

Nivalaan suunnitellun bio – ja e-metaanilaitoksen alustava hulevesisuunnitelma

MACON OY

26.6.2024

Sisällysluettelo

JOHDANTO.....	2
AINEISTO JA MENETELMÄT	2
Hankkeen tiedot.....	2
Hulevesimäärien muutos.....	3
Mallinnusohjelma.....	3
Laskukaavat	3
Mallinnusohjelma	5
HULEVESIEN HALLINTA.....	5
HULEVESIEN VIIVYTYS TONTILLA	5
HULEVESIEN LAADUN HALLINTA	5
TULOKSET	6
RUMMUT.....	8
TULOSTEN TARKASTELU	8
KIRJALLISUUSLUETTELO.....	10
LIITTEET.....	11

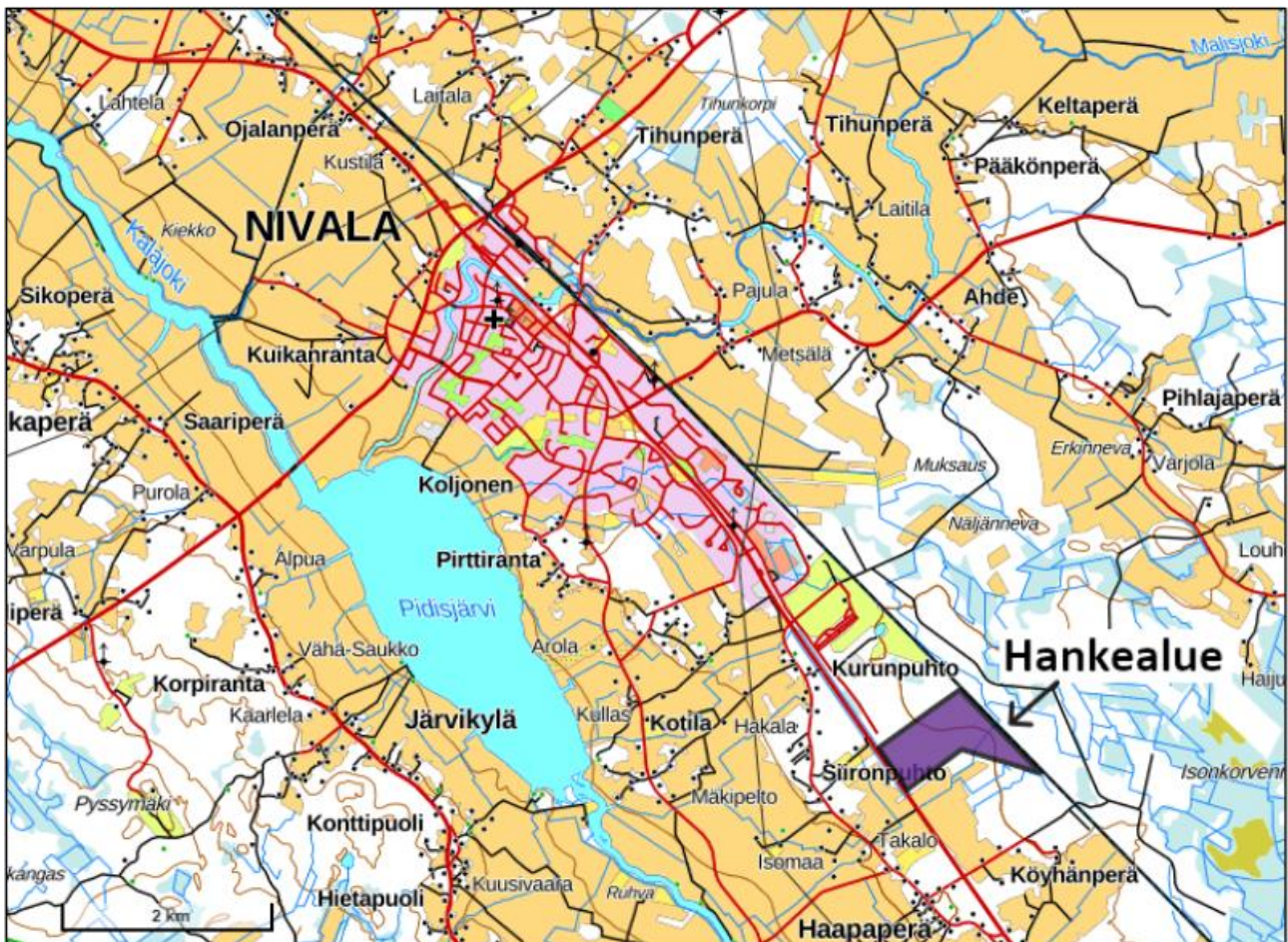
JOHDANTO

Tässä selvityksessä Macon Oy teki alustavan hulevesisuunnitelman Wega Group Oy:n ja Copenhagen Infrastructure Partnersin suunnittelemaalle biometaanin ja e-metaanin tuotantolaitokselle, joka sijoittuu Nivalan Kurunpuhtoon. Hanketta varten on perustettu kehitysyritys CI ABF I DevCo Oy. Mukana olivat ennustetut arviot tilanteesta, jossa ilmastonmuutos on myös otettu huomioon. Työ liittyy Nivalan bio – ja e-metaanilaitoksen YVA-hankkeeseen.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Hankkeen tiedot

Hulevesisuunnitelman kohteena on Nivalan keskustasta 3–4 km kaakon suuntaan Kurunpuhdon teollisuusalueen kaakkoispuolelle suunnitella oleva bio – ja e-metaanin tuotantolaitos. Hankealue on kooltaan noin 60 hehtaaria, josta laitokselle on varattu 20 hehtaaria. Hankealue on tällä hetkellä enimmäkseen rakentamatonta, metsäistä aluetta.



