

FCG.

Finnish  
Consulting  
Group

Luottamuksellinen

# Rauvolan valuma-alueen hulevesimallinnus

## TARJOUS

Turun kaupunki

1.11.2023

P50653T

**TARJOUS PÄIVITETTY 19.1.2024**

1.11.2023

HE

Projektipäällikkö  
Minna Kivimäki  
RESIST-hankeTurun kaupunki  
minna.kivimaki@turku.fi

Viite: Tarjousneuvottelu 31.10.2023

## Rauvolan valuma-alueen hulevesimallinnus

Kiitämme mielenkiintoisesta tarjouspyynnöstänne ja esitämme halukkuutemme tehtävän suorittamiseen jäljempänä esitetyn mukaisesti. Tarjous pohjautuu FCG Finnish Consulting Group Oy:n ja Turun kaupungin kaavoituksen asiantuntijapalveluiden puitejärjestelysopimukseen (osa-alue 5) ajalle 1.4.2023–31.3.2025 (diaarinumero 5074-2022).

### Tehtävän sisältö

Tehtävänä on jatkaa 2019 laaditun Turun kaupungin hulevesimallin päivitystä Rauvolan valuma-alueen osalta sekä mallin avulla tarkastella hajautettujen, luontopohjaisten järjestelmien vaikuttavuutta alueen hulevesijärjestelmän toimivuuteen ja vesitaseeseen. Mallinnuksen tuloksia hyödynnetään Resist-hankkeen hankesuunnitelman laatimisessa.

Työ jakautuu 4 osatehtäviin sekä työpakettiin (TP 1 - 4). Työn sisältö on kuvattu tarkemmin työohjelmassa (liite 1). Mallinnustulosten lisäksi mallitiedostot luovutetaan tilaajalle.

### Aikataulu

Olemme valmiit aloittamaan työn heti tilauksen saatuamme. Työ valmistuu **31.03.2024** mennessä.

### Työryhmä

Olemme koonneet hankkeeseen työryhmän, jolla on monipuolinen kokemus tätä työtä vastaavista toimeksiantoista. Tarjoamme suunnitelman laadintaan seuraavaa työryhmää:

**dipl.ins. Ella Havulinna (SKOL-03)** - projektipäällikkö ja laadunvarmistus

**dipl.ins. Eric Wehner (SKOL-02)** – pääsuunnittelija

**ins.amk Elisa Walli (SKOL-05)** – suunnittelija, mallin laadinta

1.11.2023

HE

Työmääräarviot TP-kohtaisesti ja henkilöittäin:

**TP1**

Ella Havulinna (SKOL 03)	20 h
Eric Wehner (SKOL 02)	70 h
Elisa Walli (SKOL 05)	20 h
<b><u>Yhteensä</u></b>	<b><u>110 h</u></b>

**TP2**

Ella Havulinna (SKOL 03)	2 h
Eric Wehner (SKOL 02)	33 h
<b><u>Yhteensä</u></b>	<b><u>35 h</u></b>

**TP3**

Ella Havulinna (SKOL 03)	5 h
Eric Wehner (SKOL 02)	19 h
Elisa Walli (SKOL 05)	3 h
<b><u>Yhteensä</u></b>	<b><u>25 h</u></b>

**TP4**

Ella Havulinna (SKOL 03)	15 h
Eric Wehner (SKOL 02)	65 h
<b><u>Yhteensä</u></b>	<b><u>80 h</u></b>

**YHTEENSÄ**

Ella Havulinna (SKOL 03)	42 h
Eric Wehner (SKOL 02)	187 h
Elisa Walli (SKOL 05)	23 h
<b><u>Yhteensä</u></b>	<b><u>252 h</u></b>

## Kustannukset

Veloitusperusteena toimeksiannossa käytetään KSE 2013 kohdan 5.2.3. mukaista aikapalkkiota henkilöryhmittäin. Tuntihinnoittelussa noudatetaan kaavoituksen asiantuntijapalveluiden puitejärjestelysopimuksessa sopimuskaudelle 1.4.2023-31.3.2025 määritellyjä hintoja.

