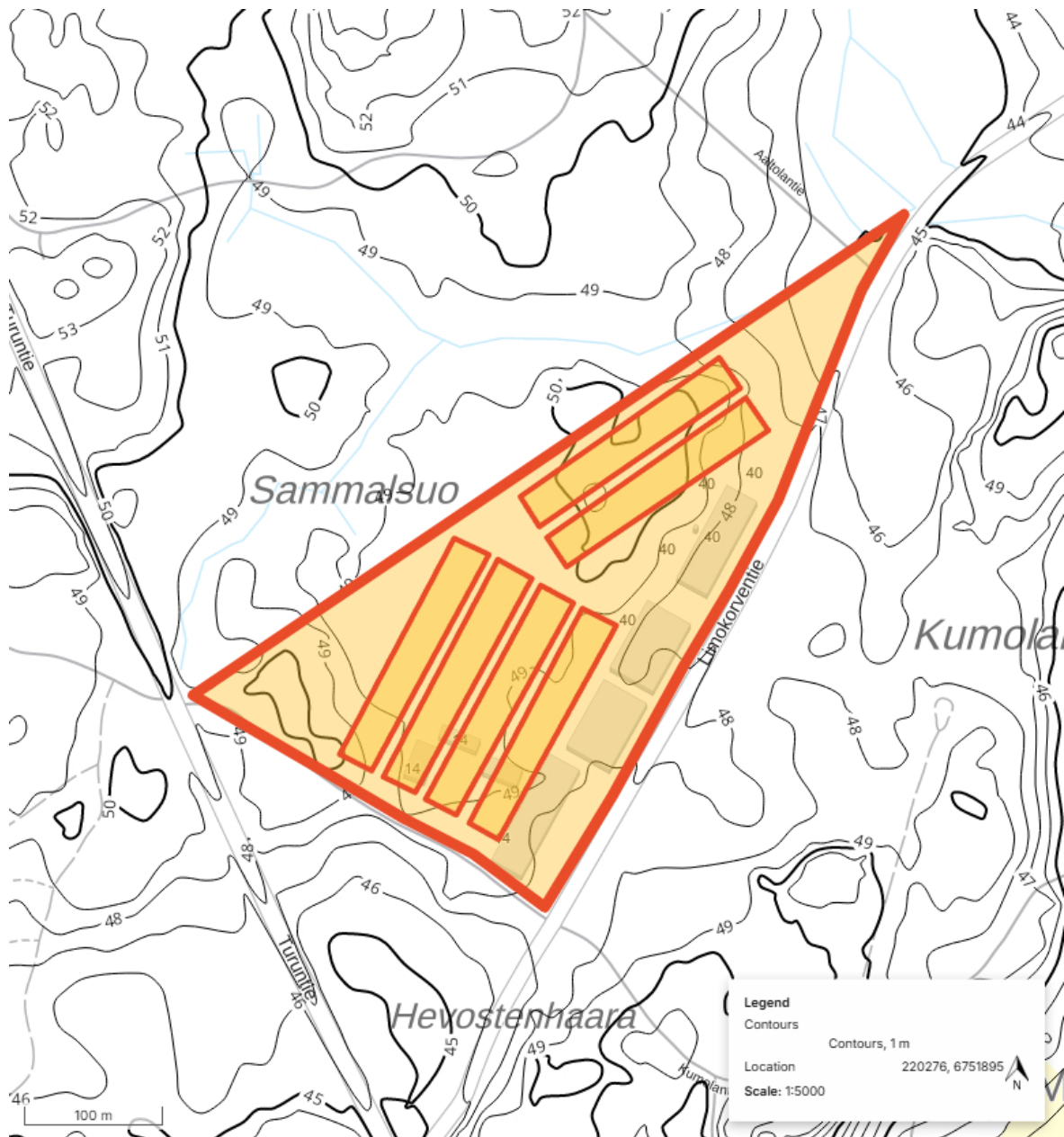


Kuva 6. Hankealueen osavaluma-alue 1. (Scalgo Live 2025)



Kuva 7. Hankealueen osavaluma-alue 2. (Scalgo Live 2025)

Hankealueen ympäristö on topografialtaan enimmäkseen tasaisen laakea, mutta muutamia muuta aluetta korkeampia kohtia on alueen pohjois- ja eteläpuolella (Kuva 8). Korkeusero korkeampien kohtien ja muun alueen välillä on noin 3–5 metriä.



Kuva 8. Hankealueen ja sen lähialueen korkeusvaihtelu. Tällä hetkellä hankealue on kokonaisuudessaan muutettu tasaiseksi. Hankealueen ympärillä on korkeampia alueita. (Scalگو Live 2025)

4 Lähtötiedot ja tutkimusmenetelmät

Hankealueen tulvariskiä arvioitiin yhteensä 34,2 hehtaarin kokoisille osavalmu-alueille (Kuva 6 ja Kuva 7, valuma-alue merkitty vihreällä), jotka kattavat koko hankealueen ja joiden vedet johtavat Sirppujokeen ja Pehtjärveen. Tulvariski arvioitiin molemmille osavalmu-alueille erikseen.

Hulevesimäärän arviossa hyödynnettiin valuntakertoimia, jotka ovat teoreettisia kertoimia maaperän ja rakennusmateriaalien vedenläpäisevyydelle. Taulukossa 2 on esitetty laskelmissa käytettyjä valuntakertoimia.

Taulukko 2. Maankäytön muutoksen arviossa käytetyt valuntakertoimet.

Metsä	0,125
Kasvittunut alue	0,15
Paljas maa	0,4
Päällystämätön tie	0,35
Rakennusten katot	0,9
Päällystetty tie	0,8
Muu päällystetty pinta	0,8
Sora	0,03
Suo	0,05

Hulevesilaskelmat ja öljynerottimen mitoitus

Hulevesilaskelmat tehtiin käyttäen Rationaalisen menetelmän (Rational Method) peruskaavaa. Kyseinen kaava on yksinkertaisin tapa arvioida huippuvaluntaa, kun tarkkaa topografista ja hydrologista tietoa ei ole saatavilla. Menetelmällä on tapana yliarvioida huippuvaluntaa, ja se soveltuu parhaiten pienille valuma-alueille. Lisäksi se olettaa sadeveden intensiteetin (i) olevan vakio. Hulevesilaskelmat tehtiin 60 minuutin pituiselle, kerran 2 vuodessa tapahtuvalle intensiteetiltään 50 (l/(s*ha)) sateelle kaikissa hankevaihtoehdoissa.

Keskiarvoinen hulevesivirtaama

$$Q = C * i * A$$

jossa:

- Q (l/s) = valuma-alueella sateesta muodostuva virtaama
- C = valuntakerroin
- i (l/(s*ha)) = sateen intensiteetti
- A (ha) = valuma-alueen pinta-ala (Kuntaliitto 2012)

Keskiarvoinen hulevesimäärä

$$V = (C * i * A * t) / 1000$$

jossa:

- V (m³) = hulevesien määrä
- C = valuntakerroin

- $i \text{ (l/(s*ha))}$ = sateen intensiteetti
- $A \text{ (ha)}$ = valuma-alueen pinta-ala
- $t \text{ (s)}$ = mitoitussateen kesto aika (Kuntaliitto 2012)

Öljynerottimen mitoitus

$$NS = Q_r * f_d$$

jossa:

- NS = nimellisvirtaama (dm^3/s)
- Q_r = mitoitusvirtaama
- f_d = öljyn tiheyskerroin (1,5 öljytuotteille)

Öljynerottimia voidaan käyttää suurilla alueilla, joilta ei tule suurta öljykuormitusta, käyttämällä bypass-järjestelmää. Tässä järjestelmässä öljynerottimen nimellisvirtaama kerrotaan 1/3:lla. Tämän ansiosta suurimmat virtaamahuiput ohitetaan, mutta silti suurin hulevesimäärästä kulkee öljynerottimen läpi. (Kuntaliitto 2012).