Kuva 1. Hankealueen sijainti Nivalan kaupungissa.

Hulevesisuunnitelma liittyy CI ABF I DevCo Oy:n bio – ja e-metaanilaitoksen YVA-hankkeeseen, jossa on esitetty seuraavat vaihtoehdot:

VE0 - hanketta ei toteuteta: Biokaasulaitosta ei perusteta Nivalaan, ja hankkeelle suunniteltu tontti jää nykyiseen tilaansa.

VE1A - VE1B hanke toteutetaan 400 000 tonnin raaka-aineen käsittelykapasiteetilla: Vaihtoehdoissa 1A ja 1B biokaasulaitoksella käsiteltävä raaka-ainemäärä on enimmillään 400 000 tonnia vuodessa. Vaihtoehdossa 1A toteutetaan pelkästään biokaasulaitoskokonaisuus. Vaihtoehdossa 1B toteutetaan lisäksi metanointilaitos, jossa biokaasuprosessissa sivutuotteena syntyvä hiilidioksidi yhdistetään metanointiprosessissa vedyn kanssa e-metaaniksi.

Tuotantovaihtoehdot:

- VE1A Nesteytetyn biometaanin tuotanto (energiaa vuodessa noin 160 GWh).
- VE1B Nesteytetyn biometaanin tuotannon (VE1A) lisäksi e-metaanin tuotanto (lisäenergiaa vuodessa noin 120 GWh).

VE2A - VE2C hanke toteutetaan 800 000 tonnin raaka-aineen käsittelykapasiteetilla: Vaihtoehdoissa 2A ja 2B biokaasulaitoksella käsiteltävä raaka-ainemäärä on enimmillään 800 000 tonnia vuodessa. Vaihtoehdossa 2A toteutetaan pelkästään biokaasulaitoskokonaisuus. Vaihtoehdossa 2B toteutetaan lisäksi metanointilaitos, jossa biokaasuprosessissa sivutuotteena syntyvä hiilidioksidi yhdistetään metanointiprosessissa vedyn kanssa e-metaaniksi.

Tuotantovaihtoehdot:

- VE2A Nesteytetyn biometaanin tuotanto (energiaa vuodessa noin 250 GWh).
- VE2B Nesteytetyn biometaanin tuotannon lisäksi e-metaanin tuotanto (lisäenergiaa vuodessa 180 GWh).

Hulevesimäärien muutos

Hankealueen keskeisin muutos on rakentamattoman, metsäisen alueen muutos rakennetuksi alueeksi, joka lisää hulevesien määrää. Hulevesien määrän kasvu riippuu siitä, kuinka suuri alue hankealueesta muuttuu vettä läpäisemättömäksi, eli kuinka paljon alueelle tulee asfalttia, kattoa tai muuta vettä heikosti läpäisemätöntä pintaa.

Mallinnusohjelma

Hulevesimallinnus perustuu SCALGO Live-ohjelmistolla tehtyyn mallinnukseen. SCALGO Live on verkkopohjainen alusta, jolla käyttäjä voi yksityiskohtaisilla tiedoilla, valtakunnallisilla analyyseilla ja vuorovaikutteisilla työkaluilla mm. tutkia pintaveden ja maaston vuorovaikutusta ja mahdollisuuksia kehittää hulevesien hallintaa infrastruktuurin yhteydessä (SCALGO 2024).

Laskukaavat

Hulevesilaskelmat toteutettiin seuraavilla kaavoilla:

Hulevesivirtaama:

$$Q = \phi \times i \times A$$

$Q \left[\frac{l}{s} \right]$ = mitoitusvirtaama

ϕ = valumakerroin

$i \left[\frac{l}{s \cdot ha} \right]$ = mitoitussateen voimakkuus

$A[ha]$ = valuma-alueen pinta-ala

Huleveden määrä:

$$V = \frac{(\phi \times i \times A \times t)}{1000}$$

$V[m^3]$ = hulevesimäärä

$t[s]$ = mitoitussateen kesto

Mitoitussateen voimakkuuden ja sateen keston arvot on esitetty taulukossa 1. Mitoitussade mitoitettiin kerran 2 vuodessa toistuvalla tunnin kestäväälle sateelle (kuva 2, kuva 3, kuva 4).

Valuma-alueen pinta-ala	Mitoitussateen kesto aika
< 2 ha	5 min
2...5 ha	10 min
5...20 ha	20 min
20...100 ha	60 min

Kuva 2. Ohjeelliset sateiden kestoajat eri kokoisille valuma-alueille (Sweco 2019).

Keskimääräinen intensiteetti (l/s*ha)									
Toistuvuus	Sateen kesto								
	5 min	10 min	15 min	30 min	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
1/1 a	117	80	78	50	33	18	11	6,9	4,2
1/2 a	167	120	100	61	42	21	13	8,3	5
1/3 a	183	130	111	72	47	23	14	8,8	5,2
1/5 a	217	150	122	83	53	25	16	9,7	5,8
1/10 a	233	180	156	100	64	30	19	10,9	6,9

Kuva 3. Sateen intensiteetit [l/(s*ha)] keskimäärin noin 1 km²:n aluesadannalle (Kuntaliitto 2012).

Keskimääräinen intensiteetti (l/s*ha)									
Toistuvuus	Sateen kesto								
	5 min	10 min	15 min	30 min	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
1/1 a	140	96	94	60	40	22	13	8,3	5,0
1/2 a	200	144	120	73	50	25	16	10,0	6,0
1/3 a	220	156	133	86	56,4	28	17	10,6	6,2
1/5 a	260	180	146	100	64	30	19	11,6	7,0
1/10 a	280	216	187	120	77	36	23	13,1	8,3

Kuva 4. Sateen intensiteetit [l/(s*ha)] keskimäärin noin 1 km²:n aluesadannalle ottaen huomioon ilmastonmuutoksen vaikutuksen (Kuntaliitto 2012).