1.11.2023

HE

**Kustannusarviomme työlle TP-kohtaisesti:****TP1 9 830 €****TP1 3 440 €****TP1 2 480 €****TP1 7 670 €****Kustannusarviomme työlle on 23 420 € (alv 0 %).**

Suunnittelutyö laskutetaan tuntiveloituksella toteutuneiden kustannusten mukaisesti. Mikäli arvioitu työmäärä on suurempi tai työn aikataulussa tapahtuu muutoksia, mahdollisista lisäkustannuksista sovi-  
taan tilaajan kanssa erikseen. Kustannusarviota ei ylitetä ilman tilaajan suostumusta.

Työ sisältää kolme työkokousta, kokoukseen osallistuu konsultilta kaksi henkilöä. Ylimääräisistä kokouk-  
sista ja erillisselvityksistä soviataan erikseen.

## Laskutus

Laskutus tehdään maankäytön suunnittelun hankintasopimuksessa määriteltyjen ehtojen mukaisesti.

## Sopimusehdot

Työssä noudatamme Turun kaupungin ja FCG Finnish Consulting Oy:n välistä puitesopimusta.

## Tarjouksen voimassaolo

Tarjous on voimassa 11.3.2024 saakka.

## Yhteydenotto

Olemme valmiit antamaan tarjoustamme koskevia lisätietoja sekä neuvottelemaan työn suorit-  
tamisesta. Tarjoustamme koskevia lisätietoja antaa Ella Havulinna, (puh. 040 7614621, etu-  
nimi.sukunimi@fcg.fi).

Toivomme tarjouksemme sopivan Teille sekä johtavan tilaukseen ja yhteistyöhön.

1.11.2023

HE

Kunnioitavasti

**FCG Finnish Consulting Group Oy**



Ella Havulinna  
Tiimipäällikkö, DI

Liite 1: Työohjelma

FCG.

Finnish  
Consulting  
Group

Luottamuksellinen

# Työohjelma

RAUVOLAN VALUMA-ALUEEN HULEVESIMALLINNUS

Turun kaupunki

19.1.2024

P50633T

## Työohjelma

### Tehtävän sisältö

Työn tarkoituksena on päivittää vuonna 2019 laadittua Turun SWMM -pohjainen hulevesimallia Rauvolanlahden valuma-alueen osalta. Mallin avulla tarkastellaan mahdollisten hajutettujen, luontopohjaisten järjestelmien vaikuttavuutta alueen hulevesijärjestelmän toimivuuteen ja vesitaseeseen. Mallinnuksen tuloksia hyödynnetään Resist-hankkeen hanke-suunnitelman laatimisessa. Kaikki mallinnukset tehdään Fluidit Storm ohjelman avulla.

Työ jakautuu seuraaviin osatehtäviin sekä työpakettiin (TP):

TP1: Hulevesimallin päivitys

TP2: Mallin kalibrointi

TP3: Nykytilan mallinnus ja kapasiteettitarkastelu

TP4: Hulevesijärjestelmien mitoitus ja vaikuttavuuden arviointi mallin avulla

### TP1 – Hulevesimallin päivitys

Mallin päivityksessä tarkennetaan putki- ja uomaverkosto sekä valuma-alueet. Valuma-alueiden hydrologiset parametrit päivitetään vastamaan nykyistä maankäyttöä. Mallin päivitykseen sisältyvät osatehtävät on kuvattu alla:

- Valuma-alueiden tarkentaminen:
  - Valuma-alueiden rajausta tarkennetaan niin, että osavaluma-alueiden koko on riittävän pieni luotettavien hulevesikäsittelyjärjestelmien mallinnustulosten tuottamiseksi. Arvioitu sopiva keskimääräinen osavaluma-alueiden koko on noin 1 ha taajamassa ja noin 2 - 10 ha harvaan rakennetulla alueella.
  - Nykyinen hulevesimalli on laadittu rankasateiden tarkastelua varten. Osavaluma-alueiden hydrologiset parametrit tulee päivittää niin, että malli mahdollistaa lisäksi pitkäaikaisen mallinnuksen sekä vesitasetarkastelun. Sen vuoksi malliin on lisättävä mm. tarvittavat lumen sulamisparametrit.
  - Imeyntämallina suositellaan käyttää SWMM:in sisälletty muokattu Green-Ampt -menetelmä tai vaihtoehtona muokattu Horton-menetelmä.

- Osavaluma-alueiden hydrologisien parametrien arvioinnissa hyödynnetään Scalgon, SYKE:n ja GTK:n laatimaa maanpeite- sekä maanperäaineistoa. Maanpeiteaineistoa tarvittaessa tarkennetaan ortokuvien perusteella.
- Putkiverkoston ja rumpujen tarkentaminen ja päivittäminen:
  - Putkien materiaalit, koot ja korot päivitetään uusimman verkostokartta-aineiston perusteella. Mahdolliset havaitut puutteet johto- tai rumputiedoissa raportoidaan tilaajalle ja niistä laaditaan tarvittaessa mittausohjelma tietojen tarkentamiseksi.
  - Mallissa lisätään kaivon ja putken tietokenttiin tietoa päivityksestä sekä tiedon lähteestä.
- Uomaverkoston päivitys malliin:
  - Tarvittavat avouomat tarkennetaan. Uomien poikkileikkausten arviointiin hyödynnetään laserkeilausaineistoa. Koska isojen uomien pohjatasot voi olla vaikea arvioida laserkeilauksen perustella, mikäli mahdollista pohjatasot interpoloidaan lisäksi rumpukorkojen välillä. Laserkeilatun pohjan ja rumpujen koren eron perusteella korjataan arvioidut poikkileikkaukset.
  - Merkittävimmistä uomien osuuksista laaditaan tarvittaessa mittausohjelma tyyppi-poikkileikkausten määrittämiseksi.
- Tulvareittien lisäys:
  - Harvempien rankkasateiden mallinnusta varten lisätään eri skenaariossa tulvareitit
  - Tarvittavat tulvareitit tarkistetaan kerran sadassa vuodessa sadetapahtumilla, johon otetaan ilmastomuutoksen vaikutus (20 % lisäys sademäärään) huomioon (1/100a<sup>IM</sup>).
- Päivitetyn mallin toimivuus tarkistetaan alustavasti rankkasateilla (ei kalibrointia).
- Mallin päivityksestä laaditaan tiivis Powerpoint -muotoinen selostus, jossa kuvataan millä perusteilla ja oletuksilla malli on laadittu. Dokumentaatiossa kuvataan seuraavat asiat:
  - Käytetty lähtöaineisto putkien ja uomien osalta
  - Käytetty lähtöaineisto ja menetelmät valuma-alueiden ja valuma-alueparametrien määrittämiseen



- Mahdolliset oletukset ja yksinkertaistukset virtausreittien, putkikokojen ja korkotietojen suhteen
- Mallinnuksessa käytetyt sadetapahtumat

## TP2 – Mallin kalibrointi

Mallin kalibrointi tehdään saatavien sekä toimittavien aineiston perusteella.

### *Vaihtoehto 1: Mittausaineiston perusteella*

Jos alueelta on saatavilla riittävän pitkä ja luotettava mittausjakso vähintään virtauksesta, kalibrointi tehdään toimitettavien aikasarjojen perusteella. Puuttuvat tarvittavat meteorologiset aikasarjat - niin kuin sadanta, lämpötila, haihdunta, tuulennopeus - haetaan Ilmatieteenlaitoksen mittausasemilta.

Toimitettava mittausaineisto tulee olla tarkistettu ja sopivassa muodossa (taulukkona, esim. csv tai xls), tarjous ei sisällä mittausaineiston tarkistusta.

