



LOPPURAPORTTI

9.9.2022/JLa, HS-Vesi

Vesiensuojelun tehostamisohjelma -Kaupunkivesien hallinta ja haitallisten aineiden vähentäminen, viemärylivuodot

1 Hankekuvaus

Osahanke:

Pintakuivatuksen ja viemäriverkoston paikkatietopohjainen ristiin analysointi

Hankkeen toteuttajat

HS-Vesi ja Hämeenlinnan kaupunki

Rahoitus

Tuetun hankeosuuden kokonaiskustannus oli 12100e, alv0%, josta tukiosuus oli 50%, eli 6050e, alv0%.

Raportin taustaa:

Tässä raportissa käydään läpi tuetun hankeosuuden: "kuivatusmallin muodostaminen, sekä kuivatuksen ja jätevesiverkon ristiin ajo" (kappaleet 1-4) lisäksi myös tuetun osuuden ulkopuolella läpi vedetty jatko projekti: "Aluekuivatuksen uusi toimintamalli jätevesiylivuotojen vähentämiseksi" (Kappale 5).

HS-Veden toiminta-alueella hulevesien kokonaisvastuu asemakaavoitetulla alueella kuuluu kunnille ja kaupungeille, mutta aluekuivatuksen suhteen kuivatukseen liittyvillä osapuolilla on useita erilaisia intressejä, joiden yhteensovittamiseksi muodostettu aineisto ja toimintamalli antavat hyvät edellytykset edelleen kehittää kokonaisuutta nykyistä paremmaksi.

2 Aluekuivatusjärjestelmän ja siihen liittyvän vuotovesi/ylivuoto-ongelman kuvaus

Aluekuivatus on HS-Veden toiminta-alueella ollut aina hieman harmaalla alueella. Tämä johtuu pääasiassa siitä, että aluekuivatusjärjestelmää itsessään ei ole tunnistettu riittävällä tasolla kuntien alueella.

Aluekuivatukseen liittyvä kunnossapito on ollut pääosin reaktiivista ja johtuen aluekuivatusjärjestelmän dokumentoinnin puutteista, sitä on ollut vaikeaa suunnitella eri osapuolten välillä.

Hämeenlinnan kaupungin ja HS-Veden välillä "harmaa alue" pieneeni selkeästi siinä yhteydessä, kun lakimuutoksen myötä hulevesiasiat siirtyivät pääosiltaan maankäyttö- ja rakennuslakiin. Vastuut ovat pääosin jakautuneet siten, että HS-Vesi (tytäryhtiön kautta) on vastannut hulevesiverkoston runkoputkien toiminnasta ja kunnat ovat vastanneet pintavesien hallinnasta ja niiden keräämisestä ritiläkaivoihin. Ojien osalta on erikseen sovittu yhteiskunnossapidossa olevista avouomista.

Lakimuutoksen yhteydessä HS-Veden omistajakunnissa otettiin käyttöön julkisoikeudellinen hulevesimaksu, jonka kunnat ja kaupungit keräävät. Maksu kerätään kaikilta asemakaava-alueiden kiinteistöiltä.

Kuntaliitoksen myötä vuonna 2009 Hämeenlinnan kaupunkiin liittyi useita maaseutukuntia, joissa aluerakenne ei ole niin tiheää kuin Hämeenlinnan kantakaupungissa. Tämä on syy siihen, että liitoskunnissa aluekuivatus on isoilta osin toteutettu avo-ojiin perustuen, kun taas kantakaupungissa kuivatusjärjestelmän rakenne perustuu vahvemmin putkitettuun verkostoon. Koska julkisoikeudellinen hulevesimaksu peritään kaikilta asemakaava-alueiden kiinteistöiltä, voi asia asukkaiden suunnasta katsottuna näyttää epätasa-arvoiselta, koska vallalla on yleisesti käsitys, että kuivatusjärjestelmä koostuu ainoastaan putkiverkosta. Olikin siis tarve tunnistaa paremmin aluekuivatuksen järjestelmäkokonaisuuteen liittyvät avo-ojat

HS-Vedellä on ollut huomattavia haasteita jätevesiviemäriin vuotovesien kanssa ja yhtiö onkin panostanut voimakkaasti vuotovesihaittojen pienentämiseen erilaisia prosesseja kehittämällä. Käyttöön on vuonna 2019 otettu jätevesipumppaamoiden yhteyteen Neuroflux-monitorointijärjestelmä, jota vuonna 2021 laajennettiin jätevesiviemäriin vuotovesijakeet tunnistavalla laskennalla. Vuotovesijakeet tunnistavaa laskentaa käytetään vuotovesitutkimusten ohjaamiseen. Lisäksi vuonna 2022 yhtiössä otettiin käyttöön omalla resurssilla käytettävä Aquapriori Oy kehittämä AquaDuoscope-vuototutkimusmenetelmä. Edellä mainittujen toimintojen ympärille on rakennettu toimintaprosessi ja varattu resurssi, joilla jätevesiviemäriin vuotovesiä ja sitä kautta jätevesiverkoston ylivuotoja pyritään vähentämään.

Jätevesiviemäreiden vuotovesitutkimusten yhteydessä HS-Vesi on huomannut selkeän syy-yhteyden vuotovesien syntyyn sillä, jos aluekuivatus on puutteellinen tai se ei toimi. Haasteellisin aika vuotovesien suhteen HS-Veden verkostoalueella on kevään lumensulamisaika ja on todettu, että puutteellinen ojien toiminta aiheuttaa sen, että sulamisvesi löytää tiensä jätevesiviemäriin epäkunnossa olevien jätevesiverkoston rakenteiden kautta. Useassa kohteessa kyse on myös siitä, että ojien toimimattomuuden takia sulamisvesi pääsee jätevesipumppaamoiden ylivuotorakenteiden kautta jätevesiviemäriin ja tätä kautta verkoston kapasiteetti loppuu ja tuloksena on jätevesiylivuoto.

