

Kaupunkivedet hallintaan Lappeenrannassa – Kauha-hanke

ESAELY/1390/2023

Päätoteuttaja ja muut toteuttajat:

Lappeenrannan kaupunki ja Lappeenrannan Energiaverkot Oy

Toteutusaika: 01/2024–06/2025



Loppuraportti

Johdanto:

Jätevesiverkostoon päätyy vuosittain suuria määriä vuotovesiä, jotka eivät kuulu jätevesiviemäriin. Rankkasateella vuotovedet voivat aiheuttaa jätevesiviemäreiden ylivuotoja ja ovat riski ympäristölle, kun jätevesiä päätyy puhdistamattomina vesistöihin. Myös puhdistamattomat hulevedet itsessään kuormittavat vesistöjä ja voivat huonontaa niiden tilaa. Varsinkin rankkasateella suuret virtaamat kuljettavat haitallisia aineita purkuvesistöihin.

Tämän hankkeen tarkoitus on kerätä ja analysoida tietoa hulevesistä aiheutuvien jäteveden ylivuotojen ja hulevesien vesistöille aiheuttaman kuormituksen määrästä, laadusta ja päästölähteistä, sekä tarvittavien hallintakeinojen kokonaisuudesta. Hankkeen toimenpiteillä vahvistetaan kaupungin ja vesihuoltolaitoksen yhteistyötä tarkastelemalla vesien hallintaa kokonaisuutena, ja kehittämällä mm. tiedonhallintaa ja sidosryhmätoimintaa.

Keskeisimmät tavoitteet ovat:

- Lisätä tietoa jäteveden satunnaispäästöjen ja hulevesikuormituksen nykytilasta Lappeenrannassa
- Tunnistaa ne alueet, joilla vuotovesien kautta on merkittävät riskit jäteveden ylivuodoille ja arvioida niiden merkittävyyttä ympäristön kannalta
- Tunnistaa merkittävimmit hulevesikuormitusta aiheuttavat alueet ja arvioida niiden merkittävyyttä ympäristön kannalta
- Tunnistaa, millaisia hallintakeinoja tarvitaan päästöjen vähentämiseksi nykytilanteessa ja tulevaisuudessa
- Koota yhteen hankkeen aikana havaituta hyvät käytännöt ja toimintamallit, joiden avulla muutkin kunnat voivat edistää kokonaisvaltaista kaupunkivesienhallinnan suunnittelua alueellaan.

Hankkeen toteutusaika 1.1.2024 – 1.6.2025

Hankkeen kokonaisrahoitus 150 000 €, josta Ympäristöministeriö on rahoittanut hanketta 120 000 eurolla vesiensuojelun tehostamisohjelmasta.

Hanke toteutettiin yhteishankkeena Lappeenrannan kaupungin ja Lappeenrannan Energiaverkot Oy:n kanssa. Lappeenrannassa kaupunki omistaa hulevesiviemäriverkoston ja vastaa hulevesien hallinnasta. Lappeenrannan Energiaverkot Oy edustaa vesihuoltolaitosta, joka vastaa jätevesien johtamisesta Lappeenrannan Lämpövoima Oy:n omistamille jätevedenpuhdistamoille.

Hankkeen toteutus:

Työn toteutettiin neljässä eri työvaiheessa konsulttivetoisena ennakoon tehdyn hankesuunnitelman mukaisesti. Työvaiheet olivat:

- 1.Lähtötietoanalyysi
- 2.Riskiperusteinen tarkastelu kriittisten kohteiden ja toimintojen tunnistamiseksi
- 3.Tarkemmin valitut alueet (case-tarkastelut)
- 4.Hallintakeinojen määrittely

1.Lähtötietoanalyysi

Ensimmäisessä vaiheessa lähtötietoina tarkasteltiin olemassa olevien Lappeenrannan jäte- ja hulevesiverkostojen hydraulisia malleja.

Jätevedet / Lappeenrannan Energiaverkot Oy

Jätevesiverkoston osalta lähtötietoina käytettiin Rambollin laatimaa verkoston hydraulista mallia. Hankkeen aikana mallia tarkennettiin mm. lisäämällä malliin viemäriverkoston ylivuotoaukkoja ja päivittämällä pumppaamojen toimintaa kuvaavia parametreja.

Jätevesiverkoston kunnosta oli saatavilla verkkotietojärjestelmään dokumentoituja viemärikuvaustuloksia noin 25 % viemäriverkostosta. Lisäksi hyödynnettiin vuosina 2020 ja 2021 tehtyjä vuotovesiselvityksiä. Lappeenrannassa on myös tehty savukokeita virheellisten kiinteistöliitosten tunnistamiseksi.

Hankkeessa jätevesiverkoston vuotovesiprosenttia ja -määrää pyrittiin selvittämään pumppaamoiden virtaaman perusteella valuma-aluekohtaisesti. Käytettävissä olevien lähtötietojen perusteella päädyttiin hankkeen aikana tekemään pumppaamokohtaiset vuotovesimääritykset pumppaamoille, joilta saatavissa oleva lähtötieto katsottiin hyödyntämiskelpoiseksi tähän projektiin.

Hankkeen aikana pumppaamoiden virtausmittauksia kalibroitiin. Vuonna 2024 suurimmille pumppaamoille tehtiin virtausmittausten kalibrointia ja osalla pumppaamoista, tarkastettiin laskennallinen lähtötieto astiamittausten avulla.

Koko verkostoa vastaava vuotovesiprosentti laskettiin puhdistamon virtaaman ja Lappeenrannan laskutetun jäteveden määrän mukaan. Näillä lähtötiedoilla edettiin riskiperusteiseen tarkasteluun kriittisten kohteiden ja toimintojen tunnistamiseksi.

Hulevedet / Lappeenrannan kaupunki:

Hulevesiverkoston osalta hydraulinen malli kattaa koko Lappeenrannan hulevesiverkoston ja sinne on viimeisimmän päivityksen yhteydessä vuonna 2024 viety myös keskeisimpiä avouomia sekä kolme rakennettua hulevesikosteikko. Mallin rakentamisen yhteydessä vuonna 2021 on jouduttu arvioimaan puuttuvia verkostotietoja, esimerkiksi kaivojen ja putkien korkoja ja halkaisijoita.

Hulevesien lähtötietoina käytettiin Lappeenrannan hulevesiverkon avulla korjattuja valuma-alueita, virtausreittejä, kaupungin kaavoitus-, liikenne- ja luontotietoja sekä SYKE:n avoimia paikkatietoja. Paikkatietoaineistojen avulla pohdittiin, mitkä aineistot otetaan huomioon riskianalyyseissä. Aineistoja ja Lappeenrannan haavoittuvia alueita ja huleveden laadun ongelmakohtia kartoitettiin myös kaupungilta saadun tietopohjan ja näkemyksen avulla.

2.Riskiperusteinen tarkastelu kriittisten kohteiden ja toimintojen tunnistamiseksi:

Toisessa vaiheessa pyrittiin tunnistamaan kriittisimmät kohteet riskien arvioimiseksi ja laaditaan riskiperusteinen analyysi, jonka perusteella valitaan 2–3 valuma-aluetta tarkempaan tarkasteluun.

Jätevedet / Lappeenrannan Energiaverkot Oy

Riskiperusteisen tarkastelun aluksi tarkasteltiin jätevesiverkoston toimintaa kokonaisuutena ja arvioitiin ylivuotojen muodostumista, vuotovesien merkitystä päästöjen syntymiselle sekä puhdistamon prosessiohituksia. Vuotovesitilannetta tarkasteltiin myös alueittain vuositason pumppaamoiden virtaamatietojen pohjalta.

Jätevesiverkoston hydraulista toimintaa ja ylivuototilanteita tarkasteltiin hydraulisen mallinnuksen avulla sekä pumppaamoiden kaukovalvonnan raporttien perusteella. Kaukovalvontaan ei ole rekisteröitynyt ylivuotoja eikä verkostomallinnuksen tulosten mukaan ylivuotoja tapahdu nykytilanteessa muualtakaan verkostosta. Mallista tarkasteltiin myös tulevaisuuden skenaariota, jossa oletettiin ilmastomuutoksen myötä voimistuvien sateiden lisäävän vuotovesiprosenttia.

Jätevesiverkoston ylivuotoriskin ja vaikutusten arvioinniksi jätevesiverkoston ylivuotoaukkoja ja Lappeenrannan hulevesiverkostoa verrattiin keskenään, jotta saadaan tietoa, minne mahdollinen jäteveden ylivuoto purkaa. Tämän lisäksi hyödynnettiin paikkatietoaineistoja, jotka sisälsivät tietoa herkistä vesistöistä ja muista herkistä alueista. Näitä alueita olivat Rakkolanjoki ja Pien-Saimaa, uimarannat, virkistys- ja luonnonsuojelualueet sekä Lappeenrannan vedenottamoiden suojavyöhykkeet.

Osana hanketta teetettiin vuotovesimittauksia kahdella eri alueella, Sammonlahdessa sekä keskustan alueella. Palveluntarjoajat toteuttivat vuotovesimittauksia syksyn 2024 ja talven 2025 aikana yhtäjaksoisesti noin neljän kuukauden ajan. Mittausalueille toteutettiin tarkemmat vuotovesianalyysit.

Hule- ja jätevesien yhteensovittamiseksi Sammonlahden alue valittiin tarkastelussa yhteiseksi alueeksi, jossa tarkasteltiin sekä jäte-, että hulevesien kannalta keskeisempiä herkkiä osavaluma-alueita. Huomiota kiinnitettiin sekä laadulliseen että määrälliseen riskiin. Lähtötietoina käytettiin Rambollin laatimia hule- ja jätevesiverkostojen hydraulisia malleja. Työssä hyödynnettiin viemärikuvaustuloksia ja savukokein todettuja virheellisiä kiinteistöliitoksia, laskutetun veden määrää, puhdistamon virtaama ja ohitustietoja ja pumppaamoiden virtaamatietoja.

Hulevedet / Lappeenrannan kaupunki:

Paikkatietoaineiston lähtötietoanalyysin avulla tunnistettiin hulevesien laadunhallinnan riskialueet tekemällä valuma-aluekohtainen riskitarkastelu, jossa otettiin huomioon läpäisemätön pinta, liikennemäärät, teollisuus- ja maatalousalueet, jätevesiverkoston ylivuotokohdat ja lumenkaatopaikat, sekä luonnonsuojelualueet ja uimarantojen ja haavoittuvien vesistöjen valuma-alueet, sekä pohjavesialueet ja vedenoton suoja-alueet. Työssä huomioitiin kuormitteisia hulevesiä tuottavat maankäyttömuodot ja toiminnot sekä vastaanottavien vesistöjen herkkyys veden laadun vaihtelulle. Työssä on hyödynnetty vesistötietoja, joita on haettu Vesla-rekisteristä, Hertta-tietojärjestelmästä sekä vesistömalli Vemlasta. Tarkastelua on tehty myös ilmakuvioiden sekä hulevesiverkoston hydraulista mallia apuna käyttäen. Laadullista riskiä tarkasteltiin osavaluma-alueitasolla karttatarkasteluna. Lähtöaineisto luokiteltiin ryhmiin siten, että toisiaan vastaavat ja yhtä oleelliset aineistot voitiin käsitellä yhtenä kokonaisuutena. Läpäisemätöntä pintaa ja liikennealueita painotettiin kuormitustekijöinä eniten ja herkkinä vesistöinä tunnistettiin Pien-Saimaan sekä Rakkolanjoen vesistöjen yläpuoliset valuma-alueet. Pohjavesialueita sekä uimapaikkojen yläpuolisia valuma-alueita painotettiin herkkinä alueina eniten. Osavaluma-alueille laskettiin NBS MultiAnalysis -työkalun avulla painotettu riski-indeksi. Riski-indeksin perusteella osavaluma-alueet voitiin asettaa järjestykseen.

Tarkastelun perusteella tarkempaan case-alue-tarkasteluun valikoitui Hiessillanojan valuma-alue, koska sitä ei ole kaupungin toimesta vielä kovin paljon hulevesien osalta tutkittu.

Sammonlahden alue valittiin yhteisenä alueena jätevesiverkon vuoksi, koska se on vuotovesien hallinnan osalta kiinnostava alue ja sinne sijoittuu kuormitteisia teollisuustoimintoja ja kaupan alueita sekä vilkasta liikennettä.

3. Tarkemmin valitut alueet, case-tarkastelut

Tarkemmassa tarkastelussa selvitettiin jäte- ja hulevesien aiheuttaman kuormituksen vaikutuksia ja kartoitettiin hallintakeinoja, jotka ovat monistettavissa ja laajennettavissa muille valuma-alueille.

Hankkeessa tarkasteltiin Rakkolanjoen ja Sammonlahden valuma-alueille pumppaamojen jätevesiylivuotoriskikohtia ja huleveden purkupisteitä mahdollisina satunnaispäästöjen lähteinä ja arvioitiin, kuinka suuren riskin ne muodostavat. Tämän jälkeen kohteille määritettiin päästöjen riskin pienentämiseen tai poistamiseen tähtäävät hallintakeinot.

Hulevesien case-tarkastelualueilla tarkastelut keskitettiin Vanhan Viipurintien itäpuolelle, Hyrymäkeen sekä Sammonlahden alueelle. Alueilla toteutettiin maankäyttöön perustuva huleveden laadun mallinnus, ja pohdittiin sopivia hallintakeinoja ja kehitettiin toimivaa toimintamallia. Näiden case-tarkastelualueiden pohjalta toteutettiin riskiperusteinen tarkastelu kriittisten kohteiden ja toimintojen tunnistamiseksi. Valituille Hiessillanojan ja Sammonlahden alueille laadittiin hulevesien laadunhallinnan esisuunnitelmat sekä laskettiin valuma-alueelta muodostuvaa huleveden kuormitusta Stormtac-mallinnuksen avulla.

Hankkeeseen sisältyi konsultin ohjaama diplomityö otsikolla: hulevesien laadun huomiointi kaupunkivesien kokonaisvaltaisessa hallintasuunnittelussa. Diplomityössä on paneuduttu Lappeenrannan hulevesien laadunhallinnan ja jätevesipäästöjen tarkempaan tutkimiseen case-alueilla. Tuloksia käytettiin osana kokonaishanketta.

Lähtökohtina vesienhallintarakenteiden sijoittelulle valuma-alueilla oli, että muodostuvia kuormitteisia hulevesiä tulisi pyrkiä käsittelemään mahdollisimman lähellä niiden syntypaikkaa. Hallintarakenteita on pyritty sijoittamaan virtaussuunnassa kuormitteisten maankäyttömuotojen ja toimintojen alapuolelle esimerkiksi katujen viherkaistoille. Lisäksi mahdollisia hallintarakenteita tutkittiin virtausreittien varrelta kaupungin omistamilta puisto- tai metsäalueilta, joissa maanpinnan muodot mahdollistaisivat vesien hallintarakenteen toteuttamisen painovoimaisesti. Hallintarakenteiden sijoittelussa huomioitiin myös kunnossapidon ja työmaan järjestämisen mahdollisuudet.

Satunnaispäästöjen riskien arviointia ja tarkastelua tehtiin hankkeen yhteydessä laaditulla riskimatriisilla.

Riskimatriisista ja sen käytöstä pidettiin kaksi erillistä työpajaa keväällä 2025. Työpajat jaoteltiin case-alueiden mukaisesti. Ensimmäisellä kerralla keskityttiin Sammonlahden alueeseen ja toisella Rakkolanjoen ja Hiessillanojan lähialueeseen. Riskimatriisin avulla jätevesiverkoston ylivuotoaukkoihin ja hulevesien purkupisteisiin liittyvät riskit luokiteltiin ja riskialtteimmille kohteille määritettiin hallintakeinoja. Riskiä arvioitaessa arvioidaan päästön ominaisuutta ja vastaanottavan kohteen herkkyyttä päästölle.

Päästön ominaisuuksista arvioitiin seuraavia tekijöitä:

- Päästön määrä kuutioina
- Kuormituksen pitoisuudet
- Kuormituksen koostumus
- Vastaanottavan kohteen herkkyyttä päästölle arvioitiin seuraavien tekijöiden pohjalta
- Rakennetun ympäristön kohde
- Vesistökohde
- Muu luontokohde
- Vedenoton kannalta keskeinen kohde
- Virkistyskohde

4. Hallintakeinojen määrittely ja raportointi

Jätevesiviemäriverkoston vuotovesistä ja niiden hallintakeinoista pidettiin erillinen työpaja, johon osallistui Lappeenrannan Energiaverkot Oy:n sidosryhmiä. Työpajassa käsiteltiin vuotovesiä yleisesti sekä tapoja niiden vähentämiseksi. Työpajan aikana saatiin tärkeää tietoa Lappeenrannan nykyisestä vuotovesien hallinnan ja vähentämisen keinoista sekä keskusteltiin vastuunjaosta ja parhaimmista menetelmistä vuotovesien vähentämiseksi.

Mahdollisten pumppaamoylivuotojen keskeisiä hallintakeinoja ovat

- Pumppaamon kaukovalvonta ja siitä saatavat hälytykset
- Varavoima sähkökatkosten varalle
- Ylivuotosäiliön rakentaminen
- Yläjuoksulla olevan verkoston vuotovesien vähentäminen

Hulevesien purkupisteiden keskeisiä hallintakeinoja ovat

- Huleveden johtaminen toisaalle
- Huleveden laadullinen ja määrällinen hallinta uusilla rakenteilla tai nykyisiä rakenteita parantaen
- Putkikokojen kasvattaminen tulvimisen ehkäisemiseksi
- Läpäisemättömän pinnan määrän vähentäminen, kasvillisuuden suosiminen

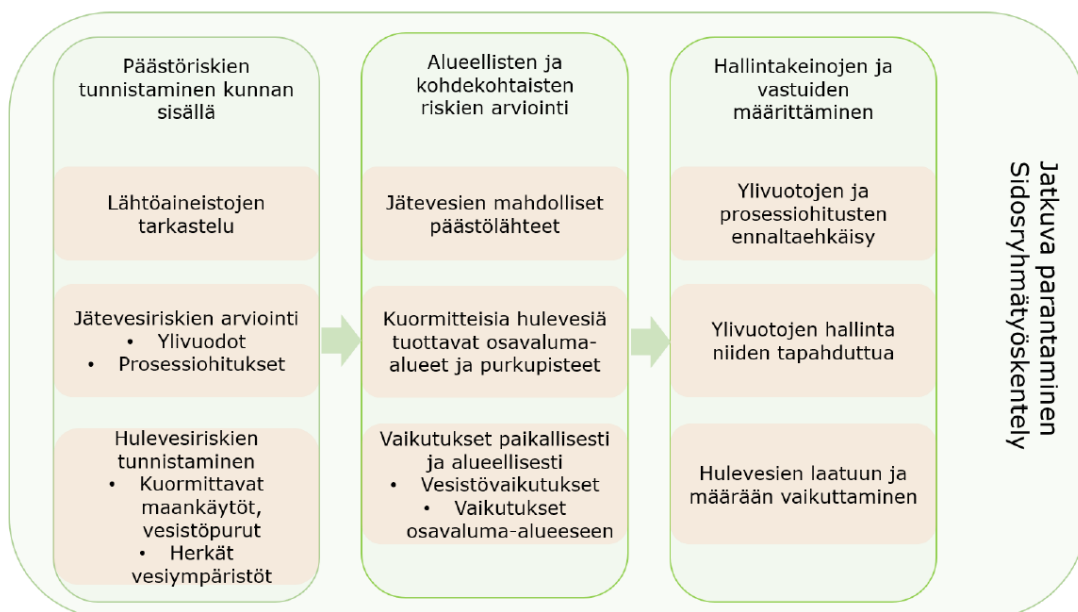
Hallintakeinojen toteutettavuus riippuu kohteen ominaisuuksista. Esimerkiksi ylivuotosäiliötä ei ole aina mahdollista rakentaa pumppaamon läheisyyteen. Myös hulevesien käsittelyyn tarkoitetut rakenteet edellyttävät esimerkiksi riittävän suurta kaupungin omistamaa maa-aluetta.

Hankkeen lopputuotoksena määritettiin malli, jonka pohjalta voidaan laatia ja päivittää kaupunkivesien hallintasuunnitelma. Kaupunkivesien hallintasuunnitelman ensimmäisessä vaiheessa tunnistetaan kaupunkivesiin liittyvät päästöriskit. Päästöjä voi aiheutua verkostosta tapahtuvista jätevesiylivuodoista, prosessiohituksista jätevedenpuhdistamolla ja kuormitteisista hulevesistä. Toisessa vaiheessa arvioidaan riskejä alue- ja kohdekohtaisesti. Tässä vaiheessa tunnistetaan riskialueet ja niiden sisältä kohteet, joissa mahdolliset päästöt voivat aiheuttaa merkittävää haittaa. Kolmannessa vaiheessa määritetään tunnistetuille riskikohteille hallintakeinot ja vastuutahot. Hallintasuunnitelma vaatii myös jatkuvaa sidosryhmätyöskentelyä ja parantamista, jotta kaupunkivesien hallinta on mahdollista.

Hanke saatiin valmiiksi suunnitellussa aikataulussa ja kustannukset olivat pääsääntöisesti kustannusarvion mukaisia.

Tulokset:

Hankkeessa määritettiin malli, jonka pohjalta voidaan laatia kaupunkivesien hallintasuunnitelma, joka on monistettavissa muiden kuntien käyttöön. Alla olevassa kuvassa on esitetty kooste kaupunkivesien hallintasuunnitelman laatimisen vaiheista ja yleisistä periaatteista.



Kaupunkivesien hallintasuunnitelman koostamisen ensimmäisessä vaiheessa keskeistä on tunnistaa kaupunkivesiin liittyvät päästöriskit. Lappeenrannan tapauksessa näistä saatiin lähtötietojen pohjalta varsin hyvä käsitys, jota täydennettiin jätevesiylivuotojen osalta verkostomallinnuksen avulla. Kuormitteisiin hulevesiin liittyvien riskikohteiden tunnistaminen toteutettiin monitavoitearviointia hyödyntäen. Toisessa vaiheessa arvioidaan riskejä alue- ja kohdekohtaisesti. Vaiheessa tunnistetaan riskialueet ja niiden sisältä kohteet, joissa (mahdolliset) päästöt voivat aiheuttaa merkittävää haittaa. Kohteiden tunnistamisessa voi hyödyntää erillistä riskimatriisia. Kolmannessa vaiheessa määritetään tunnistetuille riskikohteille hallintakeinot ja vastuutahot.

Hankkeen loppuraportti kokoaa tiedot yhteen Lappeenrannan kaupunkivesien ensimmäiseksi hallintasuunnitelmaksi. Lopputuloksena syntyi kokonaiskäsitys Lappeenrannan kaupungin tämänhetkisestä jätevesien johtamisen ja hulevesien hallinnan tilasta. Tulevaisuudessa jatkuvalla reaaliaikaisella seurannalla ja parantavia toimenpiteitä toteuttamalla yhteistyössä kaupungin ja vesihuoltolaitoksen välillä on saavutettavissa toimintamalli, jolla kokonaisvaltainen kaupunkivesien hallinta on mahdollista. Osana työtä määritettiin myös konkreettiset kehityskohteet Lappeenrantaan jätevesiverkoston ja hulevesijärjestelmän osalta.

Yleisellä tasolla hanke onnistui hyvin. Hankkeessa saavutettiin sille asetetut tavoitteet. Hankkeen aikana tehtiin pieniä muutoksia hankkeen tiedottamisen suhteen sekä hankesuunnitelmassa esitettyihin mittauksiin liittyen.

Viestintä:

Hankkeesta on viestitty Lappeenrannan kaupungin ja Lappeenrannan Energiaverkot Oy:n internetsivuilla. Kaupungin verkkosivuilla on hankkeelle oma hankesivu, jota on päivitetty hankkeen edetessä. Lappeenrannan Energian verkkosivuilta on suora linkki kaupungin verkkosivuilla olevalle hankesivulle.

Kaupungin sosiaaliseen mediaan on tehty somepostauksia hankkeen etenemisestä tilanpäivityksien muodossa. Somepostauksissa on hyödynnetty Lappeenrannan kaupungin sosiaalisen median tilejä.

Suunniteltua asukastilaisuutta hankkeesta ei pidetty. Asukastilaisuuden tilalla hanketta esiteltiin vesihuoltopäivillä keväällä 2025. Vesihuoltopäivillä kuulijajoukko on ammattihenkilöstöä ja hanke sai täten kohdennetun näkyvyyden. Tarkoituksena on, että hanketta esiteltäisiin kuntalaisilla myöhemmin muiden paikallisten hankkeiden toteutuksen yhteydessä.

Lappeenrannan kaupungilla sekä Lappeenrannan Energiaverkot Oy:llä hanketta on esitelty sisäisesti teknisellä sektorilla ja yhteistyötahojen palaverissa.

Hankkeen työpajoissa mukana olleet kutsutut sidosryhmät olivat osallisia hankkeessa ja samalla tutustuivat hankkeen sisältöön.

Hanke sisälsi opintomatkan, joka toteutettiin Tampereelle elokuun 2024 lopulla. Opintomatkalla kerroimme hankkeesta samalla kun tutustuimme Tampereen kaupungin hulevesien hallintaratkaisuihin ja Tampereen Vesi Oy:n jätevesiverkoston vuotovesien hallintakeinoihin.

Hankkeen aikana pidetty verkostoitumistilaisuus marraskuussa 2024 lisäsi myös tietoisuutta hankkeesta yli kuntarajojen muiden vastaavaa tukea saaneiden tahojen keskuudessa.

Hanketta esiteltiin Mikkelin kaupungin edustajille kaupunkivierailun yhteydessä Lappeenrannassa keväällä 2025.

Haasteet ja ongelmat:

Hankkeen aikana tehtyjen mittauksien osalta haasteita aiheutti hankkeen tuoma aikataulurajoite. Hankkeen puitteissa mittauksia pystyttiin tekemään vain 4 kuukauden ajan. Tuloksia analysoidessa huomattiin, että mittausjakson olisi pitänyt olla huomattavasti pidempi (12 kk), jotta mittaustuloksista

olisi pystynyt saamaan paremman ja luotettavan kuvan jätevesiverkoston vuotovesimääristä ja niihin vaikuttavista tekijöistä.

Parannusehdotuksina saatiin selkeä ymmärrys siitä, miten useammasta paikasta tuleva tieto pitää olla löydettävissä yhdestä paikasta ja miten eri tietolähteiden reaaliaikainen tiedon hyödyntäminen on tärkeää yhden kanavan kautta.

Yhteenveto ja päätökset:

Hanke oli kokonaisuudessaan esimerkki siitä, miten kokonaisvaltainen kaupunkivesien hallinta vaatii onnistuakseen tiivistä yhteistyötä eri tahojen kanssa. Hanke paransi eri toimijoiden yhteistyötä ja selkiytti toimintatapoja ja ymmärrystä huomioida ja käsitellä kaupunkivesiä yhtenä kokonaisuutena.

Hanke antoi kehitysehdotukset siihen, miten kaupunkivesien hallintaa pystytään edistämään Lappeenrannan kaupungin ja Lappeenrannan Energiaverkot Oy:n välisellä yhteistyöllä.

Hankkeen raportti toimii Lappeenrannan kaupunkivesien hallinnansuunnitelman ensimmäisenä versiona, jota tulee päivittää vuosittain. Hallintasuunnitelma sisältää työkalut kaupunkivesien vaikutuksien arviointiin sekä kuormituksen vähentämiseen.

Liitteet:

- Ramboll Finland Oy:n tekemä hankkeen loppuraportti liitteineen

Vastaanottajat

Lappeenrannan Energiaverkot Oy ja Lappeenrannan kaupunki

Asiakirjatyyppe

Hankkeen loppuraportti

Päivämäärä

28.05.2025

Viite

1510084693

KAUPUNKIVEDET HALLINTAAN LAPPEENRANNASSA (KAUHA-HANKE)



Sisällysluettelo

1.	Tausta, tavoite ja toteutus	1
1.1	Kaupunkivedet	1
1.2	Kaupunkivesien hallinnan parantaminen Lappeenrannassa	1
1.3	Kaupunkivesien tarkastelun malli	2
2.	Lähtötietanalyysi	3
2.1	Lähtötietojen merkitys tarkasteluille	3
2.2	Jäte- ja hulevesijärjestelmien tiedot	3
2.3	Kunto- ja vuotavuustiedot	3
2.4	Laskutetun jäteveden määrä	4
2.5	Puhdistamon virtaama- ja ohitustiedot	4
2.6	Pumppaamojen ja virtaamatiedot	4
2.7	Vesistötiedot	4
3.	Jätevesipäästöjen hallinta	5
3.1	Jätevesipäästöjen tarkastelutapa	5
3.2	Jätevesiverkoston ylimääräiset vedet ja niiden vaikutukset	5
3.3	Lähestymistapa	5
3.4	Jätevesipäästöjen nykytilanne	6
3.4.1	Verkoston vuotovesitilanne ja prosessiohitukset	6
3.4.2	Alueellinen vuotovesitilanne	7
3.4.3	Vuotovesitilanne paikallisten mittausten valossa	9
3.4.4	Ylivuotojen nykytilanne	11
3.4.5	Tulevaisuuden ylivuototilanne	11
3.4.6	Johtopäätökset vuotovesitilanteesta	11
4.	Kuormitteisten hulevesien hallinta	12
4.1	Hulevesien hallinnan tilanne Lappeenrannassa	12
4.2	Lähestymistapa	12
4.3	Riskiperusteinen monitavoitearviointi	13
4.4	Hulevesien laadunhallinnan esisuunnitelma	17
4.4.1	Hallintarakenteiden sijoittelu	17
4.4.2	Hiessillanojan valuma-alue	18
4.4.3	Sammonlahden valuma-alue	22
4.5	Hulevesien laadun mallinnus	25
4.5.1	Laadun mallinnusohjelma	25
4.5.2	Hiessillanojan valuma-alueen kuormitustarkastelu	26
4.5.3	Rakkolanjoen valuma-alueen kuormitustarkastelu	28
4.5.4	Sammonlahden valuma-alueen kuormitustarkastelu	31
5.	Case-alueiden ja niiden purkuvesistöjen nykytila	33
5.1	Rakkolanjoki	33
5.2	Sammonlahti	35
6.	Kaupunkivesien vesistövaikutukset	39
6.1	Vaikutukset Vemala-malliin pohjautuen	39
6.2	Vaikutukset Stormtac-malliin pohjautuen	40
7.	Tunnistetut riskikohteet ja hallintakeinojen määrittäminen	42
7.1	Case-alueiden tarkastellut kohteet	42
7.2	Päästöjen haitallisuuden arviointiin käytetty riskimatriisi	42
7.3	Satunnaispäästöjen hallintakeinot	43
7.4	Tunnistetut riskikohteet ja tarvittavat toimenpiteet	43
7.4.1	Rakkolanjoki	43
7.4.2	Sammonlahti	45
7.5	Vuotovesien vähentämisen keinot	46
7.5.1	Tunnistetut hallintakeinot	46
7.5.2	Kunnossapito, kuntotutkimukset ja huleveden johtaminen	46
7.5.3	Vuotovesitarkasteluiden tarkentaminen uudella mittaustiedolla	46
7.5.4	Katto- ja kuivatusvedet ja verkostosaneeraus	47
7.5.5	Yhteisvaikutusten analysointi	47
7.5.6	Työpajan ja ekskursion anti	47
7.6	Tietojen hyödyntämisen kehittäminen	48

7.6.1	Tietojen laatu ja kattavuus	48
7.6.2	Tietojen tehokas hyödyntäminen	49
8.	Lappeenrannan kaupunkivesien hallinnan kehittäminen	49
8.1	Nykytila tiivistetysti	49
8.2	Kaupunkivesien satunnaispäästöjen hallinta	50
9.	Kaupunkivesien hallintasuunnitelman laatiminen	51

LIITTEET

Liite 1. Huleveden laadun riskialueet Lappeenrannassa

Liite 2. Hiessillanojan valuma-alueen hulevesien laadunhallinnan esisuunnitelma

Liite 3. Sammonlahden valuma-alueen hulevesien laadunhallinnan esisuunnitelma

1. TAUSTA, TAVOITE JA TOTEUTUS

1.1 Kaupunkivedet

Kaupunkivedet ovat kaupunkiympäristön luonnonmukaisia tai rakennettuja virtausreittejä pitkin kulkevia vesiä tai paikallisia pienvesiä kuten puroja tai lammikoita. Kaupunkivedet ovat merkittävä osa toimivaa ja viihtyisää kaupunkia ja kaupunkiympäristön muutokset heijastuvat myös kaupunkivesien tilaan. Kaupunkivesiä kuormittavat erityisesti jätevesiylivuodot, jätevedenpuhdistamoiden prosessiohitukset sekä kaupunkialueen hulevedet, jotka voivat aiheuttaa erilaisia haittoja, kuten ravinnekuormitusta vesistöihin, hygieenistä ja esteettistä haittaa ja raakaveden saastumisriskin.