Rummun mitoitus

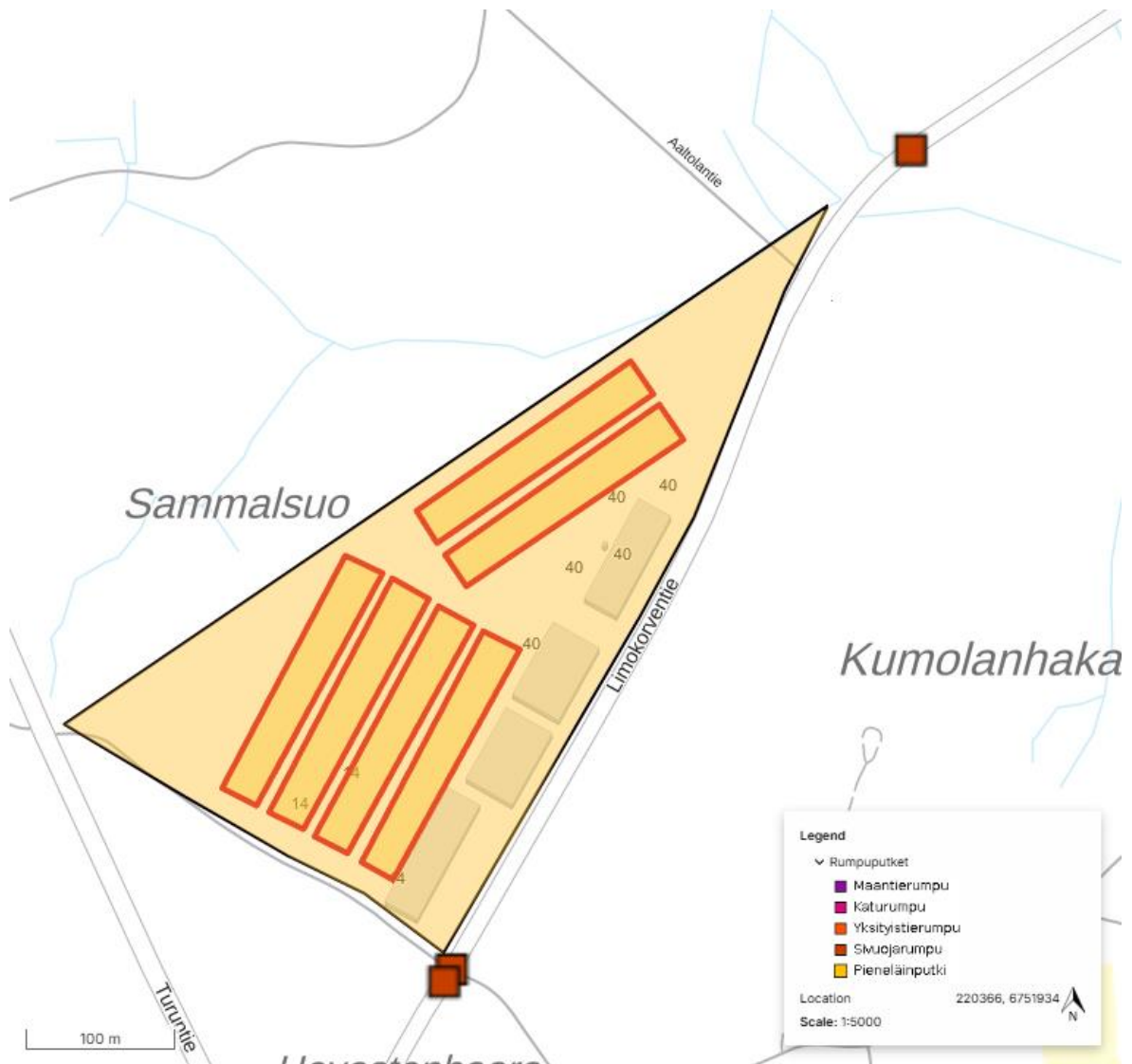
$$Q = (1 / n) * A * R^{2/3} * \sqrt{S}$$

jossa

- Q = virtausnopeus
- A = virtauksen pinta-ala
- n = Manningin karkeuskerroin
- R = hydraulinen säde
- S = rummun kaltevuus (Oregon State University 2006)

Tarkasteltu rumpu on esitetty kuvassa 9. Fertilexiltä saatujen tietojen mukaan rummun halkaisija on noin 300 mm ja rumpu on betonia.

Valumakertoimet ovat valittu Kuntaliiton (2012) hulevesioppaassa esitettyjen tiehallinnon ohjeiden mukaisesti. Kuntaliiton (2012) hulevesioppaassa on todettu, että tiehallinnon valuntakertoimien arvot ovat käyttökelpoisia hulevesivirtaaman ja vesimäärän mitoitukseen. Kertoimien valinnassa on huomioitu osavaluma-alueiden korkeusvaihtelu. Kaikkien pinnan tyyppejä ei ollut suoraan saatavilla Kuntaliiton (2012) hulevesioppaasta, jolloin pinnan tyyppin valumakertoimena käytettiin lähimmän pinnan tyyppin valuntakerrointa.



Kuva 9. Tarkasteltu rumpu sijaitsee hankealueen pohjoispuolella. (Scalگو Live 2025)

Taulukko 3. Osavaluma-alueen 1 valuntakertoimet vaihtoehtoissa VE0, VE1 ja VE2.

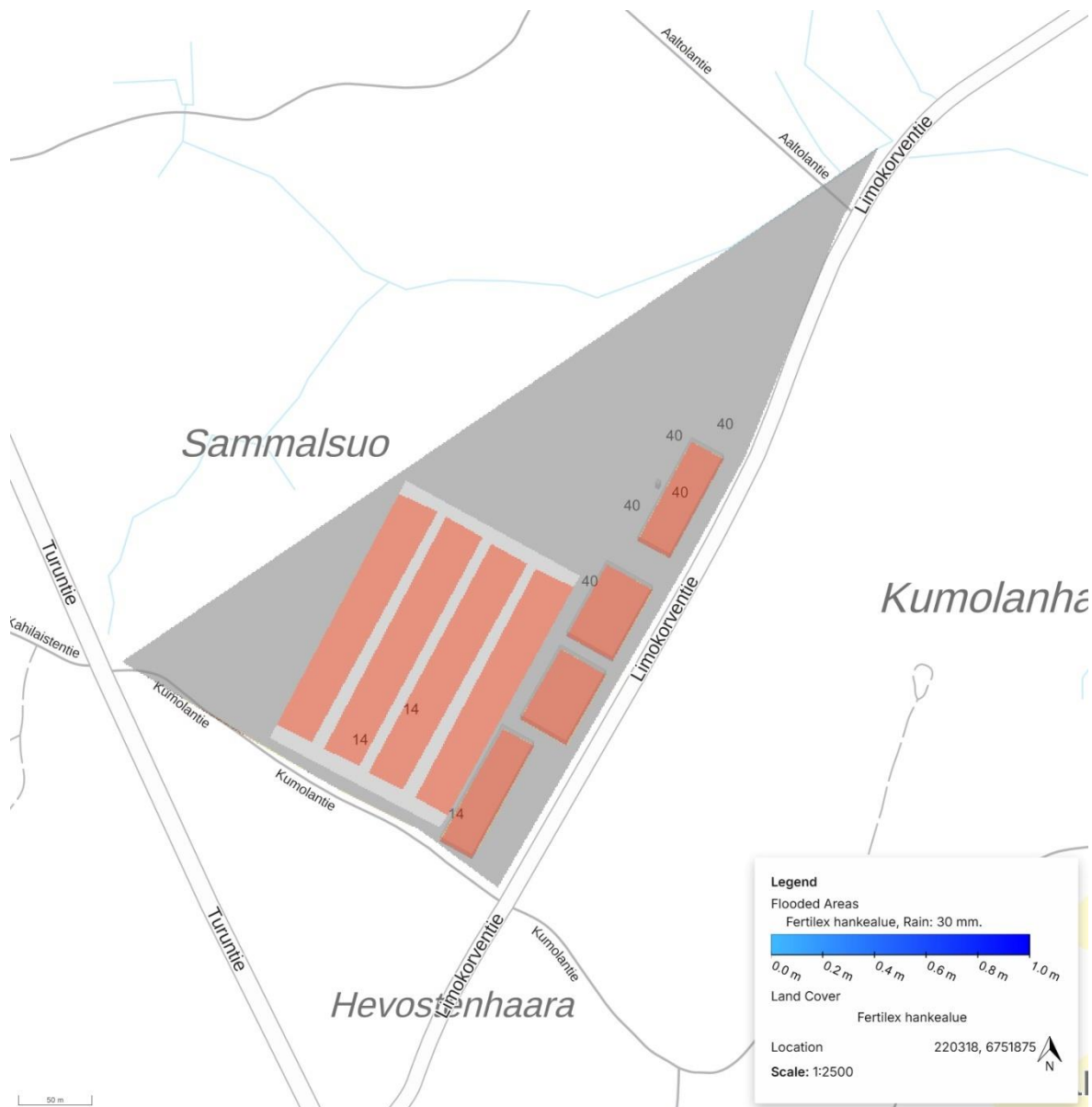
Pinnan tyyppi	VE0	Valuntakerroin	VE1	Valuntakerroin	VE2	Valuntakerroin
Metsä	32,8 %	0,125	32,8 %	0,125	32,8 %	0,125
Kasvittunut alue	17,0 %	0,15	17,0 %	0,15	17,0 %	0,15
Paljas maa	9,1 %	0,4	9,1 %	0,4	9,1 %	0,4
Päällystämätön tie	alle 1 %	0,35	alle 1 %	0,35	alle 1 %	0,35
Rakennusten katot	1,9 %	0,9	6,2 %	0,9	10,5 %	0,9
Päällystetty tie	alle 1 %	0,8	alle 1 %	0,8	alle 1 %	0,8
Muu päällystetty pinta	alle 1 %	0,8	1 %	0,8	1,9 %	0,8
Sora	16,6 %	0,03	17,1 %	0,03	12,9 %	0,03
Suo	20,9 %	0,05	18,7 %	0,05	18,6 %	0,05
Valuntakerroin		0,15		0,19		0,23

Taulukko 4. Osavaluma-alueen 2 valuntakertoimet vaihtoehtoissa VE0, VE1 ja VE2.