Ojat sijaitsevat maaston painanteissa ja ainakin Hämeenlinnassa samoja painanteita on erityisesti taajamissa hyödynnetty kokooja- ja pääjätevesiviemäreiden reitteinä, koska ne sijaitsevat maastollisesti alavilla paikoilla ja on pyritty toteuttamaan järjestelmää viettoviemäröintinä mahdollisimman paljon. Samasta syystä jäteveden pumppaamot sijaitsevat samojen ojien varressa ja niiden ylivuotorakenteet on johdettu samoihin ojiin.

Lisäksi on vielä yksi intressiryhmä, jota harvemmin tulee tässä viitekehyksessä ajatelleeksi ja se on ojien laadullinen rooli vesistöjen vedenlaadun parantamisessa. Karkeasti yleistäen voidaan sanoa, että vesistön laadun takia on eduksi, että ojan virtaama pysyy mahdollisimman pienenä, jolloin humus ja muu aines laskeutuu ojan pohjalle. Tässä mielessä ei ole myöskään haitaksi, jos ojapoikkileikkaus kasvaa pajukkoa, koska sekin hidastaa virtausta.

Eli laadullisesti olisi siis hyväksi, että ojien virtaus on hidasta ja ojien virtausta on tarkoituksellisesti tästä syystä myös hidastettu erilaisilla rakenteilla. Jätevesiviemärin toiminnan ja ylivuotojen vähentämisen kannalta olisi taas erityisen tärkeää, että ojien primääri tarkoitus olisi edelleen ykkösenä, eli niiden pitäisi toteuttaa alueita kuivattavaa roolia mahdollisimman tehokkaasti.

Näistä lähtökohdista nähtiin tarpeelliseksi HS-Veden ja Hämeenlinnan kaupungin kesken lähteä tunnistamaan aluekuivatusjärjestelmää paremmin myös avo-ojarakenteiden osalta, jotta eri osapuolten väliset intressit aluekuivatuksen suhteen voitaisiin ottaa tulevaisuudessa paremmin huomioon. Lisäksi nähtiin, että aluekuivatusjärjestelmän tunnistamisen myös avouomien osalta katsottiin olevan edellytys ennakoivan kunnossapidon kehittämiseksi.

3. Kuivatuksen tietomallin rakentaminen

Kuten aiemmin todettiin, on prosessien parantamisen ensimmäinen edellytys se, että tunnistetaan aluekuivatuksen järjestelmä. Erilaisissa kuivatuksen liittyvissä suunnitteluhankkeissa on jo pitkään ollut käytäntönä käyttää Maanmittauslaitoksen pintamallia valuma-alueiden ja huleveden virtaussuuntien määrittämiseen. Pintamallia löytyy 2*2m tai 10*10m pistepilvenä, ja tapauksesta riippuen käytetään soveltuvaa tarkkuutta. Pintamallin haasteena on, että se ei tunnista huleveden putkireittejä, eikä muita maanalaisia rakenteita ja tällöin reiteistä ei tule jatkuvia tai ne eivät kuvaa todellisuutta tilanteessa, kun hulevesi kulkee putkirakennetta pitkin. Markkinoilla on olemassa suunnitteluohjelmia, jotka hyödyntävät pintamallia hulevesienhallinnan suunnittelussa. Ohjelmiin pystyy myös integroimaan putkiverkko-osuuksia, jolloin mallinnettu reitti kuvaa paremmin todellisuutta. Em. ohjelmistot soveltuvat kuitenkin paremmin ratkaisemaan yksittäisen kohteen ongelmaa, mutta niillä ei ole järkevää hallita kokonaisuutta ennakoivan kunnossapidon näkökulmasta.

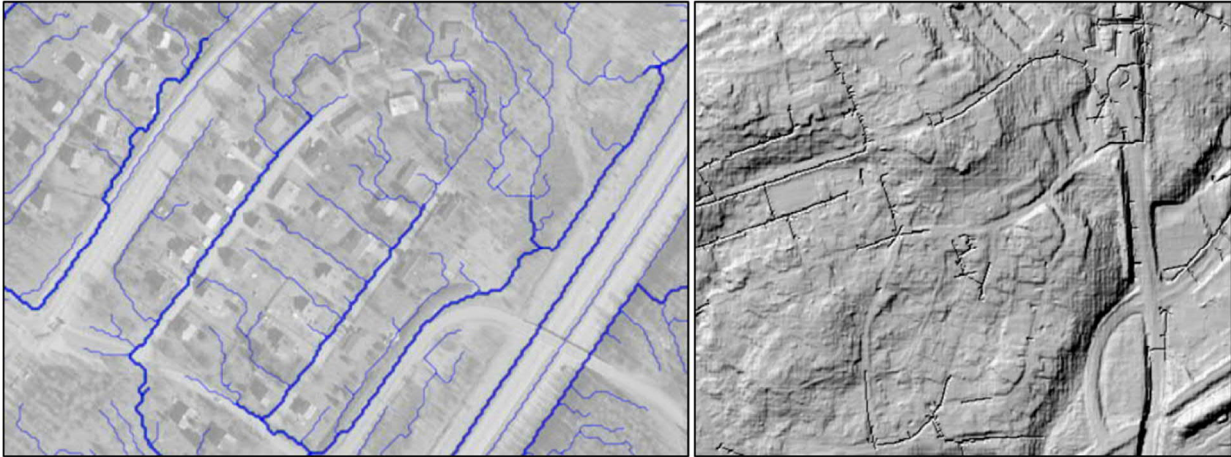
Tässä kyseisessä HS-Veden ja Hämeenlinnan kaupungin projektissa olikin lähtökohtaisesti tarkoitus lähteä tunnistamaan hulevesien reittejä sillä periaatteella, että hulevesijärjestelmästä muodostetaan Trimble NIS-verkkotietojärjestelmään tietomalli ja tätä kautta saadaan käyttöön verkkotietojärjestelmään jo rakennettu kunnossapitomalli käyttöön ja samalla päästään hyödyntämään verkkotietojärjestelmän omaisuudenhallintamallia myös hulevesijärjestelmän yhteydessä. Eli aineiston muodostamisessa reunaehtona oli heti alusta asti käytettävyys verkkotietojärjestelmässä. Yhteistyökonsultiksi työhön valittiin Sweco, jonka kanssa tietomallia lähdettiin rakentamaan