Taajama-alueelta muodostuvien hulevesien aiheuttama vesistökuormitus on aikaisemmin jäänyt vähemmälle huomiolle. Tiivistyvän kaupunkirakenteen ja ilmastomuutoksen yhteisvaikutuksesta on tulevaisuudessa odotettavissa nykyistä voimakkaampia rankkasateita, tulvia ja kasvavaa vesistöön kohdistuvaa kuormitusta. Päästöjen mahdollisuutta lisää myös jätevesiverkostossa kulkeva ylimääräinen vesi, jonka seurauksena voi syntyä jätevesiylivuotoja tai prosessiohituksia.

Kaupunkivesistä syntyvään kuormitukseen on alettu kiinnittää aiempaa enemmän huomiota ja uudessa yhdyskuntajätevesidirektiivissä on tiukennettu jätevedenpuhdistuksen ravinteiden poiston vaatimuksia. Lisäksi yhdyskuntajätevesidirektiivi edellyttää suurilta taajamilta (asukasvastineluku yli 100 000) kokonaisvaltaista kaupunkivesien hallintasuunnitelmaa, jossa hulevesien laadun hallinta on mukana. Vesipolitiikan puitedirektiivissä tavoitteena on saavuttaa pinta- ja pohjaviesien hyvä tila, ja vesihuoltolaitosten satunnaispäästöt sekä kuormitteiset hulevedet ovat mahdollinen vesien tilan huonontaja. Suomen vesihuoltolaitosten tulee ilmoittaa jäteveden ylivuodoista ja prosessiohituksista lupaviranomaiselle ja Suomen satunnaispäästöistä on tehty myös taustaselvityksiä. Muualta kuin pumppaamoilta tapahtuvien verkostoylivuotojen arviointi edellyttää kuitenkin verkoston toiminnan mallinnusta kokonaiskuvan saamiseksi ylivuodoista. Lisäksi on olennaista hahmottaa, mikä hulevesien merkitys kaupunkivesien aiheuttaman kuormituksen kannalta on.

1.2 Kaupunkivesien hallinnan parantaminen Lappeenrannassa

Lappeenrannan kaupunkivesien hallinnan parantamiseen keskityttiin vuosina 2024–2025 Kauha-hankkeessa (Kaupunkivedet hallintaan Lappeenrannassa). Hankkeen tavoitteena oli ymmärtää kaupunkivesien kokonaistilanne ja parantaa kaupunkivesien hallintaa. Hankkeen taustalla oli vuonna 2021 Lappeenrannassa kaupungin ja Lappeenrannan Energiaverkot Oy:n yhteistyöhankkeena laadittu hulevesiohjelma. Hulevesiohjelman laadinnan yhteydessä tunnistettiin mm., että tarvitaan lisää tietoa hulevesien laadusta ja tulvivista kohteista. Myös jätevesiverkostoon ylimääräisenä vetenä päätyvistä vuoto- ja hulevesistä tarvittiin lisätietoa. Hankkeen aikana pidettiin työpajoja, joissa käsiteltiin vuotovesien vähentämistä ja tunnistettiin mahdollisia hulevesi- ja jätevesipäästöjen riskikohteita.

Hankkeella haluttiin selvittää, mitä Lappeenrannan jäteveden satunnaispäästöistä ja hulevesikuormituksesta tiedetään tällä hetkellä ja miten tietopohjaa voitaisiin parantaa, jotta tilanteesta saadaan oikea käsitys. Haluttiin myös määrittää, kuinka päästöjä voidaan ennaltaehkäistä ja tarkkailla ja millaisia konkreettisia hallintakeinoja tarvitaan.

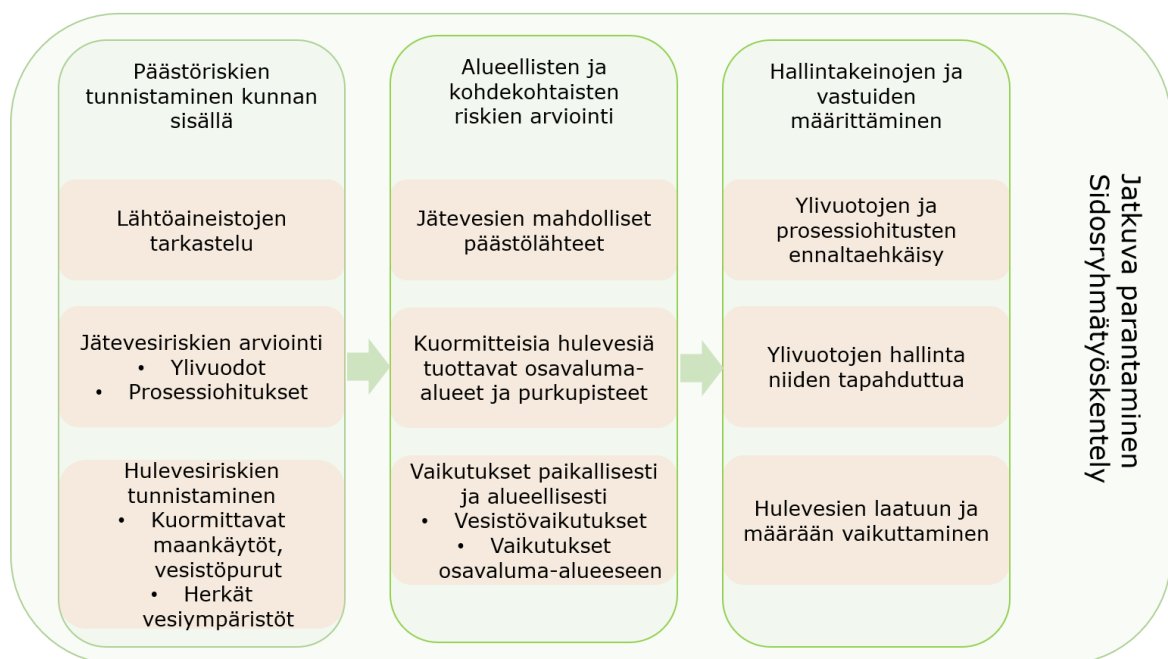
Hankkeen keskeiset tavoitteet olivat:

- Lisätä tietoa jäteveden satunnaispäästöjen ja hulevesikuormituksen nykytilasta Lappeenrannassa
- Tunnistaa kohteet ja valuma-alueet, joilla jätevesiverkoston ylivuodot tai hulevesikuormitus aiheuttavat merkittävän riskin ympäristölle ja määrittää riskeille hallintakeinoja
- Tunnistaa, mitä toimia tarvitaan päästöjen vähentämiseksi nykytilanteessa ja tulevaisuudessa
- Koota yhteen hankkeen aikana havaituta hyvät käytännöt ja toimintamallit, joiden avulla muutkin kunnat voivat edistää kokonaisvaltaista kaupunkivesienhallinnan suunnittelua alueellaan

Hankkeen ohjausryhmässä toimivat Päivä Kallio Lappeenrannan Energiaverkot Oy:stä, Mauri Backman, Sanni Simonen ja Sanna Varis Lappeenrannan kaupungilta sekä Katri Senilä, Riina Tuominen ja Esa Pekonen ELY-keskuksesta. Rambollin työryhmään kuuluivat Anni Orkoneva, Anne-Marie Hagman, Jenni Hotanen, Tuija Laakso, Ilona Nevalainen ja Iris Nieminen.

1.3 Kaupunkivesien tarkastelun malli

Hankkeessa kehitettiin kaupunkivesien tarkasteluun malli, jonka pohjalta voidaan kunnassa tunnistaa merkittävät päästöriskit ja määrittää niille hallintakeinot. Kuvassa 1 esitetty malli koostuu kolmesta vaiheesta. Ensimmäisessä vaiheessa tunnistetaan kaupunkivesiin liittyvät päästöriskit. Näitä ovat sekä kuormitteisiin hulevesiin että jätevesiin liittyvät riskit. Ensimmäisessä vaiheessa tarkastellaan myös lähtöaineistoja ja arvioidaan lähtötietojen laadun ja kattavuuden vaikutusta tehtävien tarkastelujen luotettavuuteen. Toisessa vaiheessa arvioidaan riskejä alue- ja kohdekohtaisesti. Vaiheessa tunnistetaan riskialueet ja niiden sisältä kohteet, joissa (mahdolliset) päästöt voivat aiheuttaa merkittävää haittaa. Kolmannessa vaiheessa määritetään tunnistetuille riskikohteille hallintakeinot ja vastuutahot.



Kuva 1. Kaupunkivesien tarkastelun malli.

Lähtöaineistojen tarkastelussa arvioidaan lähtötietojen riittävyyttä halutun tarkastelun tekemiseen ja vaikutusta tarkasteluiden tulosten laatuun. Jätevesipäästöjen osalta tarkastellaan ylivuotoja ja prosessiohituksia ja muodostetaan käsitys näiden esiintymisestä. Vastaavasti hulevesien osalta arvioidaan, miltä valuma-alueilta muodostuu kuormitteisia hulevesiä. Tässä voidaan käyttää apuna riskiperusteista monitavoitearviointia, joka on kuvattu luvussa 4.3. Jätevesiylivuotojen että hulevesien tulvimisen arvioinnissa ja kriittisten rakenteiden tunnistamisessa voidaan hyödyntää hydrologista mallinnusta, mikäli malleja on kunnassa käytössä.

Valuma-alueen tarkastelun jälkeen keskitytään osavaluma-alueisiin ja pyritään niiden sisältä nimeämään kohteet, joissa päästö voi aiheuttaa merkittäviä haittoja. Kohteiden arvioinnissa voidaan hyödyntää luvussa 7.2 kuvattua riskimatriisia. Hallintakeinoja määritetään sekä yksittäisille riskikohteille että koko valuma-alueen tasolla. Päästöille määritetään keinoja, joiden avulla ne ovat ennaltaehkäistävissä. Siltä osin kun tämä ei ole mahdollista, määritetään keinoja vähentää päästöjä ja niiden vaikutusta. Käytännössä tämä tarkoittaa jätevesien osalta ylivuotojen ja prosessiohitusten vähentämistä esimerkiksi vuotovesiä vähentämällä ja hulevesien laadun ja määrän hallintaa. Jätevesien tapauksessa on tarpeen määrittää myös keinot, joilla reagoidaan ylivuodon tapahtuessa. Hallintakeinojen määrittämisen yhteydessä tunnistetaan vastuutahot, jotka vastaavat kunkin kaupunkivesien hallinnan osa-alueen edistämisestä. Kaupunkivesien hallinnan kehittämisessä keskeistä on sidosryhmien tunnistaminen ja osallistaminen sekä jatkuvan parantamisen

periaate. Hankkeen lähestymistavat jätevesien satunnaispäästöjen ja kuormitteisten hulevesien hallintaan on kuvattu tarkemmin luvuissa 3 ja 4.

Hankkeen tulokset on esitetty seuraavasti: Luvussa 2 kuvataan Lappeenrannan tarkasteluissa käytettyjen lähtötietojen laadun ja kattavuuden analyysi. Luvussa 3 kuvataan Lappeenrannan nykyinen päästötilanne jätevesien osalta ja luvussa 4 kuormitteisten hulevesien hallinnan tilanne. Lappeenrannan hulevesi- ja jätevesipäästöjen riskikohteita ja niiden vesistövaikutuksia tarkastellaan luvuissa 5 ja 6. Riskien hallintakeinoja tarkastellaan luvussa 7, joka kokoaa myös yhteen hankkeessa havaitut hyvät käytännöt koskien hulevesien laadun hallintaa, vuotovesien vähentämistä sekä tiedonhallintaa. Luvussa 8 esitetään tiivistetysti hankkeen suositukset kaupunkivesien hallinnan kehittämiseksi Lappeenrannassa. Hankkeen loppuraportti kokoaa yhteen Lappeenrannan kaupunkivesien hallintasuunnitelman ensimmäisen version, joka sisältää nykytila-analyysin, etenemismallin ja suositukset toimenpiteiksi. Tarkoituksena on, että hallintasuunnitelmaa päivitetään säännöllisesti, jotta pystytään huomioimaan kaupunkivesissä ja kaupunkiympäristössä tapahtuneet muutokset sekä mahdolliset muutokset kaupunkivesiin kohdistuvissa vaatimuksissa. Hankkeessa määritetyt hallintasuunnitelman laatimisen vaiheet on koottu yhteen lukuun 9.

2. LÄHTÖTIETOANALYYSI

2.1 Lähtötietojen merkitys tarkasteluille

Kaupunkivesien tilaa arvioidaan käytännössä erilaisten tietojen pohjalta. Siksi on keskeistä, että lähtötietojen määrä ja laatu ovat riittäviä johtopäätösten tekemiseksi. Tietojen pohjalta muodostetaan käsitys nykytilasta ja laaditaan arviot tarvittavista toimenpiteistä nyt ja tulevaisuudessa. Hankkeessa arvioitiin seuraavien lähtötietojen laatua ja hyödynnettävyyttä:

- Jäte- ja hulevesiverkoston tiedot, ml. ylivuotorakenteet
- Jätevesiverkoston kunto- ja vuotavuustiedot
- Laskutetun jäteveden määrä
- Puhdistamon virtaama- ja ohitustiedot
- Pumppaamojen virtaama- ja ylivuototiedot
- Vesistötiedot

2.2 Jäte- ja hulevesijärjestelmien tiedot

Jäte- ja hulevesiverkostojen osalta lähtötietoina käytettiin Rambollin laatimia molempien verkostojen hydraulisia malleja. Kumpaakin mallia päivitettiin vuoden 2024 aikana. Esimerkiksi jätevesimalliin lisättiin viemäriverkoston ylivuotoaukkoja ja päivitettiin pumppaamojen toimintaa kuvaavia parametreja. Työn aikana täydennettiin malliin alueelliset vuotovesimäärät sekä päivitettiin mallin kulutuspiisteet vastaamaan vuoden 2023 vedenkulutusta. Jätevesimallinnuksessa ei ole suoraan huomioitu alueen epävirallisia sekaliittyyjiä, vaan näiden vaikutus on ainoastaan epäsuorasti mukana vuotovesitarkasteluiden kautta.

Jätevesiverkoston kohteille on olemassa korkotiedot, mutta nämä eivät aina pidä paikkaansa. Kaivon kansien korkoja puuttuu lisäksi paljon ja merkintä voi poiketa todellisesta. Osa verkostosta on 1960-luvulta ja kartoitustiedoissa on puutteita. Käytännössä puutteet voivat vaikuttaa esimerkiksi kapasiteettitarkasteluiden tuloksiin, jos korot selvästi eroavat todellisesta. Mallinnettu jätevesiverkoston laajuus on kattava eli mallista ei puuttunut verkostoalueita.

Hulevesiverkoston malli kattaa koko Lappeenrannan hulevesiverkoston ja sinne on viimeisimmän päivituksen yhteydessä vuonna 2024 viety myös keskeisimpiä avouomia ja toteutetut hulevesien käsittelyrakenteet. Mallin rakentamisen yhteydessä vuonna 2021 on jouduttu arvioimaan puuttuvia verkostotietoja, esimerkiksi kaivojen ja putkien korkoja ja halkaisijoita. Hulevesiverkoston mallia ei ole kalibroitu.

2.3 Kunto- ja vuotavuustiedot

Jätevesiverkoston kunnosta on saatavilla viemärikuvaustuloksia osalle verkoston kohteista. Verkostoa on kuvattu noin 87 km. Lisäksi vuotavuutta oli tarkasteltu yksittäisillä verkostoalueilla

mittauskampanjassa vuonna 2021 ja yhdellä jätevedenpumppaamolla vuonna 2020. Lappeenrannassa on myös tehty savukokeita virheellisten kiinteistöliitosten tunnistamiseksi.

Viemärikuvausten tulokset löytyvät Lappeenrannassa yhdistettynä verkkotietoihin ja niitä on siten helppo hyödyntää, kun halutaan tehdä päätelmiä verkoston kunnosta. Alueellisten vuotovesitarkasteluiden tulokset olivat saatavilla raporttimuodossa, jolloin niiden tulosten yhdistäminen muihin tietoihin on hankalampaa eikä sitä voida tehdä esimerkiksi automatisoidusti paikkatietohjelmassa. Savukokeiden tuloksia ei ollut saatavilla paikkatietomuodossa, mikä hankaloittaa niiden jatkohyödyntämistä.

2.4 Laskutetun jäteveden määrä

Jätevesiverkostossa kaikkiaan ja eri pumppaamoalueilla muodostuvan jäteveden määrää arvioitiin laskutetun jäteveden määrän pohjalta. Käytännössä laskutettava jätevesimäärä on yleensä samansuuruinen kuin laskutettu vesimäärä, joka puolestaan perustuu viimeisimpään vuositason vedenkulutustietoon. Yksittäiset suuret vedenkuluttajat voivat aiheuttaa tähän merkittävää vuositason vaihtelua esimerkiksi tilanteessa, jossa alueelta poistuu tai sinne tulee uusi merkittävä teollinen vedenkäyttäjä. Tarkastelut tehtiin kuitenkin koko verkoston tasolla tai varsin laajojen yksittäisten pumppaamoalueiden tasolla. Tiedossa ei ollut merkittäviä muutoksia vedenkulutuksessa, joten tiedot katsottiin hyödyntämiskelpoisiksi.

2.5 Puhdistamon virtaama- ja ohitustiedot

Koko jätevesiverkoston vuotovesitilannetta tarkasteltiin Toikansuon jäteveden puhdistamon lähetevän vuorokausivirtaaman tietojen pohjalta. Virtaama mitataan patomittauksella paineanturilla ja mittaus kalibroidaan joka toinen vuosi. Virtaamatieto arvioitiin luotettavaksi vuorokausitasolla tehtävään tarkasteluun. Tieto prosessiohituksista perustuu puhdistamon kuormitustarkkailuun (Saimaan Vesi- ja Ympäristötutkimus Oy 2024).

2.6 Pumppaamojen ja virtaamatiedot

Lappeenrannan jätevesiverkoston vuotovesitilannetta selvitettiin pumppaamoaluekohtaisesti pumppaamoilta saatavien tuntitason virtaamatietojen pohjalta. Virtaamatietojen laadussa havaittiin kuitenkin selviä ongelmia, esimerkiksi joillain alueilla laskutetun jäteveden määrä oli suurempi kuin pumppaamon mitattu virtaama. Vuotovesien osuus saattoi myös olla huomattavan suuri (esimerkiksi yli 90 %) tai selvästi alhaisempi kuin kokemusperäinen tieto antoi olettaa. Lisäksi toistensa ylä- ja alajuoksulla olleiden pumppaamojen vuotovesitilanne vaikutti epäloogiselta.

Vuoden 2024 aikana Lappeenrannan suurimmille pumppaamoille tehtiin tarkastuksia, joissa määritettiin pumppaamon virtausmäärityksen paikkansapitävyys. Osalla pumppaamoista havaittiin selkeää virhettä virtaamatiedossa. Etenkin astiamitattujen pumppaamoiden laskentaparametreja korjattiin vuoden 2025 alkupuolella. Pumppaamoilla, joilla virtaama perustuu magneettimittaukseen, ei havaittu mittauksen parametreissa sellaisia virheitä, jotka olisivat merkittävästi vaikuttaneet mittaustuloksiin. Mittaustarkkuus on joka tapauksessa $\pm 5\%$, joten onnistunutkin mittaus aiheuttaa aina epävarmuutta tarkasteluiden tuloksiin. Vuotovesitarkastelut päädyttiin lopulta tekemään niille alueille, joilla alkuperäinen tieto katsottiin riittävän luotettavaksi.

2.7 Vesistötiedot

Tarkasteltujen valuma-alueiden purkuvesistöiksi tunnistettiin Pien-Saimaaseen kuuluva Sammonlahti ja Rakkolanjoki. Vesistöjä koskevat vedenlaatutiedot haettiin ympäristöhallinnon Vesla-rekisteristä. Ekologiset luokitustiedot haettiin ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmän vesienhoitosiosta. Molemmille vesistöille haettiin myös kuormitustiedot Suomen ympäristökeskuksen kehittämästä vesistömalli Vemalasta. Näitä tietoja verrattiin StormTac-mallista saataviin hulevesitietoihin. Vemalan tiedot pohjautuvat osittain simuloituun dataan, ja ovat keskiarvoja vuosilta 2015–2024. Vemala on yleisesti viranomaisien käyttämä ja hyväksymä malli. Sen epävarmuudet aiheuttavat kuitenkin sen, että kuormituslukuihin pitää suhtautua varauksella. Suuruusluokan arvioinnissa malli sen sijaan on toimiva. Vemalasta haettiin myös vesimuodostumien virtaamatiedot, joita käytettiin pitoisuuden nousua koskevissa laskelmissa. Sammonlahden vesikasvillisuutta tarkasteltiin ilmakuvista. Näihin aiheutuu epävarmuutta kuvausajankohdan vuoksi. Vesikasvillisuus on

rehevintä loppukesällä. Jos kuva on otettu alkukesästä tai loppusyksystä, voi kasvillisuudesta saada väärän käsityksen. Tässä hankkeessa käytettiin kuvia, joissa kasvillisuus näyttäisi olevan vehreää ja kuvaavan loppukesän tilannetta.

3. JÄTEVESIPÄÄSTÖJEN HALLINTA

3.1 Jätevesipäästöjen tarkastelutapa

Jätevesipäästöjä voi lähtökohtaisesti syntyä verkostosta ylivuotojen seurauksena tai jätevedenpuhdistamolta prosessiohitusten ja puhdistetun jäteveden mukana. Lappeenrannan jätevesistä syntyvää kuormitusta, sen vesistövaikutuksia ja mahdollisten päästöjen muita vaikutuksia ei ole aiemmin tarkasteltu kokonaisuutena. Jätevesipäästöjä seurataan kuitenkin sekä verkostossa että jätevedenpuhdistamolla. Jätevedenpumppaamot ovat kaukovalvonnassa eikä niiltä ole raportoitu ylivuotoja. Jätevesiverkoston toimintaa on tarkasteltu myös verkostomallinnuksen avulla ja sen perusteella ylivuotoja ei tapahdu muualtakaan verkostosta. Lisäksi on tarkasteltu jätevedenpuhdistamolta syntyvää kuormitusta.

3.2 Jätevesiverkoston ylimääräiset vedet ja niiden vaikutukset

Jätevesiverkostossa tulisi periaatteessa virrata vain asumisesta ja teollisuudesta lähtöisin olevaa jätevettä. Käytännössä kuitenkin verkostossa liikkuu myös ylimääräistä vettä, jota kutsutaan yleisesti vuotovedeksi. Tämä ylimääräinen vesi voi olla jätevesiviemäriin päätyntä hulevettä tai maaperän läpi rikkinaisten rakenteiden kautta viemäriin suodautunutta vettä. Vuotovedet voivat aiheuttaa monenlaisia ongelmia, minkä takia niiden määrää pyritään usein vähentämään.

Vuoto- ja hulevesien alkuperä vaihtelee. Sade- ja sulamisvesiä ohjautuu maanpintaa pitkin jätevesiviemäriin sekaviemäröidyltä alueilta ja alueilta, joilla hulevesijärjestelyt eivät ole riittäviä. Kiinteistöjen katto- ja kuivatusvesiä saatetaan johtaa määräysten vastaisesti jätevesiviemäriin. Pinta-vesiä voi päätyä verkostoon ylivuotorakenteiden kautta ja pohjavesiä rikkinaisten putkien ja kaivojen tai näiden vioittuneiden tiivisteen kautta.

Vuotovedet kuormittavat verkostoa, koska niitä varten tarvitaan kapasiteettia putkissa, pumppaamoilla ja jätevedenpuhdistamolla. Kapasiteetin ylittyessä verkostosta voi päätyä jätevettä ylivuotona luontoon tai rakennettuun ympäristöön. Puhdistamon kapasiteetin ylittyessä joudutaan käsittelyprosessin osia ohittamaan ns. prosessiohituksissa, joissa osittain puhdistettua jätevettä päätyy vastaanottavaan vesistöön. Ylimääräisen veden pumppaaminen ja käsittely aiheuttavat kustannuksia ja niiden takia saatetaan joutua investoimaan lisäkapasiteettiin.

Vuotovesien lähteiden moninaisuus yhdessä sen kanssa, että verkostoa on satoja kilometrejä maantieteellisesti laajalla alueella, tekee ongelman syiden löytämisestä vaativan tehtävän. Sekä syiden löytäminen että niihin puuttuminen synnyttävät kustannuksia ja edellyttävät työvoimaa. Toisaalta kun syyt löytyvät, voidaan kunnostus- ja saneeraustoimet kohdentaa kustannustehokkaasti ja kun jäteveden määrä pumppaamoilla ja puhdistamolla vähenee, säästyy myös kustannuksia.

3.3 Lähestymistapa

Jätevesipäästöjä lähdettiin analysoimaan kuvassa 2 esitetyn lähestymistavan kautta. Ensimmäiseksi tarkasteltiin jätevesiverkoston toimintaa kokonaisuutena ja arvioitiin ylivuotojen muodostumista, vuotovesien merkitystä päästöjen syntymiselle sekä prosessiohituksia. Näistä tarkasteltiin tarkemmin jätevesiylivuotojen, jätevedenpuhdistamon päästöjen ja muiden kaupunkivesien kannalta keskeisiä case study -alueita ja arvioitiin päästön mahdollisuutta. Jäteveden ylivuoto- ja purkupisteisiin liittyviä riskejä ja päästöjen mahdollisia vaikutuksia arvioitiin tarkemmin case study -alueiden sisällä. Tehtyjen alueellisten ja paikallisten tarkasteluiden pohjalta koottiin hyvät käytännöt ja suunnitteluperiaatteet päästöjen ennaltaehkäisemiseksi ja vähentämiseksi.

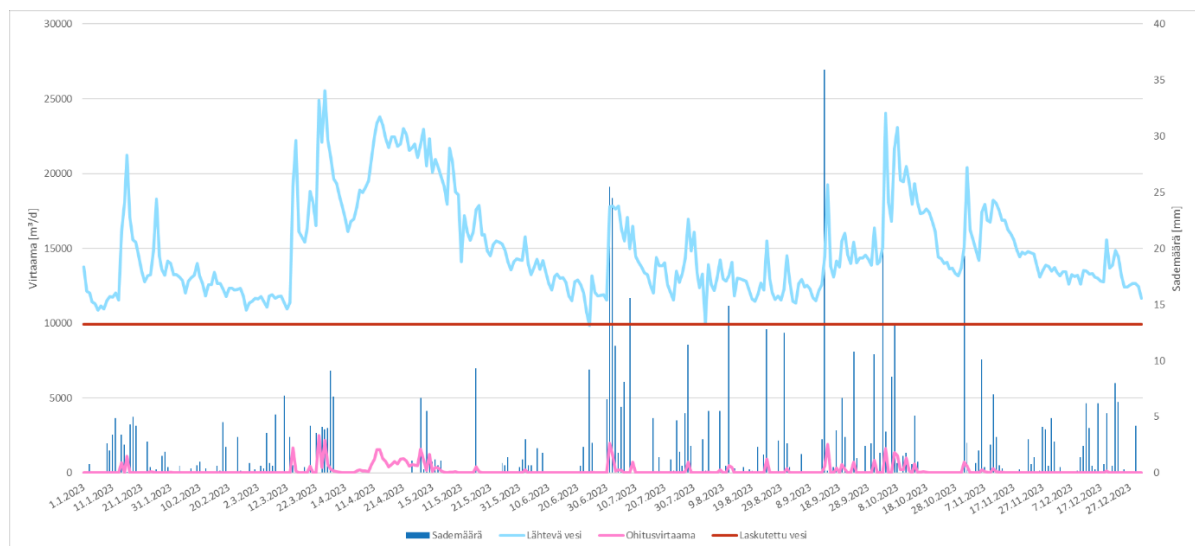


Kuva 2. Työn aikana muodostettu jätevesipäästöjen hallinnan lähestymistapa Lappeenrannassa

3.4 Jätevesipäästöjen nykytilanne

3.4.1 Verkoston vuotovesitilanne ja prosessiohitukset

Lappeenrannan jätevesiverkoston vuotovesiprosenttia selvitettiin Toikansuon jätevedenpuhdistamon virtaaman ja Lappeenrannan vuonna 2023 laskutetun jäteveden määrän pohjalta. Toikansuon kokonaisvirtaama vuonna 2023 oli noin 5,5 Mm³ ja vastaava laskutetun jäteveden määrä noin 3,6 Mm³. Toikansuon puhdistamolta lähtevä, puhdistetun jäteveden virtaama ja Lappeenrannan laskutettu vesi on esitetty kuvassa 3. Kuvassa on esitetty myös Ilmatieteen laitoksen Lepolan mittausasemalla mitattu sademäärä vuonna 2023.



Kuva 3. Tokansuon jätevedenpuhdistamon lähtevän veden virtaama ja prosessiohitukset, jotka muodostavat puhdistamon kokonaisvirtaaman sekä Lappeenrannan laskutetun veden keskimääräinen päivävirtaama ja Ilmatieteenlaitoksen Lepolan mittausaseman mukainen sademäärä

Vuoden 2023 aikana Toikansuon puhdistamolla tehtiin biologisen prosessivaiheen ohituksia 152 päivänä, yhteensä noin 52 000 m³. Lähes kaikki biologisen prosessivaiheen ohitukset osuvat suurempien sadetapahtumien aikoihin (kuva 3). Prosessiohituksia on tapahtunut myös lumen sulamisesta johtuvien virtaamien kasvun yhteydessä. Tämä on nähtävissä kuvaajassa maaliskokuun

välisenä aikana. Ohitukset eivät kuitenkaan ole aiheuttaneet Toikansuon jätevedenpuhdistamon ympäristöluvan raja-arvojen ylittymistä, vaan puhdistamo on toiminut ympäristöluvan mukaisesti.

Lappeenrannan keskimääräinen vuotovesiprosentti vuodelle 2023 laskettiin Lappeenrannan Toikansuon jätevedenpuhdistamon virtaamasta ja vuoden 2023 laskutetun veden perusteella. Toikansuon puhdistamon virtaamasta voidaan havaita, että puhdistamon virtaama pysyttelee lähes koko vuoden laskutetun jäteveden tason yläpuolella. Tämä kertoo siitä, että alueella on vuotovesiä, joiden määrä vaihtelee paljon.

Puhdistamon virtaaman ja laskutetun jäteveden perusteella laskettiin päivätasolla keskimääräinen ja maksimitilanteen vuotovesiprosentti. Keskimääräinen vuotovesiprosentti oli vuonna 2023 noin 34 % ja maksimitilanteen vuotovesiprosentti kevään huippuvirtaamilla noin 64 %. Keskimääräinen vuotovesiprosentti ei ole hälyttävän korkea, mutta ylittää hyvän vesihuollon kriteereissä hyvänä tasona pidetyn 30 % (Renko ym. 2021). Lisäksi on ongelmallista, että vuotovesi aiheuttaa jätevedenpuhdistamolla prosessiohituksia.

3.4.2 Alueellinen vuotovesitilanne

Lappeenrannan vuotovesitilannetta tarkasteltiin myös alueittain vuositason pumpppaamojen vuoden 2024 virtaamatietojen pohjalta. Lähtötietona käytettiin virtaamatietoja niiltä viideltä pumpppaamolta, joiden laatu arvioitiin lähtötietojen tarkastelussa riittäväksi. Toimitetussa pumpppaamodatassa ei havaittu poikkeavia virtaamapiikkejä, vaan suurimmat piikit virtaamassa selittyvät sadetapahtumilla ja lumen sulamisen ajanjaksoilla. Valittujen pumpppaamoiden virtaamadatassa ei myöskään ollut katkoksia. Myös tilaaja itse totesi kyseiset pumpppaamoiden mittaukset luotettaviksi. Pumpppaamoilla pumpatun jäteveden määrää verrattiin alueen laskutettuun jäteveeseen vuotovesiprosentin määrittämiseksi.

Vuotovesitilannetta tarkasteltiin Sunisenlahden, Mustolan, Tirilän, Harapaisen, Halkosaaren ja keskustan alueilla.

Sunisenlahden pumpppaamon alue on pääasiassa pientalovaltaista asuinalueita. Valuma-alueeseen kuuluu seuraavat asuinalueet: Selkäharju, Rutola, Ruoholampi, Skinnarila, Sammolanhti, Uus-Lavola, Lavola, osa Kourulasta sekä Kuusimäen alue. Skinnarilan alueella sijaitsee Lappeenrannan teknillisen yliopiston kampusalue. Sunisenlahden pumpppaamolle päätyvät myös Lemminkäisen jätevedet, joita pumpataan yöaikaan. Sunisenlahden valuma-alue kattaa lähes kokonaan läntisen Lappeenrannan. Pumpppaamon valuma-alueen verkostopituus on lähes 80 km.