Vuosittainen muodostuvan huleveden määrä:

$$V_{\text{vuo}}[m^3] = A \times \text{Sadanta} \times Q$$

Sadantana on käytetty Ilmatieteenlaitoksen vuosien 1961–2020 tilastoa, jonka mukaan Haapajärven keskimääräinen sadanta on ollut 599 mm vuosina 1961–2020 (Ilmatieteenlaitos 2024). Haapajärven sadannan arvoa käytettiin, koska Ilmatieteenlaitoksen tilastoista ei löytynyt Nivalan vuosittaista sadantaa, ja Haapajärvi oli kaikista lähin kaupunki, jonka vuosittainen sadanta oli saatavissa.

Huleveden käsittelyyn lisätään öljynerotusjärjestelmä. Öljynerotusjärjestelmän tulee olla riittävä käsittelemään syntyviä hulevesiä. Mitoitus lasketaan kaavalla:

$$NS = Q_s \times f_d \times f_x$$

NS = nimellisvirtaama (dm^3/s)

$Q_s \left[\frac{\text{l}}{\text{s}} \right]$ = huleveden mitoitusvirtaama

f_d = öljyn tiheyskerroin (öljytuotteille 1,5)

f_x = haittakerroin (sadevesille 1)

Taulukko 1. Mitoitussateen arvot.

Mitoitussateen kesto	60 min
Sateen voimakkuus	42/50 l/s*ha

Valumakertoimet ovat esitetty taulukossa 2. Valumakerroin kuvaa sitä osaa sadannasta, joka muuttuu pintavalunnaksi muun osan haihtuessa tai imeytyessä maahan.

Taulukko 2. Valumakertoimien arvot.

Metsä	0,15
Katto, asfaltti	0,8
Sora	0,2
Pressu	0,8
Viheralue	0,3

Valuma-alueen viivytystarve lasketaan vähentämällä ennustetilanteen valunnan määrä nykytilanteen valunnan määrästä mitoitussadetapahtuman aikana.

Mallinnusohjelma

Hulevesimallinnus perustuu SCALGO Live-ohjelmistolla tehtyyn mallinnukseen. SCALGO Live on verkkopohjainen alusta, jolla käyttäjä voi yksityiskohtaisilla tiedoilla, valtakunnallisilla analyyseilla ja vuorovaikutteisilla työkaluilla mm. tutkia pintaveden ja maaston vuorovaikutusta ja mahdollisuuksia kehittää hulevesien hallintaa infrastruktuurin yhteydessä (SCALGO 2024).

HULEVESIEN HALLINTA

Hankkeessa suunnitellaan, että peltobiomassojen auma-alueen hulevedet kerätään huleveden käsittelyyn. Huleveden käsittelyyn kuuluvat hiekan – ja öljynerotimet ja maahan upotettu varastointisäiliö. Esikäsitelty hulevesi johdetaan varastosäiliöstä painovoimaisesti kunnalliseen hulevesijärjestelmään tai lähiojiin hallitusti. Lisäksi hankkeen suunnitelman edetessä selvitetään mahdollisuutta hyödyntää esikäsiteltyjä hulevesiä ja/tai sadevesiä lisävetenä prosessissa.

HULEVESIEN VIIVYTYS TONTILLA

Kalajoen pääuomaan on hankealueelta noin kaksi kilometriä. Hankealueelta mahdollisesti ohjattujen hulevesien kiintoaineen tai ravinteiden viivytyksen tehokkuus tarkentuu hankkeen edetessä.

HULEVESIEN LAADUN HALLINTA

Hankealueella vesistövaikutuksia syntyy lähinnä rakentamisen ja hankkeen toiminnan aikaisista hulevesistä. Rakentamisesta voi aiheutua lyhytaikaista kiintoainekuormitusta pintavesiin. Muita mahdollisia huleveden laadun heikentäviä tekijöitä ovat liikenteen, pysäköinnin tai ajoneuvojen polttoaine-, öljy - ja

voiteluainepäästöt. Liikenteen määrä ja vaikutus hulevesiin tarkentuvat hankkeen edetessä. Öljy - ja kemikaalivahinkojen varalta huleveden käsittelyyn asennetaan öljynerotin ja sulkumahdollisuus. Kemikaaleja säilytetään viranomaisten määräysten mukaisesti.

TULOKSET

Taulukossa 3 on esitetty mitoitussateen aiheuttama hulevesivirtaama – ja määrä nykytilanteessa mitoitussateen aikana.

Taulukko 3. Hulevesimäärä - ja virtaama nykytilanteessa.

Pinta	Q	A[ha]	i [l/(s*ha)]	Sateen kesto [s]	V _{mit} [m ³]	Q _{mit} [l/s]
Metsä	0,15	60	42	3600	1361	378

Taulukossa 4 on esitetty arvioitu hulevesivirtaama – ja määrä ilmastonmuutos huomioiden, jos hanketta ei toteuteta.

Taulukko 4. Hulevesimäärä - ja virtaama ilmastonmuutos huomioiden hankevaihtoehdossa VEO.

Pinta	Q	A[ha]	i [l/(s*ha)]	Sateen kesto [s]	V _{mit} [m ³]	Q _{mit} [l/s]
Metsä	0,15	60	50	3600	1620	450

Taulukossa 5 on esitetty hulevesivirtaama – ja määrä hankkeen toteuttamisen jälkeisessä tilassa.

Taulukko 5. Hulevesivirtaama – ja määrä rakentamisen jälkeisessä tilassa.