3.1 Kuivatuksen tietomallin muodostamisen yleiskuvaus

Swecon rakentama paikkatietopohjainen pintavalunta-analyysi perustuu niin sanotun edullisimman reitin määrittelyyn (least-cost-path). Käytännössä sadepisaraille etsitään avoimen lähdekoodin paikkatietojärjestelmäsovelluksen avulla korkeusmallista edullisin reitti kohti vesistöjä. Analyysissä hyödynnetään vesihuoltolaitokselta saatavaa hulevesiverkostokarttaa sekä Maanmittauslaitoksen avointa

paikkatietoa (mm. maastotietokantaa ja korkeusmallia). Teknisesti analyysi on mahdollista toteuttaa, kun tilaajalta saadaan hulevesiverkoston tiedot.

Aineistoa käsitellään least-cost-path -algoritmin jälkeen paikkatietoprosessilla, jotta aineisto saadaan hiottua mahdollisimman toimivaksi lopullista käyttötarkoitusta varten. Esimerkiksi vektorien suunta tarkastetaan ja korjataan veden virtassuunnan mukaisiksi. Lopuksi määritellään reittien korkoasema käyttäen apuna lähtötiedon korkeusmallia.



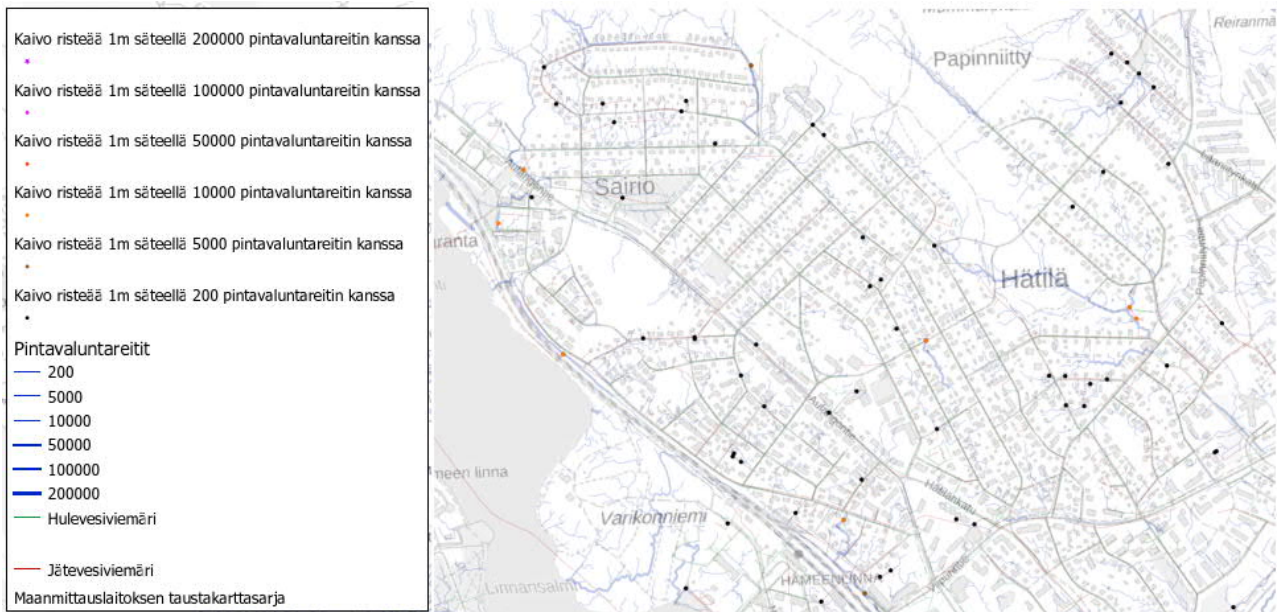
Kuva 1. Vasen kuva: Esimerkki pintavalunta-analyysistä. Oikea kuva: Esimerkki kaiverretusta maanpintamallista.

Pintavalunta-analyysi visualisoi ketterästi koko kunnan hulevesijärjestelmän avo-ojista maanalaisiin hulevesijärjestelmiin. Visualisointi auttaa hahmottamaan kunnan järjestelmän toimintaa sekä laatimaan koko järjestelmän kattavia kunnossapitosuunnitelmia. Pintavalunta-analyysin avulla on mahdollista myös paikantaa kartoittamattomia ojarumpuja sekä hulevesiverkoston ja jätevesiviemärin mahdollisia liitoksia.

Algoritmin tuottamien välitulosten yhteydessä pidettiin palaveria Swecon, tilaajan ja Trimble NIS-konsultin välillä, jotta koko ajan pysyi kirkkaana se, että algoritmin tuottama aineisto sopii mahdollisimman hyvin Trimble NIS:iin aluekuivatuksen tietomallin pohja-aineistoksi.