Mustolan pumpppaamon valuma-alue sijaitsee kokonaisuudessaan Saimaan kanavan itäpuolella, lukuun ottamatta yksittäistä pientä osuutta, joka virtaa pumpppaamolle kanavan länsipuolelta. Pumpppaamon valuma-alueeseen kuuluu Mustolan, Mäkiä, Laihan ja Kanavansuon alueet. Mustolan pumpppaamon alue on pääasiassa pientalovaltaista asuinalueita kuten Sunisenlahdenkin alue.

Mustolan pumpppaamon jälkeen seuraava tarkasteltu pumpppaamo oli Tirilän pumpppaamo. Tirilän pumpppaamo on samassa Toikansuolle johtavassa linjassa Mustolan pumpppaamon kanssa. Tirilän pumpppaamon valuma-alueeseen kuuluu Mustolan pumpppaamon lisäksi Mustolan satama-alue, Lauritsalan, Hakalin, Hartikkalan, Lapveden ja Tirilän asuin alueet sekä Pajarilan teollisuusalue.

Tirilän pumpppaamon jälkeinen pumpppaamo on Harapaisen pumpppaamo. Harapaisen pumpppaamon valuma-alueeseen kuuluu Tirilän ja Mustolan pumpppaamoiden valuma-alueiden lisäksi Harapaisen asuin- ja teollisuusalue, Karhumäen ja Hiessillan asuinalueet sekä Hyrymäen ja Myllymäen liikekeskukset. Harapaisen pumpppaamon valuma-alue kattaa lähes koko itäisen Lappeenrannan. Pumpppaamon valuma-alueen verkostopituus on lähes 140 km.

Halkosaaren pumpppaamon valuma-alue koostuu seuraavista kaupunginosista: Kimpinen, Kylpylä, Keskus, Linnoitus sekä Pikisaaren koillinen osuus. Valuma-alue on pääsääntöisesti tiivistä keskusta- ja kerrostaloaluetta, mutta Kimpisen alueella on myös pientaloasutusta sekä urheilupuisto.

Viiden pumpppaamoalueen lisäksi arvioitiin tarkasteltujen pumpppaamoalueiden ulkopuolelle jäävän verkoston vuotavuutta Toikansuon jätevedenpuhdistamon virtaaman pohjalta. Toikansuon keskimääräistä ja maksimivirtaamaa verrattiin viiden luotettavan pumpppaamon virtaamaan, jolloin

saatiin viiden pumppaamon ulkopuolelle jäävän virtaaman suuruus ja sen mukaan arvioitua alueen vuotovesimäärä.

Pumppaamoiden päivätason keskimääräinen sekä maksimi- ja minimivuotovesiprosentti laskettiin virtaama- ja vedenkulutustietojen pohjalta. Taulukossa 1 on esitetty suurimpien pumppaamoiden ja niiden ulkopuolisen alueen keskimääräinen sekä maksimi- ja minimivuotovesiprosentit.

Taulukko 1. Lappeenrannan suurimpien pumppaamoiden sekä ulkopuolisten alueiden vuotovesiprosentit eri virtaamatilanteissa

	Keskimääräinen vuotovesiprosentti	Maksimipäivävirtaaman mukainen vuotovesiprosentti	Minimipäivävirtaaman mukainen vuotovesiprosentti
Mustola	43 %	78 %	12 %
Tirilä*	44 %	78 %	8 %
Harapainen*	45 %	71 %	24 %
Halkosaari	14 %	42 %	2 %
Sunisenlahti	13 %	57 %	Virtaama on pienempi kuin laskennallinen päivän vedenkulutus
Pumppaamoiden ulkopuoliset alueet**	39 %	61 %	2 %
* Vuotovesien osuus on laskettu aluevirtaamasta ja -kulutuksesta.			
** Vuotovesien määrä on laskettu vähentämällä puhdistamon virtaamasta pumppaamoiden virtaamat ja verrattu alueen kulutukseen			

Taulukosta 1 nähdään, että Mustolan, Tirilän ja Harapaisen keskimääräinen vuotovesiprosentti on varsin korkea, noin 45 %. Tämä on enemmän kuin koko verkostossa keskimäärin. Halkosaaren ja Sunisenlahden vuotovesiprosentti sen sijaan jää selvästi koko verkostoa alhaisemmaksi, tasolle noin 15 %. Sunisenlahden alueen vedenkäyttö vaihtelee voimakkaasti alueelle sijoittuvien toimintojen takia. Minimitilanteen tulos ei siten ole täysin luotettava, mutta viittaa kuitenkin siihen, ettei rakenteiden kautta pääse merkittäviä määriä vuotovettä jätevesiviemäriin. Maksimitilanteessa kaikkien alueiden vuotovesiprosentit kohoavat selvästi, suurimmillaan lähes 80 %:iin kolmella vuotavimmalla alueella. Tämä kertoo siitä, että verkostoon päätyy hulevesiä maanpinnalta ja katto- sekä kuivatusvesiä kiinteistöiltä sekä mahdollisesti pintavettä läheisistä vesistöistä, lähinnä Saimaasta. Minimissään vuotovesien määrä on alhainen, etenkin Halkosaaren, Sunisenlahden ja tarkasteltujen pumppaamojen ulkopuolisen alueen kohdalla. Tämä puolestaan kielii, ettei vuotovettä todennäköisesti tule verkoston viallisista rakenteista, ts. verkoston rakenteellinen kunto lienee hyvä. Etenkin Harapaisen alueella vuotavuus on minimitilanteessakin korkeaa.

Pumppaamotarkastelun pohjalta saatiin myös vuotoveden määrä, kun pumppaamon virtaamasta vähennettiin sen valuma-alueen mukainen kulutus. Vuotoveden määrä jaettiin verkostomallinnusta varten tasaisesti jokaiselle pumppaamon valuma-alueen tarkastuskaivolle. Kaivomäärään ei ole otettu huomioon pumppaamoiden imusäiliöitä tai paineputkien lähtöjä. Vuotovesiin ei mallinnettu vuorokausivaihtelua, vaan vuotovesi syötettiin virtaamaan tasaisesti kaikkiin kyseisen pumppaamon valuma-alueen kaivoihin. Verkostomallinnuksessa tasainen jako on tarpeellinen, sillä vuotovesien lähteestä ja oikeasta sisääntulokohteesta ei ole tietoa.

Tarkastelun tulokset ovat osin ristiriidassa Lappeenrannan Energiaverkot Oy:n kokemusten kanssa. Sunisenlahden pumppaamon valuma-alueella on tehty vuonna 2020 paikallisia vuotovesitutkimuksia ja viemärikuvauskuksia. Tällöin vuotovesitilanne on näyttäytynyt erittäin huonona. Sunisenlahden pumppaamon virtaamien ja lasketun veden määrän vertailun pohjalta vuotovesitilanne vaikuttaisi kuitenkin olevan hyvä. Yksi mahdollinen selitys on, että alueen hulevesien johtamiseen on tullut muutoksia tarkasteluiden välillä. Esimerkiksi remonttien yhteydessä kattovesiä on saatettu liittää hulevesiverkostoon, ilman että tästä on tullut tietoa vesihuoltolaitokselle. On myös mahdollista, että tilanne laajan alueen joissain osissa on hyvä ja toisissa huono. Tähän viittasivat myös paikallisten mittauksen tulokset (luku 3.4.3).

Vastaavasti Halkosaaren pumppaamoalueella on aiemmissa tutkimuksissa havaittu, että alueella on useita sekaliittymiä, ja että sateen alkaessa verkostossa on havaittavissa suurempia virtaamien

kasvu ja vesipinnan nousu. Myös Halkosaaren tapauksessa tulisi varmistaa tilanteen mahdollinen muuttuminen esimerkiksi savukokeiden avulla.

3.4.3 Vuotovesitilanne paikallisten mittauksen valossa

Osana hanketta Lappeenrannan Energiaverkot Oy teetti vuotovesimittauksia Sammonlahden alueella (kuva 3) ja Lappeenrannan keskusta-alueella (kuva 4). Palveluntarjoajat toteuttivat vuotovesimittauksia syksyn 2024 ja talven 2025 aikana yhtäjaksoisesti noin neljän kuukauden ajan.



Kuva 3. Toinen palveluntarjoajista toteutti vuotovesimittauksia Lappeenrannan Sammonlahden alueella (Lappeenrannan karttapalvelu, 2025).



Kuva 4. Myös Lappeenrannan keskusta-alueella suoritettiin vuotovesimittauksia (Lappeenrannan kartta-palvelu, 2025).

Sammonlahden mittauksista tarkasteltiin palveluntarjoajan määrittämää vuotovesien keskimääräistä määrää ja maksimimäärää kaikilta mittausalueilta ja vuotovesien määrä mallinnettiin alueiden tulosten ja laskutetun veden avulla. Näiden perusteella saatiin laskettua vuotoveden määrä, joka syötettiin verkostomalliin tasaisesti kaivokohtaisesti niin, että jokaiseen mittapisteen yläjuoksulla sijaitsevaan valuma-alueen kaivoon syötettiin sama vuotoveden määrä. Sammonlahden suuralue jaettiin kuuteen alueeseen ja näihin kaivoihin asennettiin palveluntarjoajan mittauslaitteet. Vuotovesimittauksen tulosten perusteella voidaan todeta, että kahdella kuudesta alueesta ei muodostu vuotovesiä edes sateiden aikana. Yhden alueen vuotovesimittaus epäonnistui osittain teknisen vian vuoksi. Toisten kahden alueen vuotovesitilanne jäi vielä epäselväksi alueen yläjuoksulla sijaitsevan pumppaamon toiminnan vuoksi. Pumppaamon toiminta voi hetkellisesti nostaa vesipintaa alajuoksulla olevassa verkostossa, jolloin mittaus voi tulkita vesipinnan nousun vuotovetenä. Suurimman mittausalueen vuotovesitilanteesta saatiin tutkimusten perusteella kuva, että tarkastelluista alueista eniten vuotovesiä tulee keskeiseltä Sammonlahden alueelta. Alue on kuudesta mittausalueesta laajin, joten kaikki alueet eivät ole täysin vertailukelpoisia keskenään. Tulosten luotettavuuteen voi vaikuttaa, että neljän kuukauden mittausjaksot ovat olleet verrattain lyhyitä.

Keskusta-alue jaettiin mittauspisteillä neljään pienempään alueeseen. Mittausten perusteella palveluntarjoaja määrittäi alueiden vuotovesikertoimet ja -prosentit. Vuotovesikertoimien ja laskutetun jäteveden määrän avulla saatiin laskettua vuotovesien määrä aluekohtaisesti. Taulukossa 2 on esitetty palveluntarjoajan koostamat tulokset.

Taulukko 2. Palveluntarjoajan laatimat keskusta-alueen mittauspisteiden tunnusluvut

	Mittauspiste 1	Mittauspiste 2	Mittauspiste 3	Mittauspiste 4
Vuotovesikerroin	1,07	1,23	1,10	1,34
Maksimivuotovesikerroin	1,08	1,37	1,17	1,58
Vuotovesiprosentti	6,7 %	18,1 %	8,76 %	25,52 %

Taulukon 2 luvuista nähdään, että mittausten pohjalta keskustan alueella ei muodostuisi merkittäviä määriä vuotovettä, mutta että eri mittauspisteiden yläjuoksulla olevien alueiden välillä on huomattavaa vaihtelua. Mittauspisteen 4 alueelta muodostuu selvästi muita enemmän vuotovesiä, joka selittyy sillä, että mittauspiste 4 sijaitsee muiden mittauspisteiden jälkeisellä verkosto-osuudella ja kyseisen mittauspisteen kautta kulkeutui jätevesiä myös muualta verkostosta, joka ei ollut mittausten kohteena. Mittaustuloksia hyödynnettiin myös verkostomallinnuksella tehdyissä vuotovesitarkasteluissa. Verkostomallinnuksessa käytetty vuotoveden määrä laskettiin mittauspisteiden yläjuoksulla olevan valuma-alueen vedenkulutuksen ja mittauspisteiden virtaamien pohjalta. Tämä vuotovesimäärä kohdennettiin jokaiseen mittauspisteen yläjuoksulla sijaitsevaan viemärikaivoon tasaisena vuotovesivirtaamana.

3.4.4 Ylivuotojen nykytilanne

Ylivuodoissa puhdistamatonta jätevettä päätyy ympäristöön. Usein ylivuotoja tapahtuu silloin, kun verkoston kapasiteetti ylittyy. Ylivuotoja voi tapahtua myös jätevedenpumppaamon häiriön, kuten sähkökatkoksen seurauksena.

Lappeenrannan jätevesiverkoston hydraulista toimintaa ja ylivuotojen tapahtumista tarkasteltiin hydraulisen mallinnuksen avulla. Hydraulinen mallinnus on tarpeen, koska pumppaamoautomaatio rekisteröi vain pumppaamoilta tapahtuvat ylivuodot. Kapasiteetti voi kuitenkin ylittyä muuallakin verkostossa. Tällaisten ylivuotojen tapahtumisesta saadaan käsitys hydraulisen mallinnuksen avulla. Mallin lähtötietoina toimivat verkoston tiedot, esimerkiksi verkoston rakenne ja putkien halkaisijat sekä tieto jätevesiverkoston virtaamista eri puolella verkostoa.

Lappeenrannan alueella jätevedenpumppaamoilta tapahtuvia ylivuotoja tarkkaillaan pumppaamojen kaukovalvonnan avulla. Kaukovalvontaan ei ole rekisteröitynyt ylivuotoja eikä verkostomallinnuksen tulosten mukaan ylivuotoja tapahdu nykytilanteessa muuallakaan verkostosta. Mallinnuksessa käytetyt alueelliset vuotovesiprosentit laskettiin yhdistämällä pumppaamoiden 2024 virtaamia ja palveluntarjoajien mittaustuloksia (luvut 3.4.2 ja 3.4.3). Mittausten ja luotettavien pumppaamoiden ulkopuolelle jäävien alueiden vuotovesien osuus arvioitiin puhdistamon virtaaman perusteella niin, että kokonaisvirtaama vastasi puhdistamon virtaamaa. Mallinnuksen avulla tarkasteltiin keskimääristä ja maksimitilannetta. Mallinnuksessa jokaiseen valuma-alueen kaivoon syötettiin sama tasainen vuotovesivirtaama, jonka jälkeen tarkasteltiin verkoston kapasiteettia.

Mallinnuksen tulosten mukaan Lappeenrannassa ei tapahdu kapasiteettivajeesta johtuvia ylivuotoja pumppaamoilla tai muualla verkostossa. Mallinnuksen tulokset vastaavat todettua nykytilannetta. Mallinnus ei kuitenkaan ota kantaa mahdollisista toiminnallisista ongelmista syntyviin ylivuotoihin. Ylivuotoja voi tapahtua esimerkiksi verkoston tukkeumista tai sortumista, jolloin kapasiteetti yllättäen pienenee tai pumppaamoiden sähkökatkojen seurauksena.

3.4.5 Tulevaisuuden ylivuototilanne

Ilmastonmuutoksen myötä sateiden määrä kasvaa ja sateet voimistuvat. Tämän perusteella päädyttiin mallintamaan mahdollinen tulevaisuuden maksimitilanne, jossa verkoston vuotovesitilanne on erittäin huono. Tässä skenaariossa vuotovesien osuus on 80 %, joka vastaisi 50 000 m³ päivävirtaamaa Toikansuon puhdistamolla. Mallinnuksessa vuotovedet jaettiin tasaisesti kaikkiin mallin kaivoihin.

Mallinnuksen tulosten mukaan tulevaisuuden maksimitilanteessa tapahtuu vähäisessä määrin ylivuotoja kaivojen ja ylivuotorakenteiden kautta. Monin paikoin viemäriverkoston kapasiteetti ylittyy siten, että vesi padottaa viemäriin ja nousee kaivoihin, mutta ei kuitenkaan nouse maanpinnalle. Padotusta tapahtuu etenkin pumppaamoiden läheisyydessä, sillä pumppaamoita ja niiden paineputkia ei ole mitoitettu 80 %:n vuotovesitilanteisiin.

3.4.6 Johtopäätökset vuotovesitilanteesta

Lappeenrannan jätevesiverkoston keskimääräinen vuotovesiprosentti on kohtuullisella tasolla (34 %), mutta ylittää hyvän vesihuollon kriteereissä hyvänä tasona pidetyn 30 %. Vuotovedet eivät mallinnuksen ja automaation tietojen perusteella aiheuta ylivuotoja verkostossa eivätkä siten ole verkoston kannalta merkittävä toiminnallinen ongelma. Sen sijaan vuotovesi aiheuttaa jätevedenpuhdistamolla prosessiohituksia, minkä johdosta vuotoveden vähentäminen olisi tarpeellista.

Lappeenrannan jätevesiverkoston vuotovesitilannetta tarkasteltiin kuuden verkostoalueen tasolla. Tällainen jako on vielä melko karkea, mutta voi auttaa poissulkemaan alueita, joilta ei synny merkittäviä määriä vuotovettä. Mustolan ja Harapaisen alueet nousivat tarkastelussa esiin alueina, joilla vuotovettä pääsee verkostoon sekä viallisten rakenteiden kautta että virheellisten liitosten ja hulevesien väärän ohjautumisen kautta. Näille alueille kannattaa kohdentaa savukokeita ja viemärikuvaus- ja tarvittavien toimien selvittämiseksi. Alueilla voidaan tätä ennen tehdä myös paikallisia vuotovesimittauksia, jos halutaan haarukoida vielä vuotovesien lähteitä tarkemmin näillä melko laajoilla verkostoalueilla.

Sammonlahden alueella tehtyjen paikallisten mittausten valossa näyttää, että eniten vuotovesiä tulee keskiseltä Sammonlahden alueelta ja keskustan alueen mittauspisteiden 4 alueelta. Näillekin alueille kannattaa jatkotutkimuksena kohdentaa savukokeita ja viemärikuvaus- ja tarvittavien toimien selvittämiseksi. Lisäksi mittaustulosten saaminen voi edellyttää pidempää mittaustulosten saamista, esimerkiksi vuoden tai jopa kahden vuoden ajanjakso, jotta tuloksia saadaan eri vuodenaajoilta ja vaihtelevista olosuhteista (sadanta, pohjavesi, pintavedet).

Jatkotoimenpiteenä Lappeenrannan jätevesiverkoston osalta kannattaa laatia etenemissuunnitelma, jossa määritetään, miten pumppaamoautomaatio saadaan valjastettua vuotovesitarkasteluihin ja mistä verkoston sijainneista halutaan lisäksi vuotavuustietoa. Verkostoon voidaan sijoittaa sekä kiinteäasenteisia että siirrettäviä virtaama- ja pinnankorkeusmittareita tilanteen jatkuvaan seuraamiseen ja paikalliseen selvittämiseen. Mittausten lisääminen edellyttää resurssia mittareiden asennukseen ja kunnossapitoon sekä ratkaisua tiedon koostamiseen ja analysointiin sekä tarvittavien toimenpiteiden määrittämiseen tulosten pohjalta. Mittausten lisäksi voidaan tarkentaa analyysiyhdistämällä niihin myös pohjaveden ja pintavesien pinnankorkeustietoja, jolloin hidasta ja nopeaa valuntaa ja vuotovesien lähteitä voidaan selvittää nykyistä tarkemmin. Vuotovesien hallinnan kehittämistarpeita on esitelty laajemmin luvussa 7.5.

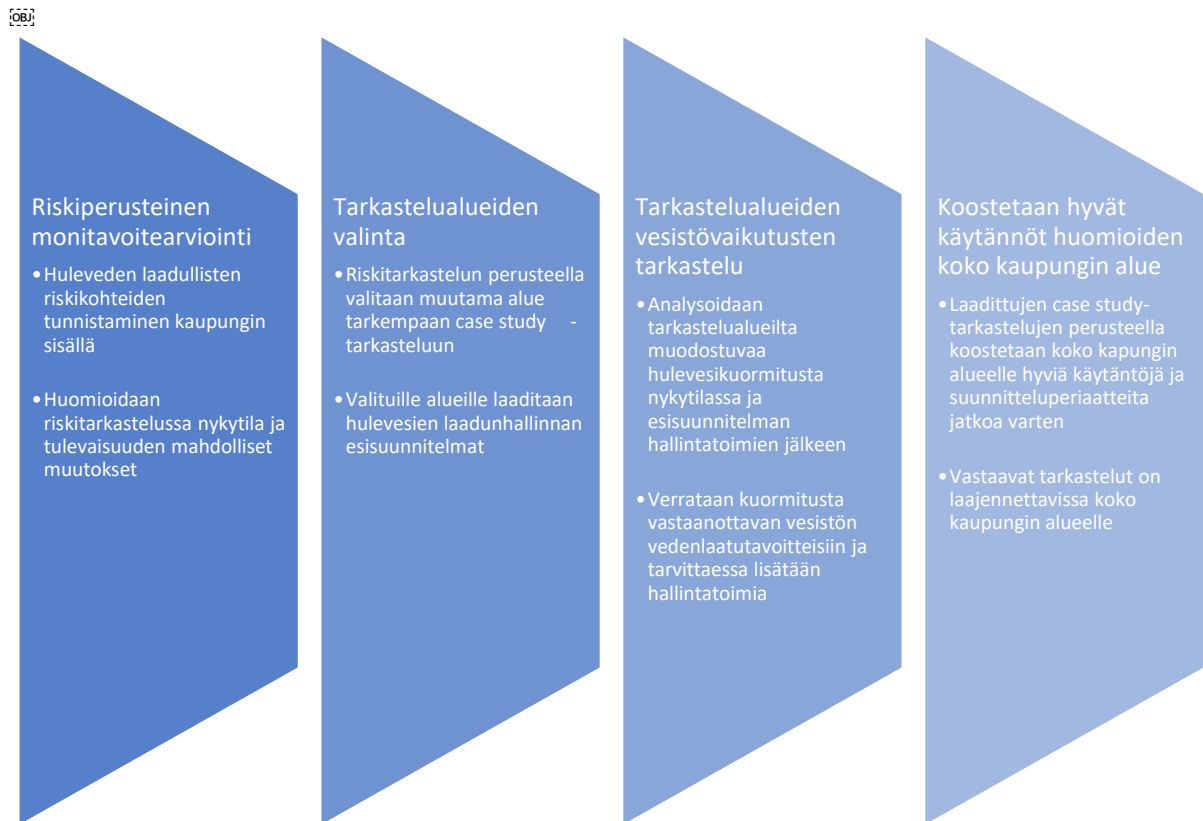
4. KUORMITTEISTEN HULEVESIEN HALLINTA

4.1 Hulevesien hallinnan tilanne Lappeenrannassa

Lappeenrannan kaupungin hulevesiohjelma on laadittu vuonna 2021. Hulevesiohjelmassa on mm. määritelty kaupungin hulevesien hallinnan tavoitteet, vastuunjako, ja kuvattu eri maankäyttömuodoille soveltuvia hulevesiratkaisuja. Hulevesiohjelman laadinnan yhteydessä Lappeenrannan alueelle muodostettiin yleispiirteinen osavaluma-aluejako. Hulevesiohjelman laatimisen jälkeen hulevesityötä on Lappeenrannassa jatkettu ja hulevesien hallintaa suunnitellaan osana uusia kaavoitus- ja infrarakentamisen kohteita. Kaupungin alueella on myös vuosien ajan toteutettu useita hulevesien hallintarakenteita vesien määrän ja laadun hallintaa varten. Kaikkia hulevesiohjelmassa mainittuja toimenpiteitä ei ole vielä saatu toteutettua, esimerkiksi sekaliittymien osalta.

4.2 Lähestymistapa

Kuormitteisten hulevesien kokonaisuutta lähdettiin analysoimaan kuvassa 5 esitetyn lähestymistavan kautta. Ensimmäiseksi koko Lappeenrannan alueelta tunnistettiin hulevesien laadunhallinnan riskialueet, joilla laadunhallintaan tulisi jatkossa kiinnittää enemmän huomiota. Näistä tunnistetuista alueista valittiin tämän työn puitteissa kaksi aluetta tarkempaan case study-tarkasteluun ja näille laadittiin esisuunnitelmatasoiset hulevesien laadunhallinnan suunnitelmat. Edelleen valituilta case study-alueilta muodostuvien hulevesien vesistövaikutuksia analysoitiin mallintamalla valuma-alue ja esisuunnitellut hallintatoimenpiteet Stormtac-huleveden laadun mallinnusohjelmalla. Case study-tarkastelujen ja työn aikana käytyjen keskustelujen pohjalta on koko Lappeenrannan alueelle esitetty soveltuvia hulevesien laadun hallintatoimia, joita on lopuksi kuvattu yleisellä tasolla.



Kuva 5. Työn aikana muodostettu kuormitteisten hulevesien hallinnan lähestymistapa Lappeenrannassa

4.3 Riskiperusteinen monitavoitearviointi

Jotta huleveden laadunhallinnan ratkaisut voidaan kohdistaa vaikuttavasti, on tärkeää tunnistaa veden laadulliset riskialueet kaupungin sisällä. Riskialueiden tunnistamisessa on huomioitava kuormitteisia hulevesiä tuottavat maankäyttömuodot ja toiminnot sekä vastaanottavien vesistöjen herkkyys veden laadun vaihtelulle. Huleveden laadullinen riski syntyy, kun huonolaatuinen hulevesi päätyy herkkään vesistöön. Kuvassa 6 on esitetty huleveden laadullisen riskin muodostumiseen vaikuttavat tekijät. Kuvassa kuormituslähteellä tarkoitetaan maankäyttömuotoa tai toimintoa, jotka kirjallisuuteen ja vesinäytteenottoon perustuen tuottavat kuormitteisia hulevesiä. Veden laadun vaihtelulle herkillä ympäristöillä puolestaan tarkoitetaan vastaanottavia vesiympäristöjä, joiden tila voi heikentyä hulevesikuormituksen myötä. Hulevesikuormitus voi heikentää paitsi vesistön ekologista tai laadullista tilaa myös vesistön sosiaalista virkistyskäyttöä tai taloudellista arvoa. Nykytilan kuormituslähteiden ohella on tarpeen arvioida kunnan tulevaa maankäytön kehitystä ja sen myötä tulevaisuudessa muodostuvia mahdollisia uusia kuormituslähteitä. Riskiperusteinen monitavoitearviointi toteutettiin Rambollilla kehitetyn paikkatietopohjaisen NBS MultiAnalysis -työkalun avulla. Alla on kuvattu tarkemmin monitavoitearvioinnin toteutus.



Kuva 6. Huleveden laadullisen riskin muodostuminen kuormituslähteiden ja veden laadulle herkkien ympäristöjen tulona.

Osavaluma-aluejako

Riskitarkastelu kytkeytyy kaupungin sisäiseen valuma-aluejakoon. Kun huleveden laadullista riskiä tarkastellaan osavaluma-alueella, voidaan hulevesien laatuvaikutuksia arvioida paitsi tietyllä osavaluma-alueella, myös sen ylä- ja alajuoksulla. Esimerkiksi suoraan purkuvesistön yläjuoksulla sijaitsevalla valuma-alueella ei välttämättä esiinny erityisen kuormitteisia maankäyttömuotoja tai toimintoja mutta tämän yläpuolisilla valuma-alueilla saattaa ilmetä riskitekijöitä, jotka valuma-alueiden linkittymisen myötä vaikuttavat tarkasteltuun purkuvesistöön. Ilman valuma-aluepohjaista tarkastelua alavirrassa havaittuja haitallisia laatuvaikutuksia on mahdotonta linkittää ylävirrassa esiintyviin riskitekijöihin. Lappeenrannan alueella hyödynnettiin kunnalle aiemmin laadittua osavaluma-aluejakoa, jota paikoin tarkennettiin.

Lähtötietojen luokittelu

Hulevesien mukana kulkeutuvat haitta-aineet ovat peräisin pääosin eri maankäyttömuodoilta ja toiminnoista, kuten liikennealueilta, ja rakennetuilta läpäisemättömiltä pinnoilta, kuten kaduilta ja rakennusten katoilta. Läpäisemättömän pinnan määrä vaikuttaa lisäksi siihen, kuinka paljon hulevettä ja siten haitta-aineita päästetään kokonaisuudessaan muodostuu. Lappeenrannan alueelta tunnistettiin veden laadun kuormitustekijöiksi myös maanviljelysalueet, maan- ja lumenkaatopaikat, teollisuusalueet, lentokenttä sekä kuormittavina pistelähteinä lisäksi jätevesiverkoston ylivuotokohdat ja jätevedenpuhdistamon sekä kalkkivilailituksen purkupisteet.

Veden laadulle herkkienä elinympäristöinä painotettiin eniten Lappeenrannan kaupungin ennakkoon tunnistamia arvokkaita vesielinympäristöjä (Pien-Saimaa ja Rakkolanjoki). Herkkienä ympäristöinä huomioitiin myös uimapaidat, jotka ovat alueen asukkaille sosiaalisesti arvokkaita ympäristöjä ja joiden vedenlaadussa on todettu haasteita. Lisäksi huomioitiin valikoidut luontokohteet, jotka arvioitiin veden laadun vaihtelulle herkeiksi. Herkkien vesistöjen tunnistamisessa voidaan hyödyntää olemassa olevia vedenlaatatutietoja ja vesistön laatuavoitteita.

Lappeenrannan riskiperusteisessa monitavoitearvioinnissa hyödynnettiin alla listattuja lähtötietoja, jotka on esitetty myös kartalla kuvassa 7. Lähtöaineistot luokiteltiin veden laadun kuormitustekijöihin ja veden laadulle herkkiin ympäristöihin seuraavasti:

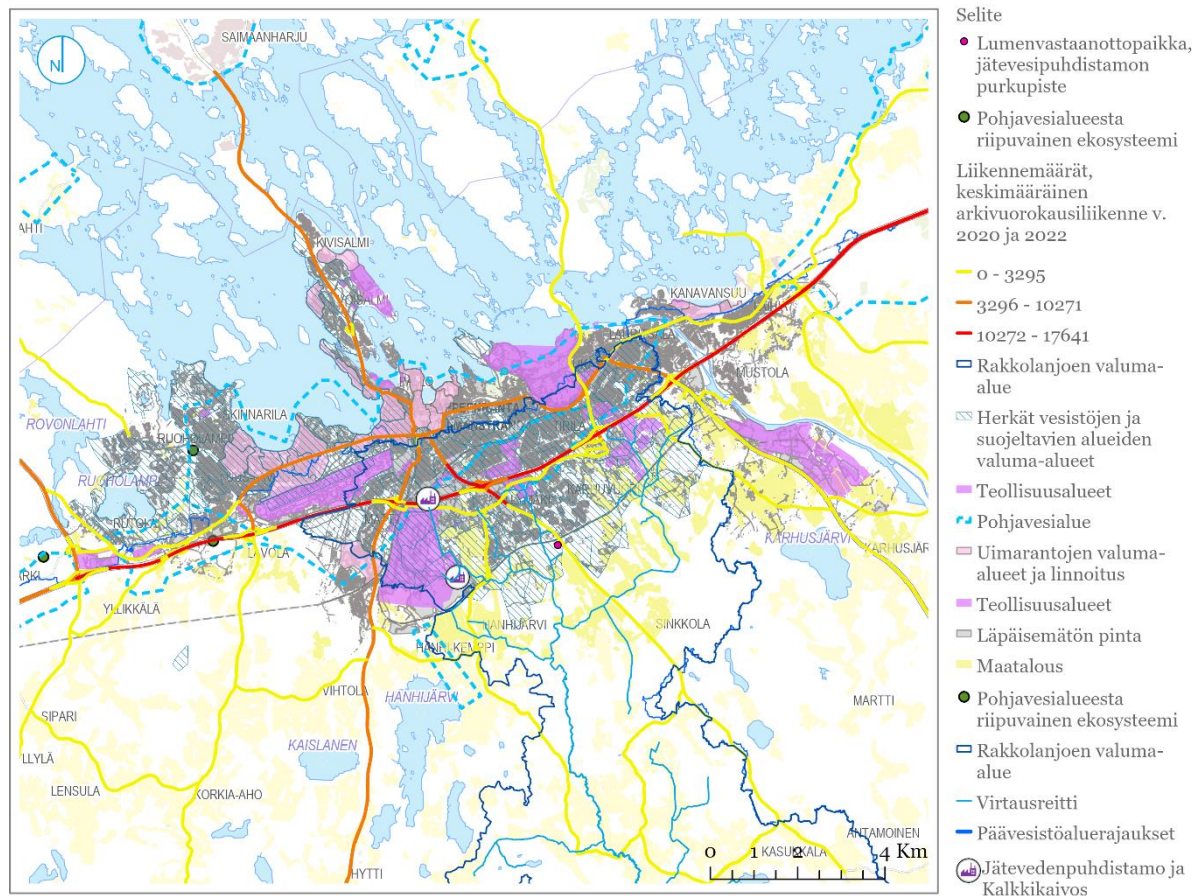
Veden laadun kuormitustekijät:

- Vettä läpäisemätön pinta
 - Lähde: Scalgo Live
- Maankaatopaikat, teollisuusalueet ja maanviljelysalueet
 - Lähde: CORINE Maanpeite 2018, 20 m (tif)

- Liikennemäärät
 - Väyläviraston valtakunnallinen digiroad-aineisto 2022
- Veden laadun pistemäiset riskikohteet
 - Lumenvastaanottoaikat, jätevedenpuhdistamo, kalkkivilaitos ja jäteveden ylivuotokohtat
 - Tiedot saatiin kaupungeilta

Veden laadun vaihtelulle herkäät ympäristöt:

- Lappeenrannan alueelta tunnistetut herkkien vesistöjen valuma-alueet
 - Valuma-alueet, joilta löytyy kaupungin tunnistamia arvokkaita vesielinympäristöjä (Pien Saimaan ja Rakkolanjoen valuma-alueet).
- Pistemäiset suojeltavat luontokohteet
 - Pohjavesialueesta riippuvainen ekosysteemi
 - Lähde: SYKE
- Aluemaiset huomioitavat tai suojeltavat luontokohteet
 - Pohjavesialueet ja vedenoton suojavyöhyke
 - Lähde: SYKE & pohjavesialueen suojelusuunnitelma
- Uimapaikkojen yläpuoliset valuma-alueet
 - Valittiin osavaluma-alueista ne, jotka lopulta purkavat uimapaikalle tai sen läheisyyteen.
 - Lähde: SYKE ja kaupungin aineistot



Kuva 7. Huleveden laadun riskiperusteisessa monitavoitearvioinnissa hyödynnetty lähtöaineisto kartalla.