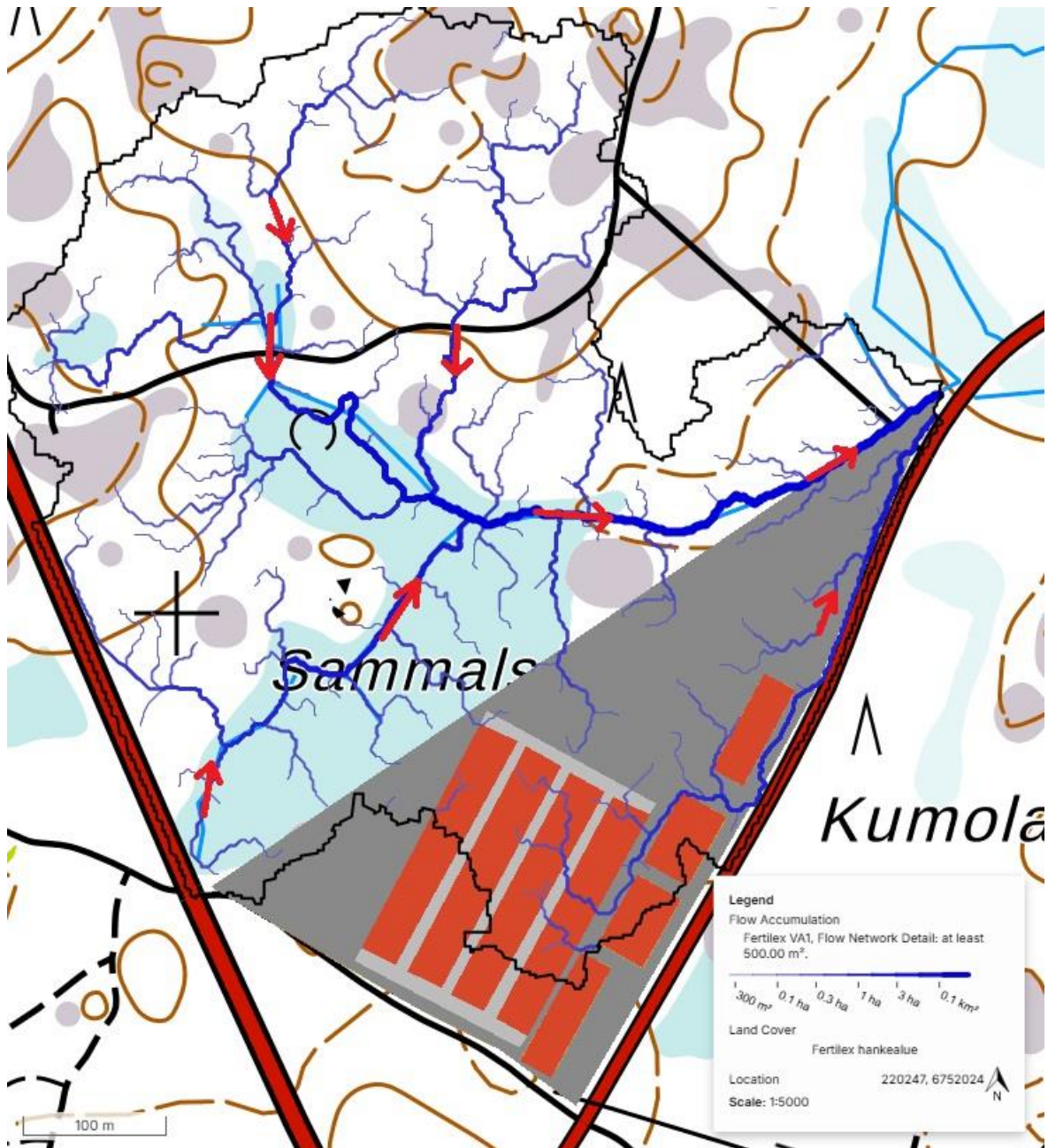
Pinnan tyyppi	VE0	Valuntakerroin	VE1	Valuntakerroin	VE2	Valuntakerroin
Metsä	38,9 %	0,125	38,9 %	0,125	38,9 %	0,125
Kasvittunut alue	9,4 %	0,15	9,4 %	0,15	9,4 %	0,15
Paljas maa	4,1 %	0,4	4,1 %	0,4	4,1 %	0,4
Päällystämätön tie	1,00 %	0,35	1,00 %	0,35	1,00 %	0,35
Rakennusten katot	6,3 %	0,9	17,51 %	0,9	17,51 %	0,9
Päällystetty tie	3,4 %	0,8	3,4 %	0,8	3,4 %	0,8
Muu päällystetty pinta	0,86 %	0,8	4,4 %	0,8	4,4 %	0,8
Sora	33,4 %	0,03	17,8 %	0,03	17,8 %	0,03
Suo	2,6 %	0,05	0 %	0,05	0 %	0,05
Valuntakerroin		0,18		0,31		0,31

5 Sadeveden kerääntyminen ja valumareitit

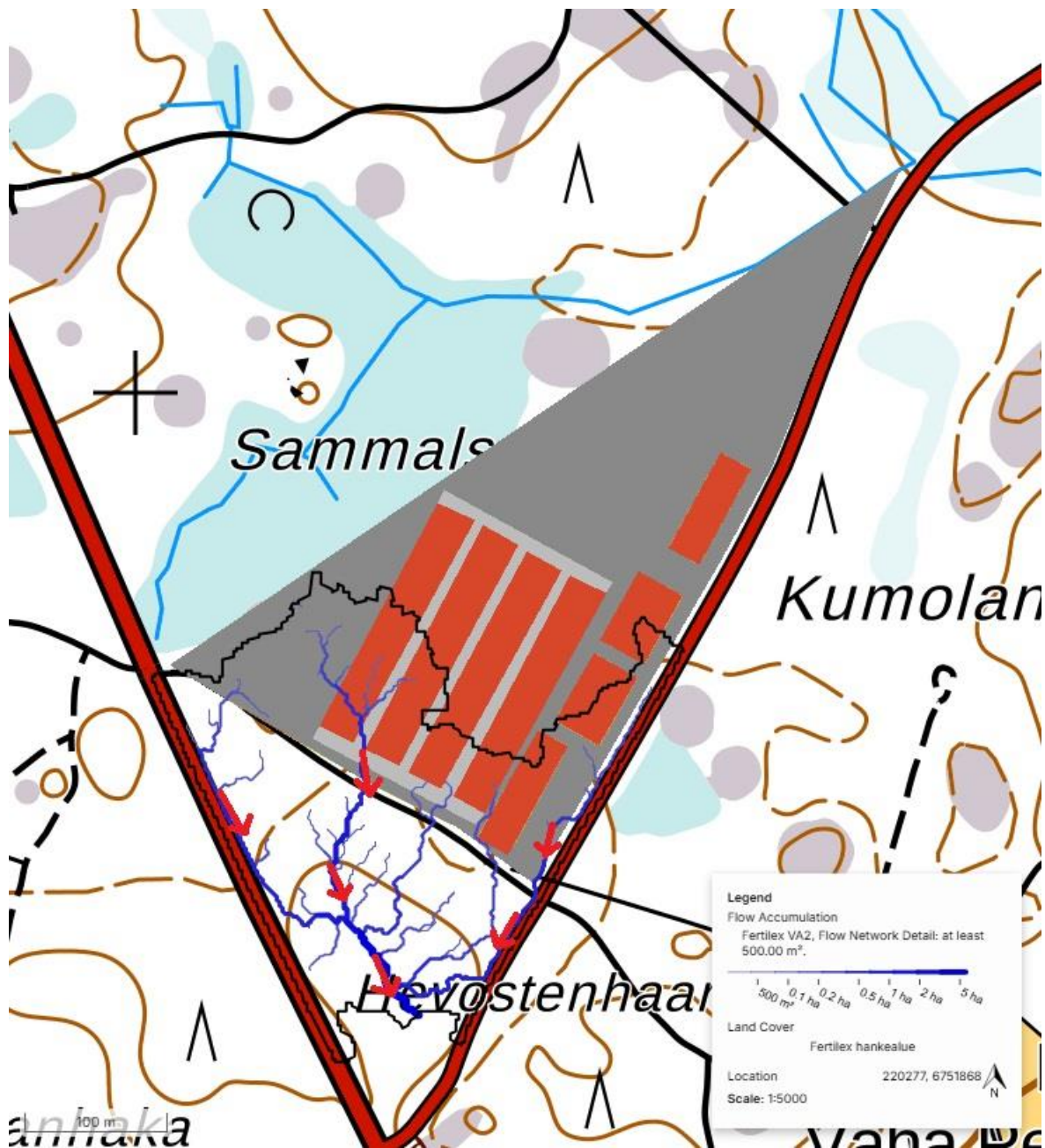
Hankealueella hulevedet eivät keräänny (Kuva 10) vaan hulevedet valuvat osavaluma-alueelta 1 läheisen suon kautta Limokorventien ojaan (Kuva 11). Osavaluma-alueelta 2 osa hulevesistä valuu Limokorventien ojan kautta Pehtjärveen (Kuva 12). Kuvissa 13–14 on esitetty valuntareitit, joita pitkin vedet valuvat pois hankealueelta seuraavaan vesistöön. Näissä kuvissa on esitetty kaikki valuntareitit, joiden valuma-alue on yli 0,1 hehtaaria.



