VESITALOUS

www.vesitalous.fi

3/2021

Irtonumero 12 €

HYDRO^CLICK

FAST & EASY LINING FOR POTABLE WATER TANKS

QUICK AND SAFE INSTALLATION
HYDRO^CLICK sheets are just clicked into the pre-installed profiles

50 YEARS OF LIFE EXPECTANCY
PE is plasticizer free and resistant to frost and corrosion

LOW MAINTENANCE EFFORT
Bright surface, high pressure cleaning, optional leak detection

EXPERTISE IN PLASTICS PROCESSING
Decades of experience and R&D

agru

@agruworld
www.agru.at

agru Kunststofftechnik Gesellschaft m.b.H. | Ing.-Pesendorfer-Strasse 31 | 4540 Bad Hall, Austria | T +43 7258 7900 | sales@agru.at | **www.agru.at**
Distributors: GPA Flowsystem A/S | Paul Bergsøes Vej 8 | DK-2600 Glostrup | T +45 43 86 03 00 | ck@gpa.dk| **www.gpa.dk**

VESITALOUS
www.vesitalous.fi

VOL. LXII

JULKAISIJA
Ympäristöviestintä YVT Oy
Annankatu 29 A 18, 00100 Helsinki
Puhelin (09) 694 0622

KUSTANTAJA
Ympäristöviestintä YVT Oy
Tuomo Häyrynen
e-mail: tuomo.hayrynen@vesitalous.fi

Yhteistyössä Suomen Vesiyhdistys ry

ILMOITUKSET
Tuomo Häyrynen
Puhelin 050 5857996
e-mail: ilmoitus.vesitalous@mvtt.fi

PÄÄTOIMITTAJA
Timo Maasilta
Maa- ja vesitekniikan tuki ry
Annankatu 29 A 18, 00100 Helsinki
e-mail: timo.maasilta@mvtt.fi

TOIMITUSSIHTEERI
Tuomo Häyrynen
Puistopiha 4 A 10, 02610 Espoo
Puhelin 050 585 7996
e-mail: tuomo.hayrynen@vesitalous.fi

TILAUKSET JA OSOITTEENMUUTOKSET
Taina Hihkiö
Maa- ja vesitekniikan tuki ry
Puhelin (09) 694 0622
e-mail: vesitalous@mvtt.fi

ULKOASU JA TAITTO
Taittopalvelu Jarkko Narvanne, p. 045 305 0070

PAINOPAIKKA
Forssa Print | ISSN 0505-3838

Asiantuntijat ovat tarkastaneet lehden artikkelit.

TOIMITUSKUNTA

Hannele Kärkinen, dipl.ins.

Riina Liikanen, tekn.tri., vesiasiain päällikkö, Suomen Vesilaitosyhdistys ry

Paula Lindell, dipl.ins., vesihuoltoinsinööri, Suomen Vesilaitosyhdistys ry

Minna Maasilta, dipl.ins., toiminnanjohtaja, Maa- ja vesitekniikan tuki ry

Pekka Rossi, tekn.tri., apulaisprofessori, Oulun yliopisto, vesi- ja ympäristötekniikka

Annina Takala, dipl.ins., Suomen Vesiyhdistys ry

Riku Vahala, tekn.tri., vesihuoltotekniikan professori, Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu

Olli Varis, tekn. tri, vesitalouden professori, Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu

Erkki Vuori, lääket.kir.tri., professori, emeritus, Helsingin yliopisto, oikeuslääketieteen osasto

Lehti ilmestyy kuusi kertaa vuodessa.
Vuosikerran hinta on 60 €.

Tämän numeron kokosi **Riina Liikanen**,
e-mail: riina.liikanen@vvy.fi

Kansikuva: Alex Inkiläinen / Unsplash

Sisältö

4 Yhteistyöllä teemme tulevaisuudesta paikan, jonne kaikki haluamme mennä
Jyrki Kaija

VESIHUOLTO

6 Jätevesiseurannan hyödyntäminen osana uuden koronaviruksen epidemiatilanteen ennakointia
Anna-Maria Hokajärvi, Anssi Lipponen, Annastiina Rytkönen, Anniina Sarekoski, Aino Kankaanpää, Teemu Gunnar ja Tarja Pitkänen

11 Uudet haitalliset aineet suomalaisilla jätevedenpuhdistamoilla
Niina Vieno, Maria Arjonen ja Paula Lindell

17 Vantaanjoen pumppaamopäästöjen hallintahankkeen (VIPPA) tuloksia
Aninka Urho

20 Yhdyskuntajätevesien ravinteet kiertoon turvallisesti ja tehokkaasti
Suvi Lehtoranta, Riikka Malila, Päivi Fjäder, Vuokko Laukka, Jyri Mustajoki ja Lauri Äystö

24 Raudalla ja mangaanilla tukkeutuneiden kaivojen puhdistusmenetelmän käyttökokemukset Suomessa
Elina Anttonen

28 Maaperähapetus – ympäristöystävällinen ja edullinen menetelmä kaivoveden laadun parantamiseen
Timo Friman

31 Digitalisoinnin hyödyntäminen vesihuoltoverkostojen kunnonhallinnassa
Veli-Matti Takkinen, Heini Postila, Jani Tomperi ja Pekka Rossi