Pinta	Q	A[ha]	i [l/(s*ha)]	Sateen kesto [s]	V _{mit} [m ³]	Q _{mit} [l/s]
Metsä	0,15	38,39	42	3600	871	242
Katto, asfaltti	0,8	6,86	42	3600	830	231
Sora	0,2	0,47	42	3600	14	4
Pressu	0,8	2,68	42	3600	324	90
Viheralue	0,3	11,60	42	3600	526	146
Summa					2565	713

Taulukossa 6 on esitetty arvioitu hulevesivirtaama ja määrä ilmastonmuutos huomioiden, hankkeen toteuttamisen jälkeisessä tilassa.

Taulukko 6. Hulevesimäärä - ja virtaama ilmastonmuutos huomioiden rakentamisen jälkeisessä tilassa.

Pinta	Q	A[ha]	i [l/(s*ha)]	Sateen kesto [s]	V _{mit} [m ³]	Q _{mit} [l/s]
Metsä	0,15	38,39	50	3600	1037	288
Katto, asfaltti	0,8	6,86	50	3600	988	274
Sora	0,2	0,47	50	3600	17	4,7
Pressu	0,8	2,68	50	3600	386	107
Viheralue	0,3	11,60	50	3600	626	174
Summa					3054	848

Ennustemalleissa, joissa ilmastonmuutos on huomioitu, mitoitussateen keskimääräinen intensiteetti on kasvanut noin 20 %. Jos oletamme, että ilmastonmuutoksen vaikutuksesta Nivalan sadanta kasvaa myös noin 20 %, vuotuinen sadanta olisi n. 719 mm. Taulukossa 7 on esitetty vuosittainen muodostuvan huleveden määrä tilanteissa, jossa hanke toteutetaan ja jossa hanketta ei toteuteta. Lisäksi taulukossa on arvioidut huleveden määrät ilmastonmuutos huomioon ottaen.

Taulukko 7. Vuosittaiset huleveden määrät eri tilanteissa.

Nykytilanne	5931 m ³
Hankkeen toteutus	10162 m ³
Nykytilanne, ilmastonmuutos huomioitu	6471 m ³
Hankkeen toteutus, ilmastonmuutos huomioitu	12198 m ³

Taulukossa 8 on esitetty valuma-alueen viivytystarpeet, kun ilmastonmuutosta ei oteta huomioon.

Taulukko 8. Valuma-alueen laskennallinen valunta ja viivytystarve mitoitussateen aikana.

Laskennallinen valunta nykytilanteessa [m ³]	Laskennallinen valunta suunnittelutilanteessa [m ³]	Viivytystarve [m ³]
1361	2565	1204

Taulukossa 9 on esitetty valuma-alueen viivytystarpeet, kun ilmastonmuutos on otettu huomioon.

Taulukko 9. Valuma-alueen laskennallinen valunta ja viivytystarve mitoitussateen aikana ilmastonmuutos huomioon ottaen.

Laskennallinen valunta nykytilanteessa [m ³]	Laskennallinen valunta suunnittelutilanteessa [m ³]	Viivytystarve [m ³]
1620	3054	1434

Taulukossa 10 on esitetty öljynerottimen nimellisvirtaaman määrät.

Taulukko 10. Öljynerottimen nimellisvirtaama nykytilassa ja ilmastonmuutoksen ennustettu vaikutus nimellisvirtaamaan.

Öljynerottimen nimellisvirtaama (l/s)	Öljynerottimen nimellisvirtaama ilmastonmuutoksessa (l/s)
1070	1272

RUMMUT

Lasketaan 1000 mm (1 metrin) halkaisijaltaan olevalle maantierummulle virtauskapasiteetti Männinkin yhtälön avulla.

Poikkileikkausala (A):

$$A = \pi(D/2)^2 A = \pi(2D)^2$$

$$A = \pi(1 \text{ m})^2 A = \pi(21 \text{ m})^2$$

$$A = \pi(0.5 \text{ m})^2 A = \pi(0.5 \text{ m})^2$$

$$A = \pi \times 0.25 \text{ m}^2 A = \pi \times 0.25 \text{ m}^2$$

$$A \approx 0.785 \text{ m}^2 A \approx 0.785 \text{ m}^2$$

Hydraulinen säde (R):

Koska putki on pyöreä ja täynnä, hydraulinen säde on putken halkaisijan neljäsosa.

$$R = D/4 R = 4D$$

$$R = 1 \text{ m} R = 41 \text{ m}$$

$$R = 0.25 \text{ m} R = 0.25 \text{ m}$$

Manningin karheuskerroin (n):

Arvo vaihtelee materiaalin mukaan. Hulevedet ohjautuvat betoniputken läpi, joten käytetään tyypillistä arvoa betoniputkelle: 0.013.

Putken kaltevuus (S):

Oletetaan kaltevuudeksi 0.01 (1 %).

Lasketaan virtausnopeus (Q):

$$Q = 10.013 \times 0.785 \times (0.25)^{2/3} \times (0.01)^{1/2} Q = 0.0131 \times 0.785 \times (0.25)^{2/3} \times (0.01)^{1/2}$$

$$Q = 76.923 \times 0.785 \times 0.158 \times 0.1 Q = 76.923 \times 0.785 \times 0.158 \times 0.1$$

$$Q \approx 0.955 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tämä arvioi, että 1000 mm halkaisijaltaan olevan maantierummun virtauskapasiteetti täydellä putkella ja 1 % kaltevuudella on noin $0.955 \text{ m}^3/\text{s}$ eli 955 litraa sekunnissa.