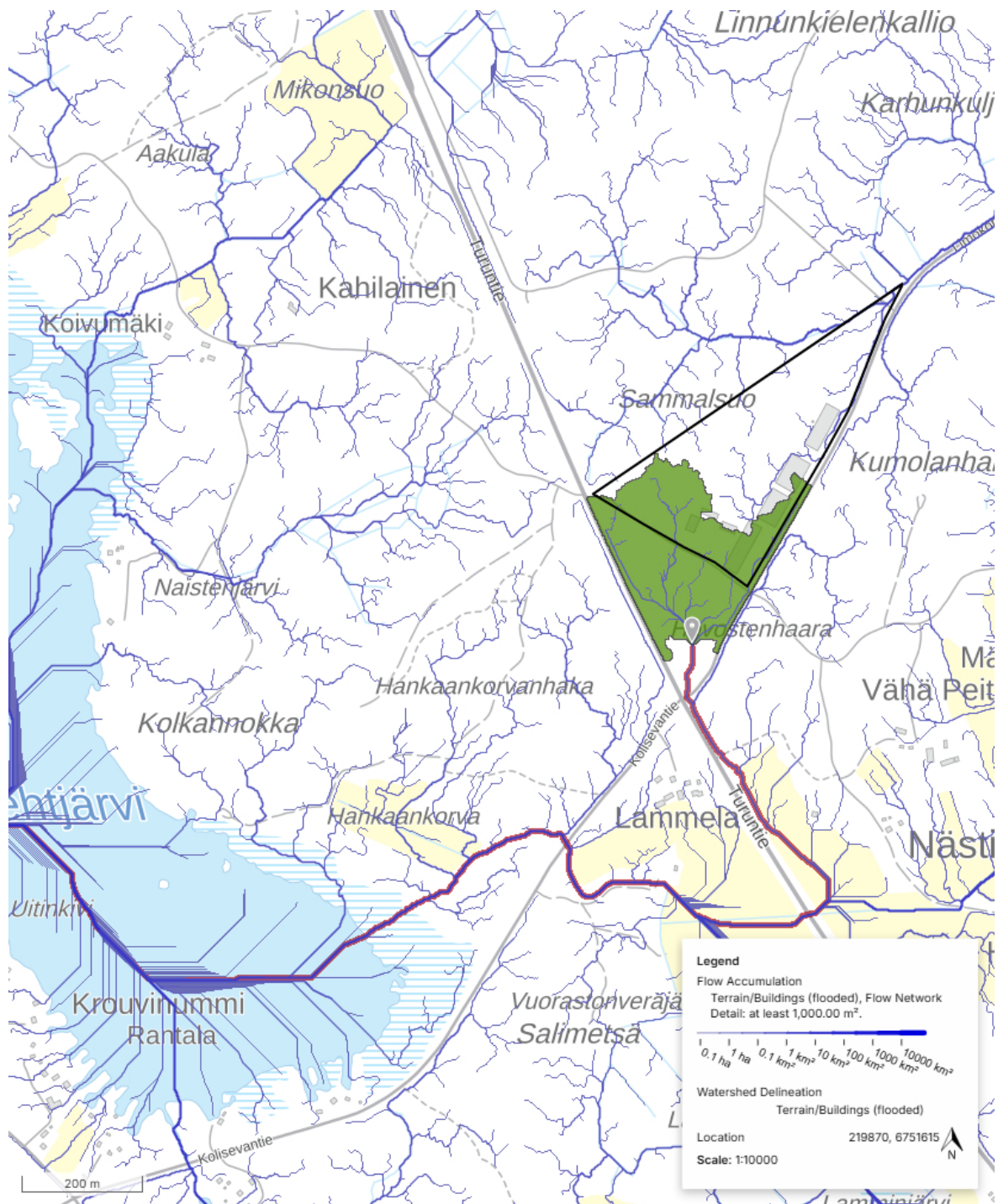
Kuva 10. Hankealue 30 mm sateella. Sadetapahtuman aikana hulevedet eivät keräänny hankealueelle. (Scalگو Live 2025)



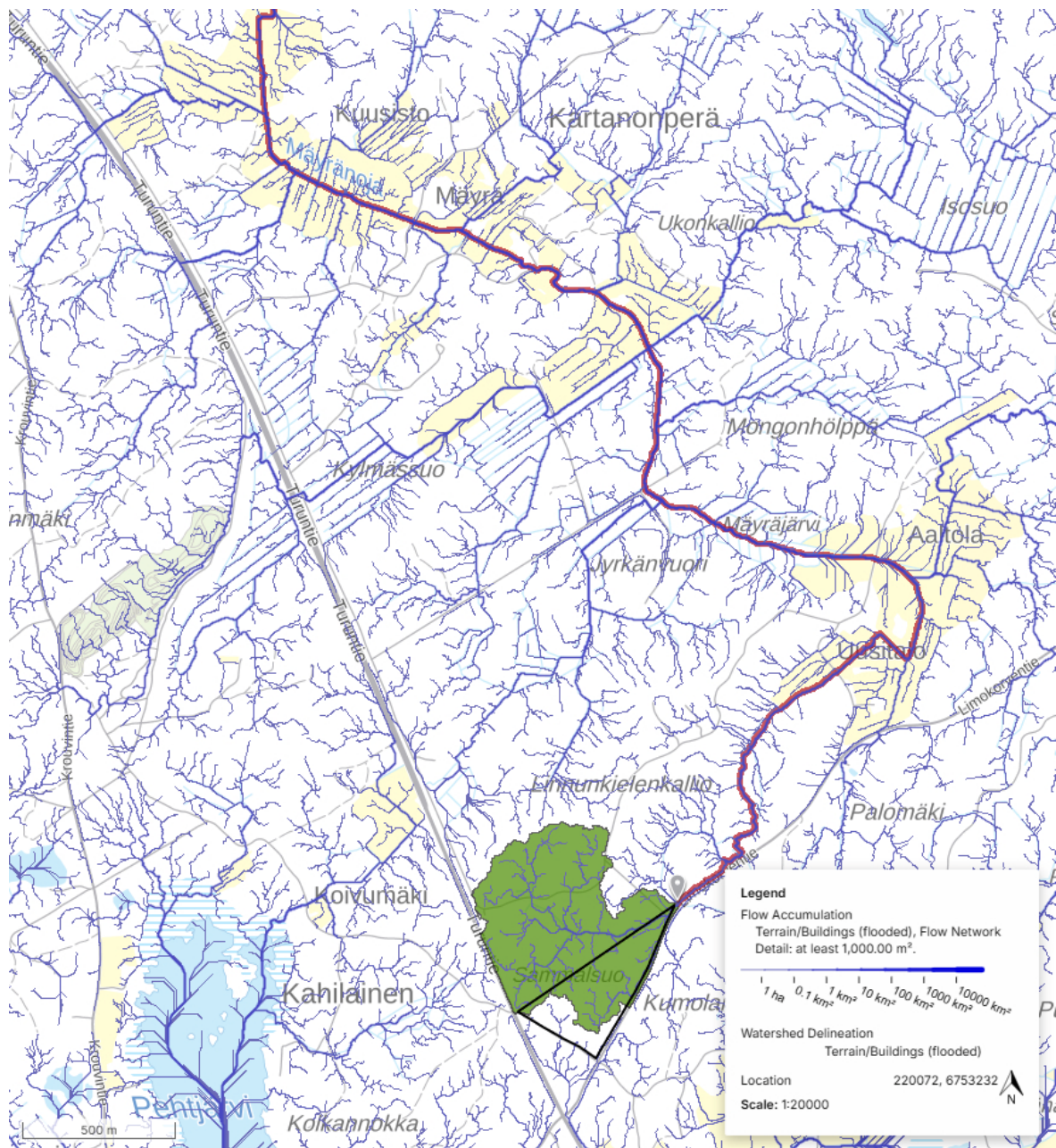
Kuva 11. Osavaluma-alueen 1 hulevesien virtausreitit. Virtauksen suunta on osoitettu punaisilla nuolilla. (Scalco Live 2025)



Kuva 12. Osavaluma-alueen 2 hulevesien virtausreitit. Virtauksen suunta on osoitettu punaisilla nuolilla. (Scalco Live 2025)



Kuva 13. Hanke- ja lähialueen valuntareitit, joiden valuma-alue on yli 0,1 hehtaaria osavaluma-alueella 2. Osavaluma-alueelta hulevedet valuvat Pehtjärveen. (Scalگو Live 2025)



Kuva 14. Hanke- ja lähialueen valuntareitit, joiden valuma-alue on yli 0,1 hehtaaria osavaluma-alueella 1. (Scalgo Live)

6 Hulevesien laatu

Tutkimusten mukaan yleisimpiä hulevesien sisältämiä haitta-aineita ovat kiintoaine, ravinteet, metallit, kloridi, sekä öljyt ja rasvat ja muut orgaaniset yhdisteet, kuten PAH-yhdisteet ja torjunta-aineet (Kuntaliitto 2012). Haitta-aineita päätyy hulevesiin mm. kuiva- ja märkälassekumana, liikenteen pakokaasuista, ajoneuvojen ja rakennusmateriaalien

korroosiosta, tiemateriaalien kulumisesta sekä liukkaudentorjuntaan käytetyistä aineista (Kuntaliitto 2012). Hankealueen hulevesien sisältämät mahdolliset haitta-aineet nykytilassa ovat peräisin pääsääntöisesti liikenteen aiheuttamista päästöistä ja kuiva- ja märkäläskelmästä.

Rakentamisen aikaan hulevesiin kohdistuva kuormitus lisääntyy hetkellisesti. Rakentamisesta aiheutuvia mahdollisia haitta-aineita ovat mm. typpi, fosfori, öljyt, hiilivedyt ja kiintoaine (Valtanen ym. 2010). Hankkeen toteutuessa liikennemäärän on arvioitu kasvavan kuljetusmäärien osalta (Macon Oy 2025), mikä todennäköisesti lisää liikenteestä aiheutuvaa kuormitusta hulevesiin. Liikenteestä hulevesiin kertyviä haitta-aineita ovat mm. typpi, fosfori, sulfaatti, metallit (Valtanen ym. 2010) ja öljyt (Kuntaliitto 2012). Lievästi kuormitteisia hulevesiä voi syntyä kanaloiden ja lannoitetehtaan edustalta, mikäli lantaa pääsee lannan kuormaamisen yhteydessä rakennusten edustalle ja se huuhtoutuu vesien mukana (Macon Oy 2025). Rakennusten välittömät ympäristöt ovat asfaltoitu, mutta muuten hulevedet pääsevät suodattumaan sorakerrosten läpi (Macon Oy 2025). Sora on tehokas suurempien partikkelien suodattamisessa, mutta sora ei välttämättä ole tarpeeksi tehokas liuenneiden ravinteiden suodattamisessa (Hatt ym. 2007). Kattovedet ovat yleensä puhtaita eikä niiden laadun parantamiseksi edellytetä toimenpiteitä. Suurimmat riskit hankealueen hulevesien laadulle ovat rakentamisen aikainen kuormitus, liikenteen lisääntymisen myötä kasvava kuormitus, ja tilanteet, joissa lannan kuormaamisessa lantaa pääsee rakennusten edustalle.