Lähtöaineistojen painottaminen

Lähtöaineisto luokiteltiin ryhmiin siten, että toisiaan vastaavat ja yhtä oleelliset aineistot voitiin käsitellä yhtenä kokonaisuutena ja niille voitiin antaa analyysissä sama painotus. Lappeenrannan alueella painotukset muodostuivat asiantuntija-arvioiden ja paikallistuntemuksen pohjalta.

Läpäisemättömtä pintaa ja liikennealueita painotettiin kuormitustekijöinä eniten ja toisaalta kaupungin edustajien kanssa herkkinä vesistöinä tunnistettuja Pien-Saimaan ja Rakkolanjoen vesistöjen yläpuolisia valuma-alueita, pohjavesialueita sekä uimapaikkojen yläpuolisia valuma-alueita painotettiin eniten herkkinä vastaanottavina vesiympäristöinä. Koska lähtöaineistojen luokittelu ja painotukset perustuvat asiantuntija-arvioihin, ne eivät välttämättä kuvaa aineistojen absoluuttisia ominaisuuksia tai suhdetta toisiinsa. Painotuksilla voidaan korostaa analyysissä haluttuja seikkoja myös esimerkiksi paikallistuntemuksen mukaisesti tai sen perusteella, millaisia asioita tarkastelualueella erityisesti halutaan kehittää. Esimerkiksi Lappeenrannan alueella kaupungin edustajat totesivat, että uimapaikkojen vedenlaadussa on esiintynyt haasteita ja uimapaikkojen vedenlaatua olisi syytä pyrkiä parantamaan. Aineistoja painotettaessa on syytä myös tehdä herkkyysanalyysia ja tarkastella tulosten muuttumista painotuksia muutettaessa. Taulukossa 3 on kuvattu Lappeenrannan alueella veden laadun riskitarkastelussa käytettyjen lähtöaineistojen painotukset.

Taulukko 3. Veden laadun riskitarkastelussa käytetyt painotukset.

Käytetty aineisto veden laadun riskitarkastelussa	Painotus
Valuma-alueen läpäisemättömän pinnan määrä	0,2
Liikenteen pääväylät	0,2
Pistemäiset kuormituslähteet (jv-ylivuodot, lumenkaatopaikat, jätevedenpuhdistamon & kalkkivilaitoksen purkupaikat)	0,05
Maanviljelysalueet	0,05
Teollisuusalueet	0,05
Herkkien vesistöjen (Pien-Saimaan & Rakkolanjoen) yläpuoliset valuma-alueet	0,15
Uimapaikkojen valuma-alueet	0,15
Pohjavesialueet	0,15
Pistemäiset luontokohteet ja laatutekijät	0,05

Osavaluma-alueiden priorisointi ja tulokset

Osavaluma-alueille laskettiin NBS MultiAnalysis -työkalun avulla painotettu riski-indeksi.

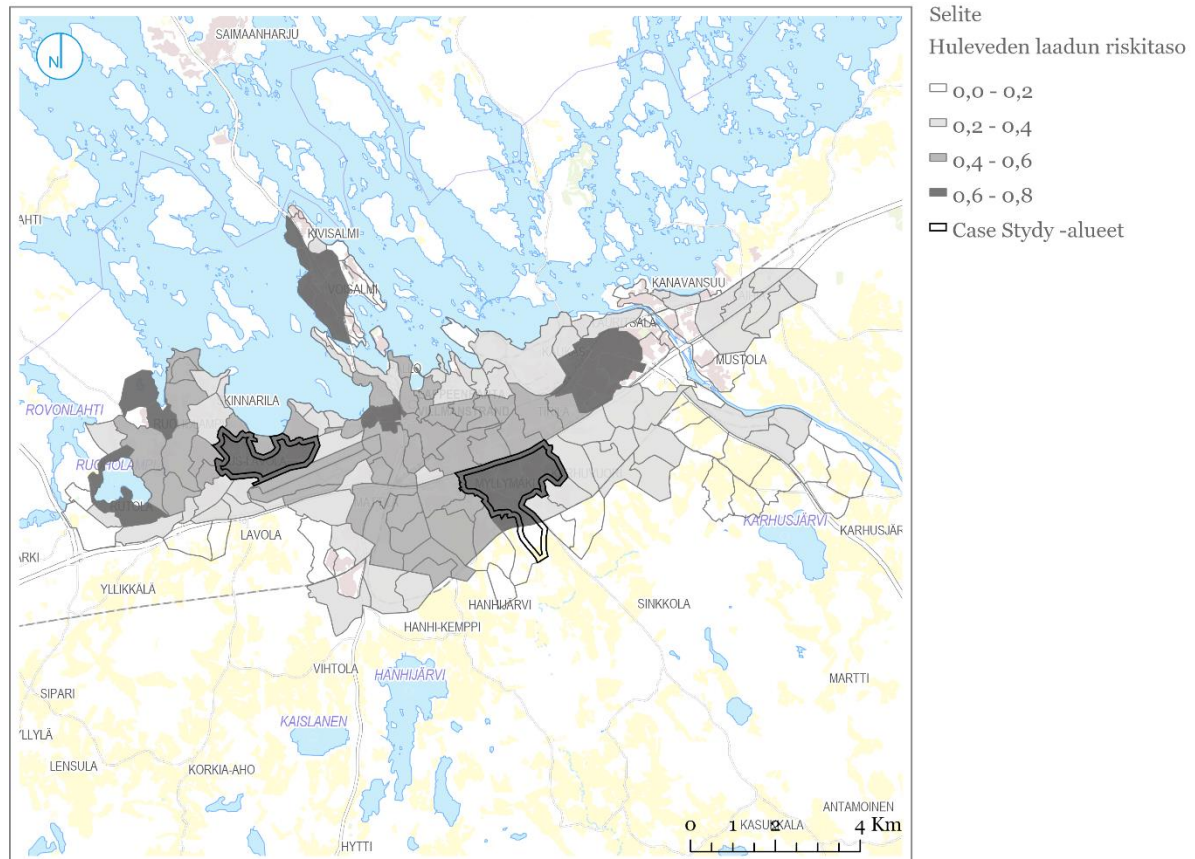
Riski-indeksin perusteella osavaluma-alueet voitiin asettaa järjestykseen siten, että suurimman riski-indeksin saivat osavaluma-alueet, joilla vesien laadunhallinnalle olisi eniten tarvetta. Kuvassa 8 on esitetty Lappeenrannan alueelta riskianalyysin tulokset, jotka on esitetty tarkemmin myös liitteessä 1. Kuvassa tummimman harmaalla värillä on esitetty ne Lappeenrannan osavaluma-alueet, jotka saivat riskianalyysissä suurimman painotuksen ja siten näillä alueilla hulevesien laadunhallintaan tulisi kiinnittää muita alueita enemmän huomiota. Nämä riskianalyysissä nousseet osavaluma-alueet ovat

- Ruoholammen ympäristö ja Tilsalan alue
- Märkälän alue
- Sammonlahden alue
- Osa Lappeenrannan keskustan aluetta
- Voisalmen alue
- Lauritsalan-Lapveden alue
- Hiessillanojan valuma-alue

Riskitarkastelu kuvastaa Lappeenrannan nykytilannetta. Työn aikana keskusteltiin kaupungin mahdollisista uusista kaava-alueista ja todettiin, ettei Lappeenrannassa ole tällä hetkellä tiedossa laajempia uusia laajenemisalueita. Tulevaisuudessa ilmastomuutoksen myötä sademäärien ja siten hulevesivalunnan odotetaan lisääntyvän. Lisääntyneen valunnan myötä hulevesikuormitus todennäköisesti lisääntyy. Nykytilassa tunnistetut huleveden laadun riskialueet ovat suurimpia riskialueita myös tulevaisuudessa, jos alueiden maankäyttö ja toiminnot säilyvät ennallaan. .

Tunnistetuista alueista päätettiin Lappeenrannan edustajien kanssa tarkempaan case-alueetarkasteluun valita Hiessillanojan valuma-alue sekä Sammonlahden alue. Hiessillanojan valuma-alue valikoitui, sillä sitä ei ole kaupungin toimesta vielä kovin paljon hulevesien osalta tutkittu ja alueelle sijoittuu teollisuustoimintoja, kaupan alueita ja vilkasta liikennettä, jotka kaikki ovat kirjallisuustiedon perusteella kuormitteisten hulevesien lähteitä. Sammonlahden alue on puolestaan jätevesiverkon vuotovesien hallinnan osalta kiinnostava alue ja sinne toteutettiin hankkeen puitteissa vuotovesimittauksia. Siten Sammonlahden aluetta on hankkeen aikana tarkasteltu sekä jäte- että hulevesien näkökulmasta.

Valituille Hiessillanojan ja Sammonlahden alueille laadittiin hulevesien laadunhallinnan esisuunnitelmat sekä laskettiin valuma-alueelta muodostuvaa huleveden kuormitusta Stormtac-mallinnuksen avulla. Case-alueiden tarkastelut on kuvattu tarkemmin alla olevissa kappaleissa.

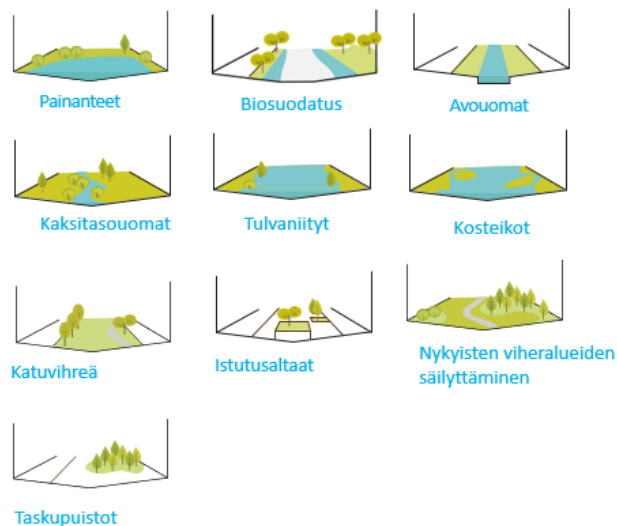


Kuva 8. Huleveden laadun riskialueet Lappeenrannassa. Riskitason suuruutta on kuvattu kartalla harmaan sävyin. Riskitaso kasvaa kun väri tummenee.

4.4 Hulevesien laadunhallinnan esisuunnitelma

4.4.1 Hallintarakenteiden sijoittelu

Riskiperusteisessa monitavoitearvioinnissa nousseille laadunhallinnan painopistealueille Hiessillanojan sekä Sammonlahden alueille laadittiin hulevesien laadunhallinnan esisuunnitelmat. Hulevesien laadusta oli saatavilla käyttökelpoisia mittaustuloksia Hertta-ympäristötietopalvelusta ja lisäksi Sammonlahden nykyisten kosteikkojen puhdistuskykyä on aiemmin tutkittu jonkin verran Lappeenrannan ympäristöpalveluiden toimesta, joten erillisiä laatumittauksia ei toteutettu tässä hankkeessa. Valituilta case-alueilta tunnistettiin karttatarkasteluna ja paikkatietoaineistojen pohjalta mahdollisia sijaintoja luonnonmukaisille hulevesien laadunhallinnan rakenteille. Esisuunnitelman laadinnassa hyödynnetty sinivihereinfran keinovalikoima on esitetty kuvassa 9. Keinovalikoima mukailee Lappeenrannan hulevesiohjelmassa esitettyä valikoimaa.



Kuva 9. Esisuunnitelman laadinnassa hyödynnetty luonnonmukaisten hulevesirakenteiden keinovalikoima.

Kuvassa 10 on esitetty lähtökohtia vesienhallintarakenteiden sijoittelulle valuma-alueilla. Muodostuvia kuormitteisia hulevesiä tulisi pyrkiä käsittelemään mahdollisimman lähellä niiden syntypaikkaa. Siksi hallintarakenteita on pyritty sijoittamaan virtaussuunnassa kuormitteisten maankäyttömuotojen ja toimintojen alapuolelle esimerkiksi katujen viherkaistoille. Lisäksi mahdollisia hallintarakenteita tutkittiin virtausreittien varrelta kaupungin omistamilta puisto- tai metsäalueilta, joissa maanpinnan muodot mahdollistaisivat vesien hallintarakenteen toteuttamisen painovoimaisesti. Hallintarakenteiden sijoittelussa huomioitiin myös kunnossapidon ja työmaan järjestämisen mahdollisuudet, jolloin rakenteiden läheisyydestä on hyvä löytyä kulkuväyliä. Tavoitteena myös on, ettei vesien hallintarakenteiden vuoksi tarvitsisi kaataa ainakaan merkittävää puustoa.



Kuva 10. Hulevesien laadunhallinnan esisuunnitelmassa noudatettu potentiaalisen vesienhallintakohteen alustavan tunnistamisen kriteeristö.

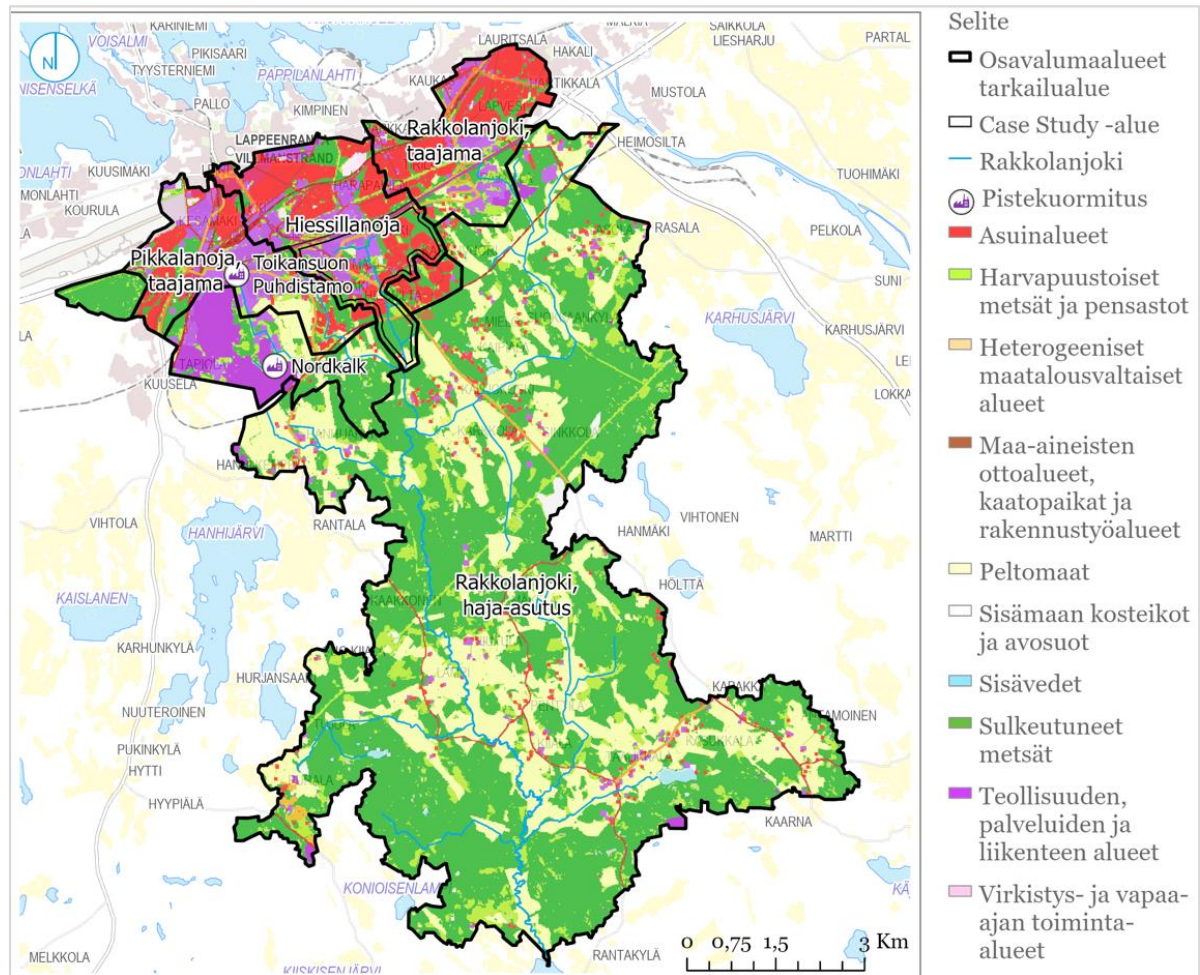
4.4.2 Hiessillanojan valuma-alue

Hiessillanojan valuma-alueen läpi kulkee Vanha Viipurintie, jonka länsipuolelle sijoittuu kaupan ja teollisuuden toimintoja, kun taas Vanhan Viipurintien itäpuoli on pääsääntöisesti pientalovaltaista asuinalueita, mutta myös sinne sijoittuu pienteollisuutta ja kaupan alueita. Alueelle sijoittuu myös hieman maatalousaluetta. Teollisuuden ja kaupan toiminnot sekä maatalous ovat kaikki kuormitteisten hulevesien lähteitä. Hiessillanoja kerää hulevesiä myös Kuutostien pohjoispuolelta ja sen valuma-alue on yhteensä noin 710 ha.

Hiessillanoja laskee vedet edelleen Rakkolanjokeen, jonka yhteenlaskettu valuma-alue on noin 89 000 ha. Hiessillanojan valuma-alue on osa Rakkolanjoen valuma-alueita, jolla se sijoittuu alueen pohjoisosaan (kuva 11). Rakkolanjoen valuma-alueesta suurin osa on maa- ja

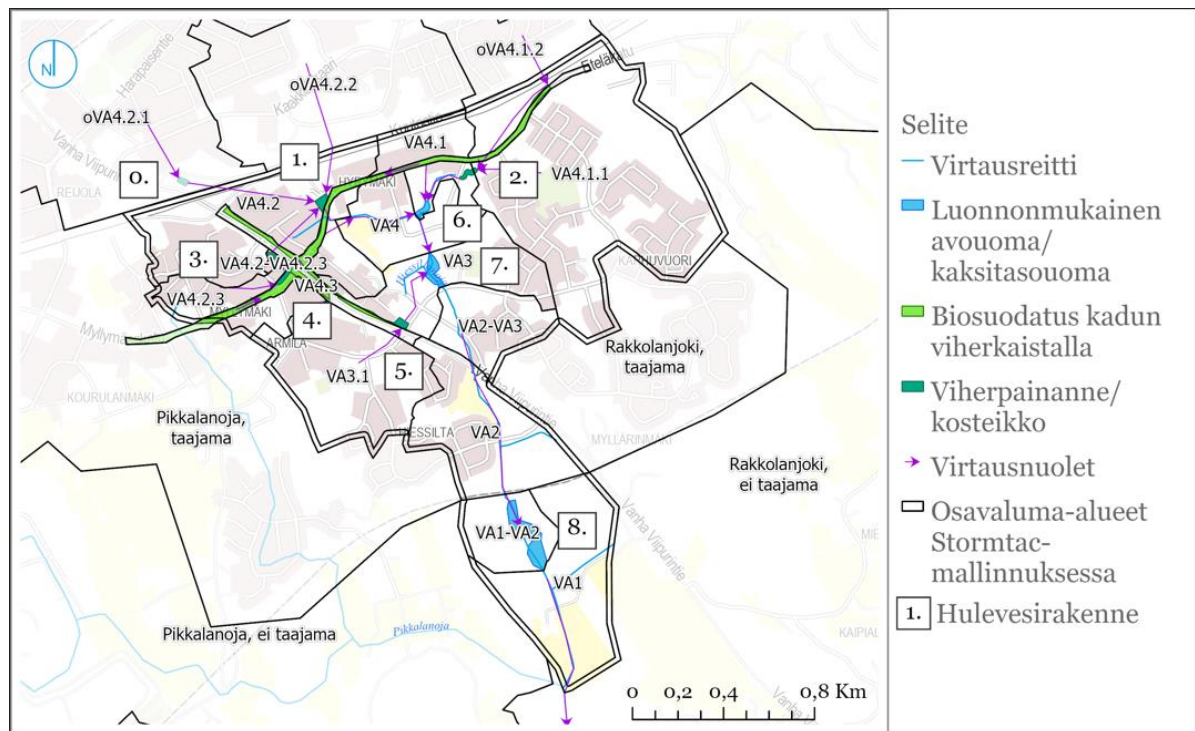
metsätalousaluetta. Joki on luokiteltu pieneksi savimaiden joeksi. Rakkolanjoki ja sen alajuoksulla sijaitseva Haapajärvi on kumpikin luokiteltu huonokuntoisiksi ja niiden kunnostustavoitteita on alennettu tyydyttäväksi.

Rakkolanjokeen lasketaan myös Lappeenrannan Toikansuon jätevedenpuhdistamon vedet. Puhdistamo käsittelee noin 77 000 ihmisen jätevedet. Lappeenrantaan on suunnitteilla uusi Hyväristönmäen jätevedenpuhdistamo puhdistusprosessin kehittämiseksi.



Kuva 11. Rakkolanjoen valuma-alue osavaluma-alueisiin jaettuna.

Hiessillanojan valuma-alueelle laadittu hulevesien laadunhallinnan esisuunnitelma on esitetty kuvassa 12 ja tarkemmin liitteessä 2.



Kuva 12. Hiessillanojan valuma-alueelle laadittu hulevesien laadunhallinnan esisuunnitelma

Valuma-alueelle on esisuunniteltu seuraavat hallintarakenteet:

0. Nykyinen hulevesiallas Kuutostien pohjoispuolella. Altaan säännöllinen huolto ja tarvittaessa kunnostaminen.
1. Kosteikkoalue Eteläkadun ja Ajurinkadun risteysalueelle. Nykyisen hulevesipainanteen kehittäminen ja monimuotoistaminen kasvillisuuden ja vesipintavaihteluiden avulla. Painante kerää nykyisellään hulevesiä Kuutostien pohjoispuolisilta asuinalueilta ja lähialueilta (kuva 13).



Kuva 13. Nykyisen aidatun hulevesipainanteen kehittäminen monimuotoisemmaksi kosteikkoalueeksi. Kohdassa on hyvin tilaa käytössä.

2. Pieni kosteikkomainen uoman levennys nykyistä avouomaa leventämällä ja muotoilemalla. Kiintoaineen laskeutumisesta voi edistää esimerkiksi pohjakynnyksien ja puunrankapöydien avulla. Nykyiseen avouomaan ohjataan Karhuvuoren asuinalueen hulevesiverkoston vesiä ja lisäksi hulevesiä Vanhan Viipurintien pohjoispuolelta. Kosteikko kasvaa itseensä ympäröivän metsäalueen siemenpankista.
3. Kaksi viherpainannetta Myllymäen kauppa-alueen viherkaistoille kiintoaineen laskeutusta ja vesien viivytystä varten (kuva 14). Painanteisiin voidaan suunnitella vesiä hidastavia rakenteita. Painanteisiin olisi mahdollista ohjata hulevesiä laajemmalla valuma-alueella, mikäli vesiä käännettäisiin läheisestä hulevesiverkostosta.



Kuva 14. Nykyisten avouomien laajentaminen viivyttäviksi painanteiksi. Painanteisiin olisi ohjattavissa enemmän vesiä verkostoa kääntämällä.

4. Biosuodatusalueet vilkasliikenteisempien katualueiden Vanhan Viipurintien, Myllymäentien ja Eteläkadun varren viherkaistoille (kuva15). Nykyisiä viherkaistoja olisi mahdollista kehittää hulevesien hallintaan ohjaamalla niille vesiä ajoradoilta sekä kevyenliikenteen väyliltä. Nykyiset ruohikkokaistat muutettaisiin suodattaviksi biosuodatusrakenteiksi, joihin olisi mahdollista toteuttaa myös monimuotoisempaa kasvillisuutta. Viherkaistoilla on nykyisiä puita, joita tulee pyrkiä säästämään.



Kuva 15. Nykyisten leveiden viherkaistojen kehittäminen biosuodatusalueiksi vilkasliikenteisimpien katujen varsilla. Kuvassa Vanhan Viipurintien viherkaistoja.

5. Viherpainanne Vanhan Viipurintien ja Karhuvuorenkadun risteyksen viheralueelle. Viheralueelle puretaan nykyisellään vesiä hulevesiverkostosta. Viheraluetta olisi mahdollista kehittää paremmin hulevesiä puhdistavaksi tai viivyttäväksi muotoilemalla painannetta ja virtausreittejä esimerkiksi pohjakynnysten ja tulvatasanteiden avulla.
6. Kaksitasouoma/tulvalevennys Hiessillanojaan johtavan sivuojan varrelle, jonne johtuu Eteläkadun teollisuusalueen ja Karhuvuoren asuinalueen hulevedet (kuva 16). Nykyiseen uomaan olisi mahdollista toteuttaa tulvalevennys vesien viivyttämistä ja tulvatilanteiden hallintaa varten. Vesien puhdistumista ja viipymistä varten uomaan voisi toteuttaa pohjakynnyksiä ja puunrankanippuja. Rakenne kasvittuu itsekseen ympäröivän metsäalueen siemenpankista.



Kuva 16. Nykyisen avouoman leventäminen kaksitasouomaksi. Kohtaan on jo nykyisellään muodostunut luontainen tulvaveennys.

7. Laajempi kosteikkoalue Hiessillanojan varrelle (kuva 17). Kosteikossa vesiä ohjattaisiin kasvillisuussaarekkeiden ja mutkittelevien vesireittien avulla. Alueella kasvaa nykyisellään pusikkomaista kasvillisuutta ja osin se toimii maanlajityspaikkana. Näin ollen kosteikko voisi lisätä alueen virkistyskäyttöarvoa. Lisäksi kosteikon vaihtelevat vesiolosuhteet ja kasvillisuusalueet voivat muodostaa uusia elinympäristöjä alueen linnuille ja hyönteisille.



Kuva 17. Nykyisen maanlajitys- ja ryteikköalueen muuttaminen laajemmaksi kosteikkoalueeksi. Kohdassa olisi hyvin tilaa.

8. Kaksitasouoma Hiessillanojan varrelle, junaradan eteläpuolelle. Nykyisen uoman leventäminen ja monimuotoistaminen.

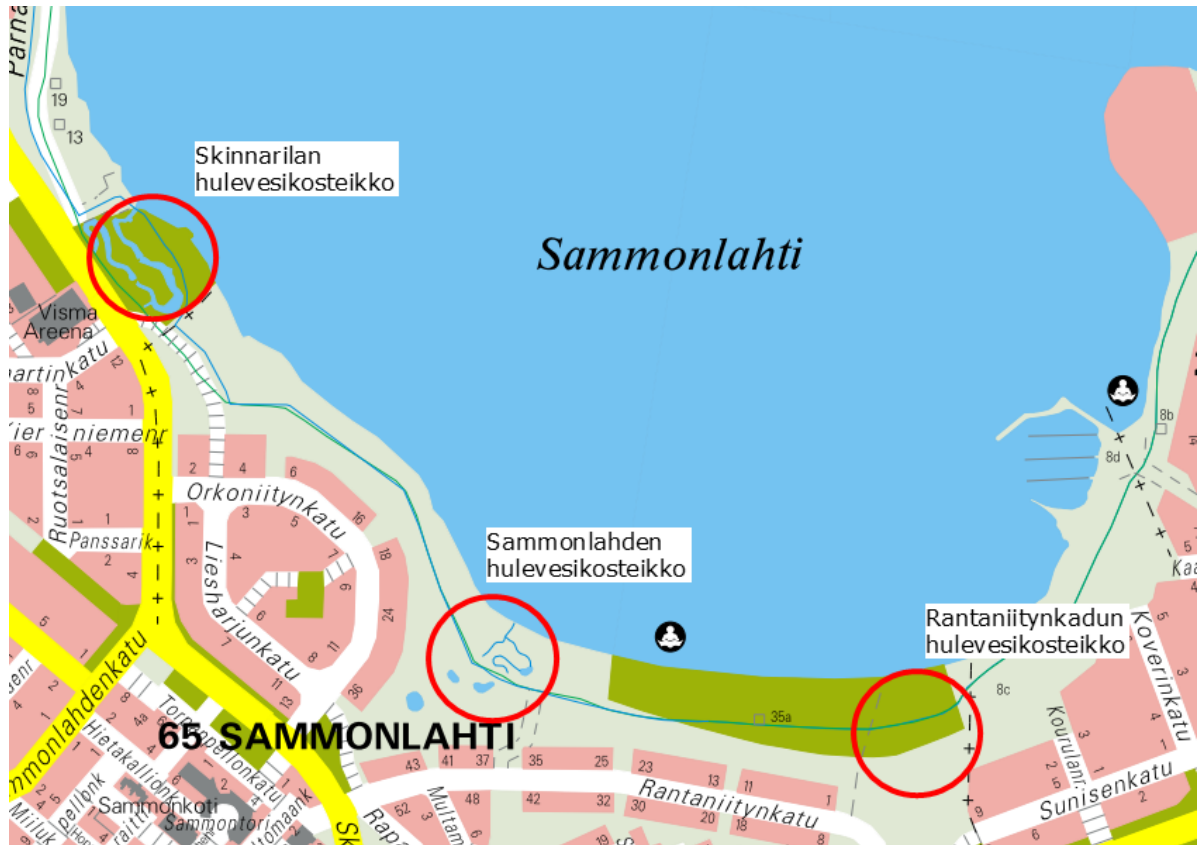
4.4.3 Sammonlahden valuma-alue

Sammonlahden valuma-alueen maankäyttö on pääosin pientaloasutusta mutta sinne sijoittuu myös tiiviimpää asutusta ja kaupan toimintoja.

Sammonlahden valuma-alueelta (360 ha) vedet johtuvat Läntisen Pien-Saimaan vesimuodostumaan, jonka nykytilaa on kuvattu tarkemmin kappaleessa 5.2. Läntisen Pien-Saimaan vesistöalue kerää vesiä myös Voisalmin, Tyysterniemen ja keskustan alueilta. Vesimuodostuma on luokiteltu ekologiselta tilaltaan tyydyttäväksi.