TULOSTEN TARKASTELU

Laskennallisesti hankkeen toteuttamisen jälkeen hankealueella hulevesien määrä kasvaa noin 88 % laskennassa käytetyn mitoitussateen aikana. Vuosittain muodostuvan huleveden määrä nousee noin 88 % hankkeen toteuttamisen jälkeen. Myös laskelmien mukaan, joissa ilmastonmuutos on otettu huomioon, hankealueen hulevesien määrä ja vuosittainen muodostuvan huleveden määrä nousee noin 88 % (Taulukko 11). Laskennallisesti nykyinen maantierumpu, jonka läpi hankealueen hulevedet virtaavat, on riittävä.

Taulukko 11. Vertailuarvot hulevesien määrän laskemisessa.

Hulevesien määrä nykytilanteessa (m³)	Hulevesien määrä hankkeen jälkeen (m³)	Kasvu
1361	2565	88 %
Hulevesien määrä nykytilanteessa ilmastonmuutos huomioiden (m³)	Hulevesien määrä hankkeen jälkeen ilmastonmuutos huomioiden (m³)	Kasvu
1620	3054	88 %
Hulevesien vuosittainen määrä nykytilanteessa (m³)	Hulevesien vuosittainen määrä hankkeen jälkeen (m³)	Kasvu
3600	6790	88 %
Hulevesien vuosittainen määrä nykytilanteessa ilmastonmuutos huomioiden (m³)	Hulevesien vuosittainen määrä hankkeen jälkeen ilmastonmuutos huomioiden (m³)	Kasvu
4320	8140	88 %

KIRJALLISUUSLUETTELO

Gradientti 2023. Alustava hulevesisuunnitelma Kalajoen biokaasulaitos. Macon Oy 109723. Lahti 24.8.2023.

Ilmatieteenlaitos 2024. Lämpötila – ja sadetilastoja vuodesta 1961. Haettu 26.6.2024 osoitteesta: [Tilastoja vuodesta 1961 - Ilmatieteen laitos](#)

Järvenpää 2021. Ohje hulevesien käsittelystä rakennushankkeeseen ryhtyville ja suunnittelijoille.

Kuntaliitto 2012. Hulevesiopas.

Macon Oy 2023. Nivalan bio – ja e-metaanilaitoshankkeen YVA-ohjelma.

Ramboll Oy 2018. Massbyn lämpökeskuksen asemakaavan muutos hulevesiselvitys. 11.10.2018. Viite: 1510040746.

Sweco 2019. Kuloistenniitty asemakaava-alueen hulavesiselvitys. Työnumero: 20602598.

Tuusulan vesi 2021. Hulevesien hallinta Tuusulussa.