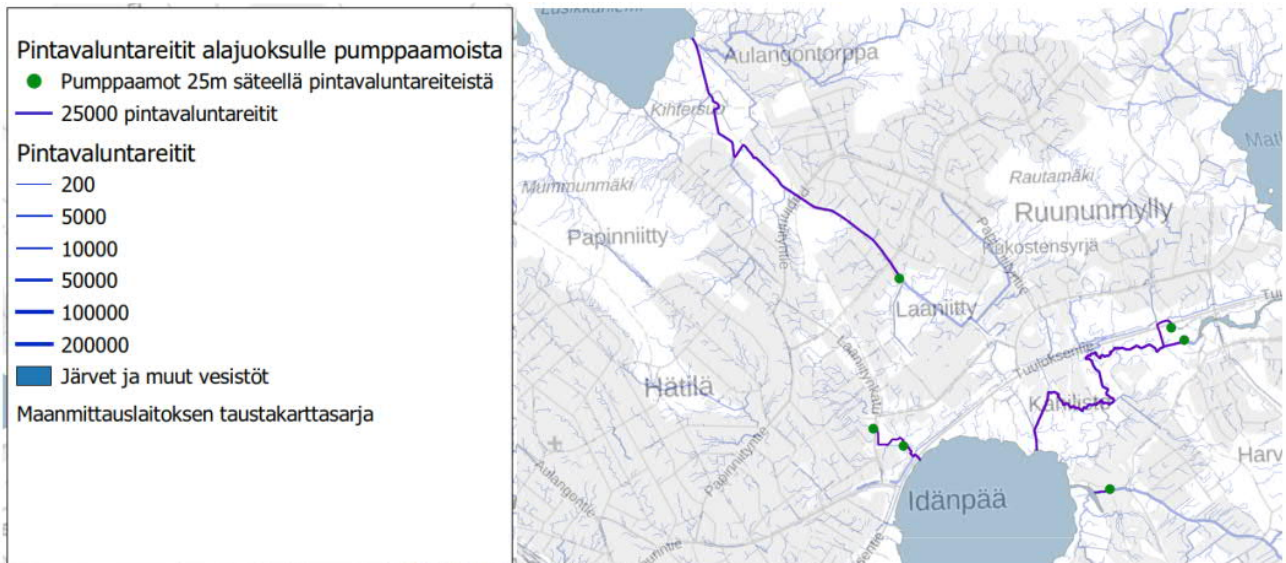
4. Aluekuivatuksen ja jätevesiverkoston ristiin ajo

Kun tietomalli oli saatu koostettua, päästiin tuetun projektin toiseen vaiheeseen, jossa oli tarkoitus kokeilla yleisellä tasolla muodostetun kuivatusjärjestelmän ristiin ajoa jätevesiverkoston kanssa. Tarkoitus oli tunnistaa em. järjestelmien risteämien "hotspotit", jotta voidaan paremmin tunnistaa kohteita, joissa pitäisi tutkia jätevesiverkoston kuntoa vuotovesien vähentämisen kannalta.



Kuva 2: Kuvakaappaus ristiin ajon tulodokumentista

Samassa yhteydessä tunnistettiin alustavasti jätevesipumppaamojen sijainnin kautta oja, joiden toiminnan häiriöttömyys olisi tärkeää jätevesiviemäreiden toiminnan kannalta.

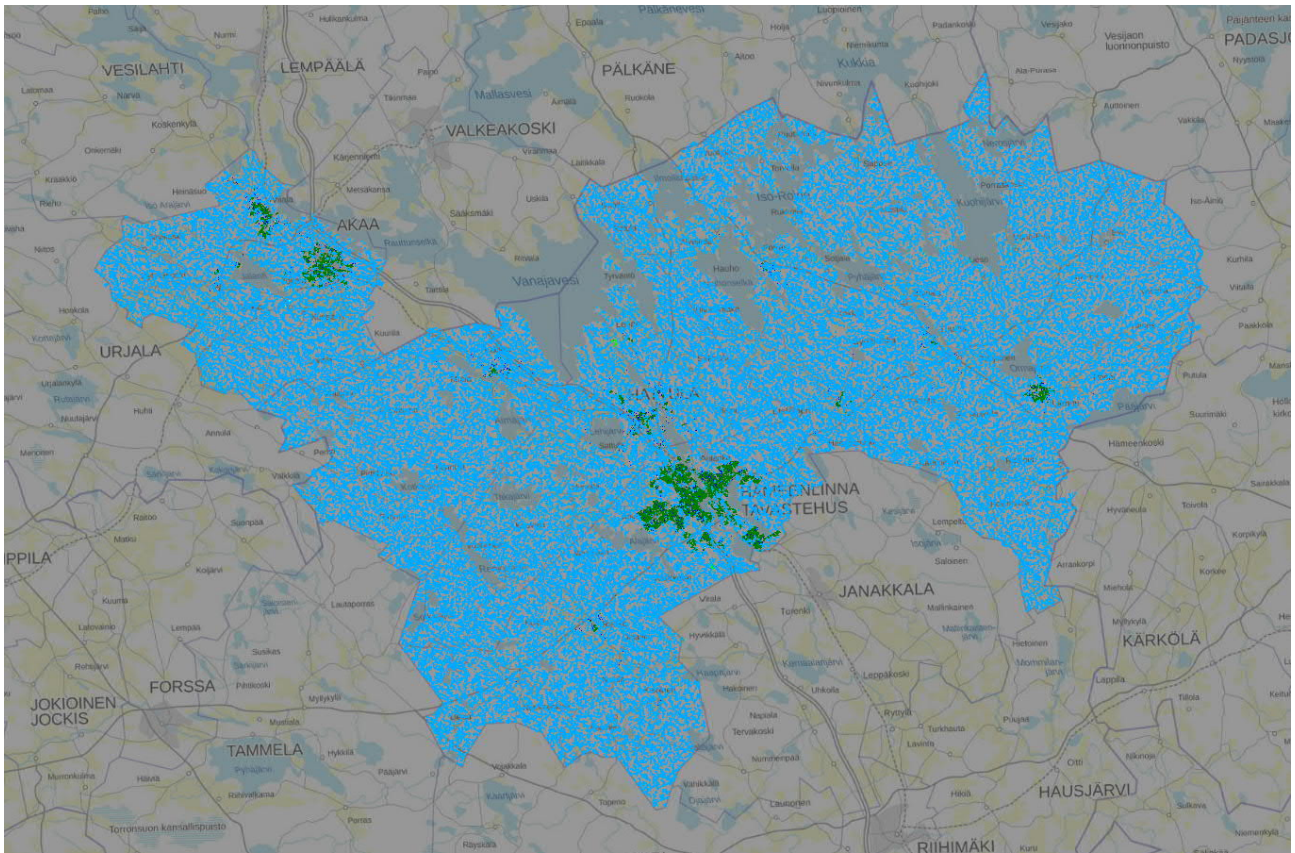


Kuva 3: Projektissa luonnosteltiin myös jätevesiviemäreiden kannalta tärkeiden ojien tunnistamisesta

5. Tuotetun aineiston hyödyntäminen

Projektin tuettu osa toimi hyvin koestuksena sille, millä tapaa tuotettua aineistoa voidaan hyödyntää jätevesiviemäriin vuotovesien ja tätä kautta ylivuotojen vähentämiseen tähtäävissä toimissa. Tämä Hämeenlinnan kaupungin kanssa toteutettu pilottiprojekti aiheutti kiinnostusta myös HS-Veden muissa omistajatahoissa, joita ovat Akaan kaupunki ja Hattulan kunta. Perusprojektin jälkeen toteutettiin Swecon kanssa samanlainen aluekuivatusaineiston muodostaminen myös muiden omistajien alueilla.