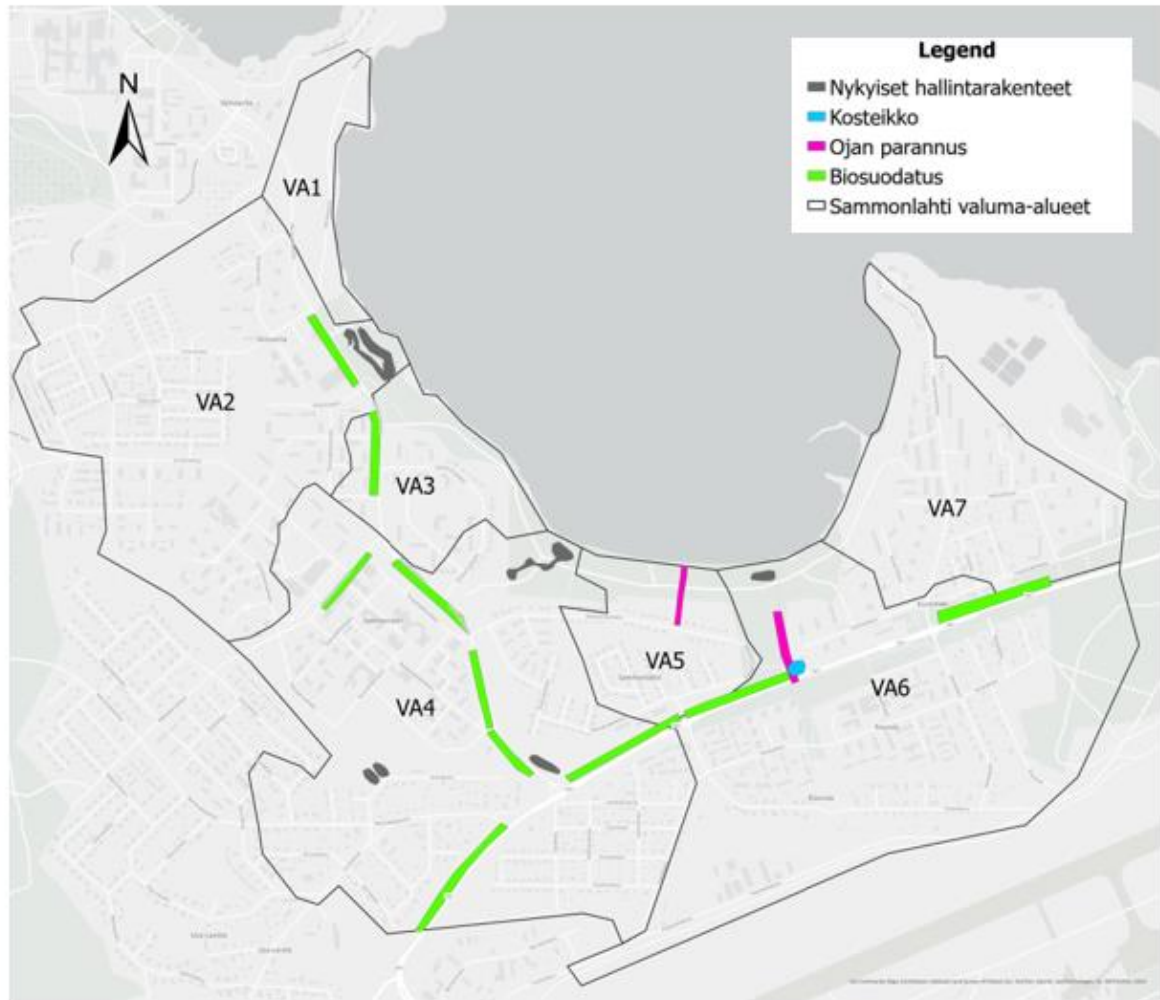
Sammonlahden alueella sijaitsee Saimaan rannalla kolme hulevesikosteikkoa; Rantaniitynkadun, Sammonlahden ja Skinnarilan hulevesikosteikot. Kyseisten hulevesikosteikkojen sijainnit on

esitetty kuvassa 18. Rantaniitynkadun kosteikolle ohjataan hulevesiä Rantaniitynkadulta sekä Kourulan ja Kuusimäen asuinalueilta. Kosteikko on kaksiosainen ja se koostuu rinteiden kampaosuudesta ja sen alapuolisesta laskeutusaltaasta. Sammonlahden kosteikolle ohjataan hulevesiä Sammonlahden asuinalueelta ja Helsingintien eteläpuolelta. Kosteikko koostuu neljästä allasrakenteesta ja niiden väliin jäävistä puro-osuuksista. Skinnarilan kosteikolle ohjataan hulevesiä Skinnarilan alueelta. Kosteikko koostuu kolmesta allasrakenteesta ja niiden väliin jäävistä vesialueista. (Pien-Saimaa, 2025). Näiden kosteikkojen lisäksi Heinäkadulla on hulevesien viivyttämiseen toteutetut altaat ja viivytyssallas Helsingintien ja Skinnarilankadun välisellä alueella.



Kuva 18. Sammonlahden alueella sijaitsevat hulevesikosteikot (Lappeenrannan karttapalvelu ja Pien-Saimaa, 2025)

Sammonlahden valuma-alueelle laadittu hulevesien laadunhallinnan esisuunnitelma on esitetty kuvassa 19 ja tarkemmin liitteessä 3.



Kuva 19. Sammonlahden valuma-alueelle laadittu hulevesien laadunhallinnan esisuunnitelma.

Koska Sammonlahden valuma-alueella nykyisellään jo sijaitsee hulevesien käsittelyyn ja viivyttämiseen toteutettuja kokoavia kosteikkoja ja altaita, keskityttiin esisuunnitelmassa pääasiassa katuvesien käsittelyyn biosuodatus hyödyntäen. Biosuodatusalueita esitettiin alueen vilkasliikenteisimpien katujen Helsingintien, Skinnarilankadun ja Sammonlahdenkadun varsille. Näiden katujen nykyiset viherkaistat ovat suhteellisen leveitä nurmikkokaistoja, joita olisi mahdollista muokata kasvillisuudeltaan monimuotoisimmiksi ja paremmin hulevesiä käsitteleviksi biosuodatuskaistoiksi. Jatkosuunnittelussa on tutkittava biosuodatusalueiden tarkempi sijoittuminen, korkotasot, vesien johtamisen ratkaisut sekä nykyisten puiden säästäminen. Jotta biosuodatus toimisi toivotulla tavalla, on oleellista, että ajoradalta saadaan ohjattua vesiä rakenteeseen. Alla on esitetty ideakuvia biosuodatusalueista kadun varrella (kuva 20). Oikealla kuvassa on esitetty Jyväskylän Puutarhakadun biosuodatusalue, joka on pystytty toteuttamaan kapeallekin (2.8 m) viherkaistalle kantavan kasvualustan avulla.



Kuva 20. Ideakuvia biosuodatusalueista kadun varrella. Vasemmalla Merituulentien biosuodatusallas Espoossa ja oikealla Jyväskylän Puutarhakatu.

Helsingintien varteen on esitetty myös uutta kosteikkoaluetta, jonne käännettäisiin hulevesiä verkostosta. Kosteikkoalueen toteuttaminen edellyttäisi kuitenkin nykyisen puuston poistoa. Alla on esitetty ideakuva uudesta kosteikosta (kuva 21). Lisäksi esisuunnitelmassa esitetään nykyisten avouomien parantamista esimerkiksi uomia levenyttämällä ja lisäämällä niiden yhteyteen liete-kuoppia sekä pohjakynnyksiä ja puunrankoja kuten esimerkiksi kuvassa 22.



Kuva 21. Ideakuva uudesta kosteikosta.



Kuva 22. Ideakuva luonnonmukaisesta avouomasta.

4.5 Hulevesien laadun mallinnus

4.5.1 Laadun mallinnusohjelma

Hiessillanojan ja Sammonlahden valuma-alueilta nykytilassa muodostuvaa hulevesikuormitusta tarkasteltiin StormTac -huleveden laadun mallinnusohjelmalla. Tarkastelualueilta muodostuvan kuormituksen suuruutta on verrattu suhteessa vastaanottaviin vesistöihin. Lisäksi on verrattu

kuormituksia Tukholman läänin hulevesien haitta-ainepitoisuuksille ehdotettuja raja-arvoja, sillä kaikille haitta-aineille ei ole Suomessa asetettu raja-arvoja. Edelleen on tarkasteltu, kuinka paljon esisuunnitelmissa esitettyjen hulevesien laadunhallintarakenteiden avulla valuma-alueen hulevesikuormitus olisi pienennettävissä.

StormTac-malli luotiin huleveden hallinnan analysoinnin tueksi, ja sen avulla pystytään laskemaan vuosittaiset hulevesi- ja pohjavesivirtaamat, purkuvesistön laskennallinen vedenlaatu ja hulevesirakenteiden vaikuttavuus purkuvesistön vedenlaatuun. StormTac-laskenta perustuu valuma-alueiden maankäyttömuotojen keskimääräisiin ominaispitoisuuksiin, jotka pohjautuvat tieteellisiin tutkimuksiin ja kattaviin vesinäyteanalyysituloksiin. Kun valuma-alueille on annettu alueellisen vuosisadannan ja keskimääräisen sadantatapahtuman tiedot, voidaan laskea valuma-alueelta muodostuva keskimääräinen vuosittainen virtaama sekä vuosittainen virtaaman kokonaiskertymä. Virtaamatiedot ja maankäyttömuotojen ominaispitoisuudet kertomalla saadaan määritettyä valuma-alueelta muodostuva huleveden vuosittainen haitta-ainekuorma ja keskimääräiset haitta-ainekohdattaiset pitoisuudet.

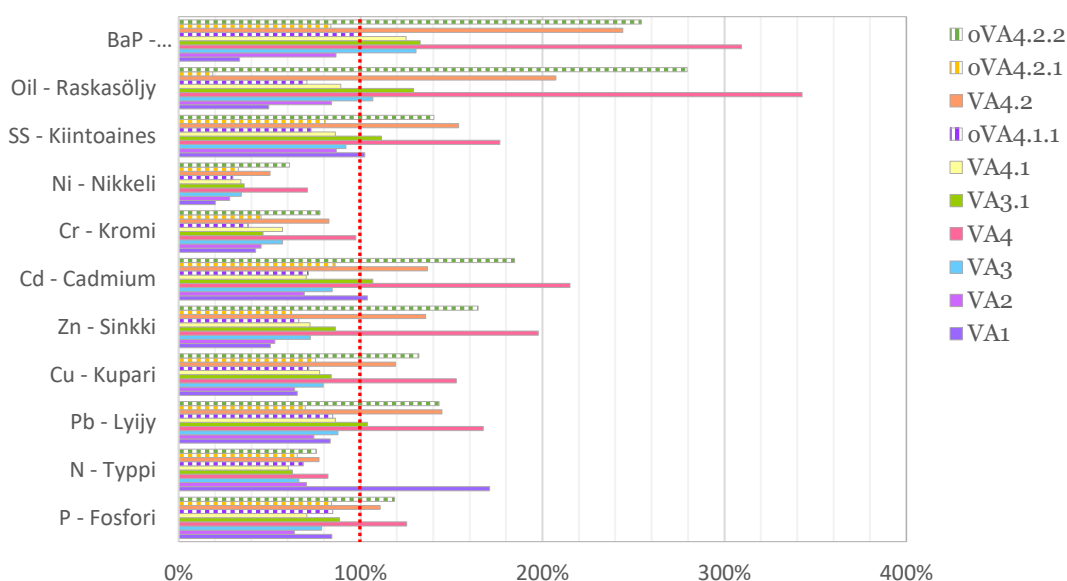
Purkuvesistöön päätyvän hyväksyttävän kuormituksen taso voidaan määrittää vesistön vedenlaadun kriteereiden avulla. Kriteerit ovat saatavissa EU:n ympäristölaatusormeista (Direktiivi 2013/39/EU, 2013), vesistöhoitosuunnitelmista tai muista vedenlaadun tavoitteista. Lisäksi valuma-alueilta muodostuvia huleveden haitta-ainepitoisuuksia voidaan verrata Tukholman läänin asettamiin huleveden laadun raja-arvoihin.

Laadun mallinnusta olisi mahdollista tehdä myös erilaisia ilmastonmuutoskenaarioita huomioiden. Tässä työssä mallinnukset päädyttiin kuitenkin toteuttamaan nykytilan mukaisesti, sillä riskitarkastelun perusteella ei tarkastelualueille todettu olevan tulossa merkittäviä maankäytön muutoksia lähitulevaisuudessa.

4.5.2 Hiessillanojan valuma-alueen kuormitustarkastelu

Hiessillanojan valuma-alueelta nykytilassa hulevesien mukana kulkeutuvien haitta-aineiden pitoisuudet on esitetty kuvassa 23. Kuvassa 23 esitetty valuma-aluejako viittaa kuvan 19 osavaluma-alueisiin. Haitta-aineiden pitoisuustasoja on verrattu Tukholman läänin asettamiin raja-arvoihin pieniin vesistöihin purkaville hulevesille (alempi raja-arvo). Kuvassa 100 %:n taso kuvaa kyseiselle haitta-aineelle asetettua Tukholman läänin raja-arvopitoisuutta. Esimerkiksi 200 %:n pitoisuustaso tarkoittaa, että haitta-aineen pitoisuus on kaksinkertainen Tukholman läänin raja-arvoon verrattuna. Havaitaan, että haitta-ainepitoisuudet ylittävät Tukholman raja-arvot kaikkien muiden haitta-aineiden kohdalla paitsi nikkelin ja kromin. Suurimmat pitoisuudet muodostuvat osavaluma-alueilta VA4, VA4.2.1 sekä VA4.2.2. Valuma-alue 4 sijaitsee Eteläkadun eteläpuolella ja valuma-alueet 4.2.1 ja 4.2.2 sijoittuvat Kuutostien pohjoispuolelle. Näille alueille sijoittuu teollisuutta ja asuinalueita. Tukholman läänin raja-arvoon nähden jopa kolminkertaisia ovat öljyjen ja BaP-yhdisteiden pitoisuudet.

Hiessillanojan osavaluma-alueiden hulevesipitoisuudet



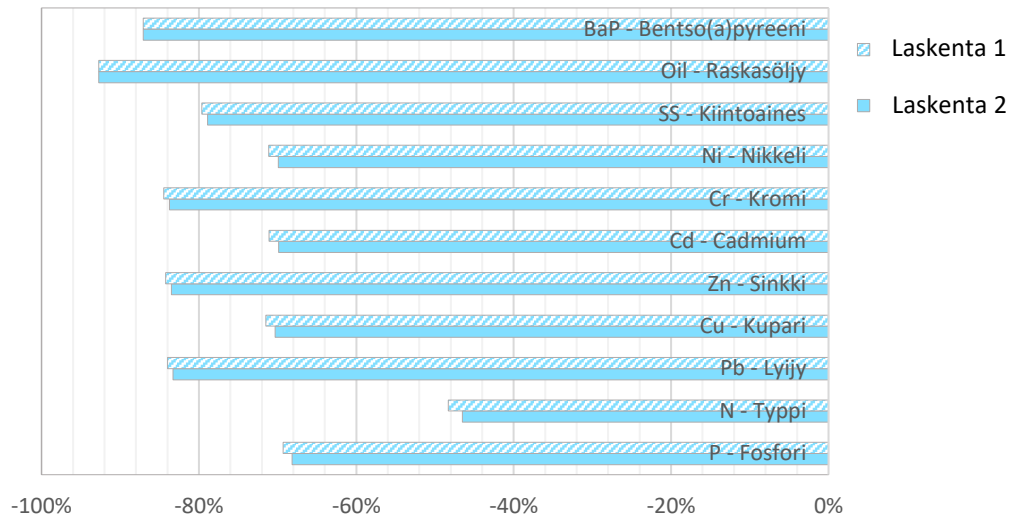
Kuva 23. Hiessillanojan osavaluma-alueilta nykytilassa muodostuvat huleveden haitta-ainepitoisuudet suhteessa Tukholman läänin hulevesien raja-arvoihin.

Hiessillanojan valuma-alueelle laaditun esisuunnitelman vaikutusta hulevesien laatuun arvioitiin Stormtac-mallinnuksen avulla. Hallintarakenteet oletettiin toteutettavan kahdessa rakentamiserässä. Ensimmäisessä erässä (laskenta 1) huomioitiin kaikki muut rakenteet paitsi katujen bio-suodatusalueet (kuvan 12 rakenteet 3 ja 4). Toisessa laskennassa huomioitiin kaikki suunnitellut rakenteet. Laskentojen tulokset on esitetty kuvassa 24. Tarkastelun perusteella hulevesien hallintatoimilla olisi hyvin merkittävä vaikutus valuma-alueen hulevesistä muodostuvaan kuormitukseen. Kaikkien haitta-aineiden osalta kuormitukset vähenevät merkittävästi, vähintään 40 %. Öljy-, BaP- ja metallikuormitukset vähenevät eniten, jopa 80–90 %. Typpikuormitus pienenee vähiten, noin 40 %, mutta tyypeä onkin haastavinta saada passiivisilla hulevesirakenteilla poistettua.

Lisäksi havaitaan, että kuormitustasot eivät juurikaan eroa tarkastelluissa kahdessa vaihtoehdossa. Tämä johtuu siitä, että laskennassa (ja todellisuudessaakin) vaihtoehdon 2 sisältämät bio-suodatusalueet käsittelevät paikallisesti läheisten katualueiden hulevesiä, jolloin niiden vaikutus-teho näyttää koko valuma-alueen mittakaavassa pieneltä. Käytännössä niiden on todettu toimivan tehokkaasti katuvesien käsittelyssä.

Lisäksi oletettavasti Stormtac-kuormitustarkastelu yliarvioi esisuunnitelman vaikuttavuutta ja hallintarakenteet onkin mallinnettu hyvin karkeasti. Todellisuudessa esitettyjen rakenteiden toteut-tavuus ja laajuus on tutkittava jatkosuunnittelussa paljon tarkemmin. Voidaan kuitenkin todeta, että panostamalla vesien laadunhallintaan hulevesiratkaisuilla voidaan pienentää merkittävästi alu-eelta muodostuvaa hulevesikuormitusta.

Haitta-ainekuormituksen (kg/a) prosentuaalinen vähenneminen Hiessillanojan valuma-alueella esisuunnitelman hallintatoimien toteuduttua



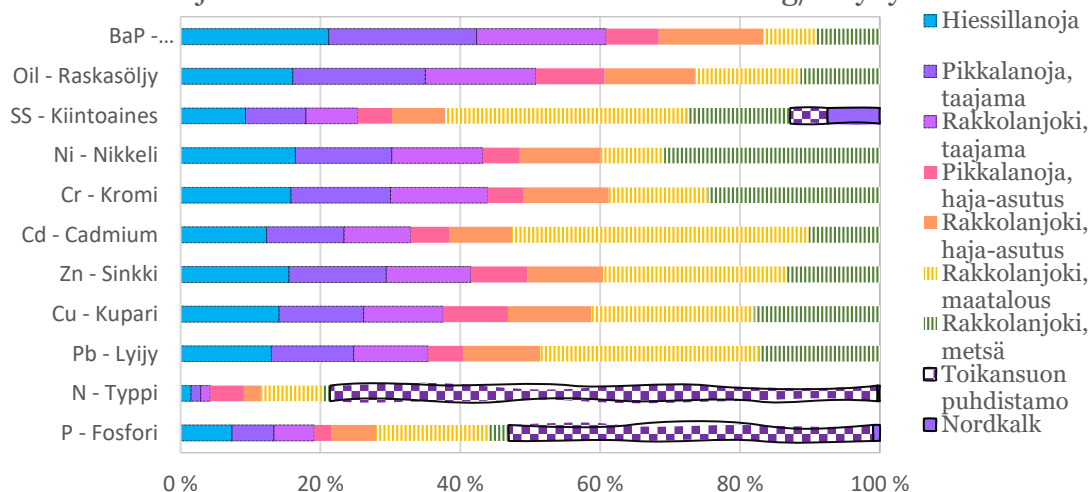
Kuva 24. Esisuunnitelman hallintatoimien vaikuttavuus muodostuviin haitta-ainekuormitukseen.

4.5.3 Rakkolanjoen valuma-alueen kuormitustarkastelu

Suurin osa Rakkolanjoen valuma-alueesta on maa- ja metsätalousaluetta. Rakkolanjoen valuma-alueella on kaksi merkittävää pistemäistä kuormituslähdettä; Toikansuon jätevedenpuhdistamo ja kalkkikivikaivos. (Rakkolanjoen valuma-aluekokonaisuus on esitetty kuvassa 11. ja Toikansuon jätevedenpuhdistamon ja kalkkikaivoksen sijainnit kuvassa 7.) Näiden kiintoaineen, typen ja fosforin vuosikuormitukset kerättiin laitosten vuosiraporteista. Vertailussa suunnitteilla olevan Hyväristönmäen jätevedenpuhdistamon puhdistustavoitteet saatiin sen ympäristöluvasta.

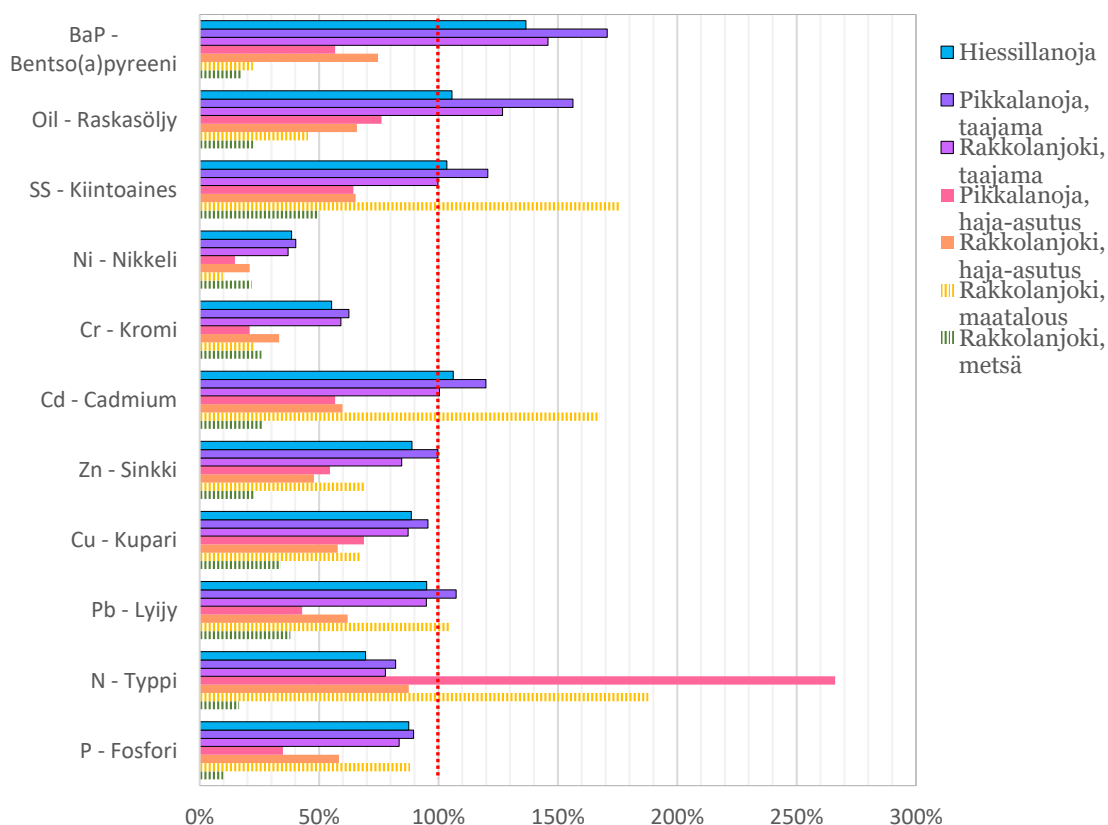
Rakkolanjoen valuma-alueelta muodostuvan kokonaishaitta-ainekuormituksen jakautuminen nykytilassa on esitetty kuvassa 25 ja haitta-aineiden pitoisuuksia on verrattu Tukholman läänin raja-arvoihin kuvassa 26. Kuvissa esitetyt aluekokonaisuudet viittaavat kuvan 11 karttaan. Havaitaan, että valuma-alueella suurimmat kuormitukset muodostuvat maataloudesta sekä Pikkalanjoen ja Rakkolanjoen taajama-alueilta ja Hiessillanojan valuma-alueelta. Toikansuon nykyinen jätevedenpuhdistamo muodostaa valuma-alueen suurimman typpi- ja fosforikuormituksen. Maatalousalueelta muodostuu suurin kiintoainekuormitus. Taajama-alueilta puolestaan muodostuu korkeimmat metalli-, öljy- ja BaP-pitoisuudet. Kuvassa 25 Pikkalanjoen haja-asutusalueeseen sisältyy laskennassa kalkkikivikaivosalue, mikä selittää osin tältä osavaluma-alueelta muodostuvaa suurta typpi-kuormitusta, sillä räjäytystöissä käytettävät aineet sisältävät usein typpeä. Lisäksi Pikkalanjoen haja-asutusalueesta noin puolet on maatalousaluetta.

Rakkolanjoen valuma-alueen kokonaiskuormitus kg/a nykytilassa



Kuva 25. Rakkolanjoen valuma-alueen vesistökuormituksen muodostuminen nykytilassa.

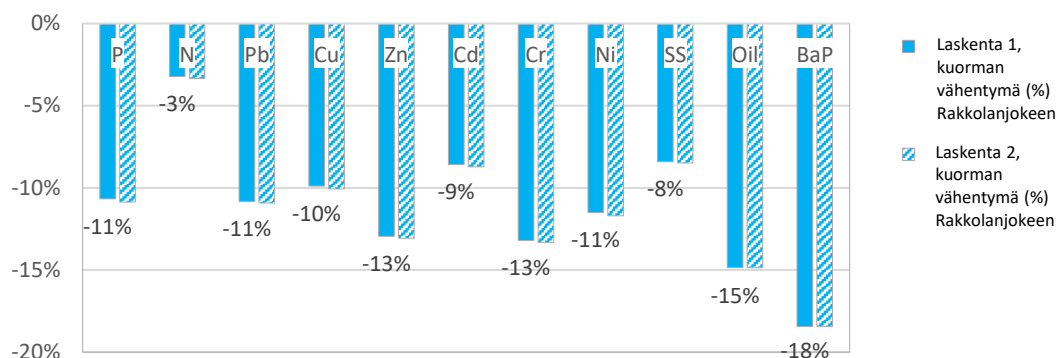
Nykytilan haitta-aineiden pitoisuudet



Kuva 26. Rakkolanjoen valuma-alueelta nykytilassa muodostuvat huleveden haitta-ainepitoisuudet verrattuna Tukholman läänin raja-arvoihin.

Nykytilatarkastelun jälkeen tarkasteltiin, kuinka esisuunnitelman mukaiset Hiessillanojan valuma-alueella tehtävät hulevesien laadunhallinnan toimet vaikuttaisivat Rakkolanjoen vesistökuormitukseen. Laskentatulokset on esitetty kuvassa 27. Jälleen on tarkasteltu esisuunnitelman toteuttamista kahdessa rakentamiserässä (laskennat 1 & 2). Havaitaan, että Rakkolanjoen hulevesikuormitus vähenee Hiessillanojan valuma-alueen hallintatoimien myötä 8–18 %.

Hiessillanojan valuma-alueen esisuunnitelman vaikutukset Rakkolanjoen hulevesikuormitukseen

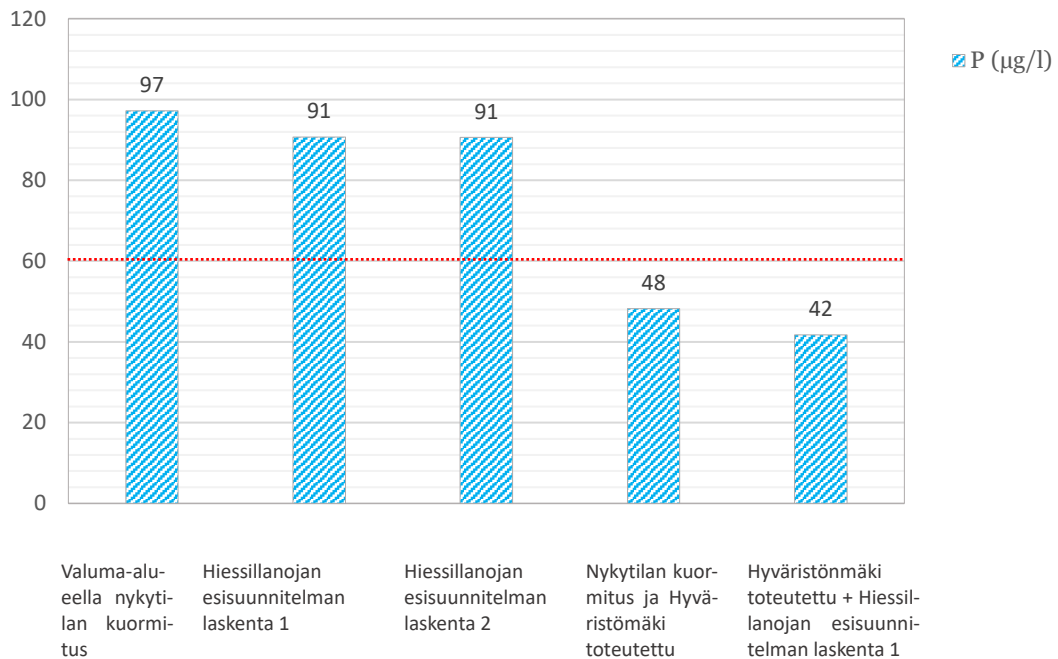


Kuva 27. Hiessillanojan valuma-alueen hulevesien hallintatoimien vaikutus Rakkolanjoen hulevesikuormitukseen.

Edelleen Stormtac-mallinnuksen avulla on testattu, kuinka Hyväristönmäen uuden jätevedenpuhdistamon toteuttamisen myötä kohentunut jätevedenpuhdistusprosessi vaikuttaisi Rakkolanjoen ravinne- ja kiintoainekuormitukseen. Kuvassa 28 on esitetty Rakkolanjoen fosforipitoisuus eri laskentaskenaarioissa. Jos verrataan Rakkolanjoen nykyistä fosforipitoisuutta (97 µg/l) havaintopaikalla Rakkolanjoki 016 ekologisen luokituksen raja-arvoihin, voidaan arvioida sen olevan tyydyttävä. Pienillä savimaiden joilla hyvän kokonaisfosforipitoisuuden raja-arvo on 60 µg/l (Aroviita ym. 2019). Hiessillanojan valuma-alueella tehtävillä esisuunnitelman mukaisilla hallintatoimilla fosforipitoisuus pienenesi hieman ollen Rakkolanjoessa 91 µg/l. Mikäli Hyväristönmäen uudella puhdistamolla kyetään parantamaan jätevedenpuhdistusta lupaehtojen mukaisesti, putoaisi Rakkolanjoen fosforikuormitus 48:aan µg/l ja edelleen Hiessillanojan hulevesien hallintatoimien myötä 42:een µg/l. Näin ollen mallinnustulosten perusteella Hyväristönmäen puhdistamon toteuttaminen on keskeisin Rakkolanjoen vesistökuormitusta parantava hanke. Virallisessa vesienhoidon kolmannen kauden ekologisessa luokituksessa Rakkolanjoen kokonaisfosforipitoisuudeksi on esitetty 144,68 µg/l. Havaintotiedot ovat Rakkolanjoen samasta havaintopaikasta, mutta aiemmilta vuosilta. Kolmannen kauden luokituksessa käytetty aineisto on yleisen tiedon mukaan peräisin aiemmilta vuosilta (usein 2012–2017, mutta voi olla jokin muukin rajausta vesimuodostumasta riippuen). Uutta neljännen kauden luokitusta vuosille 2028–2033 tehdään parhaillaan ja on mahdollista, että Rakkolanjoen luokitus parantuu.

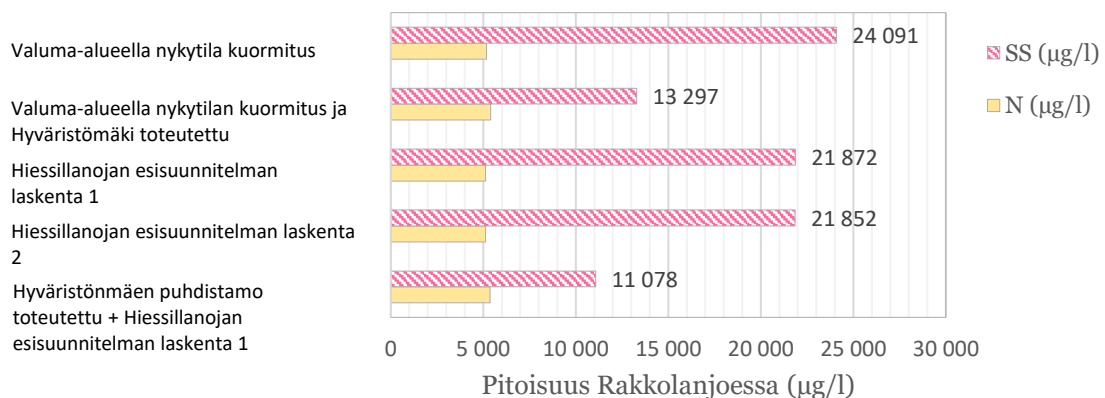
Kuvassa 29 on esitetty vastaavissa laskentaskenaarioissa kiintoaines- ja typpipitoisuudet Rakkolanjoessa. Kiintoainekuormitus laskee Hyväristönmäen puhdistamon toteuttamisen myötä merkittävästi, mutta typpikuormitukseen ei puhdistamon toteuttamisella vaikuttaisi olevan juuri vaikutusta.

Rakkolanjoen fosforipitoisuus eri mallinnusskenaarioissa



Kuva 28. Rakkolanjoen fosforipitoisuus eri mallinnusskenaarioissa.

Rakkolanjoen kiintoaines- ja typpipitoisuudet eri mallinnusskenaarioissa.