macon

Jori Jokela

Macon Oy

puh. 050 480 3807

Teknologiantie 18, 90590 Oulu

jori.jokela@macon.fi

Mikko Ahokas

Macon Oy

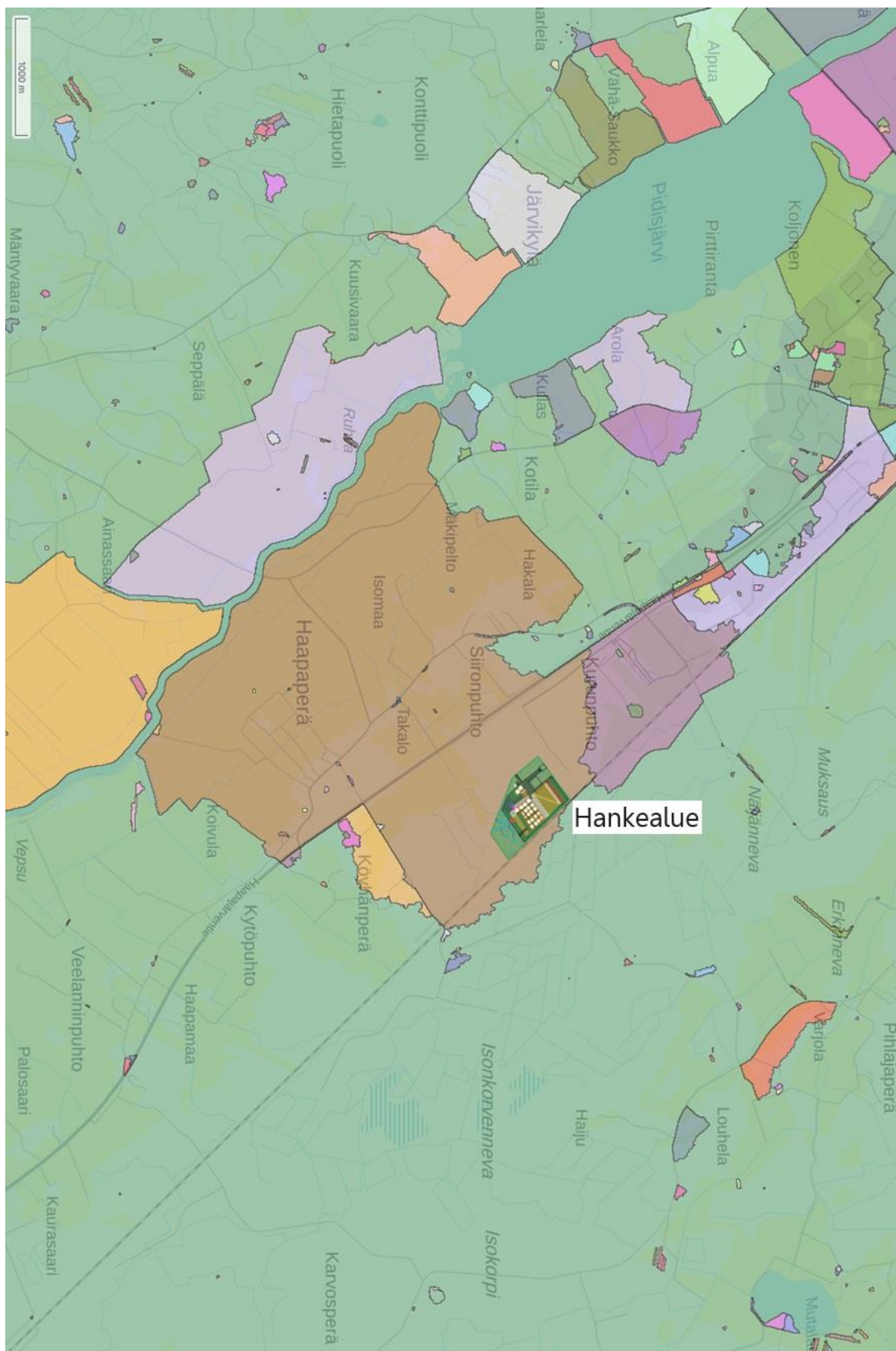
puh. 040 502 5249

Teknologiantie 18, 90590 Oulu

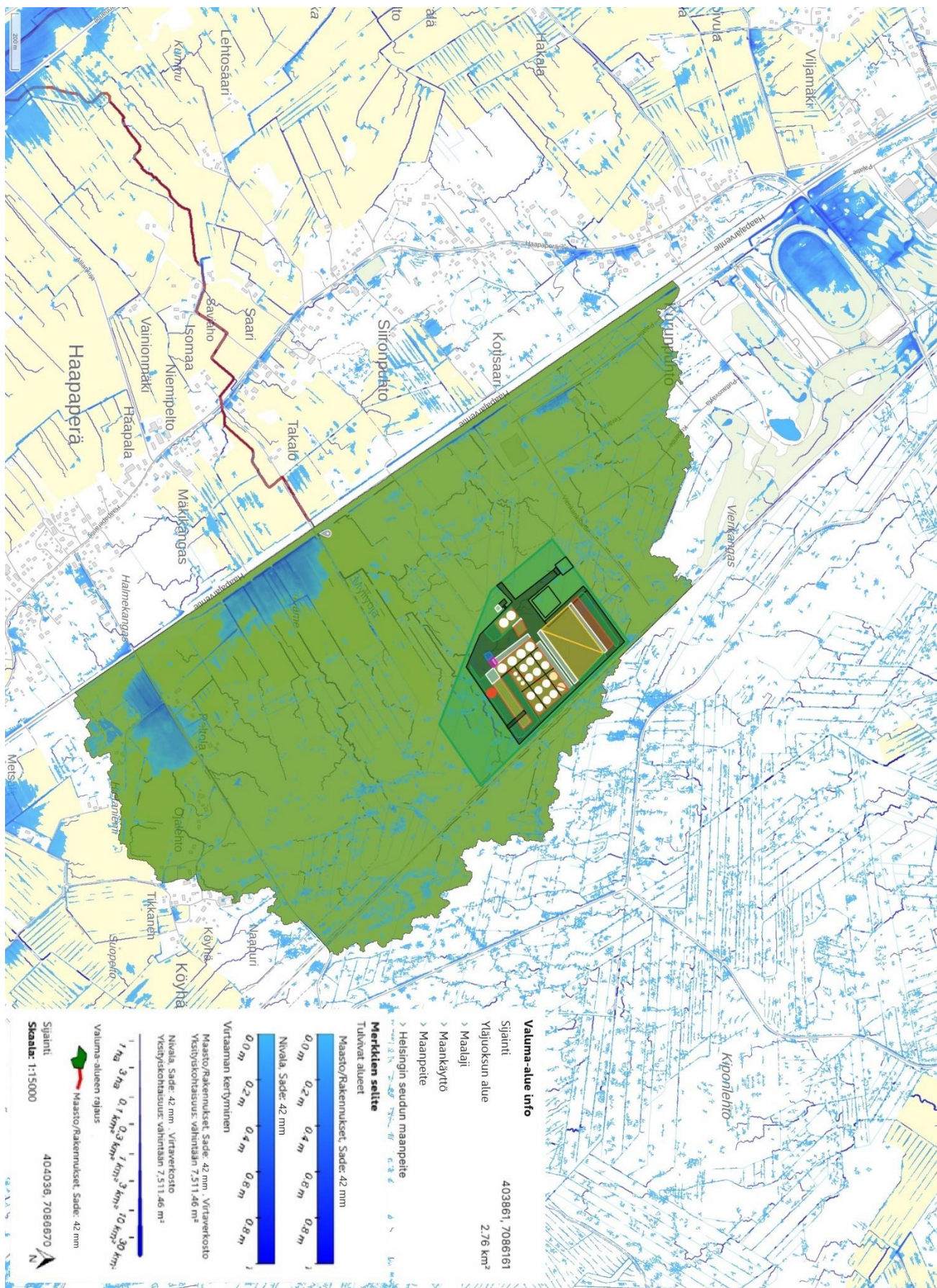