Lopputuloksena projektin myötä on saatu toteutettua koko yhtiön alueelle aluekuivatusmalli, jossa myös hulevesiputket ja -rummut ovat osa toiminnallista kokonaisuutta.



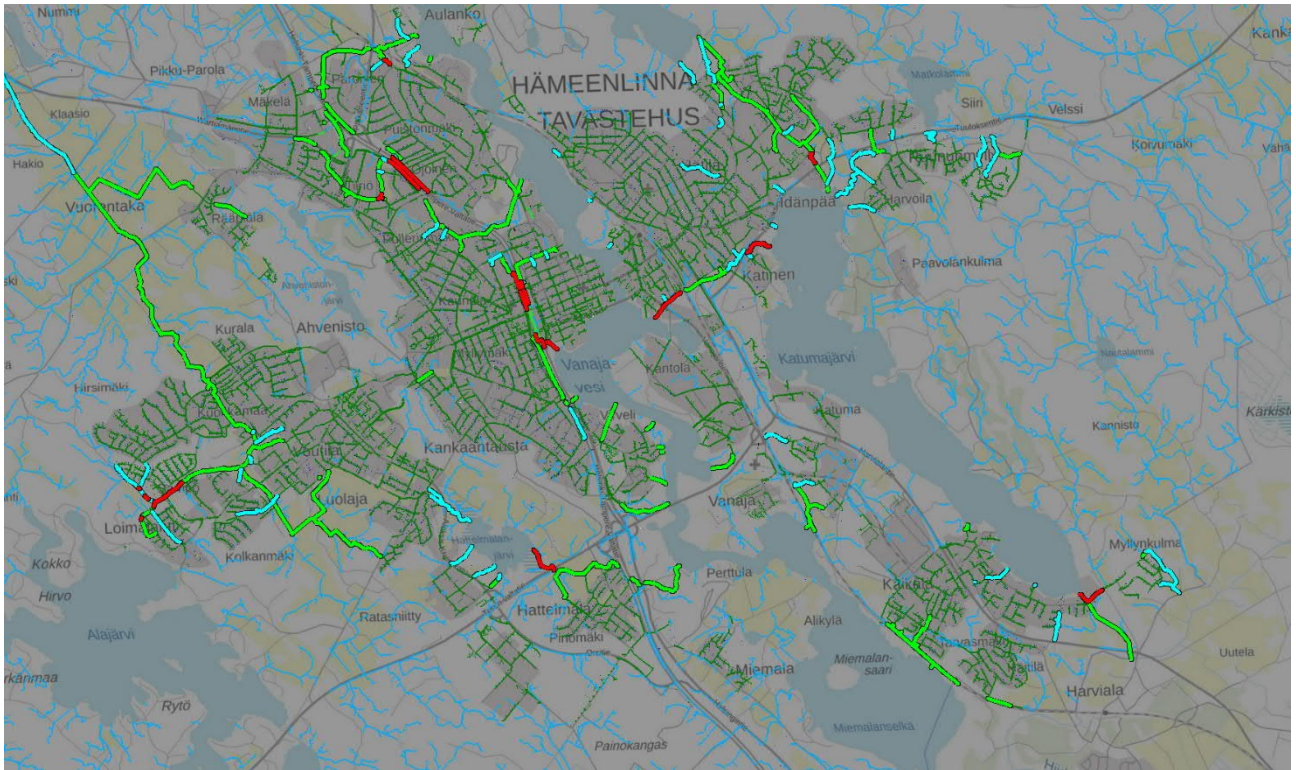
Kuva 4: Kuivatuksen tietomalli on muodostettu koko yhtiön alueelta

5.1 Ojien hierarkia ja tunnistaminen

Koko projektin lähtökohtainen ajatus oli siis tunnistaa aluekuivatus, jonka jälkeen voitiin lähteä rakentamaan tuotetun aineiston pohjalta kuivatuksen tietomallia verkkotietojärjestelmään. Tietomallilla on tarkoitus parantaa selvilläolo- ja kunnossapitomallia asian hallinnan parantamiseksi. HS-Veden ja yhtiön omistajien välisessä yhteistoimintasopimuksessa on määritetty, että tietyt ojat ovat yhteiskunnossapidossa, vaikka kunnat vastaavatkin hulevesien hallinnasta asemakaavoitetulla alueella. Vesi-yhtiön kannalta tässä on perusteena se, että tällöin laitos voi omalta osaltaan vaikuttaa siihen, että yhtiön jätevesiviemäreiden toiminnan kannalta tärkeät ojat toimisivat mahdollisimman häiriöttömästi. Nyt tehdyn projektin myötä em. ojaketjut täydentyivät niin, että niitä käsitellään verkkotietojärjestelmässä samalla tapaa kuin vesihuollon toiminta-alue-ehdotuksia. Eli ojat on luokiteltu ”hyväksytyihin, ehdotuksiin ja poistettaviin”. Kun asia saadaan käytyä kuntien kanssa läpi, niin tavoitteena on yhtenäistää luokitus ”hyväksyty” muotoon.