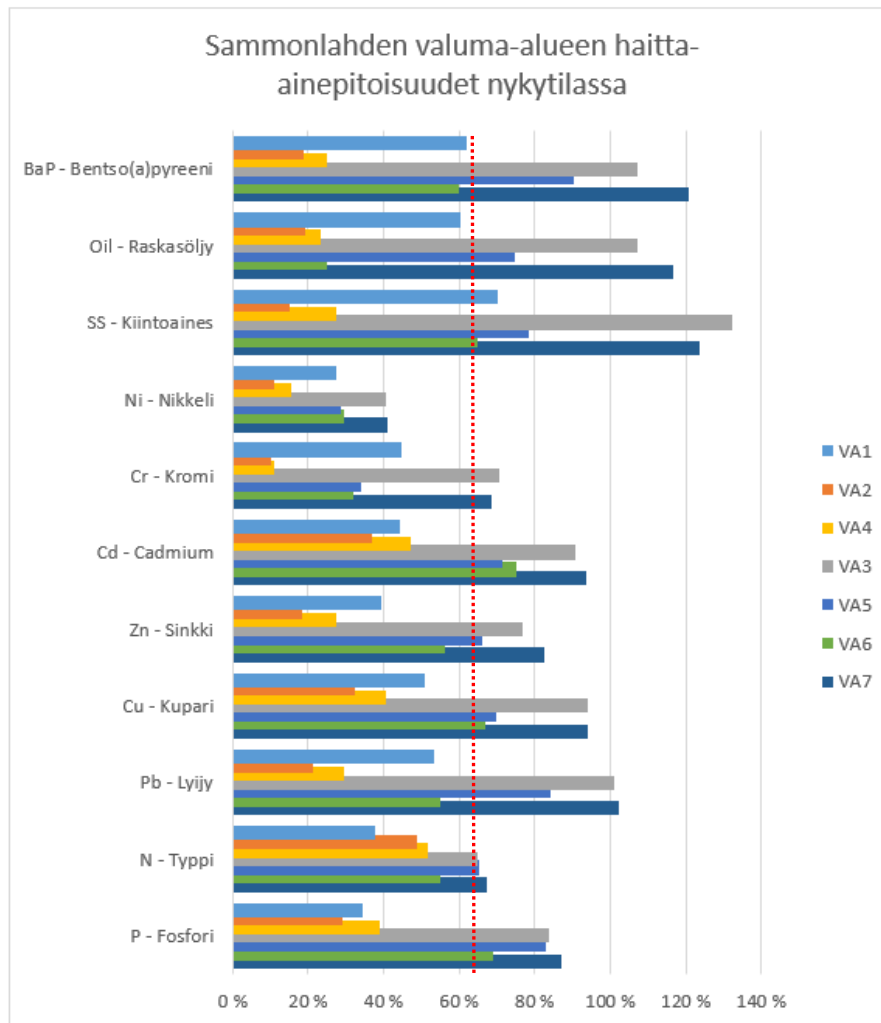
Kuva 29. Rakkolanjoen kiintoaines- ja typpipitoisuudet eri mallinnusskenaarioissa.

4.5.4 Sammonlahden valuma-alueen kuormitustarkastelu

Sammonlahden valuma-alueelta muodostuvat hulevesien haitta-ainepitoisuudet nykytilassa on esitetty kuvassa 30. (Kuvan valuma-aluejako viittaa kuvan 19 osavaluma-aluejakoon.) Haitta-aineiden pitoisuustasoa on verrattu Tukholman läänin raja-arvoihin pieniin vesistöihin purkaville hulevesille (alempi raja-arvo). Kuvassa 100 %:n taso kuvaa kyseiselle haitta-aineelle asetettua Tukholman läänin raja-arvopitoisuutta.

Havaitaan, että hulevesien haitta-ainepitoisuudet ylittävät Tukholman läänin raja-arvot kiintoaineen, lyijyn, öljyjen sekä BaP-yhdisteiden osalta. Suurimmat pitoisuudet muodostuvat osavaluma-alueilta 3 ja 7. Näille osavaluma-alueille sijoittuu tiivistä kerrostaloasumista. Nykytilan mallinnustarkastelussa on huomioitu valuma-alueelle toteutetut nykyiset Skinnarilan, Sammonlahden ja

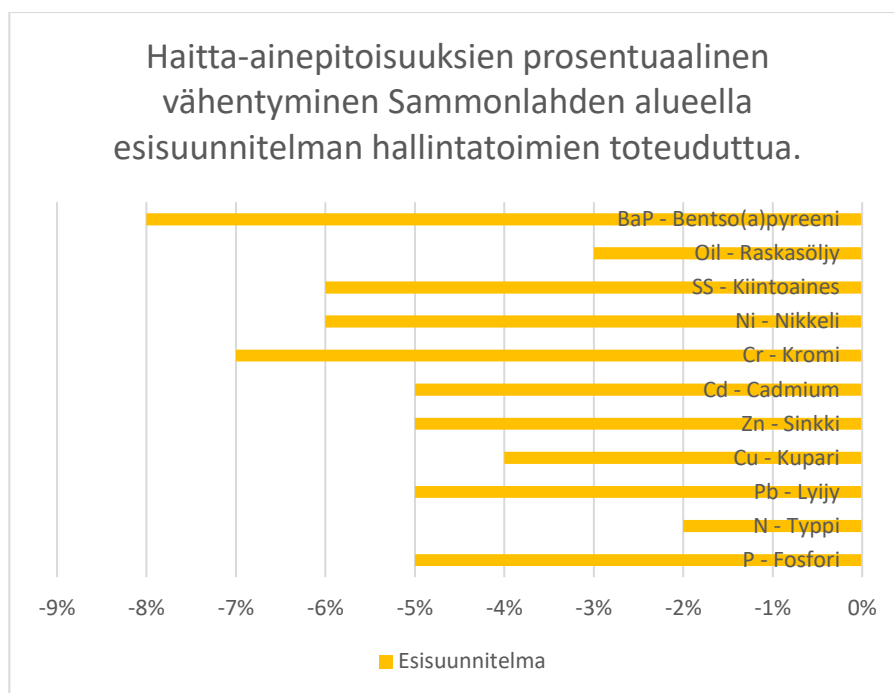
Rantaniitynkadun hulevesikosteikot sekä Heinäkadun hulevesialtaat, jotka on mallinnettu suunnitelmapiirustusten perusteella.



Kuva 30. Sammonlahden osavaluma-alueilta nykytilassa muodostuvat huleveden haitta-ainepitoisuudet suhteessa Tukholman läänin hulevesien raja-arvoihin

Edelleen Stormtac-mallinnuksen avulla testattiin, kuinka paljon esisuunnitelmassa esitettyjen laadunhallintatoimien avulla olisi haitta-aineiden pitoisuustasoa vähennettävissä. Laskentatulos on esitetty kuvassa 31. Havaitaan, että esitettyjen hallintatoimien myötä haitta-aineiden pitoisuudet vähenevät 4–8 %. Haitta-aineiden pitoisuusvähennykset jäävät melko pieniksi, sillä tarkastelualueena on ollut koko Sammonlahden valuma-alue (kts. kuva 19) ja valuma-alueelle esitetyt hallintatoimet kohdistuvat pääasiassa vain paikallisesti pääkatujen vesien käsittelyyn. Nämä katualueet ovat pinta-alallisesti vain pieni osa koko valuma-alueesta. Mikäli tarkasteltaisiin tarkemmin biosuodatusten vaikutuksia katualueen vesien puhdistamiseen, olisi saavutettu puhdistustulos moninkertaisesti suurempi. Eniten mallinnuksen mukaan vähenevät BaP-yhdisteet, kromi, nikkeli sekä kiintoaines. Tämä on luontevaa, sillä biosuodatusten avulla käsitellään katualueiden hulevesiä, jotka sisältävät kiintoaineen lisäksi raskasmetalleja, BaP- ja öljy-yhdisteitä.

Stormtac-mallinnuksen tuloksia verrattiin myös Skinnarilan ja Sammonlahden kosteikoista mitattuihin vedenlaatutietoihin vuosilta 2016–2021. Mallinnustulokset vastaavat osittain mittaustuloksia ravinteiden osalta, mutta mallinnustyökalu on laskenut valuma-alueilta purkautuvan hulevesivirtaaman selvästi suuremmaksi kuin mitatut virtaamat ovat olleet ja näin ollen myös mallinnetut haitta-ainepitoisuudet mm. kiintoaineen osalta ovat suurempia.



Kuva 31. Sammonlahden valuma-alueen hulevesien hallintatoimien myötä haaita-aineiden pitoisuuksien vähenemät prosentteina.

5. CASE-ALUEIDEN JA NIIDEN PURKUVESISTÖJEN NY-KYTILÄ

5.1 Rakkolanjoki

Rakkolanjoki, yläosa 06.022_a01 kuuluu Pienet savimaiden joet -tyyppiin. Rakkolanjoen ekologista luokitusta koskevat tiedot on esitetty taulukossa 5. Rakkolanjoen yläosan ekologinen luokitus on pysynyt samana eli huonona toisena ja kolmantena (Hertta 2025) vesienhoitokautena. Ensimmäisellä kaudella vesistöä ei luokiteltu. Rakkolanjoelle on asetettu alennettu tilatavoite. On arvioitu (Ihaksi ym. 2022), että hyvän tilan tavoitteen saavuttaminen ei olisi mahdollista, vaikka Lappeenrannan nykyinen jätevesikuormitus lakkaisi kokonaan Rakkolanjokeen kohdistuvan voimakkaan hajakuormituksen vuoksi ja sen lisäksi pitkäaikaisen, voimakkaan yhdyskuntajätevesikuormituksen aiheuttamien pysyvien muutosten takia. Arvio perustuu osittain käsitykseen maatalouden kuormituksen osuuden suuruudesta (40 %), sekä mahdolliseen sisäisen kuormituksen vaikutukseen. Fysikaalis-kemiallinen luokitus on huono. Osatekijöistä kokonaisfosfori (144,68 µg/l) on aivan huono. Myös typpipitoisuus (8142,74 µg/l) on arvioitu huonoksi, vaikka sille ei ole annettu luokkarajoja. Fysikaalis-kemiallisen luokituksen tila-arvio on tehty fosforin perusteella. Vesienhoidon kolmannella suunnittelukaudella kemiallinen tila on laskenut kaikissa Suomen vesimuodostumissa hyvää huonommaksi palonestoaineena käytettyjen polybromattujen difenyylietterien (PBDE) tiukentuneen ympäristölaatu normin vuoksi.

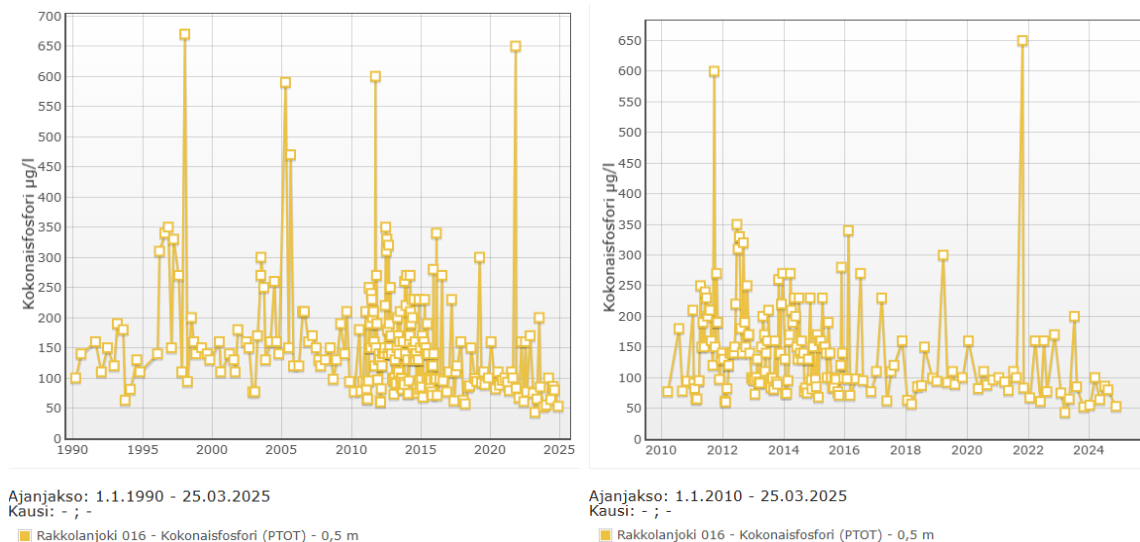
Riskipaineiksi on tunnistettu

1. Pistekuormitus – yhdyskuntien jätevedet, sekä fosforin että typen suhteen merkittävä yksin
2. Hajakuormitus – maatalous, merkittävä yksin, fosforin suhteen merkittävä yhdessä Lappeenrannan jätevesien kanssa.
3. Hajakuormitus – haja- ja loma-asutuksen jätevedet, merkittävä yhdessä muiden kanssa

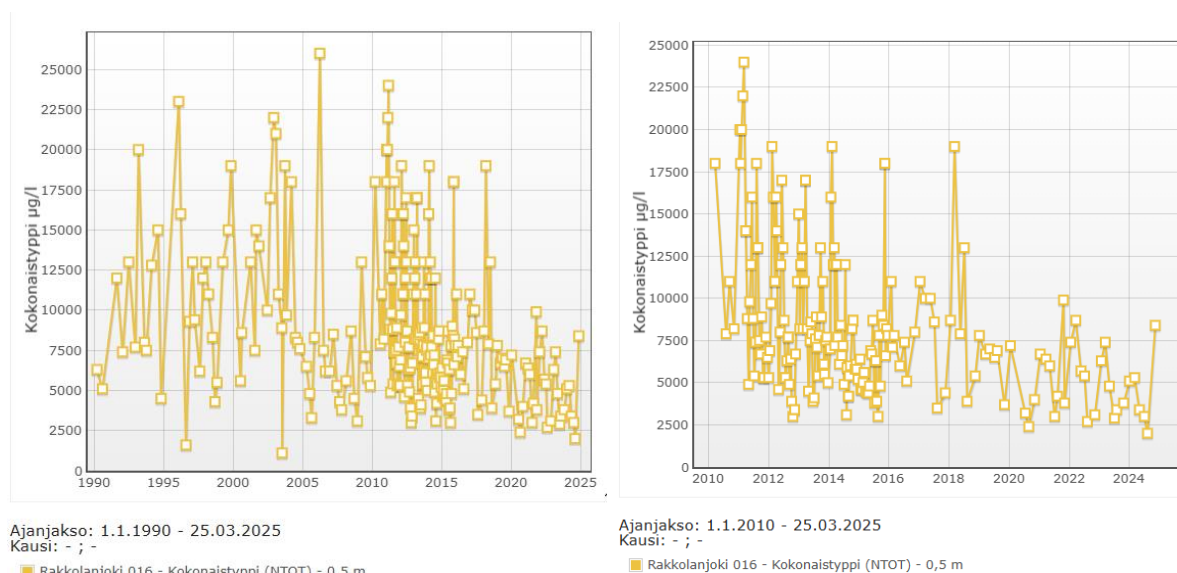
Taulukko 4. Rakkolanjoen yläosan ekologinen luokitus vesienhoidon kolmannella kaudella.

	Rakkolanjoki, yläosa
Ekologinen tila	Huono
Kemiallinen tila	Hyvää huonompi
KeVoMu nimeäminen	Ei voimakkaasti muutettu
Biologinen muuttuja	Välttävä
Kalat	Välttävä
Fysikaaliskemiallinen muuttuja	Huono
Kokonaisfosfori	Huono (144,68 µg/l)
Kokonaistyyppi	Huono (8142,74 µg/l)
pH-minimi	6,9
Hydrologismorfologinen muuttuja	Erinomainen
Esteettömyys	Erinomainen
Hydrologia	Erinomainen
Morfologia	Erinomainen

Rakkolanjoesta on saatavilla vedenlaatutietoa havaintopaikasta Rakkolanjoki 016. Rakkolanjoen kokonaisfosforipitoisuudet ovat vaihdelleet välillä 43–650 µg/l, ollen keskimäärin vuosina 2020–2024 114 µg/l (kuva 32). Kokonaistyyppien pitoisuudet ovat vaihdelleet samana ajankohtana välillä 2 000–9900 µg/l, ollen keskimäärin 5 021 µg/l (kuva 33). Pitoisuudet ovat olleet hieman vesi-muodostuman pitoisuuksia alhaisempia.



Kuva 32. Rakkolanjoen kokonaisfosforipitoisuus vuosina 1990–2024 ja 2010–2024.



Kuva 33. Rakkolanjoen kokonaistyyppipitoisuus vuosina 1990–2024 ja 2010–2024.

Rakkolanjoen kalasto on arvioitu ekologisessa luokituksessa välttäväksi.

Rakkolanjoen valuma-alueella sijaitsee useita jätevedenpumppaamoja, joista kaksi on suuria. Alueen jätevedenpumppaamot ovat mahdollinen ylivuotojen ja sitä kautta vesistökuormituksen lähde. Niiltä ei kuitenkaan ole raportoitu ylivuotoja. Jätevedenpumppaamojen lisäksi alueella on jätevedenpuhdistamon purkupiste, josta puhdistetut jätevedet ohjataan Rakkolanjokeen. Puhdistettukin jätevesi on edelleen merkittävä Rakkolanjoen kuormittaja. Tätä on käsitelty tarkemmin luvussa 4.5.3. Jätevedenpuhdistamolla on vuonna 2021 otettu käyttöön kangassuodatus, joka on selvästi vähentänyt vesistöön päätyvää fosforikuormaa.

5.2 Sammonlahti

Tarkasteltu Sammonlahti kuuluu laajempaan Läntinen Pien-Saimaa länsiosa –vesimuodostumaan. Läntinen Pien-Saimaa, länsiosa 04.112.1.001_a06 kuuluu Suuret vähähumuksiset järvet (SVh) - tyyppiin (Sh). Sammonlahden ekologista luokitusta koskevat tiedot on esitetty taulukossa 6. Kyseinen vesimuodostuma on luokiteltu ekologiselta tilaltaan tyydyttäväksi. Pinta-alaa sillä on 7 330 ha.

Ekologisessa luokittelussa luokittelutekijän mitattuja arvoja verrataan tyyppikohtaisiin luokkarajoihin. Pien-Saimaan länsiosan ekologinen luokitus on pysynyt samana eli tyydyttävänä toisena ja kolmantena vesienhoitokautena. Ensimmäisellä kaudella vesistöä ei luokiteltu. Tilatavoite on tarkoitus saavuttaa vuoteen 2027 mennessä. Fysikaalis-kemiallinen luokitus on tyydyttävä. Osatekijöistä kokonaisfosfori (17,72 µg/l) on aivan hyvän ja tyydyttävän rajalla. Fysikaalis-kemiallisen luokituksen tila-arvio on tehty fosforin perusteella, koska se on hyvän ja tyydyttävän rajalla (Hyvä/tyydyttävä 18 µg/l). Laskennallisesti kokonaisfosforipitoisuus on hyvä, mutta arvio on jätetty tyydyttäväksi. Kokonaistyyppipitoisuus (399,96 µg/l) vastaa erinomaista tilaa laskennallisesti, mutta koska pitoisuus on aivan erinomaisen ja hyvän rajalla (400 µg/l), on tilaksi arvioitu hyvä. Vesienhoidon kolmannella suunnittelukaudella kemiallinen tila on laskenut kaikissa Suomen vesimuodostumissa hyvää huonommaksi palonestoaineena käytettyjen polybromattujen difenyylietterien (PBDE) tiukentuneen ympäristölaatuunormin vuoksi.

Riskipaineiksi on tunnistettu

1. Pistekuormitus – ylivuodot, merkittävä yhdessä muiden kanssa, viemäriverkoston ylivuotoja saattaa esiintyä
2. Hajakuormitus – hulevedet, merkittävä yhdessä muiden kanssa
3. Hajakuormitus – maatalous, merkittävä yksin
4. Hajakuormitus – metsätalous, merkittävä yhdessä muiden kanssa
5. Hajakuormitus – haja- ja loma-asutuksen jätevedet, merkittävä yhdessä muiden kanssa

Taulukko 5. Läntisen Pien-Saimaan länsiosan ekologinen luokitus osatekijöittäin arvioituna 3. vesienhoitokaudella.

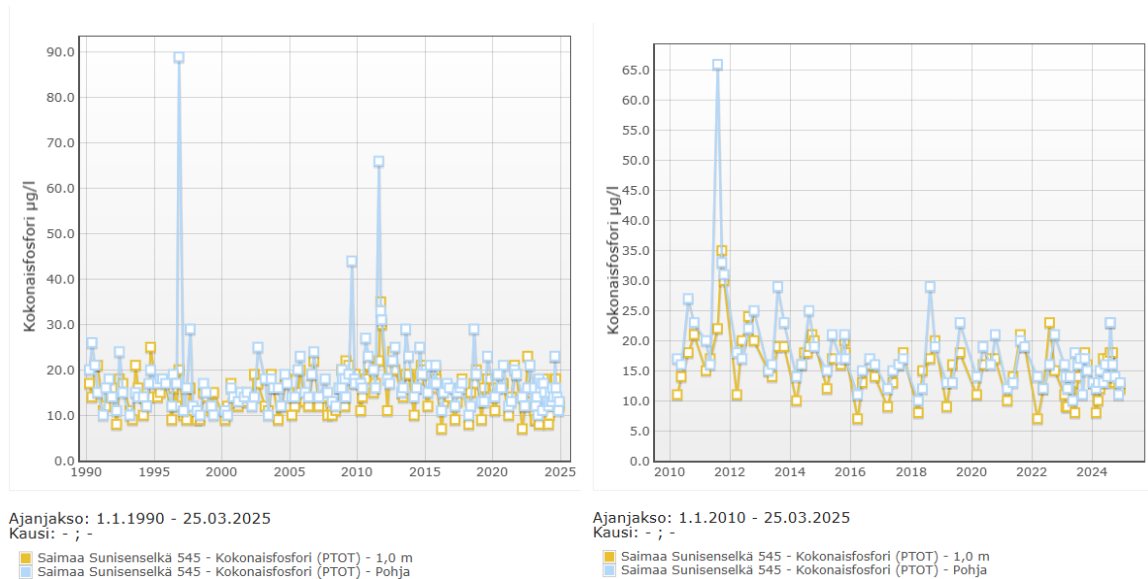
	Läntinen Pien-Saimaa, länsiosa
Ekologinen tila	Tyydyttävä
Kemiallinen tila	Hyvää huonompi
KeVoMu nimeäminen	Ei voimakkaasti muutettu
Biologinen muuttuja	Tyydyttävä
Kasviplankton	Tyydyttävä
Muu vesikasvillisuus – vesikasvit eli makrofyytit	Hyvä
Pohjaeläimet – syväneosio	Tyydyttävä
Kalat	ei luokiteltu
Fysikaaliskemiallinen muuttuja	Tyydyttävä
Kokonaisfosfori	Tyydyttävä (17,72 µg/l)
Kokonaistyyppi	Erinomainen (399,96 µg/l)
Hydrologismorfologinen muuttuja	Hyvä
Esteettömyys	Erinomainen
Hydrologia	Erinomainen
Morfologia	Tyydyttävä

Sammonlahdelle on saatavilla vedenlaatutietoja kohteelle Sunisenselkä (kuva 34).



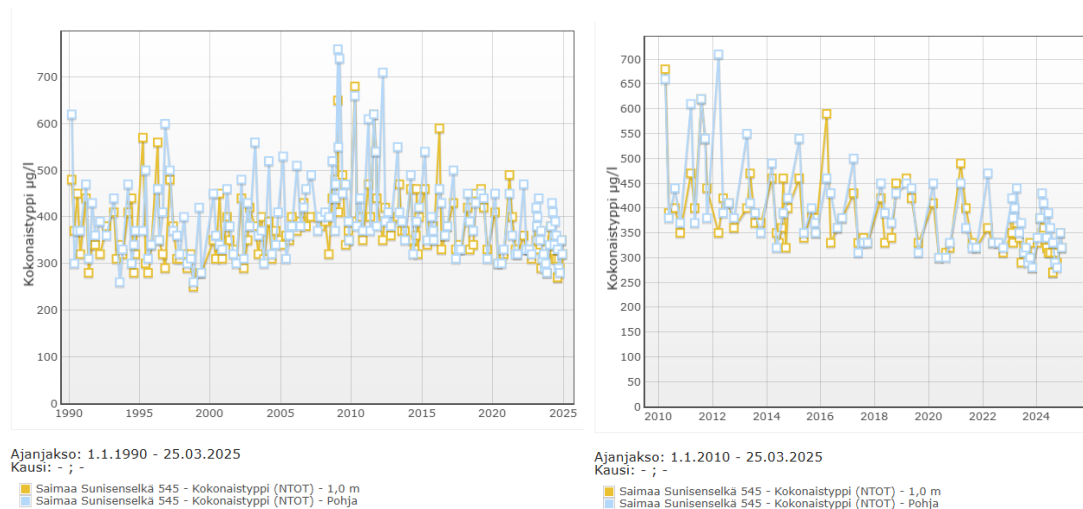
Kuva 34. Sammonlahti ja Sunisenselän vedenlaatutietojen havaintopiste (kohta merkitty punaisella) (Syke ja Maanmittauslaitos, 2025).

Sammonlahden vedenlaadussa ei näy selviä muutoksia. Ajanjaksolla 2010–2024 ravinnepitoisuudet näyttäisivät vähentyneen hieman (kuva 35). Fosforipitoisuuksissa on ollut ajoittain korkeita piikkejä, joiden suuruus kuitenkin näyttäisi vähentyneen. Kokonaisfosforipitoisuus on ollut vuosien 2015–2024 keskiarvona 15 µg/l, mikä vastaa samaa tasoa kuin vesimuodostumassa (17,7 µg/l). Pitoisuus on hieman alhaisempi, ja viittaa luokituksessa hyvään tilaan.



Kuva 35. Sammonlahden kokonaisfosforipitoisuus vuosina 1990–2024 ja 2010–2024.

Kokonaistyyppipitoisuuksissa voidaan havaita vastaava kehitys (kuva 36). Pitoisuudet näyttäisivät alkaneen laskea 2015 vuodesta eteenpäin. Kokonaistyyppipitoisuus on ollut keskimäärin 361 µg/l vuosina 2015–2024. Tämä viittaa erinomaiseen tilaan.



Kuva 36. Sammonlahden kokonaistyyppipitoisuus vuosina 1990–2024 ja 2010–2024.

Sammonlahden kasvillisuutta tarkasteltiin Paikkatietoikkunan historiallisten ilmakuvien pohjalta (kuvat 37–39). Näyttäisi siltä, että umpeenkasvu on lisääntynyt jonkin verran. Länsirannalla on tehty jossain vaiheessa niittoa, mutta ajankohtaa ei ollut kirjattu ympäristöhallinnon karttajärjestelmään.



Kuva 37. Sammonlahden vesikasvillisuus vuonna 2017.



Kuva 38. Sammonlahden vesikasvillisuus vuonna 2021.



Kuva 39. Sammonlahden vesikasvillisuus vuonna 2024.

Huhtiniemen vedenottamon vedenottoaika sijaitsee Sunisenselällä (ks. kuva 34). Valtaosa vedenotosta ohjataan rantaimeytykseen ennen vedenkäsittelyä.

Sammonlahden kaupunginosa sijaitsee pohjavesialueella. Alueella on Sammonlahden ja Kuusimäen uimarannat, joista Sammonlahden uimaranta on ollut käyttökiellossa. Sammonlahden uimarannan vedenlaatua seurataan Lappeenrannan kaupungin toimesta (taulukko Toimenpiderajat ovat *E. coli* -bakteerien osalta 1000 pmy/mpn/100 ml ja suolistoperäisten enterokokkien osalta 400 pmy/mpn/100 ml. Uimavesi on luokiteltu laadultaan huonoksi vuosina 2022 ja 2023 sekä tyydyttäväksi vuonna 2024 (Lappeenranta.fi 2025). Bakteerit on tunnistettu lintuperäisiksi (THL 2024) eli aiheutuvat valkoposkikihanhien ja lокkien ulosteista.

Taulukko 6. Sammonlahden uimaveden laatu vuosina 2021–2024 (Lappeenranta.fi 2025).

Näyte	v. 2021		v. 2022		v. 2023		v. 2024	
	E. coli	Enterokokit	E. coli	Enterokokit	E. coli	Enterokokit	E. coli	Enterokokit
1.	58	16	120	23	41	23	>2400	~300
2.	13	6	2400	400	190	23	62	38
3.	41	41	2300	1700	55	26	220	~400
4.	28	29	46	40	200	>400	33	32
5.					20	22	100	140
6.					66	21	2	2
7.					130	4	170	48
8.					33	47	22	27

Sammonlahden alueella sijaitseva Sunisenlahden jätevedenpumppaamo on suuri, sen kautta virtaavat läntisen Lappeenrannan ja Lemmin jätevedet. Pumppaamon ylivuoto tapahtuisi Sammonlahteen.

6. KAUPUNKIVESIEN VESISTÖVAIKUTUKSET

6.1 Vaikutukset Vemala-malliin pohjautuen

Molemmille vesistöille haettiin kuormitustiedot Suomen ympäristökeskuksen Vemala-mallista (taulukot 7 ja 8). Hulevesien merkitys koko Läntinen Pien Saimaa länsiosaa –vesimuodostumaan fosforikuormitukseen on vähäinen, Vemala-mallin mukaan arviolta 9 %. Typpikuormitus on vielä vähäisempi, 4,5 %.

Taulukko 7. Vemalan antama Läntinen Pien Saimaa länsiosaa – vesimuodostuman fosforin ja typen kuormitus jaettuna eri osatekijöihin vuosien 2015–2024 keskiarvona.

	fosforikuormitus kg/vuosi	osuus, %	typpikuormitus 1000 kg/vuosi	osuus, %
peltoviljely	1 226	39	6	7,7
pellot luonnonhuuhtouma	84	2,7	3,4	4,4
metsätalous hakkuut	60	1,9	1,4	1,8
metsätalous kunnostusojitus	1,6	0,05	0	0
metsätalous lannoitus	2,7	0,1	0,2	0,3
soiden ojituksen pitkäaikaisvaikutus	62	2	0,6	0,8
metsät luonnonhuuhtouma	761	24	30	39
vakituinen haja-asutus	133	4,2	1,3	1,6
loma-asunnot	66	2,1	0,5	0,6
hulevesi	296	9,4	3,5	4,5
laskeuma vesiin	444	14	31	39
pistekuorma TE:TU Turve- tuotanto	6	0,2	0,5	0,7
yhteensä	3 143	100	79	100

Mallin mukaan Rakkolanjokeen kohdistuvan hulevesien aiheuttaman fosforikuormituksen osuus on 7,8 % ja typpikuormituksen osuus 1,8 %. Puhdistettujen jätevesien kuormitus on fosforin osalta 64 % ja typen osalta 81 %.

Taulukko 8. Vemalan antama Rakkolanjoen yläosa – vesimuodostuman fosforin ja typen kuormitus jaetuna eri osatekijöihin vuosien 2015–2024 keskiarvona.

	fosforikuormitus kg/vuosi	osuus, %	typpikuormitus 1000 kg/vuosi	osuus, %
peltoviljely	870	20	17	7,9
pellot luonnonhuuhtouma	60	1,4	4,4	2,1
metsätalous hakkuut	9,5	0,2	0,2	0,1
metsätalous kunnostusojitus	0,7	0,0	0	0,0
metsätalous lannoitus	0,7	0,0	0,03	0,0
soiden ojituksen pitkäaikaisvaikutus	14	0,3	0,4	0,2
metsät luonnonhuuhtouma	161	3,7	12	5,7
vakituinen haja-asutus	95	2,2	0,9	0,4
loma-asunnot	0,6	0,0	0	0,0
hulevesi	340	7,8	3,8	1,8
laskeuma vesiin	3,9	0,1	0,2	0,1
pistekuorma AS Asutus	2 769	64	170	81
pistekuorma TE:KA Kai-vosteollisuus	19	0,4	0,5	0,2
yhteensä	4 344	100	209	100

6.2 Vaikutukset Stormtac-malliin pohjautuen

Stormtac-mallista saatujen kuormitusten vaikutusta vesistöihin tarkasteltiin laskemalla virtaamapainotteiset pitoisuuden lisäykset molempiin vesistöihin. Kuormituksen voidaan olettaa olevan jo mukana nykyisessä vedenlaadussa. Lisäksi tarkasteltiin esisuunnitelman mukaisen kuormituksen aiheuttamaa pitoisuuden nousua. Käytännössä näiden kahden tarkastelun (nykytila ja esisuunnitelma) erotus kuvaa kuormituksen vähentymistä (taulukko 10).

Sammonlahden osalta tarkastelu kohdistettiin koko vesimuodostumaan, jolloin hulevesien vaikutus oli erittäin vähäinen. Pitoisuuden nousut ovat todella vähäisiä, eikä metallien kuormitusta voi käytännössä havaita. Samoin kiintoainekuormitus on erittäin vähäinen.

Taulukko 9. Stormtac-mallin mukaiset koko vesimuodostuman pitoisuuden nousut hulevesien osalta nykytilanteessa ja esisuunnitelman toteutuessa.