Molemmissa hankevaihtoehtoissa vuosittaisen typpikuorman arvioidaan olevan hyvin vähäinen, koska typpikuormaa aiheutuisi vain lannan kuormaamisen yhteydessä, mikäli lantaa putoaisi vahingossa kuormasta. Pehjtärven typpikuorma on merkittävä, ja ihmistoiminnan aiheuttama typpikuormitus on noin 82 % luonnonhuuhtoumasta (Vesi.fi 2024). Pehjtärven typpikuormitus on vuodessa noin 4895 kg (Suomen ympäristökeskus 2024). Hankkeen aiheuttaman typpikuorman lisäys on siis erittäin pieni Pehjtärven nykyiseen typpikuormaan nähden, sillä typpikuormaa aiheutuisi vain harvinaisissa tilanteissa. Lisäksi osavaluma-alueen 2 hulevesien arvioidaan olevan puhtaita kattovesiä, joten ravinteita päätyisi osavaluma-alueelle 2 vain harvinaisissa tilanteissa. Samoin kiintoainekuormituksen arvioidaan olevan vähäistä samasta syystä kuin typpikuorman. Tietoa Pehjtärven kiintoainekuormasta ei löytynyt.

Mäyränojan typpikuorma on merkittävä, ja ihmistoiminnan aiheuttama typpikuormitus on noin 81 % luonnonhuuhtoumasta (Vesi.fi 2024). Mäyränojan typpikuormitus on vuodessa noin 3643 kg (Suomen ympäristökeskus 2024). Ketunjoen typpikuorma on erittäin merkittävä, sillä ihmistoiminnan typpikuormitus on noin 220 % luonnonhuuhtoumasta (Vesi.fi 2024). Ketunjoen typpikuormitus on vuodessa noin 31650 kg vuodessa (Suomen ympäristökeskus 2024). Malvonjoen typpikuorma on erittäin merkittävä, sillä

ihmistoiminnan osuus typpikuormasta on noin 227 % luonnonhuuhtoumasta. Typpikuormitus Malvonjoessa on vuodessa noin 35440 kg (Suomen ympäristökeskus 2024). Sirppujoen typpikuormitus on erittäin merkittävä, sillä ihmistoiminnan typpikuormitus on noin 248 % luonnonhuuhtoumasta (Vesi.fi 2024). Sirppujoen typpikuorma vuodessa on noin 265785 kg vuodessa (Suomen ympäristökeskus 2024). Hankealueen vuosittainen typpikuorma ei missään joessa suuresti edesauta jokien ravinnekuormaa. Tietoa minkään mainittujen jokien kiintoainekuormasta ei löytynyt.

7 Hulevesivirtaama- ja määrä

Osavaluma-alueen viivytystarpeena pidetään nyky- ja ennustetilanteen välistä erotusta mitoitussadetaapahtuman aikana muodostuvan huleveden määrässä (Destia 2022). Taulukossa 5 on esitetty viivytystarve, hulevesivirtaama- ja määrä osavaluma-alueelle 1 eri hankevaihtoehdoissa ja taulukossa 6 osavaluma-alueelle 2.

Taulukko 5. Hankealueen hulevesivirtaama, hulevesimäärä ja viivytystarve vaihtoehdossa VE0, VE1 ja VE2 osavaluma-alueella 1.

Hankevaihtoehto	Hulevesivirtaama (l/s)	Hulevesimäärä (m ³)	Viivytystarve (m ³)
VE0	210	756	
VE1	266	957,6	201,6
VE2	322	1159,2	403,2

Taulukko 6. Hankealueen hulevesivirtaama, hulevesimäärä ja viivytystarve vaihtoehdoissa VE0, VE1 ja VE2 osavaluma-alueella 2.

Hankevaihtoehto	Hulevesivirtaama (l/s)	Hulevesimäärä (m ³)	Viivytystarve (m ³)
VE0	55,8	200,9	
VE1	96,1	346	145,1
VE2	96,1	346	145,1

Taulukossa 7 on esitetty öljynerotin järjestelmän mitoitus bypass-järjestelmällä ja ilman hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 osavaluma-alueella 1.

Taulukko 7. Bypass järjestelmällä ja ilman varustetun öljynerottimen mitoitus vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 osavaluma-alueella 1.

Hankevaihtoehto	Öljynerottimen mitoitus (l/s) bypass järjestelmällä	Öljynerottimen mitoitus (l/s) ilman bypass
VE1	133	399
VE2	161	483

Taulukossa 8 on esitetty öljynerotin järjestelmän mitoitus bypass-järjestelmällä ja ilman hankevaihtoehtoissa VE1 ja VE2 osavaluma-alueella 2.

Taulukko 8. Bypass järjestelmällä ja ilman varustetun öljynerottiminen mitoitus vaihtoehtoissa VE1 ja VE2 osavaluma-alueella 2.

Hankevaihtoehto	Öljynerottimen mitoitus (l/s)	Öljynerottimen mitoitus (l/s) ilman bypass
VE1	48,1	144,2
VE2	48,1	144,2

Laskelmien mukaan tarkastellun rummun kapasiteetti on 154 litraa sekunnissa (Oregon State University 2006; Hidrodinamikai Rendszerek Tanszek n.a.; Paikkatietoikkuna 2025). Näin ollen rummun kapasiteetti ei riitä hallitsemaan osavaluma-alueelta 1 tulevia hulevesiä vaihtoehtoissa VE1 ja VE2 mitoitussateen aikana. Tarkasteltu rumpu on sivuojarumpu. Väyläviraston ”Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu”-ohjeen (2023) mukaan sivuojarummun sisähalkaisijan 10-50 hehtaarin valuma-alueella tulisi olla 500 mm, kun valuma-alueen järvisyysprosentti on ≤ 1 . Tämä ehto pätee osavaluma-alueelle 1, jolta hulevedet ohjautuvat rumpuun. 500 mm halkaisijalla rummun kapasiteetti olisi 593 litraa sekunnissa, jolloin rummun kapasiteetti riittäisi mitoitussateen aikana. Kuitenkin viivyttämällä hulevesiä osavaluma-alueella 1 voidaan pienentää hulevesivirtaamaa, ja siten parantaa rummun kapasiteettia mitoitussateen aikana.

8 Hulevesien hallinta

Hulevesivirtaama kasvaa molemmilla osavaluma-alueilla hankevaihtoehtoissa VE1 ja VE2. Hulevesimäärä ja viivytystarve ovat suurempia osavaluma-alueella 1 hankevaihtoehdossa VE2 kuin VE1. Hulevesivirtaama- ja määrä sekä viivytystarve ovat samat osavaluma-alueella 2 vaihtoehtoissa VE1 ja VE2. Viivytystarve kokonaisuudessaan vaihtoehdossa VE1 on 346,7 m³ ja vaihtoehdossa VE2 548,3 m³, eli viivytystarve kasvaa noin puolitoistakertaisesti hankevaihtoehdossa VE2.

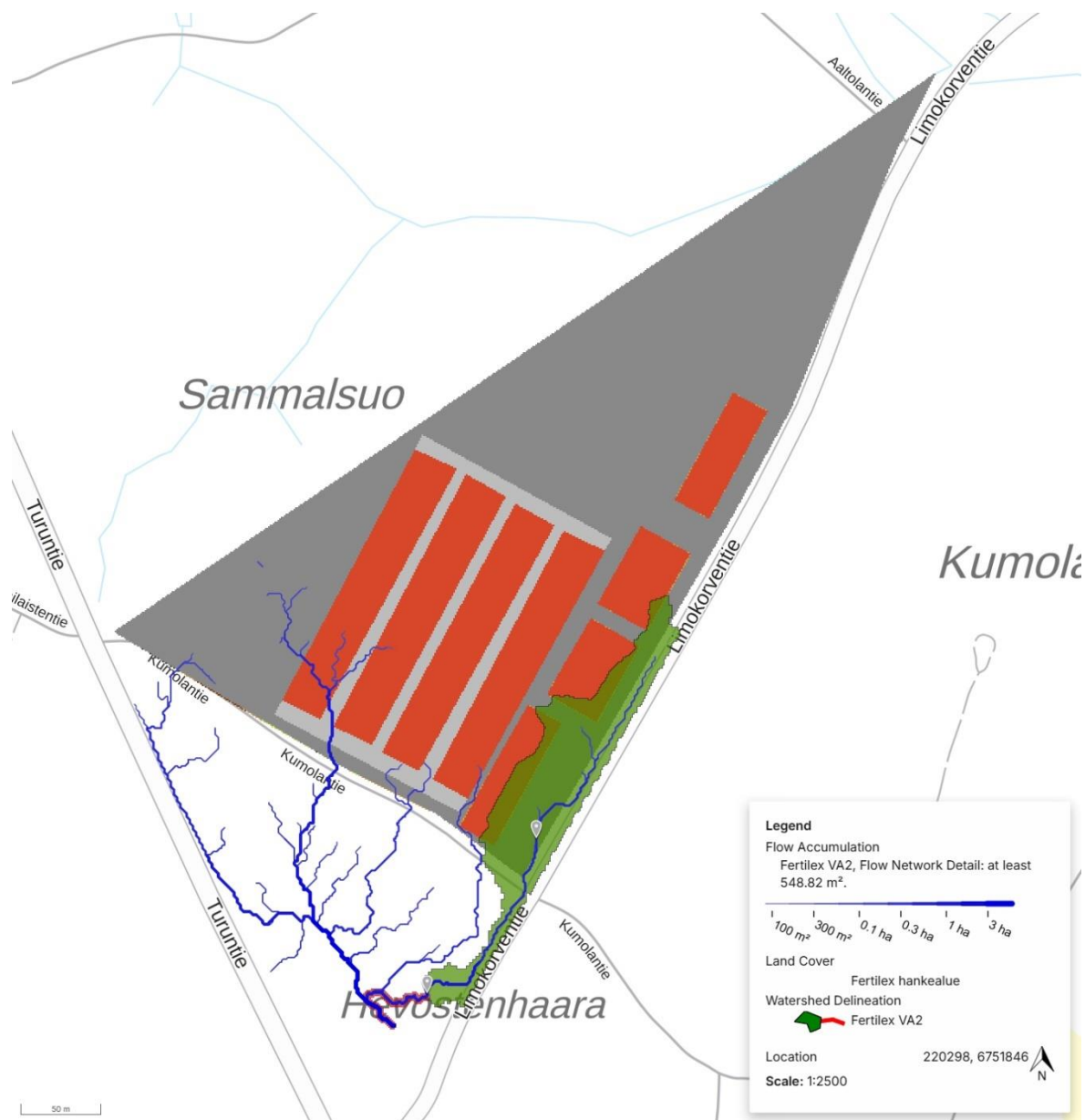
Hulevesien hallinnan prioriteettien mukaisesti ensisijaisesti tulisi vähentää muodostuvan huleveden määrää imeyttämällä hulevettä maaperään, tai huolehtimalla, että tontilla on vettä haihduttavaa kasvillisuutta.