HS-Veden omistajien alueella Em. oja löytyy seuraavasti:

- Aiemmat tunnistetut ojat 66140 metriä
- Uusia tunnistettuja oja 32810 metriä (ehdotus)
- Poistettavia aiemmin tunnistettuja oja 5350 metriä (ehdotus)



Kuva 5: Hämeenlinnan kanta-kaupungin alueella olevat ojat, joihin laskee hulevesiviemäreitä

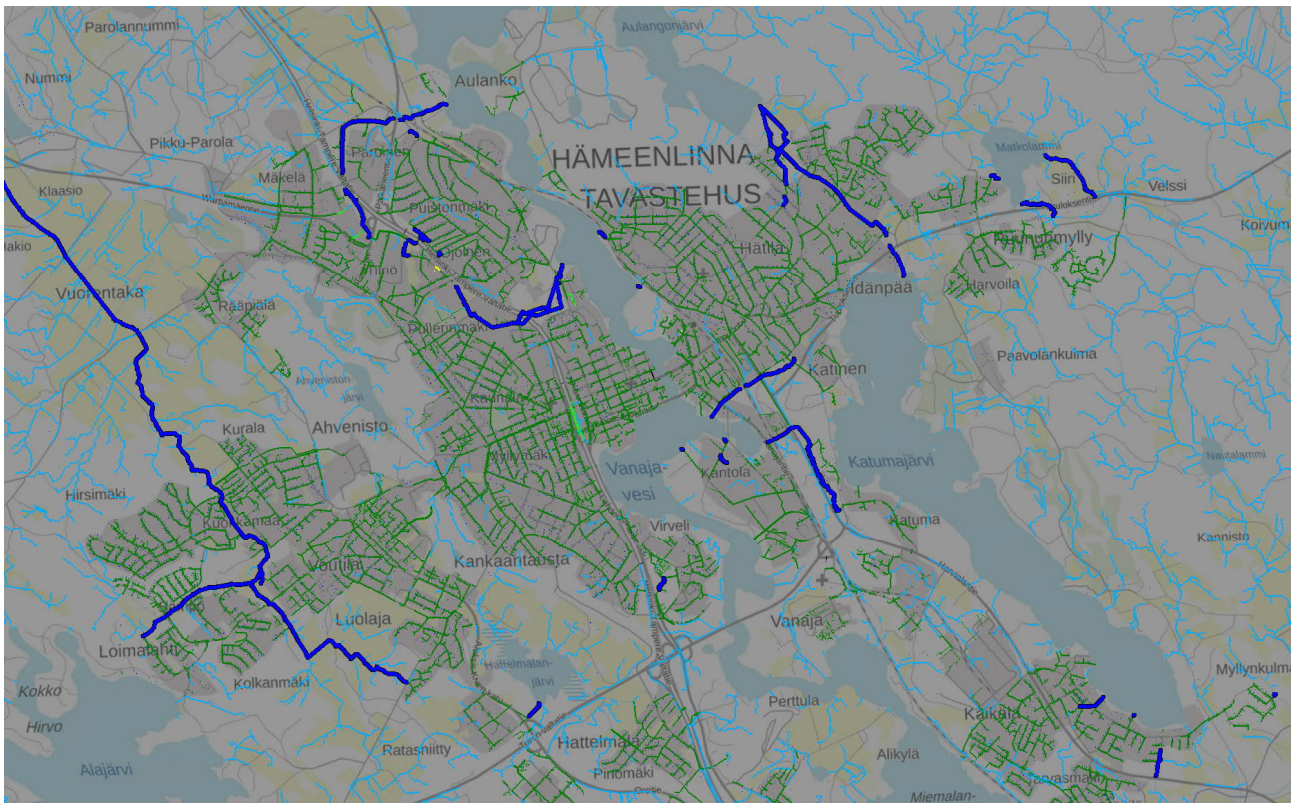
5.2 Jätevesiviemäreiden kannalta tärkeät ojat

HS-Vesi on tehnyt pitkäjänteistä työtä jätevesiviemäreiden vuotovesien vähentämiseen liittyen. HS-Veden toiminta-alueella haastavimmat vuotovesiongelmat liittyvät aluekuivatukseen ja sen toimimattomuuteen. Tämän takia seuraavaksi projektissa määritettiin ne ojat, joiden toiminta on tärkeää jätevesiviemäreiden toiminnan kannalta.

Jätevesiviemäreiden kannalta tärkeät ojat on määritetty seuraavilla perusteilla:

- Jätevesipumppaamon ylivuoto on johdettu ojaan
- Ojaan purkaa hulevesiviemäri, johon on johdettu JV-pumppaamon ylivuoto
- Viettoviemäri sijaitsee alle 3 metrin päässä ojasta

Edellä mainituilla muuttujilla on saatu kuivatuksesta muodostettua se ojaverkosto, joiden kunnossapitoon voidaan perustellusti käyttää jätevesiviemäreiden kunnossapitoon tarkoitettua rahaa. Muut ojat ovat aluekuivatusta ja sen ylläpitoon ei voida käyttää vesimaksutuloja, vaan em. hulevesijärjestelmän kunnossapito pitää rahoittaa vesimaksutulojen ulkopuolelta. HS-Veden alueella tämä tarkoittaa, että kunnossapito rahoitetaan kuntien keräämällä julkisoikeudellisella hulevesimaksulla.