Muuttuja	pitoisuuden lisäys, µg/l, nykytilanne	pitoisuuden lisäys, µg/l, esisuunnitelma toteutetaan
Kokonaisfosfori	1,2	1,1
Kokonaistyyppi	15	15
Pb	0,05	0,05
Cu	0	0
Zn	0	0
Cd	0,0	0,0
Cr	0,0	0,0
Ni	0,0	0,0
SS (kiintoaine)	288 eli 0,3 mg/l	263 eli 0,3 mg/l
Oil	2,3	2,1
BaP	0,000	0,000

Jos tarkastellaan hulevesien vaikutusta ainoastaan Sammonlahteen, voidaan todeta niillä olevan hieman enemmän vaikutuksia. Sammonlahden ja Sunisenselän pinta-ala on noin 5 km² eli 500 ha. Tämä vastaa 6,8 % osuutta koko vesimuodostuman alasta. Jos vesimuodostuman virtaaman ajatellaan vähentyvän samassa suhteessa Sammonlahden ja Sunisenselän alueella, saadaan laskevaa tämän arvioidun virtaaman perusteella uudet pitoisuuden nousut kyseiselle alueelle. Arvot

vastaavat nykyistä vedenlaatua, mutta ovat todennäköisesti vielä liian suuria. Vesi voi sekoittua suuremmalta alalta kuin on arvioitu. Jos oletetaan, että virtaama olisi 10 % vesimuodostuman virtaamasta, pitoisuuden lisäykset jäävät alhaisemmiksi. Todennäköisesti osa kuormituksesta jää rantavyöhykkeen järviruokokasvustoon ja rehevöittää sitä. Laskelmien tulokset on esitetty taulukossa 11.

Taulukko 10. Stormtac-mallin mukaiset Sammonlahden ja Sunisenselän pitoisuuden nousut hulevesien osalta nykytilanteessa ja esisuunnitelman toteutuessa.

Muuttuja	pitoisuuden lisäys, 6,8 % osuus, µg/l, nykytilanne	pitoisuuden lisäys, 10 % osuus, µg/l, nykytilanne	pitoisuuden lisäys, 6,8 % osuus, µg/l, esisuunnitelma	pitoisuuden lisäys, 10 % osuus, µg/l, esisuunnitelma
Kokonaisfosfori	17	12	16	11
Kokonaisytyppi	221	150	221	150
Pb	0,8	0,5	0,7	0,5
Cu	2	1	2	1
Zn	7	5	6	4
Cd	0,0	0,0	0,0	0,0
Cr	0,6	0,4	0,5	0,3
Ni	0,7	0,5	0,6	0,4
SS (kiintoaine)	4 227 eli 4,2 mg/l	2 883 eli 2,9 mg/l	3 859 eli 3,9 mg/l	2 632 eli 2,6 mg/l
Oil	33	23	31	21
BaP	0,003	0,002	0,003	0,002

Rakkolanjoelle laskettiin virtaamapainotteiset pitoisuuden nousut (taulukko 12). Kuten Sammonlahdella, myös täällä kuormitus kuvaa jo vedenlaatua. Hulevesistä tulee pitoisuuteen yhteensä noin 25 µg/l kokonaisfosforia ja 270 µg/l typpeä. Toikansuon jätevedenpuhdistamon kuormitus nostaa pitoisuutta 67 µg/l kokonaisfosforin ja 4 986 µg/l kokonaistypen osalta.

Rakkolanjoen ekologinen luokitus arvioidaan kokonaisfosforin mukaan. Sen raja-arvot ovat: erinomainen alle 40 µg/l, hyvä 40–59 µg/l, tyydyttävä 60–99 µg/l, välttävä 100–129 µg/l ja huono 130 µg/l tai yli. Vesimuodostuman pitoisuudeksi oli arvioitu 144,68 µg/l ja tilaksi huono. Kappa-leessa 4.5.3 on esitelty tarkemmin erilaisten toimenpiteiden vaikutusta Rakkolanjoen vedenlaatuun ja mahdolliseen tulevaan ekologiseen luokitukseen. Jos koko hulevesien aiheuttama kuormitus vähennetään vesimuodostuman arvioidusta pitoisuudesta, saadaan 119,93, mikä vastaa välttävää tilaa. Toikansuon jätevedenpuhdistamon kuormituksen poistaminen muuttaa tilan tyydyttäväksi (77,22 µg/l). Sekä hulevesien että Toikansuon kuormituksen poistuminen johtaisi kokonaisfosforipitoisuuteen 52,47 µg/l, mikä vastaa hyvää tilaa.

Taulukko 11. Stormtac-mallin mukaiset koko vesimuodostuman pitoisuuden nousut hulevesien osalta.

Muuttuja	Hiessillanojan hulevedet, µg/l	Pikkalanoja, taajama, µg/l	Rakkolanjoki, taajama, µg/l	Toikansuon puhdistamo, µg/l
Kokonaisfosfori	9,5	7,8	7,5	67
Kokonaistyyppi	94	89	87	4 986
Pb	0,5	0,5	0,4	0,0
Cu	1,1	0,9	0,9	0,0
Zn	4,5	4,1	3,5	0,0
Cd	0,03	0,03	0,02	0,0
Cr	0,4	0,3	0,3	0,0
Ni	0,4	0,3	0,3	0,0
SS (kiintoaine)	2811 eli 2,8 mg/l	2620 eli 2,6 mg/l	2226 eli 2,2 mg/l	1613 eli 1,6 mg/l
Oil	29	34	28	0,0
BaP	0,0	0,0	0,0	0,0

7. TUNNISTETUT RISKIKOhteet JA HALLINTAKEINOJEN MÄÄRITTÄMINEN

7.1 Case-alueiden tarkastellut kohteet

Hankkeessa tarkasteltiin pumppaamojen jätevesiylivuotokohtia ja huleveden purkupisteitä mahdollisina satunnaispäästöjen lähteinä ja arvioitiin, kuinka suuren riskin ne muodostavat. Tämän jälkeen kohteille määritettiin päästöjen riskin pienentämiseen tai poistamiseen tähtäävät hallintakeinot. Tarkastelu toteutettiin Rakkolanjoen ja Sammonlahden valuma-alueille. Sammonlahdella tarkastelu kattoi 13 huleveden purkupistettä ja yhden jätevedenpumppaamon ylivuotopisteen. Rakkolanjoen valuma-alueen tarkasteluun otettiin mukaan 13 huleveden purkupistettä, kaksi jätevedenpumppaamon ylivuotopistettä ja jätevedenpuhdistamon purkupiste.

7.2 Päästöjen haitallisuuden arviointiin käytetty riskimatriisi

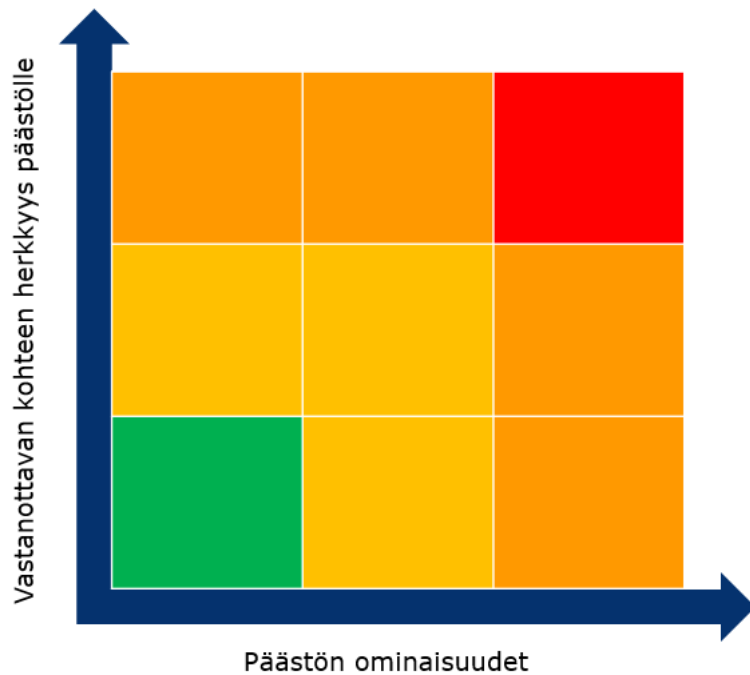
Päästöjen arvioinnissa päästön muodostama riski muodostuu päästön ominaisuuksista ja vastaanottavan kohteen herkkyydestä. Päästön ominaisuuksista arvioitiin seuraavia tekijöitä:

- Päästön määrä kuutioina
- Kuormituksen pitoisuudet
- Kuormituksen koostumus, esimerkiksi
 - Ravinteet
 - Metallit
 - Patogeenit
 - Öljyt

Vastaanottavan kohteen herkkyyttä päästölle arvioitiin seuraavien tekijöiden pohjalta

- Rakennetun ympäristön kohde
 - Kellari
 - Keskeinen liikennöity tie, jolle huonosti vaihtoehtoisia reittejä
 - Parkkihalli (maan alla)
 - Keskeinen rakennus kuten sairaala
- Vesistökohde
 - Järvi, puro, joki (vesistötyyppi)
 - Purkupisteen etäisyys vesistöstä
 - Ekologinen laatu
 - Ekologinen luokitus
 - Kalasto
 - Lähtö- ja tulovirtaama
 - Syvyys ja tilavuus
 - Uimaranta
- Muu luontokohde
 - Metsä
 - Pelto
 - Kosteikko
- Vedenoton kannalta keskeinen kohde
 - Pohjavesialue
 - Vedenottamon suoja-alue
- Virkistyskohde
 - Uimaranta

Tarkastelua varten luotu riskimatriisi on esitetty kuvassa 40.



Kuva 40. Satunnaispäästöjen riskien arviointiin käytetty riskimatriisi.

Riskimatriisissa korkeimpaan, oikean yläkulman riskikategoriaan päätyvät ne jätevesiylivuotokohdat ja hulevesien purkupisteet, joiden kautta virtaava päästö on joko määrällisesti tai laadullisesti merkittävä ja realisoituessaan päästö aiheuttaisi ympäristössään huomattavaa haittaa. Vastavasti määrällisesti ja laadullisesti pieni päästö, jonka vaikutus ympäristössään olisi keskimääräistä vähäisempi, jää riskimatriisiin vasempaan alakulmaan.

7.3 Satunnaispäästöjen hallintakeinot

Jätevedenpumppaamoilta voi muodostua ylivuotoja kapasiteetin ylittyessä esimerkiksi rankkasa-teen yhteydessä tai teknisen häiriön kuten sähkökatkon tai tukoksen seurauksena. Pumppaamo-ylivuotojen keskeisiä hallintakeinoja ovat

- Pumppaamon kaukovalvonta ja siitä saatavat hälytykset
- Varavoima sähkökatkosten varalle
- Ylivuotosäiliön rakentaminen
- Yläjuoksulla olevan verkoston vuotovesien vähentäminen

Hulevesien purkupisteiden keskeisiä hallintakeinoja ovat

- Huleveden johtaminen toisaalle
- Huleveden laadullinen ja määrällinen hallinta uusilla rakenteilla tai nykyisiä rakenteita parantaen
- Putkikokojen kasvattaminen tulvimisen ehkäisemiseksi
- Läpäisemättömän pinnan määrän vähentäminen, kasvillisuuden suosiminen

Hallintakeinojen toteutettavuus riippuu kohteen ominaisuuksista. Esimerkiksi ylivuotosäiliötä ei ole aina mahdollista rakentaa pumppaamon läheisyyteen. Myös hulevesien käsittelyyn tarkoitetut rakenteet edellyttävät esimerkiksi riittävän suurta kaupungin omistamaa maa-aluetta.

7.4 Tunnistetut riskikohteet ja tarvittavat toimenpiteet

7.4.1 Rakkolanjoki

Rakkolanjoen valuma-alueen hulevesien vaikutus vastaanottavaan vesistöön näyttäytyi Vemala-mallinnuksessa vähäisenä, mutta Stormtac-mallinnuksen perusteella merkittävämpänä (ks. luku 6). Vemala-malli huomioi vain fosfori-, typpi- ja kiintoainekuormituksen, kun taas Stormtac-mallinnuksessa tarkastellaan myös muita haitta-aineita. Voidaan siten todeta, että hulevesien laadun hallinnalla olisi suotuisa vaikutus myös Rakkolanjokeen. Jätevedenpuhdistamon tarkastelussa todettiin, että uudella puhdistamolla olisi merkittävä vaikutus Rakkolanjoen vedenlaatuun.

Jätevedenpuhdistamon nykyisen purkureitin varrella kasvaa vieraslajeja, joita myös puhdistettu jätevesi kuljettaa eteenpäin.

Rakkolanjoen valuma-alueen tarkastelluista hulevesien purkupisteistä tunnistettiin muutama huomiota vaativa kohde. Ns. pohjoinen purkupiste kokoa hulevesiä laajalta alueelta ja mukana on myös kuormitteisia hulevesiä teollisuusalueelta. Yläjuoksulle tarvittaisiin sekä määrän että laadun hallintaan tähtääviä toimenpiteitä. Näiden toteuttamisen haasteita ovat, että yläjuoksulla sijaitsee pitkälti rakennettua ympäristöä, josta hulevedet ohjataan putkistoa pitkin ja kaupungin omistamaa maa-aluetta on vain vähän.

Myllärinpuiston alueella sijaitsevasta purkupisteestä todettiin, että sen läheisyydessä ei saa toteuttaa kajoavia toimenpiteitä, sillä lähistöllä sijaitsee luontaisen kaltaiseksi muuttunut luontokohde. Purkupisteelle tulee pientaloasutuksen hulevesiä, joiden kuormittavuus ei ole kriittistä.

Pajarilan alueella sijaitsevan purkupisteen tarkastelussa todettiin, että alueella on ilmennyt erilaisia haitta-aineita, kuten liuottimia ja öljy-yhdisteitä, jotka kulkeutuvat Kallionkoskenojan kautta Rakkolanjokeen. Huleveden laatu on haitta-aineista johtuen aika ajoin kuormitteinen. Päästöjen alkuperää on yritetty selvittää siinä onnistumatta. Ensisijainen tavoite alueella olisi saada selvyys haitta-aineiden lähteestä. Toissijaisesti alueelle voidaan harkita laadunhallinnan rakenteita kuten kadun varren biosuodatuksia. Todettiin myös, että alueen teollisuustoimijoiden hulevesisopimukset ajalta ennen nykyisen teollisuusalueen muodostumista. Sopimukset olisivatkin hyvä pyrkiä päivittämään vastaamaan nykytilannetta. Alueen teollisuuskiinteistöistä osalla on ympäristölupa ja näistä ainakin osalla ehtona paikallinen hulevesien käsittely.

Ihalaisen kaivosalueen itäpuolen purkupisteistä todettiin, että niille tulee kuormitusta teollisuusalueelta. Kohteiden osalta kannattaisikin tehdä jatkoselvitystä ja suunnitella hulevesien laadunhallintaa.

Rakkolanjoen valuma-alueen jätevedenpumppaamoista kaksi johtaa huomattavia jätevesimääriä. Pumppaamot kuuluvat kaukovalvonnan piiriin ja niiltä saadaan ylivuodoista hälytykset ja varavoimaa on saatavana pumppaamoille sähkökatkon yhteydessä. Varavoiman saannin parantaminen entisestään on yksi vaihtoehto ylivuotojen vaikutusten ennaltaehkäisemiseksi kahdella alueen merkittävällä pumppaamolla. Pumppaamoilta ei ole tullut kapasiteetin ylittymisestä (eikä muistakaan syistä) johtuvia ylivuotoja. Puhdistamon kapasiteettiylitysten takia vuotovesien vähentäminen on kuitenkin paikallaan verkostossa yleisesti. Pumppaamoista toisella häiriötilanteeseen reagointiaika on varsin lyhyt ja sijainti hankalasti Hiessillanojan läheisyydessä. Kohteeseen ei ole mahdollista rakentaa erillistä varoallasta, joten muihin toimenpiteisiin kannattaa siksikin panostaa alueella enemmän. Pumppaamon yläjuoksulla ei ole kapasiteettiongelmia, mutta alajuoksulla verkoston kapasiteetti on ajoittain koetuksella. Alajuoksulle kannattaa tarvittaessa kohdistaa esimerkiksi huuhteluita ja viemärikuvausta, jotta linja pysyy toimintakuntoisena ja sen kunnon kehityksestä ollaan tietoisia.

Rakkolanjoen valuma-alueen yksittäisten purkupisteiden yläjuoksulle esitetään tiivistetysti seuraavia toimenpiteitä:

Pohjoinen purkupiste:

- Sekä määrän että laadun hallintaan tähtääviä toimenpiteitä.

Pajarilan purkupiste:

- Ensisijainen tavoite: selvittää haitta-aineiden lähde.
- Toissijaiset toimenpiteet: laadunhallinnan rakenteet kuten biosuodatuks.
- Teollisuusalueen hulevesisopimusten päivittäminen.

Ihalaisen kaivosalueen itäpuolen purkupisteet:

- Jatkoselvitys ja laadunhallinnan suunnittelu suositeltavaa.

Jätevedenpumppaamot:

- Vuotovesien vähentäminen,
- Alajuoksulla verkoston kapasiteetti ajoittain koetuksella, huuhtelut ja viemärikuvaus suositeltavia.

7.4.2 Sammonlahti

Sammonlahden 13 huleveden purkupisteeseen liittyvät riskit arvioitiin melko alhaisiksi. Sekä yksittäisistä purkupisteistä että kaikista tarkastelluista purkupisteistä kokonaisuutena tuleva kuormitus jää melko vähäiseksi. Hulevesien hallintaan liittyen tunnistettiin kuitenkin toimenpiteitä vaativiksi kohteiksi Sammonlahden kosteikon ja uimarannan alue sekä jätevedenpumppaamo.

Sammonlahden uimaranta on ollut käyttökiellossa vedenlaatuongelmien takia. Vesinäytteissä on havaittu huomattavia bakteeripitoisuuksia, jotka kuitenkin eivät ole olleet ihmisperäisiä vaan lähtöisin linnustosta. Lähellä sijaitseva Skinnarilan kosteikko ei tällä hetkellä toimi suunnitellulla tavalla ja myös Sammonlahden kosteikossa ongelmana on, että suurten virtaamien aikana esimerkiksi rankkasateiden seurauksena kosteikon kapasiteetti ylittyy ja osa hulevesistä ohjataan kosteikon ohi purkuvesistöön. Valuma-alueella on merkittävästi lisätty hulevesiviemäriin kapasiteettia ja vettä läpäisemättömiltä pinnoilta hulevedet ohjataan hulevesiviemäriin, minkä seurauksena hulevesien määrä ja siten myös kuormitus kosteikossa kasvaa. Alueella on vieraslajeja ja tilanteessa, jossa Rantaniitynkadun läheiset huleveden purkupisteet tulvivat, hulevesi voi huuhtoa ja levittää mukanaan vieraslajien siemeniä sekä esimerkiksi valkoposkikihanhien jätöksiä suoraan vesistöön. Yleisenä huomiona alueelta tehtiin, että kun hulevesilinja päättyy rantaan ja tämän jälkeen rannassa on heti ruovikkoa, tämä voi johtaa lintujen lisääntymiseen alueella.

Sammonlahden alueella sijaitsevassa rantaviemäriässä tiedetään kulkevan varsin paljon ylimääräistä vuotovettä. Kapasiteetti on mallinnuksen perusteella koetuksella kovissa kuormitustilanteissa, mutta myös keskimääräisellä vuotovesitilanteella. Keskimääräisessä tilanteessa rantaviemäriin täyttöaste on paikoin yli mitoituksellisen 70 %. Tilannetta huonontanee se, että putkiin päättyy hulevesien mukana esimerkiksi hiekkaa, joka pienentää kapasiteettia, jolloin tilanne voi olla mallinnettua huonompi. Täydennyskaavoitus voi muuttaa tilannetta ja kasvattaa jäteveden määrää. Ilmastomuutoksen tuomassa tulevaisuuden maksimitilanteessa, jossa vuotovesien osuus on nostettu 80 %:iin, rantaviemäriin kapasiteetti on yli 100 % ja vesi padottuu kaivoihin, ja lopulta purkautuu ylivuotona verkoston yläjuoksulla. SCALGO Live-ohjelmiston maastomallin mukaan ylivuotavien kaivojen kohdalla on myös painannetta johon jätevesi kerääntyisi. Painanne sijaitsee osittain kiinteistön tontilla ja osittain kaupungin omistamalla puistoalueella. Pintavalunta, joka tässä tapauksessa olisi jätevettä, kulkeutuisi lopulta katua pitkin Skinnarilan hulevesikosteikkoon ja täten lisäisi kosteikkoon tulevaa kuormitusta.

Sammonlahden kosteikon tiedot pitää saattaa ajan tasalle kosteikon ja sitä kuormittavien huleveden purkupisteiden tarkemmittausten ja hulevesirakenteita koskevien paikkatietoaineistojen päivittämisen avulla.

Lappeenrannan Energiaverkot Oy on varautunut jätevedenpumppaamojen ylivuotoihin. Pumppaamot kuuluvat kaukovalvonnan piiriin ja niiltä saadaan ylivuodoista hälytykset ja varavoimaa on saatavana pumppaamoille sähkökatkon yhteydessä. Varavoiman saannin parantaminen entisestään on yksi vaihtoehto ylivuotojen vaikutusten ennaltaehkäisemiseksi. Pumppaamoilta ei ole tullut kapasiteetin ylittymisestä (eikä muistakaan syistä) johtuvia ylivuotoja. Sammonlahden alueella kapasiteetti on kuitenkin paikoin koetuksella suurten vesimäärien aikaan ja kun lisäksi alueen kaavoitus mahdollistaa lisärakentamisen ja siten suuremmat jätevesimäärät ja puhdistamolla on kapasiteettiylityksiä, on vuotovesien vähentäminen paikallaan. Ylivuotojen ennaltaehkäisyssä auttavat osaltaan pumppaamoiden varoaltaat, jotka antavat toiminta-aikaa ylivuodon uhatessa.

Sammonlahden valuma-alueen tarkasteltujen purkupisteiden yläjuoksulle esitetään tiivistetysti seuraavia toimenpiteitä:

Sammonlahden kosteikot:

- Kosteikon tietojen päivittäminen ja toimivuuden tarkastelu huomioiden mahdolliset vaikutukset uimarantaan.

Sammonlahden rantaviemäri:

- Vuotovesien vähentäminen

Jätevedenpumppaamo:

- Varavoiman saannin parantaminen ylivuotojen ennaltaehkäisemiseksi.
- Vuotovesien vähentäminen

7.5 Vuotovesien vähentämisen keinot

7.5.1 Tunnistettut hallintakeinot

Hankkeessa tarkasteltiin Lappeenrannassa käytössä olevia vuotovesien ja prosessiohitusten vähentämisen keinoja ja annettiin ehdotuksia niiden kehittämiseksi. Luvussa 3.4 kuvattujen tarkasteluiden pohjalta vuotovesitilanne on verkoston kapasiteetin kannalta kohtuullinen, ylivuotojen näkökulmasta jopa hyvä. Sen sijaan jätevedenpuhdistamon toimintaan vuotovedet vaikuttavat negatiivisesti etenkin rankkasateiden ja lumensulamisen aikaan. Paikallisesti vuotovedet voivat kuormittaa yksittäisiä linjoja ja aiheuttaa siellä kohonneen ylivuotoriskin. Seuraavassa on kuvattu, millaisia vuotovesien vähentämisen keinoja Lappeenrannassa on käytössä, mitä kannattaa kehittää ja mitä paikallisia huomioita vuotovesien vähentämiseen hankkeessa on tehty.

7.5.2 Kunnossapito, kuntotutkimukset ja huleveden johtaminen

Lappeenrannassa on selvitetty jätevesiverkoston kuntoa viemärikuvausten ja kaivotarkastusten avulla. Viemäreistä on poistettu suuria määriä hiekkaa, millä on ennaltaehkäisty ylivuotoja – viemäriessä oleva hiekka aiheuttaa kapasiteetin pienenemisen ja lisää siten ylivuodon mahdollisuutta. Tiedut Lappeenrannan viemäriinjat huuhdellaan noin 10 vuoden välein hiekan kertymisen ja ylivuotojen ehkäisemiseksi. Noin 60 % Lappeenrannan jätevesikaivoista on myös tarkastettu.

Lappeenrannassa jätevesiverkoston ylivuotorakenteisiin on säännönmukaisesti laitettu läppä takaisinvirtauksen estämiseksi. Tämä toimenpide vähentää ylimääräisen veden päätymistä verkostoon suoraan vesistöstä.

Kunnossapitoa kannattaa jatkossa kohdentaa muita kohteita intensiivisemmin hankkeessa tunnistettuihin riskikohteisiin, lähinnä Sammonlahden rantaviemäriin, jonne tiedetään kertyvän hiekkaa ja jossa kapasiteetin ylittyminen aiheuttaa kohonneen ylivuotoriskin. Viemärikuvaus kannattaa kohdentaa alueille, jossa hitaan valunnan osuus on merkittävä, kuten hankkeessa tunnistetulle Harapaisen alueelle. Kaivotarkastuksia puolestaan kannattaa toteuttaa etenkin alueilla, joilla nopean valunnan osuus on suuri. Hankkeen tarkasteluissa etenkin Mustolan, Tirilän ja Harapaisen alueet erottuivat tällaisina. Käytännössä maksimitilanteen vuotovesiprosentit olivat korkeita muuallakin. Kaivotarkastusten yhteydessä ihanteellista olisi, jos voitaisiin arvioida myös hulevesien johtamisen toimivuutta kohteessa – ohjautuuko hulevettä pintoja pitkin virheellisesti jätevesiviemäriin? Tällä tavalla saadaan arvokasta tietoa ylimääräisen veden mahdollisista lähteistä ja tarvittavista toimenpiteistä.

Lappeenrannassa on tunnistettu ja löydetty kaksoiskaivorakenteita, joissa on ollut hulevesiviemäristä yhteys jätevesiviemäriin. Näitä kaivorakenteita on muutettu niin, että yhteys on suljettu esimerkiksi muuraamalla yhteys umpeen.

Puutteellisesti hoidettu hulevesijärjestelmän osa, esimerkiksi oja tai ritaläkaivon kansi, voi aiheuttaa huleveden ohjautumisen jätevesiviemäriin sen sijaan, että hulevesi päätyisi asianmukaisesti hulevesijärjestelmään. Lappeenrannan Energiaverkot Oy on tunnistanut tällaiset kohteet ennen hankkeen alkua. Kohteiden kunnossapitoon kannattaa jatkossa kiinnittää erityistä huomioita, sillä ne osaltaan vähentävät jätevesiviemäriin päätyvän ylimääräisen veden määrää. Kuten vuotovesien tapauksessa usein, myös tämä edellyttää kaupungin ja vesihuoltolaitoksen välistä yhteistyötä ja koordinoitua.

7.5.3 Vuotovesitarkasteluiden tarkentaminen uudella mittaustiedolla

Kiinteistöjen vedenkulutustiedot on mahdollista kytkeä vuotovesianalyysiin nykyistä tarkemmin sitten, kun vedenkulutuksesta on saatavilla esimerkiksi etäluennan kautta tarkempaa tietoa kuin nykyinen vuositasen arvioitu vedenkulutus. Vedenkulutustietojen pohjalta voidaan muodostaa käsitys siitä, mikä on verkoston todellinen jätevesivirtaama. Mitä tarkemmalla aika- ja paikkaresoluutiolla vedenkulutus tunnetaan, sitä tarkemmin voidaan arvioida vuotovesien osuutta, edellyttäen että myös jätevesivirtaamat tunnetaan riittävällä tarkkuudella.

Hankkeen aikana Lappeenrannan Energiaverkot Oy paransi pumppaamoilta saatavan virtaamatiendon laatua. Yhdistelemällä tähän tietoon sadantatietoja, vedenkulutustietoja sekä pohjaveden ja vesistöjen pinnankorkeustietoja voidaan muodostaa aiempaa tarkempi käsitys paitsi vuotovesien määrästä, myös sen jakautumisesta hitaaseen ja nopeaan valuntaan ja sitä kautta vuotovesien lähteisiin.

Myös muita mittauksia on mahdollista lisätä. Tarkennusta voidaan haluta tehdä esimerkiksi alueille, joilla pumppaamoja on liian harvassa toimenpiteiden kohdentamisen kannalta. Virtaama- ja pinnankorkeusmittausten ohella mahdollisia mittauksia ovat esimerkiksi sakkapesän täyttöasteen tarkkailu ja ylivuotohälytykset muualla kuin pumppaamoilla sijaitsevilta ylivuotorakenteilta.

Kun tietopohja on halutulla tasolla, tarkastelut voidaan automatisoida, jolloin vuotovesitilanne ja sen mahdolliset muutokset ovat selvillä jatkuvasti ja uusia toimenpiteitä voidaan kohdentaa tilanekuvan pohjalta.

7.5.4 Katto- ja kuivatusvedet ja verkostosaneeraus

Lappeenrannassa on tehty systemaattista selvitystä sen kartoittamiseksi, mitkä kiinteistöt ovat liittäneet hulevetensä jätevesiviemäriin. Käyttöpaikoista noin 46 % on käyty läpi savukokeiden avulla. Savukokeiden avulla sekaliittyjiä on ilmennyt muutamia satoja yhteensä noin 6000 läpikäydystä käyttöpaikasta. Erityisesti Lappeenrannan keskusta-alueella sijaitsee kerrostalokiinteistöjä, joiden kattovedet ohjautuvat viemäriverkostoon. Myös keskusta-alueella sijaitsevan pysäköintialueen kuivatusvedet ohjautuvat suoraan viemäriverkostoon aiheuttaen kapasiteettihaasteita ja kuormitusta jätevedenpuhdistamolla.

Katto- ja kuivatusvesien ohjaaminen hulevesiviemäriin tapahtuu luontevimmin verkostosaneerausten yhteydessä. Tällä hetkellä Lappeenrannassa ei ole käytössä rutiinia, jonka mukaan linjasaneerausten yhteydessä tiedotettaisiin kiinteistöille heidän velvollisuudestaan liittyä hulevesiviemäriin, vaikka saneerauksen yhteydessä aina rakennetaankin kiinteistölle hulevesiliittymä. Kiinteistöjä ei informoida siitä, että kiinteistön hulevedet on johdettu virheellisesti ja hule- ja jätevedet tulisi erotella. Saneerausten yhteydessä tapahtuvalle tiedotukselle kannattaakin laatia toimintamalli ja ohjeistus, jossa kiinteistöille tiedotetaan heidän velvollisuudestaan liittyä hulevesiverkostoon. Samassa yhteydessä tarkemmitataan liitoskohta ja kirjataan liitostieto kiinteistön tietoihin vesihuoltolaitoksen tietojärjestelmissä.

Yksi mahdollinen keino hulevesien oikean johtamisen parantamiseksi on korotetun jätevesimaksun käyttöönotto. Korotettu jätevesimaksu voidaan ottaa käyttöön kohteissa, joissa todistettavasti katto- tai kuivatusvedet tai yleisesti hulevedet johdetaan jätevesiviemäriin.

7.5.5 Yhteisvaikutusten analysointi

Vuotovesien vähentäminen edellyttää yhteistyötä kaupungin ja Lappeenrannan Energiaverkot Oy:n välillä. Kun jätevesiverkostoon päätyviä hule- ja pohjavesiä vähennetään, nämä vedet siirtyvät käytännössä jonnekin muualle. Jätevesiviemäri voi toimia käytännössä aluekuivatuksen osana. Kun hulevesi siirtyy hulevesijärjestelmään, siihen kohdistuu aiempaa suurempi kuormitus. Lisäksi pohjaveden pinta saattaa nousta, pahimmassa tapauksessa rakennusten kellareihin. Näitä tekijöitä on tärkeää huomioida jo vuotovesien vähentämistä suunniteltaessa yhteistyössä asianosaisten tahojen kanssa.

Jätevesiverkoston mallia on tarpeen päivittää sitä mukaa, kun saadaan tarkempaa tietoa alueellisesta vuotavuudesta. Myös tosiasialliset sekaliittymät tulisi sisällyttää malliin, jotta verkoston toiminta vastaa mahdollisimman paljon todellisuutta. Jätevesiverkostosta poistuvan huleveden päätymistä olemassa oleviin hulevesirakenteisiin tulisi vastaavasti mallintaa ja arvioida kasvavan hulevesimäärän vaikutusta verkoston ja rakenteiden toimivuuteen.

7.5.6 Työpajan ja ekskursioiden anti

Lappeenrannan Energiaverkot Oy:n, Lappeenrannan kaupungin, Elveran sekä L&T:n edustajien kanssa pidettiin työpaja, jonka aiheena oli Lappeenrannan vuotovesitilanne ja sen parantamisesta. Työpajassa pohdittiin seuraavia kysymyksiä:

1. Mitä ovat parhaimmillaan vaikuttavat keinot vuotovesien vähentämiseen (1–3 tärkeintä)?
2. Miten voidaan tukea motivaatiota?
3. Miten voidaan tukea raportoinnin kehittämistä?
4. Kuka ottaa päävastuun vuotovesien hallinnan kehittämisestä?

