

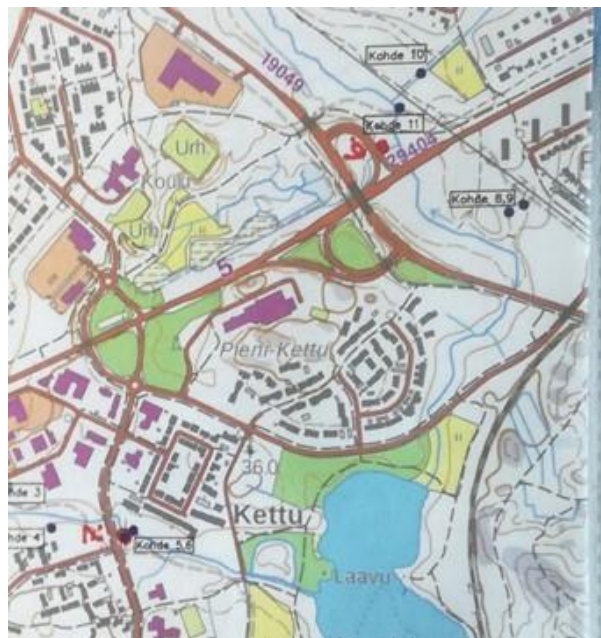
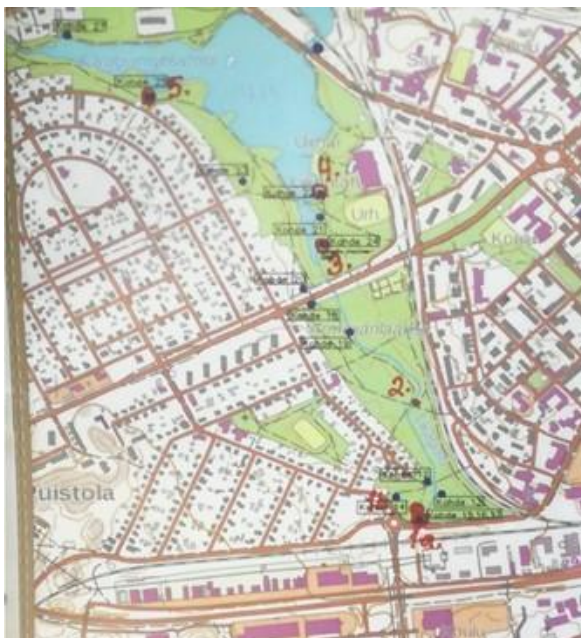
Alustava raportti hulevesien ravinnekuormituksesta Kajaanissa 2020

Tatiana Samarina, Marjukka Hyyryläinen, Outi Laatikainen, Ella Lukkari

Kajaanin ammattikorkeakoulu, 2020

Kun PeatStop-hankkeen ensimmäinen osio lähti käyntiin vuonna 2020, yksi tärkeimmistä asioista oli, ja on edelleen, kartoittaa kaupungin alueelta virtaavan huleveden mukana kulkevien ravinteiden määrä sekä laatu. Hankkeen päämääränä Kajaanissa on hulevesien hallinta, ja suurin osa kaupungin hulevesistä laskee Kaupunginlampeen – joka taas on rehevöitynyt hurjaa vauhtia viimeisen vuosikymmenen ajan. Asiaan halutaan puuttua, mutta ensin täytyy tarkkaan selvittää rehevöitymisen syy.

Vuonna 2020 huhtikuun lopusta syyskuun loppuun yläkaupungin alueen hulevesien poistoputkien yhteyksiin asennettiin yhteensä seitsemän huleveden keräintä, joista kerättiin näytteet viiden kuukauden ajan kahdesti viikossa. Paikat keräimille valittiin yhteistyössä Kajaanin kaupungin kanssa, ja ne asennettiin seuraavien karttakuvien mukaisesti:



Muutamia huomioita hulevedenkeräinten paikoista:

- 1C lisättiin kolmantena keräimenä hieman jälkeempään, kun kyseinen huleveden poistoputki korjattiin suodatinten remontin yhteydessä
- 2 lisättiin suodatinremontin jälkeen, jotta voidaan tutkia, miten uudet suodattimet toimivat
- 3 & 4 sijoitettiin, jotta pystytään tutkimaan ympäristössä 1920-luvulla sijainneen teollisuusalueen pitkäaikaisvaikutuksia ympäristöön
- 6 asennettiin lähistöllä sijaitsevan Mainuantien rampin vuoksi, jotta voidaan tutkia, lisääkö talvisin tiellä käytetty jäänestoaine ravinteita hulevedessä. Tästä poistoputkesta mitattiin myös metallien määrä vedessä, koska haluttiin tietää, miten suuri liikennemäärä rampilla vaikuttaa huleveden laatuun.
- 7 asennettiin, jotta voitaisiin tutkia Huuhkajanvaaran alueelta Vimpelinlampeen virtaavan huleveden laatua

Hulevedestä mitattiin pH-tasapaino, sähkönjohtavuus sekä veteen liuenneiden kiintoaineiden kokonaismäärä (TDS). Mittauspisteissä 3 & 4 mitattiin myös kemiallista hapenkulutusta (COD), jotta saataisiin tietää, valuuko vanhalta tehdasalueelta järveen ylimääräisiä kemikaaleja. Kaikissa mittauspisteissä mitattiin fosforia ja typpeä kaikissa niiden muodoissa, ja myöskin kahdesti kuussa veden metallipitoisuus

(rauta, kupari, ja sinkki).