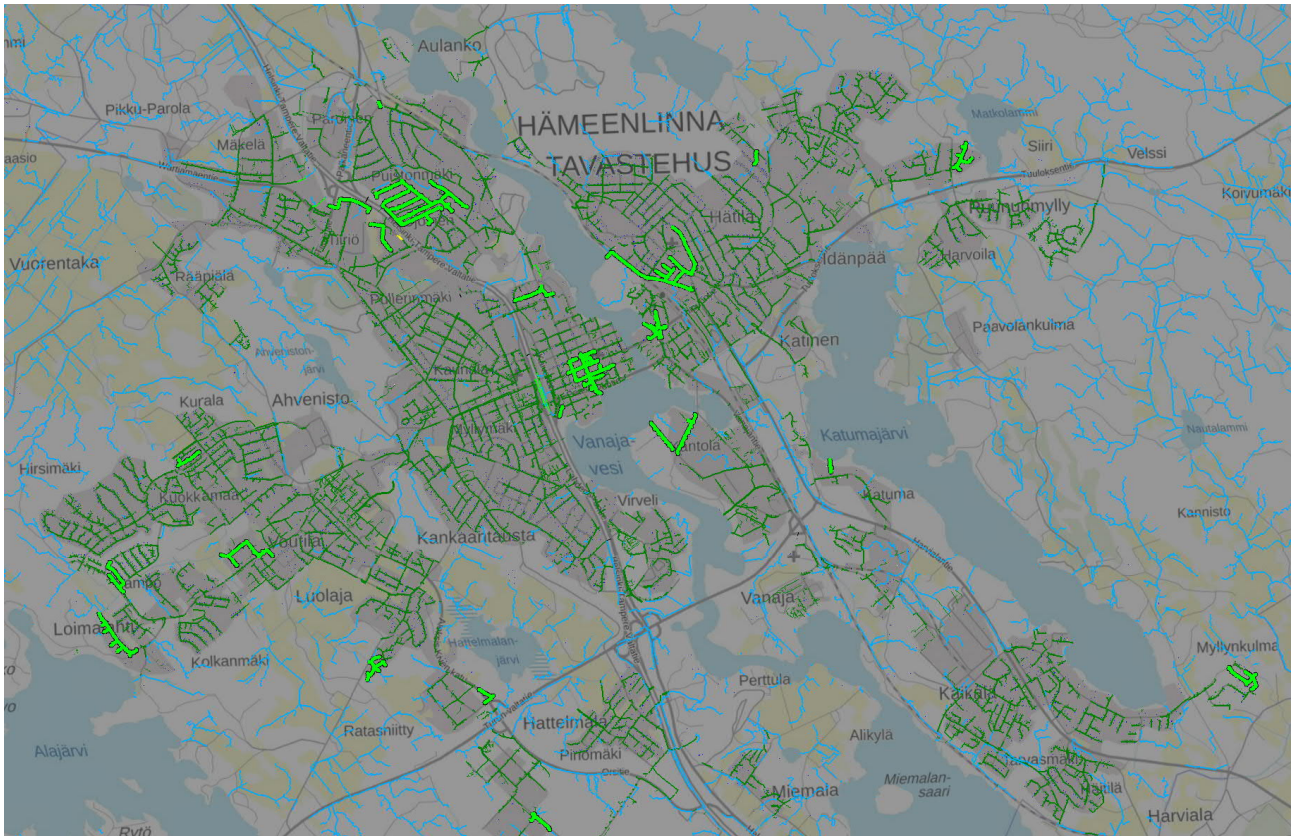


Kuva 6: Hämeenlinnan kanta-kaupungin alueella olevat ojat, joiden häiriötön toiminta on tärkeää jätevesiviemäreiden toiminnan kannalta

5.3 Jätevesiviemäreiden kannalta tärkeät hulevesiviemärit

Hulevesiviemäriin pätee sama asia kuin ojiin, eli kaikki hulevesiviemärit eivät ole olennaisia jätevesiviemäriin toiminnan ja jätevesiviemäriin johtuvien vuotovesien kannalta. HS-Vedellä on yli 300 jätevedenpumppaamoja ja kaikissa kohteissa ei ole löytynyt maastosta paikkaa, jonne pumppaamon ylivuotoputki olisi voitu rakentaa. Projektissa tunnistettiin ne jätevesipumppaamot, joiden ylivuoto on johdettu suoraan hulevesiviemäriin. Ratkaisu on "aikansa tuote" ja siinä on muutamia teknisiä haasteita. Yksi haaste on muun muassa se, että mikäli huleveden reitti ei ole täysaukkoinen (osittain tukossa), niin rankkasateella hulevesi nousee putkessa ja "korkkaa" ylivuotoputken kautta jätevesiviemäriin. Lisäksi haastetta aiheuttaa myös se, että hulevesiviemäreitä ei normaalisti mitoiteta erityisen rankkoja mitoitussateita varten, koska hulevesi saa tulla 100mm kadunpinnan päälle, jolloin tämä aiheuttaa samanlaisen tilanteen, että hulevesi nousee verkostossa ja virtaa jäteveden ylivuodon kautta väärään suuntaan.

Kohteissa, joissa jätevesipumppaamon ylivuoto on johdettu hulevesiviemäriin, nousee kyseisen hulevesiviemäriin ja siihen liitettyjen ritiläkaivojen ja purkuojan kunnossapidon rooli entistä tärkeämmäksi. Mikäli näiden kunnossapitoa laiminlyödään, tulee se kuormittamaan jätevesiverkostoa vuotovesillä.



Kuva 7: Hämeenlinnan kanta-kaupungin alueella olevat hulevesiviemärit, joiden häiriötön toiminta on tärkeää jätevesiviemäreiden toiminnan kannalta.