mikko.ahokas@macon.fi

LIITTEET

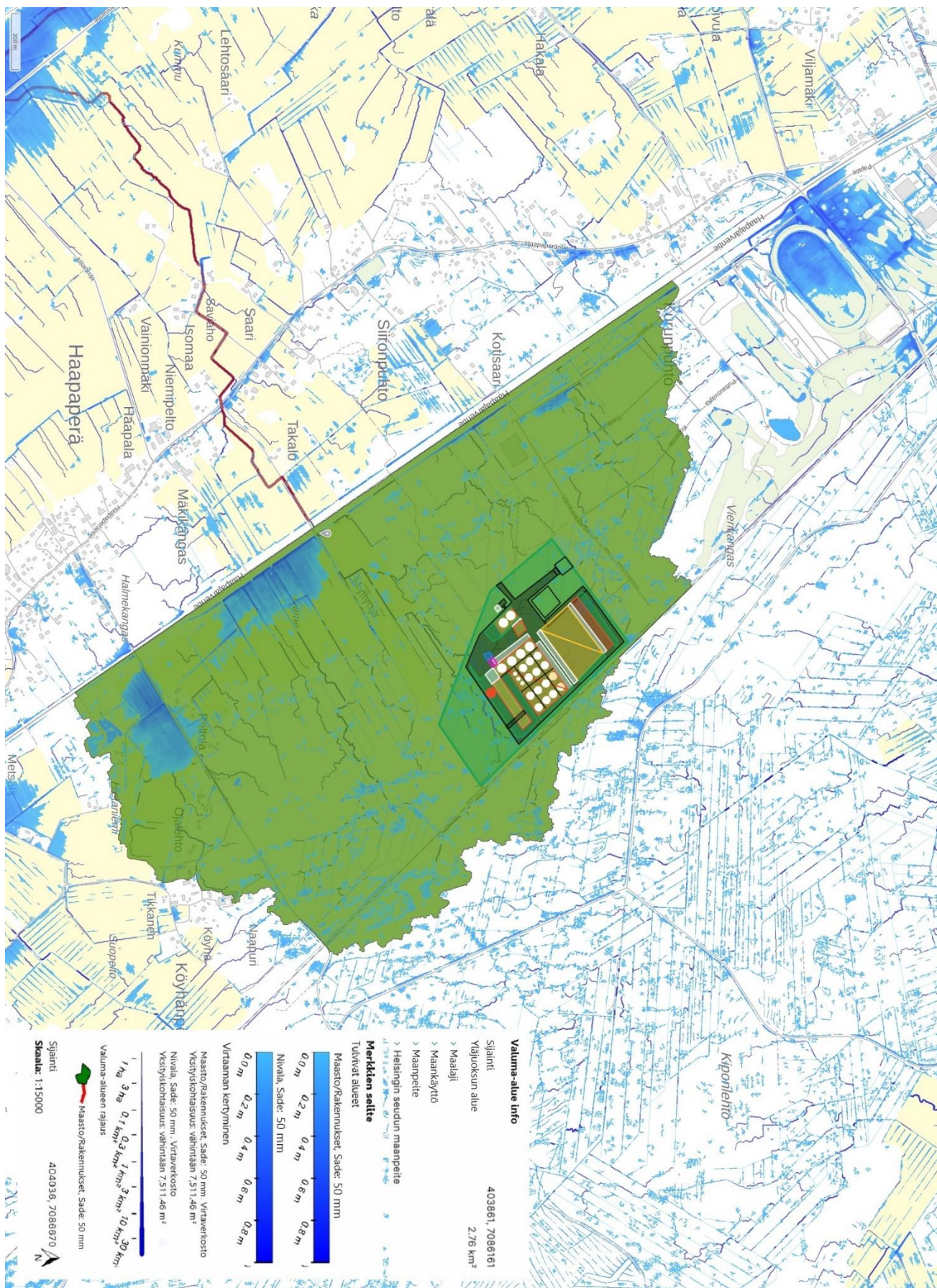
Liite 1. Valuma-alueet hankealueen lähellä.



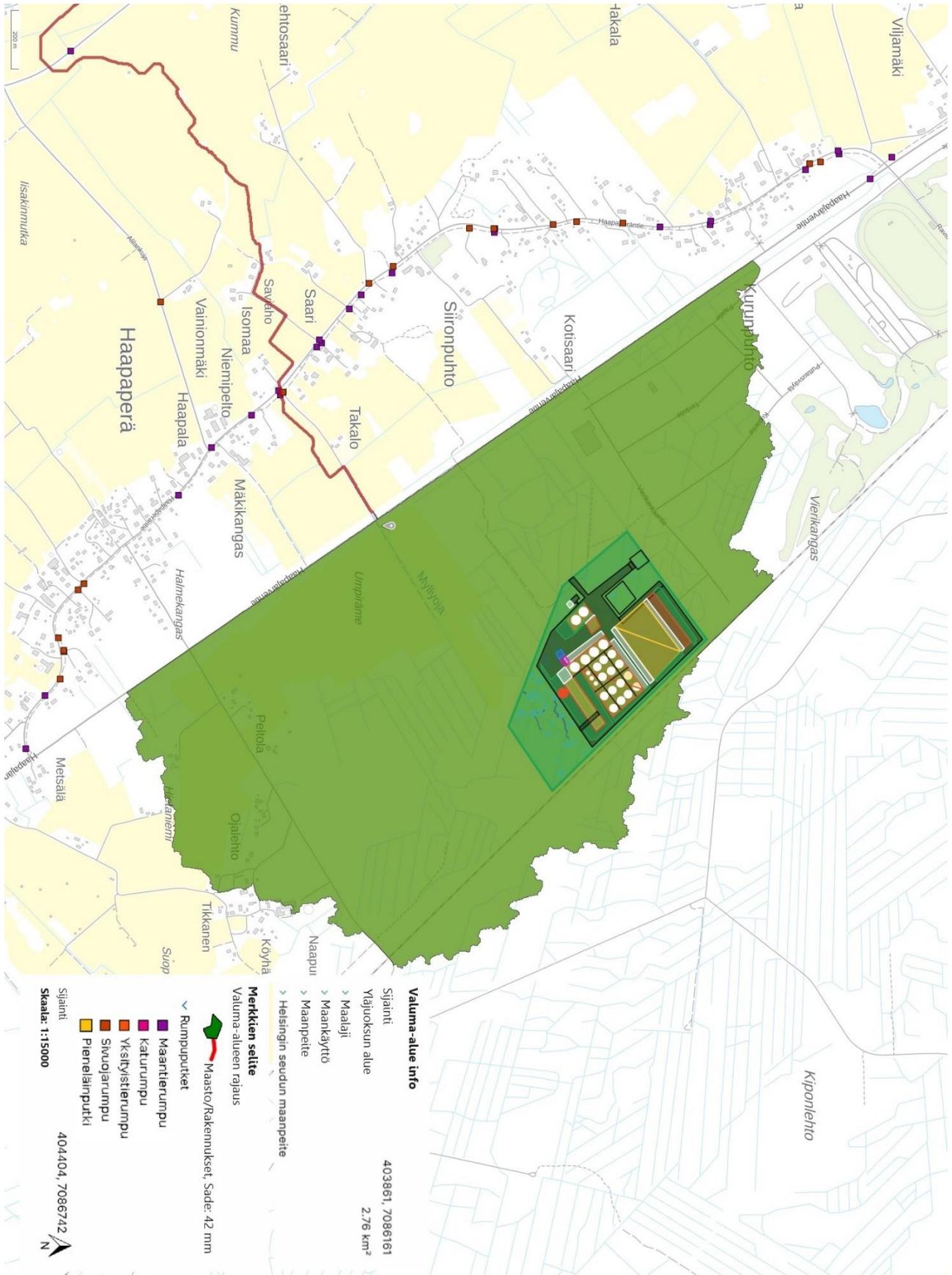
Liite 2. Virtaaman kertyminen 42 mm sateella hankealueella. Valuma-alue merkattu vihreällä.