Suomessa luonnonvesien pH vaihtelee 4.5–10.0 välillä, suositus terveelle ympäristölle on 6.5–8.5. Kaikki Kajaanissa mitatut pH-arvot liikkuvat 6.6–7.6 välillä.

Kajaanin tapauksessa veden happipitoisuutta päätettiin mitata COD-tekniikalla (kemiallinen hapenkulutus), koska sen arvioitiin kertovan eniten vanhan teollisuusalueen kemikaali- ja jäännösvalumista.

Kaupunkialueilta mitatut hulevesien COD-määrät ovat keskimäärin 65–85 mg/L, joka on suunnilleen sama määrä, kuin puhdistetun jäteveden COD-määrä (80 mg/L.) COD kuitenkin vaihtelee kaupunkialueittain, 40–170 mg/L alueen asutuksen määrästä riippuen. Parkkialueilla COD voi olla jopa 250 mg/L, ja keskusta-alueilla 500 mg/L.

COD-tasoja mitattiin pisteistä 3&4 kerran viikossa, ja muista pisteistä kerran kuussa. Yhdessäkään mittauspisteessä tasot eivät nousseet keskimääräisen asutusalueen tasoa suuremmiksi. Pisteissä 1a-c ja 2 keskimääräiset COD-tasot olivat 33 ± 5 mg/L ja 36 ± 7 mg/L, ja pisteissä 4-7 tasot vaihtelivat 10 ± 2 - 22 ± 2 mg/L. Pisteessä 3 keskimääräinen COD-taso toukokuusta elokuuhun oli 34 ± 4 mg/L, ja elo-syyskuussa 65 ± 5 mg/L.

Typpi Kajaanin hulevesissä

Useita eri mittareita käytetään arvioimaan typen laatua luonnonvesissä. Ammoniumit ($\text{NH}_4\text{-N}$) ovat useimmiten vaarallisimpia vedeneläjille, ja yhdessä nitraatin ($\text{NO}_3\text{-N}$) ja nitriitin ($\text{NO}_2\text{-N}$) kanssa ne muodostavat typen epäorgaaniset yhdisteet. Mittareita, kuten kokonaistyyppi (Total N) käytetään kuvaamaan kaikkea typen määrää vesistössä, ja PeatStop-kampanjaa varten ammoniumit ja kokonaistyyppi valittiin muodostamaan Kaupunginlammen todenmukainen typpikertymän kuva.

Pisteissä 1a, 1b ja 1c (korjausten jälkeen) esiintyi ammoniumia, ja 1a:ssa määrä ylitti kesäkuussa suositusten rajat. Pisteessä 1b ammoniumia oli suositusten maksimirajaa vähemmän, ja pisteessä 1c sitä löytyi korkeita määriä. Vuoden 2020 rakennustöiden vuoksi vedensuodatus teknologian toimintaa ei pystytty luotettavasti arvioimaan. Näitä mitataan uudestaan vuonna 2021, monitorointikampanjan aikana. Kokonaistypen määrä hulevedessä pysyi huoltotöitä ja niiden jälkeen suositusten rajoissa (alle 2 mg/L), ja nousi hetkellisesti ainoastaan huoltotöiden yhteydessä. Myös kokonaistyyppiä mitataan vuoden 2021 aikana uudestaan.

Mittauspisteiden 5-7 läpi kulkevasta hulevedestä ei löytynyt normaalia enempää typpeä, vaan sekä ammoniumit että kokonaistyyppi olivat suositusten rajoissa.

Fosfori Kajaanin hulevesissä

Fosforin kokonaismäärää mittauspisteissä valittiin määrittämään kokonaisfosfori (Total P) ja liuenut ortofosfaatti, eli epäorgaaninen fosfori. Liunneen ortofosfaatin määrä vedessä oli 0,045 mg P/L, ja kokonaisfosfaatin 0,10 mg P/L. Täytyy huomioida, että sallitun kokonaisfosforin määrä on tiukasti rajattu, kun taas liunneen ortofosfaatin määrästä on vain kirjallisuudesta kerättyjä suuntaviivoja.