Hankealueen maaperän huonon vedenläpäisevyyden vuoksi hulevesien imeyttäminen ei olisi tehokasta ilman salaojitusta. Hankealueella hulevesiä voidaan hallita imeytysjärjestelmällä, joka varustetaan salaojituksella tai viivyttämällä hulevesiä esim. viivytysaltailla. Hulevesien viivyttämällä voidaan ehkäistä myös eroosiota. Lisäksi

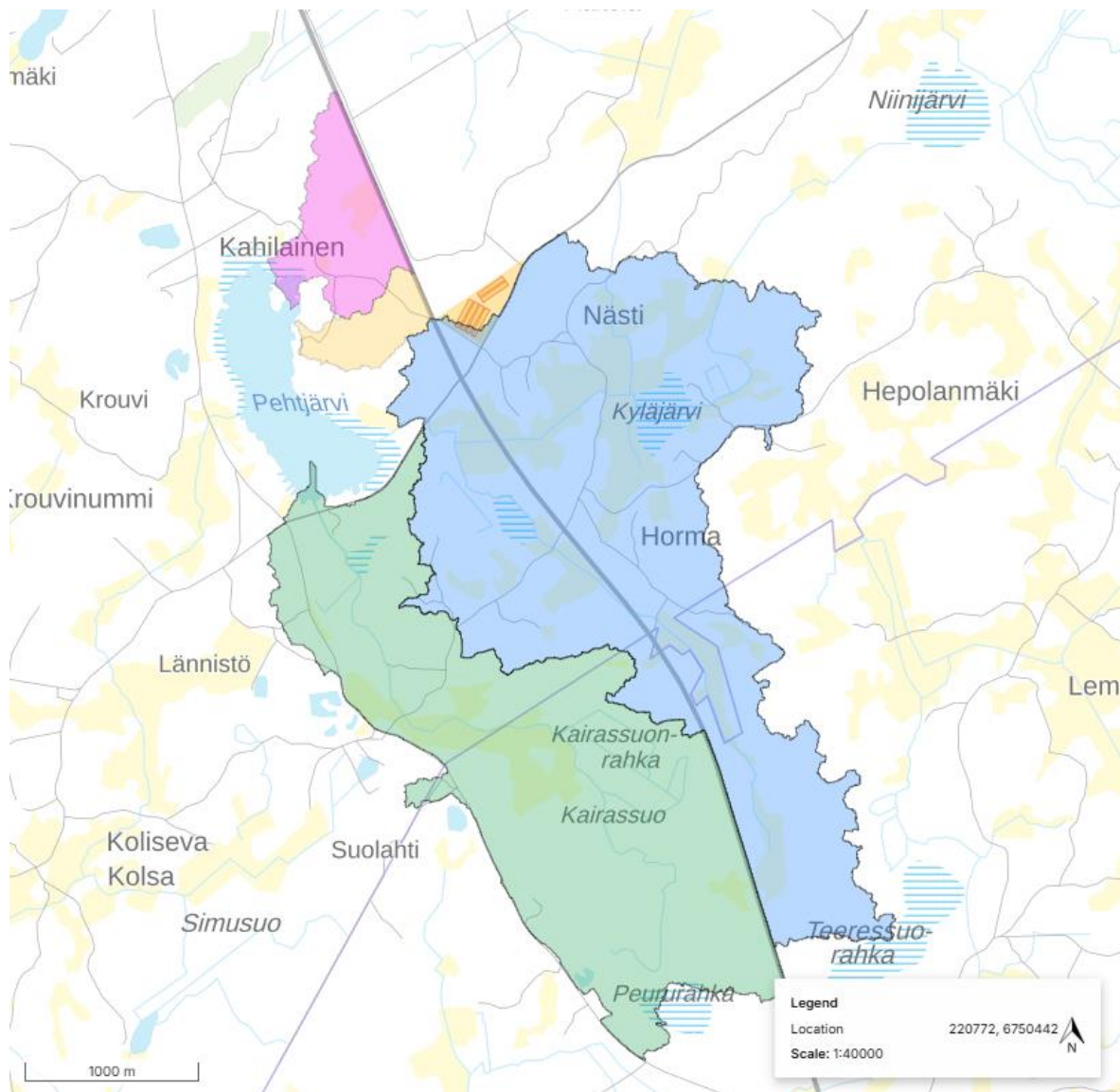
viivyttämällä pystytään parantamaan hulevesien laatua, kun kiintoaine ja siihen sitoutuneet epäpuhtaudet pääsevät laskeutumaan (Kuntaliitto 2012).

Osavaluma-alueen 1 hulevedet valuvat kokonaisuudessaan Limokorventien ojiin molemmin puolin. Kuitenkin osavaluma-alueen hulevedet kulkevat suurin osin suon kautta (Kuva 11), joka imee tehokkaasti itseensä hulevettä ja pienentää virtaamaa. Limokorventien ojiin päätyvä hulevesi on siis todellisuudessa pienempi kuin taulukossa 5. Osavaluma-alueella 2 Limokorventien ojan valuma-alueen koko on 8748 m² (Kuva 15). Näin ollen osavaluma-alueelta 2 Limokorventien ojaan päätyvien hulevesien määrä on arviolta 48 m³ mitoitussateen aikana. Limokorventien ojiin kohdistuvien hulevesien ei arvioida kuormittavan Limokorventien ojia merkittävästi.

Pehtjärven muita osavaluma-alueita ovat neljä pinta-alaltaan yhteensä 10,09 km² osavaluma-aluetta, joista yhteen osavaluma-alue 2 sisältyy (Kuva 16). Osavaluma-alueen 2 osuus näistä osavaluma-alueista on noin 0,6 %. Neljällä mainitulla osavaluma-alueella on yhteensä noin 1,6 km² maatalousaluetta, joista aiheutuu kuormitusta Pehtjärveen. Siten hankealueen hulevesiin aiheuttaman kuormituksen arvioidaan olevan hyvin pientä verrattuna Pehtjärveen kohdistuvaan kokonaiskuormitukseen.



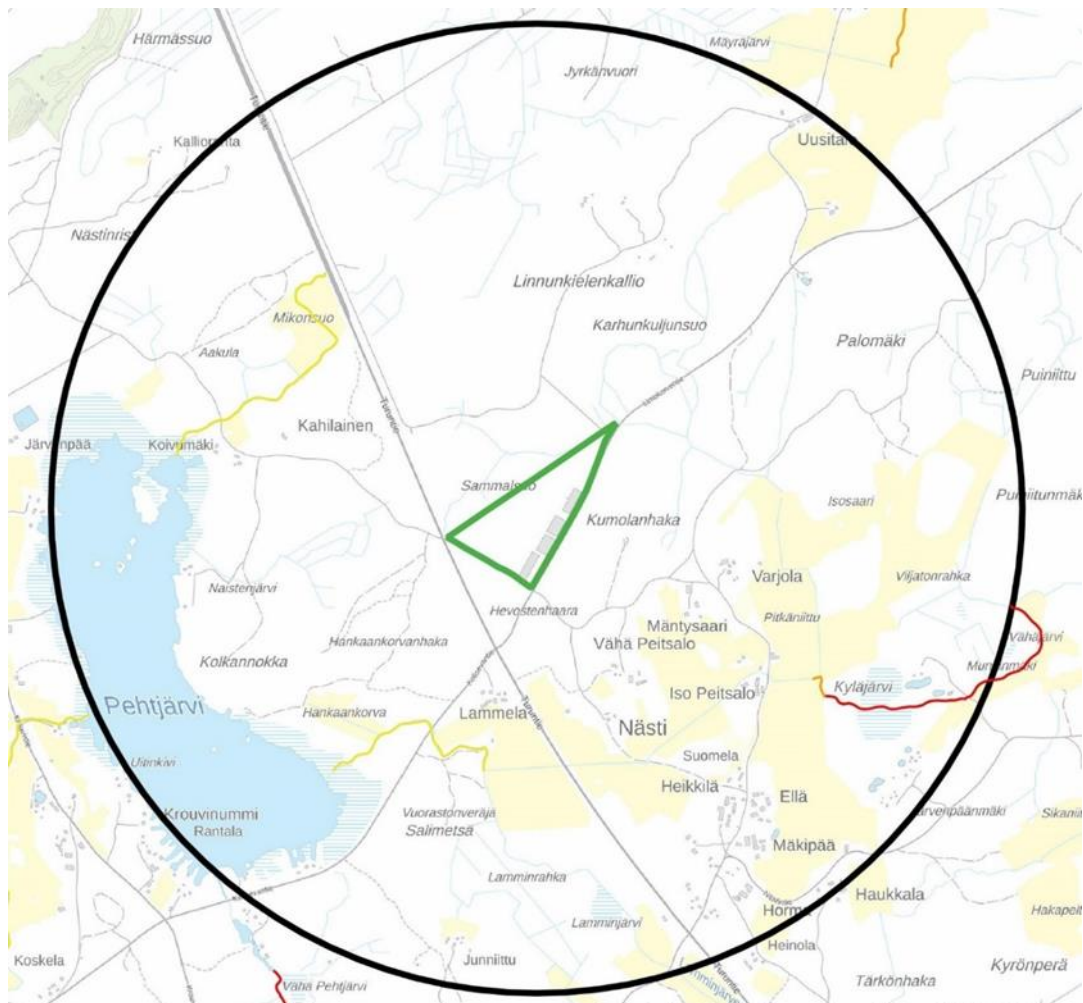
Kuva 15. Limokorventien ojan osavaluma-alue osavaluma-alue 2 sisällä. (Scalco 2025)