### *Vaihtoehto 2: rankkasateilla*

Jos alueelta ei ole saatavilla sopivaa mittausaineistoa, karkea yksinkertainen mallin varmentaminen tehdään rankkasademallinnuksella, jonka tuloksia vertaillaan paikallisten tulvimisongelmien havaintoihin.

Kalibroinnista laaditaan tiivis Powerpoint -muotoinen selostus.

## TP3 – Nykytilan mallinnus ja kapasiteettitarkastelu

### *Nykytilamallinnus*

Päivitetyn mallin avulla mallinnetaan putki- ja uomaverkoston toiminta nykytilassa rankkasateilla (esim. toistuvuuksilla 1/3 a, 1/5 a, käytettävät toistuvuudet sovitaan tilaajan yhdessä). Mallin alkutilana käytetään tarvittaessa mitatun sadedatan perusteella saatuja simulointituloksia. Storm -ohjelmassa on mahdollista tallentaa yhden skenaarion tulokset ja käyttää niitä alkutilana toiseen skenaarioon. Alkutila pitää kuitenkin valita huolellisesti, sillä se vaikuttaa skenaarion kokonaistoistuvuuteen rankkasateen toistuvuuteen verrattuna. Sopiva alkutila sovitaan sen vuoksi tilaajan yhdessä.

### *Kapasiteettitarkastelu*

Mallinnuksen avulla tunnistetaan mahdolliset kapasiteettikapeikot ja verkoston ongelmakohdat, minkä avulla pyritään tunnistamaan alueet, joille toimenpiteitä kannattaa sijoittaa.

Tarkastelu suositellaan tehdä tavallisen hulevesiverkoston mitoitustoistuvuudella (1/5 a) sekä tulvatilanteessa (1/100 a<sup>IM</sup>).

Kapasiteettitarkastelusta laaditaan tiivis Powerpoint -muotoinen selostus. Mallinnustulokset toimitetaan visualisointia varten csv- tai shp-muodossa.

## TP4 – Hulevesijärjestelmien mitoitus ja vaikuttavuuden arviointi mallin avulla

Kapasiteettimallinnuksen perusteella tunnistettujen ongelmakohtien ratkaisu luontopohjaisilla ratkaisuilla testataan mallintamalla. Tavoitteena on mahdollisimman tasaisesti virtaava valuma-alue alivaluntaa kasvattamalla, ylivalunnan pienentämällä sekä haihdunnan maksimoinnilla. Seuraavat skenaariot tarkistetaan:

- Skenaario 1: Hajautetut järjestelmät, viivytys ja imeytys
  - Järjestelmien sijainnit ja tyypit ehdotetaan ja sovitaan tilaajan yhdessä. Mitoitus tehdään vain sovittujen sijaintien perusteella.
  - Järjestelmät mitoitetaan pitkäaikaisella simuloinnilla. Mitoituksen tarkoitus on vähentää huippuvirtaamia niin, että nykytilamallinnuksen perusteella havaitut tulvimisongelmat ratkaistaan, kun taas alivirtaamaa nostetaan.
- Skenaario 2: Putkiverkoston kapasiteetin kasvattaminen, kaikki vedet johdetaan tehokkaasti pois
  - Putkien ja rumpujen kapasiteetit parannetaan niin, että nykytilamallinnuksen perusteella havaitut tulvimisongelmat ratkaistaan.
  - Keskitetyt viivytysjärjestelmät sijoitetaan taajaman ulkopuolella. Niiden mitoituksella lasketaan huippuvirtaamat nykytilanteen tasoon, kun taas alivirtaamaa pääuomassa nostetaan.

Mallinnettävien lisäskenaarioiden sisältöä sovitaan tarvittaessa työn aikana lisätyönä.

Hulevesijärjestelmien mitoituksesta laaditaan tiivis Powerpoint -muotoinen selostus. Mallinnustulokset toimitetaan visualisointia varten csv- tai shp-muodossa.