On selkeää, että mittauspisteeseen 1a asennettu suodatin muutti kokonaisfosforin määrää. Ennen suodattimen asennusta hulevedestä mitatun kokonaisfosforin määrästä 35% esiintyi muodossa $P-PO_4$, mutta suodattimen asennuksen jälkeen jopa 50-60% kokonaisfosforista oli liuenneessa muodossa. Muuten suodatinsysteemin tehokkuutta ei pysty vielä arvioimaan, vaan tämä täytyy tehdä vuoden 2021 mittauskampanjan yhteydessä.

Toukokuussa pisteessä 1b mitattiin kokonaisfosforia vedessä yli sallitun rajan, kun taas pisteessä 1c fosforin keskimääräinen arvo oli sallituissa mitoissa. Pisteissä 3 ja 4 molemmat, kokonaisfosfori sekä liuennut fosfaatti olivat korkeissa arvoissa, vaikkeivät ne ylittäneetkään sallittuja määreitä. Pisteissä 5-7 fosforiarvot olivat hyväksyttävissä lukemissa.

Metallit Kajaanin hulevesissä

Hulevedestä löytyvien metallien alkuperä on useimmiten teollisuus (ruostuvat metallipinnat, palamisprosessit), moottoriliikenne, ja päästölasseuma. Myös kaupunkialueiden sillat ja luonnon omat prosessit kuten maaperän eroosio voivat omalta osaltaan lisätä metallien määrää vedessä. Raskaat metallit, kuten kupari ja sinkki, ovat useimmiten löydettävissä hulevesistä, ja urbaaneista ympäristöistä vesistöihin kulkevat metallit ovat uhka vesistöjen terveydelle. Kupari, muun muassa, on erittäin myrkyllistä kaloille, ja vaikkakin sitä esiintyy myös luonnossa, sen määrä vesistöissä johtuu vanhojen kupariputkien käytöstä vesijohtomateriaalina. Sinkkiä on tärkeää olla vedessä tietty määrä, mutta liiallisena se aiheuttaa huonovointisuutta (emetic effect?). Sinkin ja kuparin vaarallisuus vesistölle riippuu veden kovuudesta, ja vähenee, mitä kovempaa vesi on. Tyypillisesti kaupunkialueilta kerätyssä hulevedessä rauta-, sinkki- ja kupariarvot ovat 0,3mg/L, 20-50 µg/L and 40-150 µg/L.

Kaikkien mittauspisteiden sinkkimäärät olivat alle 20 µg/L, joka on itse asiassa vähemmän, kuin mitä mittaustekniikat pystyvät todentamaan. Kupariarvot eivät ylittäneet 80 µg/L, poikkeuksena mittauspiste 1c, jossa kupari- ja rauta-arvot vedessä olivat runsaasti muita korkeammat. Liuenneen kuparin osalta arvo oli 150 µg/L, ja kokonaiskuparin 198 µg/L.

Näytteenottotapojen kehitys

Pohjaten laboratorio-olosuhteissa käytettyihin mittausjärjestelmiin, hulevesien ravinteiden mittaamiseen valittiin useampi tarkastelutapa. Käytimme myös kahta erilaista mobiilisovellusta, koska halusimme testata niiden toimintaa kyseenalaisessa ympäristössä ja tehtävässä. Ensimmäinen mobiilisovellus on suomalaisen PHD Nordic-firman kehittämä, ja sen yhteydessä käytettiin pH-liuskoja mittaamaan veden ravinteita. Typpijäänteiden määrän ja laadun arviointiin käytettiin siihen erikseen valmistettuja liuskoja, joiden tulokset optimoitiin piirtymään mobiilialustalle. Useita yksinkertaisia, mutta toimivia mittausteknologioita on edelleen kehityksessä, ja ne tullaan optimoimaan PHD:n mobiilialustalle – kuten esimerkiksi veden haju, väri, sekä läpinäkyvyys, joita kansalaisten on helppo havaita ilman asiaan perehtymistä.

Loppukaneetti

Ensimmäinen projektiin liittyvä monitorointikampanja järjestettiin projektin ensimmäisellä raportointiosuudella. Tuloksissa on veden kuljettamien ravinteiden osalta paljon variaatiota, joten toimenpiteet tulee suunnitella niin, että ne pureutuvat jokaiseen näistä erikseen ja mahdollisimman

tehokkaasti. Pisteissä 3 ja 4 (vanha teollisuusalue) tarvitaan lisävalvontaa, veden mukana kulkevan liuenneen typen (dissolved nitrogen) vuoksi.

Useita uusia mittaustekniikoita on esitetty käytettäväksi toisen monitorointikampanjan aikana kesällä 2021, ja kampanja toteutetaan yhdessä Kajaanin kaupungin kanssa. Tarvitaan joka tapauksessa lisää dataa, jotta voidaan kehittää paras mahdollinen tapa vähentää huleveden mukana kulkeutuvia ravinteita.