Vuotovesitilanteesta todettiin, että työtä on tehty jo paljon ja saatu tuloksia, esimerkiksi kaksoiskaivoja on poistettu verkostosta kymmeniä. Keskeisenä tilanteen arvioinnissa pidettiin sitä, että vaikka verkostoista ei synny ylivuotoja, olennaista on saada myös jätevedenpuhdistamon biologisen prosessin ohituksia vähennettyä siitä huolimatta, etteivät ohitukset ole aiheuttaneet

ympäristölupaehdojen raja-arvojen ylittymistä. Tarpeellista olisi myös konkretisoida vuotovesien muita vaikutuksia, kuten verkostossa ja sekä nykyisellä että tulevilla jätevedenpuhdistamolla muodostuvia lisäkustannuksia.

Työpajan tuloksena todettiin, että olisi tärkeää tuntea vuotovesitilanne valuma-aluekohtaisesti. Pumppaamojen kaukovalvonta haluttaisiin valjastaa tähän. Tavoitteena on, että vuotovesiä kar-toitettaisiin alue kerrallaan pahimmin vuotavien kohteiden löytämiseksi ja edettäisiin aluekohtai-sen suunnitelman mukaisesti. Alueiden kuntoa halutaan selvittää järjestelmällisesti viemäriku-vauksilla ja kaivotarkastuksilla.

Vuotovesitilanteesta pitäisi lisätä tietoisuutta kaikkien vuotovesien hallintaan liittyvien sidosryh-mien tahoilla. Tällaisiksi sidosryhmiksi tunnistettiin asiakkaat, Lappeenrannan kaupungin edusta-jat ja päättäjät sekä yhtiön johto. Keskeiseksi koettiin, että budjetissa olisi korvamerkittynä rahat vuotovesien vähentämiseen.

Yksi keino motivoida vuotovesien vähentämiseen olisi tältä pohjasta määräytyvä tulospalkkio. Koska vuotovesien vähentäminen vaatii työtä monilla eri tasoilla, palkkion pitäisi ulottua vuotove-sityöhön osallistuville kaikilla näillä tasoilla, esimerkiksi ongelma-alueiden tunnistamiseen ja maastossa kohteiden tutkimiseen osallistuville. Myös alihankkijoiden tulisi saada kyseinen palk-kio. Lisäksi olennaisina motivaattoreina pidettiin ammattilpeyttä ja työssä syntyviä onnistumisen kokemuksia, kun vuotavia kohteita löydetään ja niitä poistetaan.

Vuotovesihavaintojen raportoinnissa nähtiin kehitystarpeena havaintojen kirjaaminen järjestel-miin siten, että kirjaukset tehdään yhteen järjestelmään ja sieltä löytyy yksiselitteinen kategoria kullekin havainnolle. Järjestelmän käyttöön liittyi haasteita, samoin tiedon siirtoon koosteita var-ten. Näiden ratkaiseminen on olennaista oikean kokonaiskuvan ja tilannekuvan saamiseksi.

Vuotovesityön vastuutahona toimii Lappeenrannan Energiaverkot Oy. Vuotovesien hallintaa var-ten tulisi laatia vuotovesistrategia ja määrittää konkreettiset toimintamallit, joilla yhteistyössä kaupungin kanssa edetään vuotovesien vähentämisessä. Kaikilla työhön osallistuvilla tahoilla tu-lisi olla nimettynä vastuuhenkilöt, jotka hoitavat vuotovesiasioita ja jotka toimivat yhteyshenki-löinä.

Hankkeessa toteutettiin myös Tampereen Veteen-suuntautunut ekskursion, jossa käsiteltiin vuoto-vesien vähentämistä. Ekskursiolla korostui, kuinka tärkeää on saada vuotovesitilanteesta tietoa kohtalaisen tarkalla alueellisella tarkkuudella. Myös tietojen yhdistelyn ja analysoinnin tärkeys tuli ilmi. Erilaisten analyysityökalujen ja raportointiratkaisujen avulla helpotetaan johtopäätösten te-kemistä, kun tiedot ja analyysitulokset koostetaan automaattisesti. Tämän lisäksi nousi esiin, kuinka teknisten ratkaisujen ohella tarvitaan ihmisiä käymään läpi koostetut tiedot, tekemään johtopäätökset ja käynnistämään vuotovesien vähentämiseen vaadittavat toimenpiteet.

Osana Tampereen ekskursion käytiin maastossa katsomassa toteutettuja laadunhallinnan hule-vesiratkaisuja. Maastokatselmuksen aikana tutustuttiin purokunnostuskohteeseen, hulevesien imeytysrakenteeseen ja lumenvastaanottoapaikan vesien puhdistamiseen biosuodatuksen avulla. Todettiin, että kohteet ovat ajankohtaisia myös Lappeenrannassa, jossa on myöskin pohdittu lu-menvastaanottoapaikan vesien puhdistamisen kehittämistä sekä nykyisten avouomien monimuo-toistamista.

7.6 Tietojen hyödyntämisen kehittäminen

7.6.1 Tietojen laatu ja kattavuus

Kaupunkivesiä koskevien tarkasteluiden lähtötiedoista tehtiin luvussa 2 kuvatut huomiot. Tarkas-teluiden tulosten oikeellisuutta voidaan parantaa parantamalla lähtötietojen laatua ja katta-vuutta.

Verkostojen perustietojen pohjalta tehdään päätelmät vesien kulkeutumisesta hule- ja jätevesi-verkostossa. Perustietoina voidaan pitää sijainti- ja asennussyvyystietoja ja ominaisuuksia kuten materiaali-, halkaisija- ja rakennusvuositietoja. Verkostojen tiedoissa havaittuja puutteita voi-daan parantaa täydennysmittausten avulla. Verkostoista ainakin päälinjat kannattaa täydennys-mitata siltä osin kuin tiedoissa on puutteita. Täydennysmittausten toteutuksessa voidaan hyödyn-tää Vesilaitosyhdistyksen vuonna 2021 julkaisemaa ohjetta (Laakso ym. 2021).

Kiinteistöiltä voidaan edellyttää liitostyön tai sen valvonnan tilaamista vesihuoltolaitokselta, jolloin tiedon ylläpito helpottuu.

Jätevesiverkoston vuotavuutta koskevia tarkasteluja voidaan parantaa monin eri keinoin. Hankkeen aikana Lappeenrannassa aloitettiin pumppaamojen virtaamatietojen päivitys. Tätä on suositeltavaa jatkaa ja laajentaa siten, että aiempaa useammalta pumppaamolta saadaan luotettavaksi katsottavaa virtaamatietoa. Vuotovesianalyysien laatua voidaan parantaa asentamalla etäluettavia vesimittareita teollisille vedenkuluttajille, jolloin saadaan online-tietoa merkittävästä vedenkulutuksen vaihtelusta. (Mikäli vettä sitoutuu merkittävästi teolliseen prosessiin, täytyy joko jätevesi mitata erikseen tai arvioida todellinen jäteveden osuus.) Vuotohavaintojen kirjaamiseen liittyvät esteet kannattaa myös ratkaista tietopohjan parantamiseksi.

Suosittelua on, että kaikki verkostoa koskeva kunto- ja kunnossapitotieto on saatavilla kytkettynä verkoston kohteisiin helpon jatkohyödyntämisen mahdollistavassa muodossa. Tämä koskee esimerkiksi paikallisten vuotovesianalyysien ja savukokeiden tuloksia.

7.6.2 Tietojen tehokas hyödyntäminen

Kokonaiskuvan saaminen kaupunkivesien tilanteesta edellyttää erityyppisten tietojen yhdistelyä monista eri lähteistä. Lappeenrannassa jätevesiverkoston ja hulevesijärjestelmän tiedot ovat verkkotietojärjestelmässä ja yhdisteltävissä muihin tietoihin esimerkiksi paikkatietojärjestelmässä. Edellä kuvattujen, lähtötietojen laadun, kattavuuden ja hyödynnettävyyden parantamiseen tähtäävien toimien lisäksi olennaista on hyödyntää kaikki lähtötieto maksimaalisesti. Tyypillisesti tämä edellyttää erilaisten koonti- tai raportointiratkaisujen käyttöönottoa. Raportoinnin avulla voidaan seurata esimerkiksi jätevesiverkoston alueellista vuotavuutta ja täydentää sitä viemärikuvauksista ja savukokeista saadulla tiedolla. Kokonaiskuvan saaminen helpottaa tilanteen hahmottamista ja tarvittavien toimenpiteiden määrittämistä.

Jätevesiverkoston vuotovesitarkasteluissa on mahdollista siirtyä kohti jatkuvatoimisempaa tarkastelua, jossa verkoston eri alueilta saadaan analyysituloksia vuotavuudesta ja sekä alueellista että ajallista kehitystä voidaan seurata. Jatkuvatoiminen tarkastelu mahdollistaa myös toimenpiteiden, esimerkiksi laajojen verkostosaneerausten, vaikutuksen arvioinnin.

Kaupunkivesien hallinnan kehittämiseksi on suositeltavaa tarkastella jätevesi- ja hulevesijärjestelmiä yhdessä etenkin silloin, kun järjestelmiin tulee muutoksia, jotka voivat vaikuttaa toisiinsa. Tällaisia ovat esimerkiksi uusien linjojen tai hulevesirakenteiden rakentaminen ja olemassa olevien merkittävät muutokset. Koonti- ja raportointiratkaisuja kannattaa hyödyntää laajasti kaupunkivesien hallintasuunnitelman laadinnassa ja tietojen koostamisessa. Esimerkiksi suunnitelmaan tuotettavat tiedot vuotovesitilanteen muutoksista, hulevesien hallintarakenteiden määrästä ja tyypistä sekä mahdollisista riskikohteista on mahdollista automatisoida raportoinnin avulla. Lisäksi on mahdollista nostaa tarkempaa tarkastelua varten esiin kohteet, joissa on tapahtunut muutoksia kuten verkostosaneerauksia edellisen tarkastelukerran jälkeen. Edellytyksenä on, että lähtötiedot ovat ajan tasalla.

8. LAPPEENRANNAN KAUPUNKIVESIEN HALLINNAN KEHITTÄMINEN

8.1 Nykytila tiivistetysti

Lappeenrannan satunnaispäästöjen tilanne on moninainen. Jätevesiverkostosta ei nykytilanteessa aiheudu ylivuotoja kapasiteetin ylittymisen vuoksi, siitä huolimatta, että vuotovesiprosentti ylittää hyvänä tasona pidetyn 30 %. Nykytilanteessa verkoston ylivuototilanne on siten hyvä. Sen sijaan jätevedenpuhdistamolla ylimääräinen vesi aiheuttaa prosessiohituksia ja sitä kautta kuormitusta vastaanottavana vesistönä toimivaan Rakkolanjokeen, vaikka ohitukset eivät olekaan aiheuttaneet lupaehtojen ylittymistä. Tulevaisuudessa ylivuotojen todennäköisyys kasvaa, kun ilmastomuutoksen myötä sateiden määrä ja intensiteetti suurenee.

Rakkolanjoen vesistökuormituksen näkökulmasta merkittävä parannus nykyiseen tilanteeseen verrattuna olisi Hyväristönmäen jätevedenpuhdistamon rakentaminen sille asetettujen ympäristölupavaatimusten mukaisesti. Hulevesien kuormitusvaikutus vastaanottaviin vesistöihin arvioitiin

hankkeessa tarkastelluilla valuma-alueilla melko vähäisiksi. Hulevedet kuljettavat kuitenkin haitta-aineita ja valuma-alueilta olikin tunnistettavissa kohteita, joissa laadun ja määrän hallinnan toimet olisivat toivottavia.

8.2 Kaupunkivesien satunnaispäästöjen hallinta

Hankkeessa tarkasteltiin Lappeenrannan satunnaispäästöjen mahdollisuutta ja määritettiin satunnaispäästöihin vaikuttamisen keinoja. Jätevesiverkoston ylivuotojen ja jätevedenpuhdistamon prosessiohitusten mahdollisuutta tarkasteltiin koko verkoston tasolla ja tunnistettiin kahdella esimerkkialueella riskikohteissa tarvittavat hallintakeinot. Huleveden osalta tunnistettiin laadun riski- tai painopistealueet ja laadittiin esimerkinomaisesti kahdelle alueelle esisuunnitelmat vesien laadunhallinnan parantamiseksi. Esimerkkialueille toteutettuja riskitarkasteluja olisi hyvä laajentaa pumppaamojen osalta koskemaan vähintään suurimpia pumppaamoja ja hulevesien osalta laajentaa tarkastelut kaikille tunnistetuille riskialueille. Hankkeessa tunnistettiin satunnaispäästöjen ennaltaehkäisyyn ja vähentämiseen seuraavia toimenpiteitä, joita on syytä tarkastella uudestaan silloin, kun uusia kohteita suunnitellaan vai vanhoja saneerataan:

- Jätevesiverkoston vuotovesien hallintaa varten tulee laatia vuotovesistrategia ja määrittää konkreettiset toimintamallit, joilla yhteistyössä kaupungin kanssa edetään vuotovesien vähentämisessä.
- Hulevesisuunnittelua tulisi toteuttaa kaupungin tasolla valuma-alueiden lähtöisesti huomioiden koko valuma-alueelle asetetut laadun ja/tai määrän hallinnan tavoitteet.
- Valuma-alueen yleissuunnitelman tulee huomioida vastaanottavan vesistön vedenlaatuvaatimukset ja jätevesiverkoston mahdolliset satunnaispäästöt. Yleissuunnittelun tukena voidaan hyödyntää huleveden laadun mallinnusta, joka antaa yleiskäsityksen toimien vaikuttavuudesta. Laadunmallinnuksen avulla on mahdollista laskea myös ilmastomuutoksen myötä kasvavien sateiden vaikutusta valuma-alueilta muodostuvaan kuormitustasoon.
- Vuotovesien hallintaa ja sekavesiliittymien käsittelyä kannattaa toteuttaa tiiviissä yhteistyössä Lappeenrannan Energiaverkot Oy:n ja Lappeenrannan kaupungin kanssa. Yhteistyön kannalta olennaista on säännöllisten tapaamisten järjestäminen ja tavoitteiden ja pelisääntöjen sopiminen. Lisäksi vuotovesien vähentäminen jätevesiverkostosta voi lisätä hulevesijärjestelmän kuormitusta, jolloin yhteinen toimien koordinointi on tarpeen.
- Herkille vesistöalueille kuten Rakkolanjoen valuma-alueelle olisi hyvä laatia valuma-alueen yleissuunnitelma, joka toimisi pohjana tarkemmille suunnitteluvaiheille.
- Verkostosaneerausten toteuttamiselle tulee laatia toimintamalli, jossa kiinteistöjen hulevedet liitetään hulevesijärjestelmään saneerausten yhteydessä.
- Hulevesien laadunhallinnan toimia tulisi kohdistaa erityisesti tunnistetuille riskialueille ja mahdollisuuksien mukaan sisällyttää laadunhallinnan vaatimuksia myös kaavamääräyksiin. Hallintatoimien vaikuttavuuden todentaminen kuitenkin edellyttää veden laadun seurantaan paitsi vesistöistä myös keskeisten hulevesirakenteiden osalta, jotta niiden puhdistuskyky voidaan analysoida ja tarvittaessa tehostaa rakenteiden toimintaa.
- Pumppaamokohtaiset riskitarkastelut kannattaa toteuttaa suurimmille pumppaamoille vastaavasti kuin case-alueiden pumppaamoille. Tarkastelussa voi hyödyntää luvussa 7.2 esitettyä riskimatriisia.
- Verkoston kunnon ja toiminnan seuraamisessa kannattaa tavoitella ajantasaista raportointia. Vuotovesitarkasteluissa kannattaa siirtyä kohti jatkuvatoimista tiedon tuottamista ja tilannekuvan muodostamista sekä ulottaa tarkastelut uusille verkostoalueille sitä mukaa, kun niitä koskien saadaan luotettavaa tietoa.
- Ilmastomuutoksen vaikutukset on huomioitava uusien hulevesien hallintarakenteiden suunnittelussa sekä jätevesiverkoston mitoituksessa. Sateiden lisääntyminen lisää muodostuvaa valuntaa ja täten hulevesien mukana kulkevaa kuormitusta. Laadunhallinnan

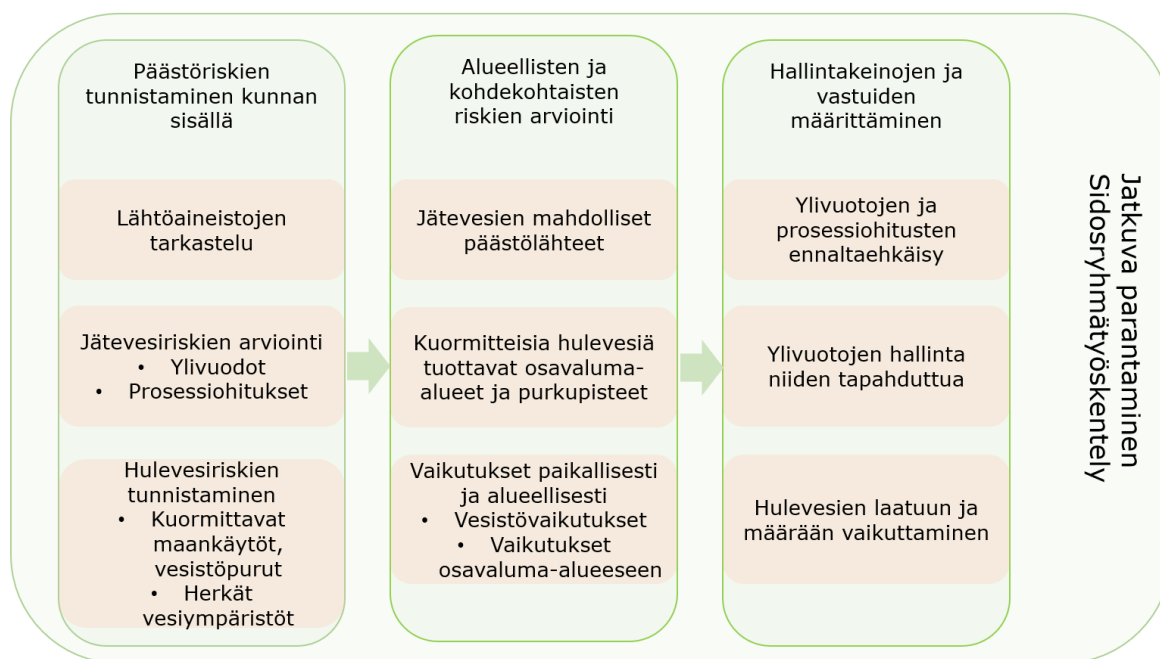
rakenteet tulisi suunnitella ja mitoittaa ensisijaisesti pienille sadetapahtumille. Näiden lisäksi tarvitaan kokoavia rakenteita kasvavien valuntamäärien tasaamiseksi.

- Paras keino vähentää hulevesien muodostumista on toteuttaa vihreää kaupunkiympäristöä nykyistä luontoa säästämällä ja toisaalta vihreyttä lisäten esim. katujen varsille. Kuvassa 10 esitetyt viherratkaisut ovat olennainen osa kaupungin siniviherverkkoa ja siten hulevesien hallintaa.
- Jätevesi- ja hulevesijärjestelmiä kannattaa tarkastella yhdessä säännöllisesti, jotta voidaan arvioida järjestelmien vaikutuksia toisiinsa.
- Kaupunkivesien hallintasuunnitelma tulee päivittää säännöllisesti. Päivittämisessä kannattaa hyödyntää mahdollisimman pitkälle automatisoitua raportointia, joka koostaa tilannekuvan ja edellisen tarkastelukerran jälkeen tapahtuneet muutokset.

9. KAUPUNKIVESIEN HALLINTASUUNNITELMAN LAATIMINEN

Hankkeessa määritettiin malli, jonka pohjalta kaupunkivesien hallintasuunnitelma voidaan laatia ja päivittää. Hallintasuunnitelman luominen on esitelty tässä raportissa Lappeenrannan osalta. Seuraavassa on esitetty kooste hallintasuunnitelman laatimisen yleisistä periaatteista ja kerrattu esimerkinomaisesti Lappeenrannan kaupunkivesien hallinnan keskeiset löydökset.

Hallintasuunnitelman laatimisen vaiheet on esitetty kuvassa 41.



Kuva 41. Kaupunkivesien hallintasuunnitelman vaiheet.

Kaupunkivesien hallintasuunnitelman ensimmäisessä vaiheessa tunnistetaan kaupunkivesiin liittyvät päästöriskit. Päästöjä voi aiheutua verkostosta tapahtuvista jätevesiylivuodoista, prosessiohikutuksista jätevedenpuhdistamolla ja kuormitteisista hulevesistä. Lappeenrannan tapauksessa näistä saatiin lähtötietojen pohjalta varsin hyvä käsitys, jota täydennettiin jätevesiylivuotojen osalta verkostomallinnuksen avulla. Kuormitteisiin hulevesiin liittyvien riskikohteiden tunnistaminen toteutettiin osana tätä hanketta luvussa 4.3 kuvattua monitavoitearviointia hyödyntäen.

Toisessa vaiheessa arvioidaan riskejä alue- ja kohdekohtaisesti. Vaiheessa tunnistetaan riskialueet ja niiden sisältä kohteet, joissa (mahdolliset) päästöt voivat aiheuttaa merkittävää haittaa.

Kohteiden tunnistamisessa hyödynnettiin luvun 7.2 riskimatriisia, joka huomioi myös muut kuin jäte- ja huleveden sisältämän kuormituksen aiheuttamat riskit.

Kolmannessa vaiheessa määritetään tunnistetuille riskikohteille hallintakeinot ja vastuutahot. Hulevesien osalta hallintatoimien suunnittelussa voidaan hyödyntää kuvassa 9 esitettyä siniviherinfran keinovalikoimaa ja kuvassa 10 vesienhallintatoimien sijoittamisen alustavaa kriteeristöä ja luvussa 7 esiteltyjä hallintakeinoja. Lappeenrannassa päästöjen ennaltaehkäisyn osalta keskeisiä toimenpidesuosituksia ovat uuden jätevedenpuhdistamon rakentaminen, hulevesien laadun hallintarakenteiden lisääminen riskikohteisiin sekä vuotovesien vähentäminen jätevesiverkostosta. Olennaista on myös kaupunkivesien hallinnan edistäminen kaupungin ja Lappeenrannan Energia-verkot Oy:n yhteistyönä, sillä esimerkiksi verkostosaneerausten toteuttaminen, kiinteistöjen katto- ja kuivatusvesien johtaminen ja yhtenäiset raportointiratkaisut vaativat keskinäistä koordinointia ja yhteisten toimintaperiaatteiden määrittämistä.

LÄHTEET

Aroviita J., Mitikka S. ja Vienonen S. 2019. Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 37/2019. 177 s.

Direktiivi 2013/39/EU, 2013.

Hertta 2025. Vesistöjen ekologiset luokitustiedot osiossa vesienhoito.

Ihaksi T., Rautanen H., niittyniemi V., Korttinen M., Kauppi M., Törrönen J. ja Haapala A. 2022. Kaakkois-Suomen vesienhoidon toimenpideohjelma vuosille 2022-2027. Raportteja 53/2022. 253 s.

Laakso, T., Hell, K., Malmlund, J., Sivonen, K. ja Laukkanen, J. 2021. Vesihuoltoverkoston mitaus ja dokumentointi - Verkoston elinkaaren hallinnan parantaminen. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 66. Helsinki 2021.

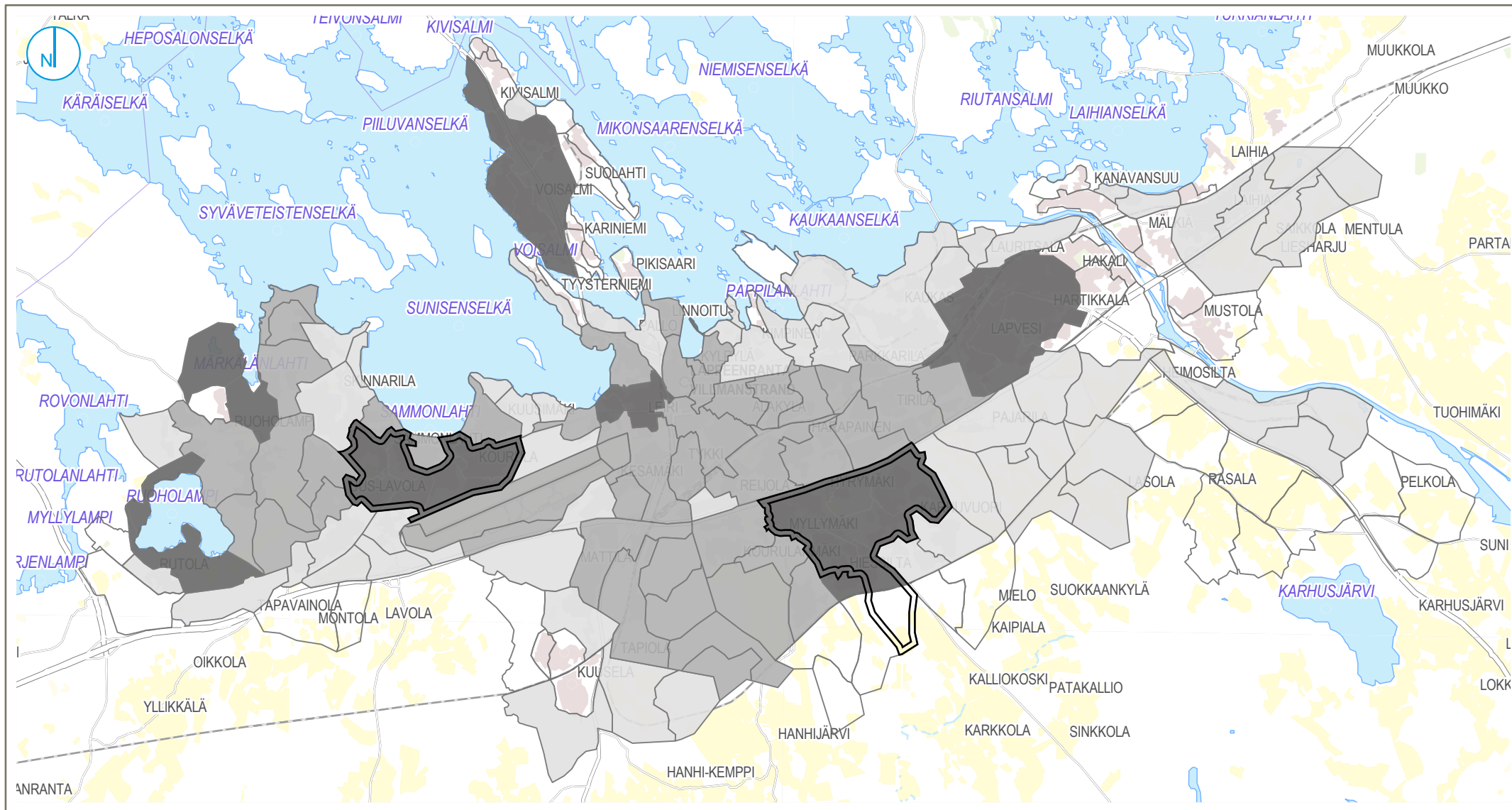
Lappeenranta.fi 2025. Tiedot Sammonlahden uimavedestä, haettu 2.4.2025.

Pien-Saimaa, 2025. Pien-Saimaa <https://www.piensaimaa.fi>, haettu 2.4.2025.

Renko, T., Sahlstedt, J., Aurola, A., Vilpanen, M. & Härkki, H. 2021. Hyvän vesihuollon kriteerit. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 65. Helsinki 2021.

Saimaan Vesi- ja Ympäristötutkimus Oy 2024. Lappeenrannan Toikansuon jätevedenpuhdistamon velvoitetarkkailun neljännesvuosiyhteenveto loka-joulukuu 2023 ja vuosiyhteenveto 2023

THL 2024. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. Testausseloste vesi 233/24. 14.11.2024. 3 s.



Huleveden laadun riskitaso

- 0,0 - 0,2
- 0,2 - 0,4
- 0,4 - 0,6
- 0,6 - 0,8

Case Study -alueet

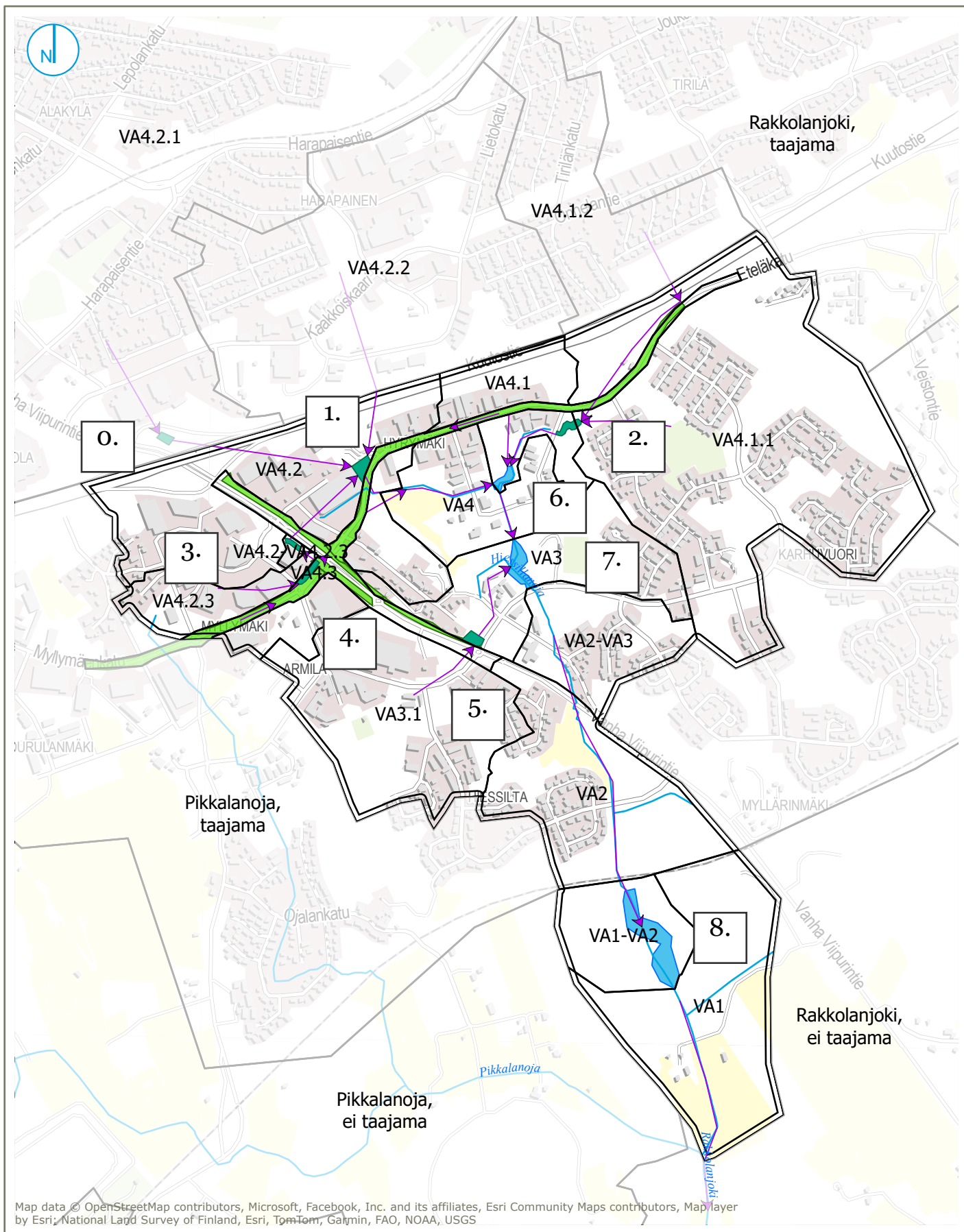
HULEVEDEN LAADUN RISKIALUEET LAPPEENRANNASSA KAUHA-HANKE

0 0,75 1,5 3 Km

Liite 1

RAMBOLL WATER

RAMBOLL



Map Scale: 1:16 132 | Map Center: 28°13'46"E 61°2'25"N

KONSEPTISUUNNITELMA

Liite 2

Luonnonmukaiset hulevesirakenteet

- Luonnonmukainen avouoma/kaksitasouoma
- Biosuodatus kadun viherkaistalla
- Viherpainanne/kosteikko

- Virtausnuolet
- Virtausreitti
- Osavaluma-alueet Stormtac-mallinnuksessa
- Case Study -alue
- 1. Hulevesirakenne

0 0,2 0,4 0,8 Km

RAMBOLL WATER

RAMBOLL