Kuva 16. Pehtjärveä ympäröivät neljä osavaluma-aluetta. (Scalgo 2025)

Hankealueen eteläpäädyn hulevesien arvioidaan olevan puhtaita lannan suhteen, sillä hankealueen eteläpäädyssä ei käsitellä lantaa. Osavaluma-alueen 1 hulevesiin voi aiheutua kuormitusta mm. liikenteestä ja lannan käsittelystä.

Osavaluma-alueelta 2 hulevedet valuvat vesilain mukaista puroa pitkin Pehtjärveen (Kuva 17). PUROHELMi-hankkeessa tehdyn inventoinnin mukaan puron tila on voimakkaasti heikentynyt nykytilanteessa. Ottaen huomioon, että osavaluma-alueen 2 hulevedet ovat puhtaita kattovesiä, hankealueen ei arvioida vaikuttavan kyseisen puron tilaan.



Karttaselite

Taustakartta: Maanmittauslaitos WMTS 2025
Aineisto: Suomen ympäristökeskus WFS 2025

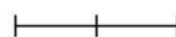
Purohabitaatin ennustettu muuttuneisuus

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

 Hankealue

 1,5 km

0 250 500 m



Kuva 17. Vesilain mukaisten purojen ennustettu muuttuneisuus luonnontilasta. 1 on eniten muuttunut ja 5 vähiten muuttunut. (Suomen ympäristökeskus 2025)

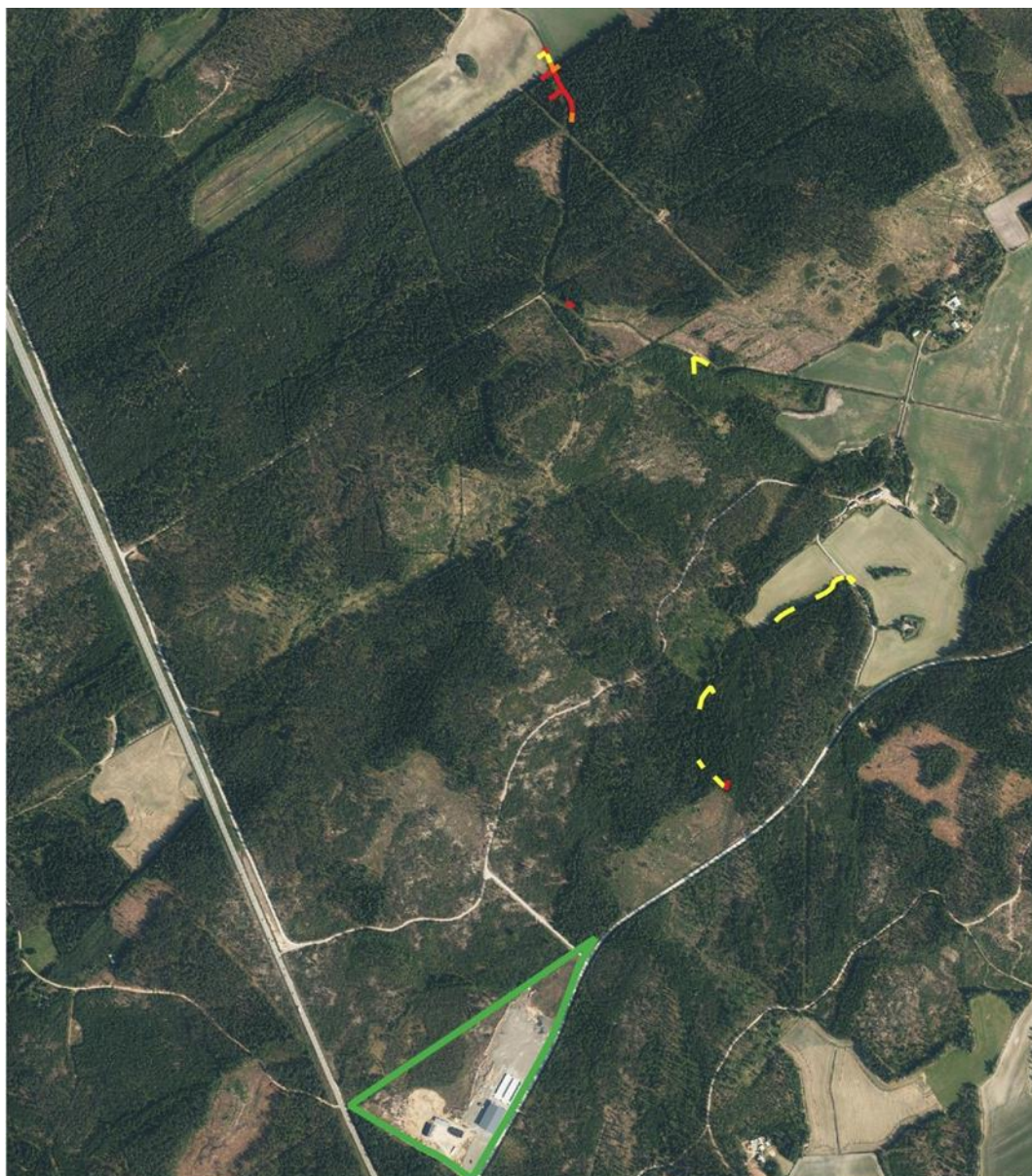
9 Johtopäätökset ja suositukset

Sirppujoen ekologisen tilan ollessa tyydyttävä, on tärkeää, etteivät hankealueen hulevedet lisää Sirppujokeen kohdistuvaa kuormaa. Osavaluma-alueelta 1 (Kuva 6) hulevesien reitti Sirppujokeen on pitkä (Kuva 18), jonka aikana hulevesissä oleva kiintoaine on

todennäköisesti laskeutunut pohjaan. Kiintoaineksen mukana poistuvat useimmat haitta-aineet (Vesi.fi 2019). Kuitenkin mahdollisesti kuormittuneet vedet ohjautuvat Mäyränojaan ja Ketunjokeen ennen ajautumista Sirppujokeen, jotka voivat kuormittua hulevesien haitta-aineista. Lisäksi kasvava virtaama voi aiheuttaa eroosiota jo eroosioherkissä ojissa (Kuva 19).



Kuva 18. Hankealueen ensimmäisen osavaluma-alueen (merkattu vihreällä) hulevesien reitti, joka on merkattu punaisella. Sirppujoen alku on merkattu sinisellä pallolla. (Scalgo Live 2025)



Karttaselite

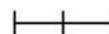
Hankealue

Eroosioherkät ojat



Aineisto: Suomen Metsäkeskus WMS 2025
Ortokuva: Maanmittauslaitos WMTS 2025

0 100200 m



Kuva 19. Hankealueen osavaluma-alue 1 hulevesien valumareitillä olevat eroosioherkät ojat. Kaikista eroosioherkimmät ojat ovat punaisella ja vähiten eroosioherkät keltaisella.

Osavaluma-alueelta 2 (Kuva 7) hulevesien reitti Pehtjärveen on paljon lyhyempi kuin ensimmäiseltä osavaluma-alueelta (Kuva 6) Sirppujokeen (Kuva 18). Näin ollen Pehtjärvi on

haavoittuvaisempi hankealueelta tuleville hulevesille kuin Sirppujoki. Lisäksi osavaluma-alue 2 hulevesien reitillä on eroosioherkkiä oja (Kuva 20), ja kasvava hulevesivirtaama voi lisätä eroosiota entisestään. Osavaluma-alueella on muitakin kuormitusta aiheuttavaa toimintaa, kuten peltoja, jonka lisäksi Pehtjärveen kohdistuu kuormitusta muilta, suuremmilta osavaluma-alueilta (Kuva 16). Näin ollen hankealueen hulevesien ei arvioida aiheuttavan merkittäviä vaikutuksia Pehtjärveen kokonaisuus huomioiden. Osavaluma-alueella 2 viivytystarve ei muutu VE1 ja VE2 välillä, joten molemmissa hankevaihtoehtoissa voidaan käyttää samanlaisia hulevesien hallintamenetelmiä.



Karttaselite

Hankealue

Eroosioherkät ojat



Aineisto: Suomen Metsäkeskus WMS 2025

Ortokuva: Maanmittauslaitos WMTS 2025

0 100 200 m



Kuva 20. Hankealueen osavaluma-alue 2 hulevesien valumareitillä olevat eroosioherkät ojat. Kaikista eroosioherkimmät ojat ovat punaisella ja vähiten eroosioherkät keltaisella.