5.4 Aluekuivatusjärjestelmän kunnossapidon suunnittelu ja yhteistoiminta

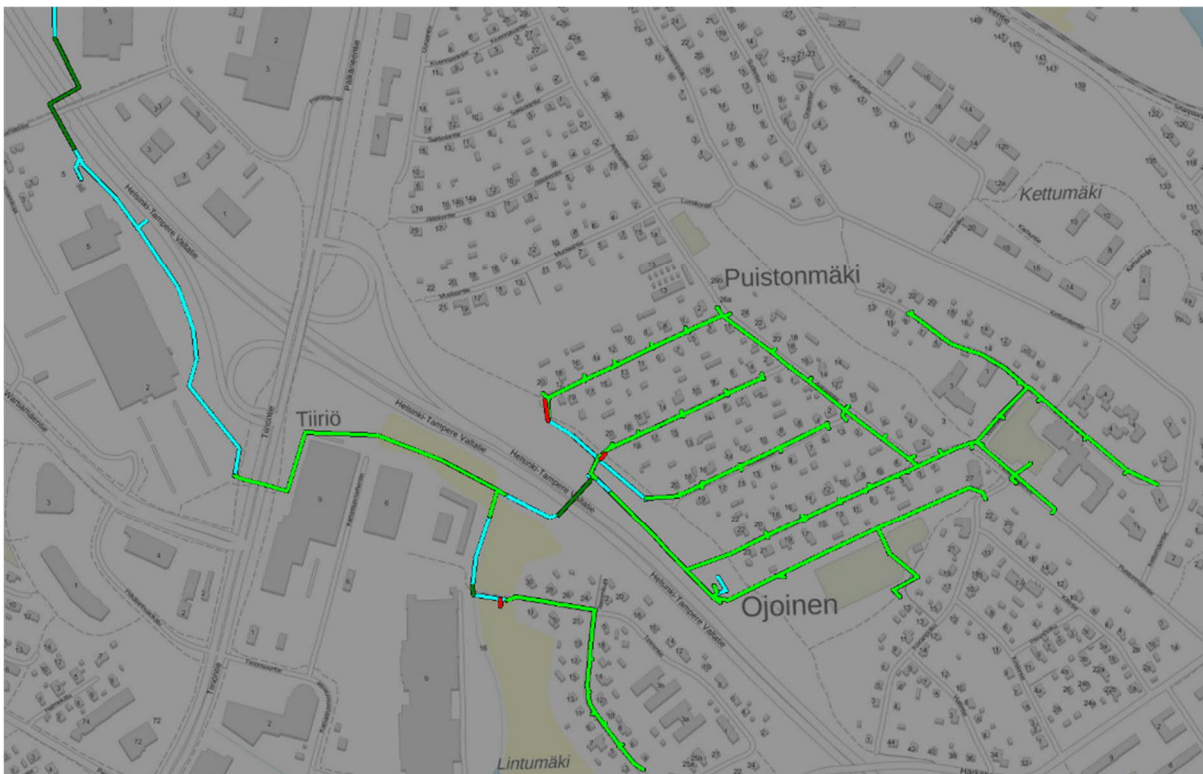
Aluekuivatusjärjestelmän komponenttien tunnistaminen jätevesiviemäreiden vuotovesien vähentämisen kannalta helpottaa ohjaamaan eri osapuolten yhteisiä resursseja mahdollisimman tehokkaasti myös vuotovesien vähentämisen kannalta. HS-Vesi on toteuttanut Hämeenlinnan kaupungin vastuulle kuuluvien hulevesiviemäreiden (ritiläkaivot ja niiden viiksiputket) kunnossapitomallin Trimble NIS-verkkotietojärjestelmään. Tämän projektin myötä samaan kunnossapitomalliin saadaan myös hulevesijärjestelmään kuuluva avo-ojien osuus. Tulevaisuudessa myös Akaan kaupunki käyttää Trimble NIS-verkkotietojärjestelmää hulevesijärjestelmän kunnossapidossa. Käytettävyyttä helpottamaan verkkotietojärjestelmään on toteutettu helppokäyttöiset valikot, joiden avulla tämän raportin kuvat on suoraan otettu:

Kunnossapidon suunnittelu
Tarkastettavat hulevesikaivot
Vialliset hulevesikaivot
Huollettavat hulevesikaivot
Hulevesiverkon omistajat
Jätevesiviemärin kannalta tärkeät ritiläkaivot

Kuva 8: Kaupungin huleveden putkiverkon kunnossapitomalli

Yhteisojat
Hyväksytty
Ehdotus uusi
Ehdotus poistettava
Jätevesiviemärin kannalta tärkeät ojat
Jätevesiviemärin kannalta tärkeät hulevesilinjat
Jätevesiviemärin kannalta tärkeät rummut
Jätevesiviemärin ylivuotoputket
JV ylivuodon purkuaukon suojaustapa
Kunnan selvittäminen suunniteltu
Kunnan selvittäminen tehty
Oja perattava
Oja raivattava

Kuva 9: Avo-ojaverkoston kunnossapitomalli, jossa vuotovesinäkökulma



Kuva 10: Lopputuloksena koko yhtiön toiminta-alueelta tietomalliin perustuva visuaalinen kokonaisuus jätevesiviemärin kannalta tärkeistä aluekuivatusjärjestelmän osista

Jätevesiviemäreiden vuotovesien vähentäminen on yhteispeliä, jossa on monta ristikkäistä intressiä. Tämän projektin tulokset ja verkkotietojärjestelmään rakennettu toimintamalli antaa hyvät mahdollisuudet

kehittää aluekuivatusjärjestelmän toimintaa siten, että järjestelmän toimimattomuudesta aiheutuvia vuotovesiä jätevesiviemäriin ja jätevesiverkoston ylivuotoja voidaan tulevaisuudessa vähentää huomattavasti tehokkaammin. Lopputuloksena on kunnossapitojärjestelmä, jossa saadaan visuaalisesti selkeänä nostettua pintaan aluekuivatuksen ja jätevesiviemäreiden rajapintoja liittyen vuotovesien vähentämiseen, mutta samalla in saatu muodostettua myös kunnossapitojärjestelmä aluekuivatuksen tarpeisiin.

Loppuvuoden aikana muodostettua kuivatuksen tietomallia "rikastetaan" ympäristöhallinnon avoimen datan aineistoilla, jolloin muodostetuille ojavektoreille saadaan lisättyä automaattisesti erilaisia attribuutteja, joita ovat mm. erilaiset ojien luontoluontoarvot, suojelukohteet jne. Tällöin em. Asiat saadaan otettua paremmin huomioon esimerkiksi ojan perkausta suunniteltaessa.

Verkkotietojärjestelmään integrointi on toteutettu HS-Veden omana työnä ja työ on toteutettu Trimble NIS verkkotietojärjestelmän kunnossapitomodulin perustoiminnoilla.

Hämeenlinnassa 9.9.2022

Jarno Laine, suunnittelupäällikkö

HS-Vesi