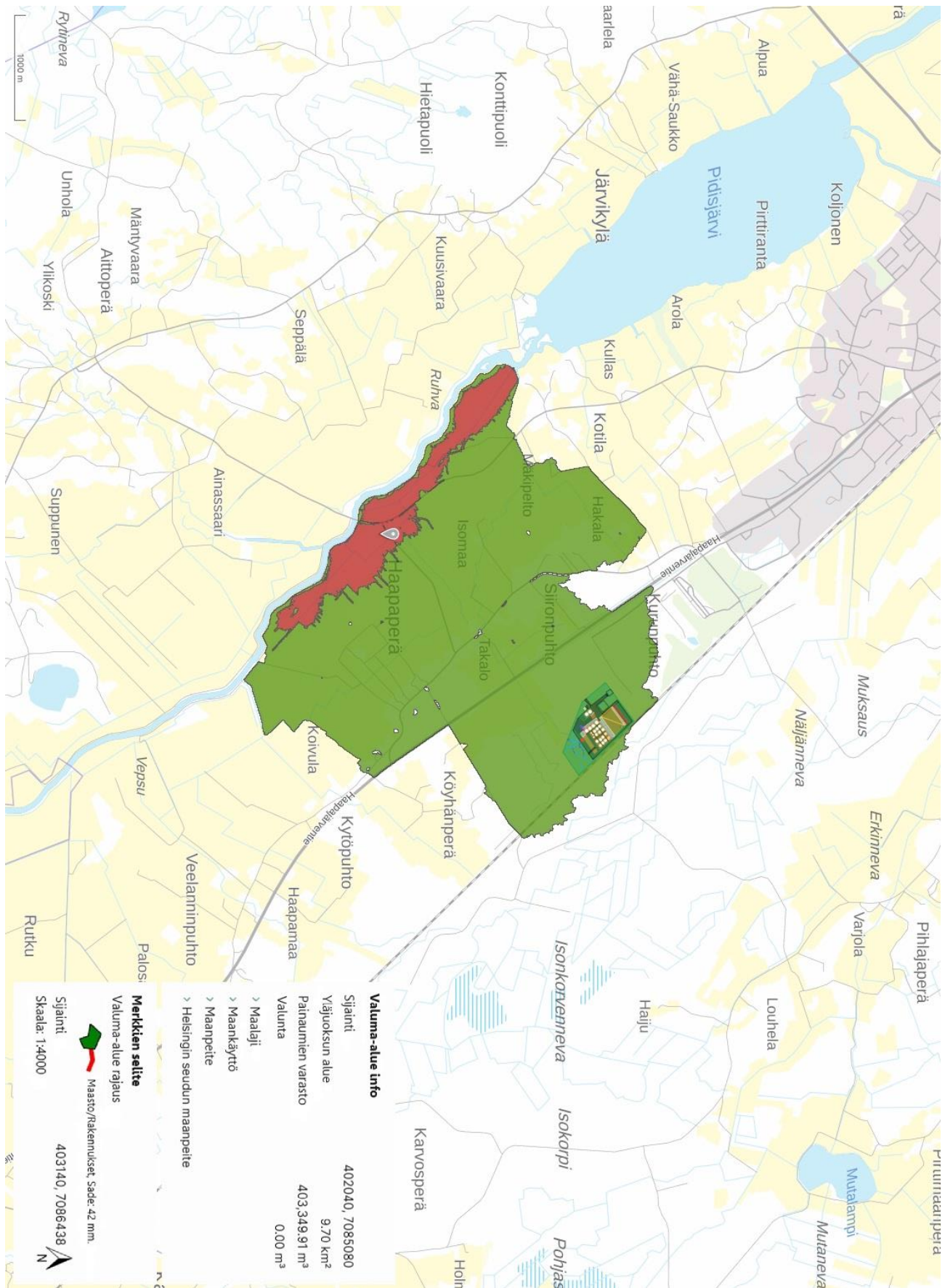
Liite 3. Virtaaman kertyminen 50 mm sateella. Valuma-alue merkattu vihreällä.



Liite 4. Rummut hankealueen lähellä. Valuma-alue merkattu vihreällä.



Liite 5. Kalajoen valuma-alueen suhteessa hankealueeseen 42 mm sateella. Valuma-alue merkattu vihreällä.



Liite 6. Kalajoen valuma-alueen suhteessa hankealueeseen 50 mm sateella. Valuma-alue merkattu vihreällä.