Mahdollisia hulevesien hallintatoimenpiteitä ovat imeytysjärjestelmä salaojituksella tai hulevesialtaat. Lisäksi optiona on käyttää hiekan- ja öljynerottimia. Näillä toimilla voidaan pienentää hulevesistä aiheutuvaa vesistöjen pilaantumisen riskiä. Kuitenkin hankealueen maaperä on enimmäkseen huonosti vettä läpäisevää, hulevesien hallinnassa suositellaan käytettävien viivytysmenetelmiä imeyttämisen sijaan. Osavaluma-alueella 1 hulevesialtaat esitetään rakennettavaksi osiksi jo olemassa olevia ojia. Viivytysaltaan, jolla halutaan hallita hulevesiä määrällisesti, pituuden ja leveyden suhde tulisi olla tyypillisesti 2:1 (Tampereen kaupunki n.a.). Kiintoaineen laskeuttamiseen tähtäävän altaan pituuden ja leveyden suhde tulisi olla tyypillisesti vähintään 3:1...4:1 (Tampereen kaupunki n.a.). Tässä hankkeessa esitetään, että viivytysaltaissa priorisoidaan kiintoaineen laskeuttamista.

Osavaluma-alueella 1 viivytysaltaat, joiden syvyys on 1 m, pinta-ala on noin 87 m² ja tilavuus 87 m³ ovat tarpeeksi vaihtoehdossa VE1. Vaihtoehtoisesti voidaan rakentaa yksi suurempi viivytysallas, jonka syvyys on 1 m, pinta-ala 201,6 m² ja tilavuus 201,6 m³. Vaihtoehdossa VE2 viivytysaltaiden pinta-ala pitää suurentaa 138 m², ja tilavuutta 138 m³. Mikäli rakennetaan yksi suurempi viivytysallas vaihtoehdossa VE2, altaan syvyys olisi 1 m, pinta-ala 403,2 m² ja tilavuus 403,2 m³. Ilmastomuutos voi kasvattaa hulevesivirtaamaa noin 20 % vuosisadan loppuun mennessä (Kuntaliitto 2012), joten ilmastomuutokseen varautuessa altaiden kokoa tulee kasvattaa. Viivytysaltaiden syvyys voi olla maksimissaan jopa muutamia metrejä (Tampereen kaupunki n.a.), joten altaiden syvyyttä, tilavuutta ja pinta-alaa voi tarpeen tullen muokata. Altaiden mitoittaminen tehdään jakamalla mitoitusvesimäärä (m³) keskimääräisellä syvyydellä (m), jolloin saadaan altaan pinta-ala (m²). Viivytysaltaissa suositellaan pysyvää vesipintaa, sillä silloin altaan pohjalle jo kertynyt kiintoaine ei huuhtoudu pois seuraavien sadetapahtumien aikana (Tampereen kaupunki n.a.). Tämän vuoksi allas tulee rakentaa vesitiiviiksi esim. vuoraamalla pohja vettä läpäisemättömällä muovikalvolla tai muuten varmistaa altaan vesitiiviys (Kuntaliitto 2012). Rakennetut altaat tulee varustaa ylivuot reitillä sekä tyhjennysputkella, jolla allas saadaan tyhjennetyksi huoltoa varten (Kuntaliitto 2012). Lisäksi osavaluma-alueella 2 voidaan käyttää viivytysallasta viivyttämiseen. Kuitenkin hulevesien viivyttämisen arvioidaan olevan kriittisempää osavaluma-alueella 1, sillä hankealueen pohjoispuolella syntyvillä hulevesillä on suurempi potentiaali pintavesien pilaamiseen.

Mahdollisen öljynerotusjärjestelmän mitoituksen tulisi olla osavaluma-alueella 1 vaihtoehdossa VE1 133 l/s bypass-järjestelmän kanssa, ja ilman 399 l/s. Vaihtoehdossa VE2 öljynerotusjärjestelmän mitoitus tulee olla 161 bypass-järjestelmän kanssa, ja ilman 483 l/s. Osavaluma-alueella 2 öljynerotusjärjestelmää ei tarvita, sillä liikennettä ei tapahdu hankealueen eteläpuolella. Bypass -järjestelmän tarkoituksena on johtaa sateen aiheuttamat huippuvirtaamat erotinjärjestelmän ohi estäen näin erottimeen kertyneen öljyn ja kiintoaineen huuhtoutumisen hulevesiviemäriin (Kuntaliitto 2012).

Rakentamisvaiheessa runsaasti kiintoaineita, lietettä tai haitallisia aineita sisältäviä vesiä ei tule laskea työmaalta suoraan vesistöön ja muutenkin hulevesien hallinnassa tulee noudattaa asianmukaisia ohjeita ja suosituksia. Rakentamisen aikana hulevesirakenteet tulisi suojata rakennustöiden aikaiselta kiintoainekuormitukselta (Valtanen ym. 2010). Mahdollisia hulevesien imeytys- ja suodatusrakenteita ei tule käyttää kiintoaineiden pidättämiseen rakennusaikana, jotta ne eivät tukkeudu ennenaikaisesti (Destia Oy 2022). Rakentamisen aikana voidaan käyttää väliaikaisia kiintoaineiden laskeutusaltaita tai imeytys/suodatusrakenteita (Destia Oy 2022). Vesiensuojelun kannalta on tärkeää, että rakennettavien alueiden maanpeitettä ei poisteta ennenaikaisesti ja hulevesien virtaus rakennustyömailla pidetään mahdollisimman hitaana (Destia Oy 2022). Samankaltaisia toimenpiteitä tulisi toteuttaa myös rakennuksia purkaessa.

Hankkeessa toiminta-aikana hulevesien hallinnassa tärkeää on varmistaa, ettei lantaa pääse lannan kuormaamisen yhteydessä rakennusten edustalle. Säilyttämällä mahdollisimman paljon läpäiseviä pintoja, hankealueella voidaan suodattaa hulevesiä ja hidastaa niiden virtaamaa.

Lähteet

Kartta-aineistot

Maanmittauslaitoksen Karttakuvapalvelu (WMTS). 2025. Taustakartta. Maastokartta. Ortokuva.

Paikkatietoikkuna. 2025. Tiestötiedot: Rumpuputket. Pintavesien virtausmalli: kaltevuus, %.

Suomen ympäristökeskus. 2024. WSFS-Vemala kuormitustiedot.

Vesi.fi. -karttapalvelu. 2025. Ravinnekuormitus. Viitattu 30.5.2025:

<https://www.vesi.fi/karttapalvelu/?shortlink=8063&theme=Ravinnekuormitus>

Muut

Destia Oy. 2022. 2–204 Heinoja II asemakaava-alue, Nurmijärvi. Hulevesisuunnitelma.

<https://www.nurmijarvi.fi/wp-content/uploads/2023/06/Heinoja-II-Hulevesisuunnitelma-Destia-25.10.2022.pdf>

Hatt B.E., Fletcher T.D. & Deletic A. 2007. Treatment performance of gravel filter media: Implications for design and application of stormwater infiltration systems. Water Research Vol. 41. 2513-2524. Viitattu 23.5.2025.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135407001935>

Hidrodinamikai Rendszerek Tanszek. n.a. Table 6.2. Manning's Coefficient of Roughness. Viitattu 19.6.2025.

https://www.hds.bme.hu/letoltesek/targyak/BMEGEVGAG07_ENG/ManningCoefficientOfRoughness.pdf

Kipinä-Salokannel S. & Mäkinen M. 2022. Varsinais-Suomen ja Satakunnan vesienhoidon toimenpideohjelma vuosille 2022–2027.

<https://www.doria.fi/handle/10024/184006#:~:text=Varsinais-Suomen%20ja%20Satakunnan%20vesienhoidon%20toimenpideohjelma%20sis%C3%A4lt%C3%A4%C3%A4%20tiedot%20alueen,toimenpiteist%C3%A4%20hyv%C3%A4n%20tilan%20saavuttamiseksi%20ja%20yll%C3%A4pit%C3%A4miseksi%20vesienhoitokaudella%202022%E2%80%932027>.

Kuntaliitto. 2012. Hulevesiopas. <https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2012/1481-hulevesiopas>

Macon Oy. 2024. Hulevesiselvitys aurinkopuistolle.

Oregon State University. 2006. Manning's Equation. Viitattu 19.6.2025.

https://www.fsl.orst.edu/geowater/FX3/help/8_Hydraulic_Reference/Manning_s_Equation.htm

Pankkonen P. 2024. Uusi päivitys Scalgo Liveen – Veden imeytyminen nyt osana rankkasadeanalyysijä. Viitattu 26.2.2025. <https://scalgo.com/fi/blogi/uusi-paivitys-scalgo-liveen-veden-imeytyminen-nyt-osana-rankkasadeanalyysija>

Suomen ympäristökeskus. 2025. Arviot pienten virtavesien luonnontilan muuttuneisuudesta (PUROHELMi-hanke). Viitattu 24.7.2025:

<https://geoportal.ymparisto.fi/meta/julkinen/dokumentit/Purohelmi.pdf>

Tampereen kaupunki. n.a. Maanpäällinen viivytysrakenne. Viitattu 21.7.2025:

https://www.tampere.fi/sites/default/files/2024-06/5_Ohjekortti_Maanpaallinen_viivytysrakenne.pdf

Valtanen M., Sillanpää N., Hättinen N. & Setälä H. 2010. Hulevesien imeyttäminen ja suodattaminen: haitta-aineet ja menetelmät. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. Viitattu 23.5.2025.

https://www.researchgate.net/publication/230854077_Hulevesien_imeyttäminen_ja_suodattaminen_haitta-aineet_ja_menetelmät

Väylävirasto. 2023. Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu. Väyläviraston ohjeita 93/2023.