35 Vesihuoltolaitoksen verkosto-omaisuuden hallinta haltuun – irrallisista prosesseista arkea ohjaavaan toimintaan
Jarno Laine

38 Vesihuoltoalan yhtenäisen turvallisuusjohtamisen toimintamalli
Ritva Laitala

MUUT AIHEET

43 Kalankasvattamoiden vedenlaatuvaikutusten seuranta datafuusion avulla
Olli Malve, Kari Kallio, Eero Siivola, Mikko Kervinen, Markus Kankainen ja Vesa Keto

47 Laadukas vesihuolto on demokraattisen yhteiskunnan perusta
Matti Leppäniemi

48 Hiilijalanjälki ja kestävä kehitys – nousevat teemat myös vesihuollossa
Tuomo Häyrynen

50 Tuottajajärjestöiltä vesiohjelma – askelmerkit kohti parempaa vesien tilaa
Tuomo Häyrynen

51 Ajankohtaista Vesiyhdistykseltä

52 Liikehakemisto

54 Abstracts

55 Vieraskynä
Outi Zacheus ja Jarkko Rapala

HIILINEUTRAALI PAINOTUOTE
ClimateCalc CC-000084/FI
PunaMusta Magazine

Seuraavassa numerossa teemana on **Vesistökunnostukset**. Vesitalous 4/2021 ilmestyy **27.8.2021**. Ilmoitusvaraukset **19.7.** mennessä.

Yhteistyöllä teemme tulevaisuudesta paikan, jonne kaikki haluamme mennä

Me kaikki haluamme jättää jälkeemme paremman maailman kuin sen, jonka itse saimme. Kukin meistä pyrkii tähän parhaan näkemyksensä mukaan. Jälkipolvet arvioivat, missä onnistuimme ja missä emme. Vesiala tarjoaa erityisen hyviä mahdollisuuksia rakentaa parempaa maailmaa niin Suomessa kuin globaalistikin.

Minua veti aikoinaan vesialalle kaksi tekijää: mahdollisuus maailmanparannukseen sekä alan monipuolisuus. Monipuolisuutta olen päässyt maistamaan minulle sopivalla tavalla työtehtävissäni: pisin yhtäjaksoinen aikani samalla tehtävänimikkeellä on ollut neljä vuotta. Uteliaalle luonteelleni on siis aina ollut vähintäänkin riittävästi uutta opittavaa. Uutta olen oppinut paitsi erehtymällä ensin mutta myös kyselemällä aktiivisesti asioista enemmän tietäviltä. Alan hyvästä hengestä kertoo, että aina on löytynyt ammattilaisia, jotka ovat olleet valmiit jakamaan tietämystään. Erityisesti arvostan niitä henkilöitä, joilta olen saanut hyvän vastauksen, vaikka en itse ole osannut edes muotoilla kysymystäni.

Emme voi valita aikaa, jona elämme, mutta voimme valita, mitä teemme omalla ajallamme ja miten suhtaudumme kohtaamiimme haasteisiin. VVY:n hallituksessa oman aikani kohdalle sattuneista asioista haluan mainita VVY:n strategian ja Kansallisen vesihuoltouudistuksen. VVY:n uusi strategia tehtiin avoimesti ja aktiivisesti alan toimijoita mukaan kutsuen. Tämä oli mielestäni tärkeä valinta, koska teimme tällä kertaa strategiaa kaikille VVY:n jäsenille – käytännössä koko vesihuoltoalalle – eikä VVY:n sisäiseen käyttöön. Ryhmätyö on voimaa, se oli helppo huomata ja kiitos kaikille panoksensa antaneille. Toivottavasti strategia oheisaineistoineen (mm. kuntavaaliteemat) löytää tiensä laitosten aktiiviseen käyttöön ja siten tukee alan jatkuvaa kehitystä.

VVY:n strategia oli tärkeää tehdä koko alaa kattavana, koska valmistauduimme Kansalliseen vesihuoltouudistukseen. Kansallista vesihuoltouudistusta valmisteltiin ja linjattiin ensin ministeriöiden ja alan järjestöjen edustajien välisissä keskusteluissa. Nämä keskustelut olivat hengeltään erinomaisia, sanoa sai ja sanomisia myös kuultiin, puolin ja toisin. Hyvän valmistelun ansiosta käsittelyssä olleet ohjelmaluonnokset ovatkin varsin hyvin vesihuoltoalan toimijoiden hyväksyttävissä. Näin on toki syytäkin olla, koska vesihuolto on Suomessa hyvin hoidettua eikä tätä hyvää tilannetta ole syytä vaarantaa vaan tukea sekä koko alan kehittymistä että erityisesti niitä toimijoita, joille jatkossa ennustetaan suurimpia haasteita. Kun kokonaisuus on kohdallaan niin yksityiskohdat hoituvat kyllä, tavalla tai toisella. Vesihuoltouudistuksen valmistelun hyvä keskustelukulttuuri toivottavasti säilyy jatkossakin.

Mitä olisi aikanani VVY:n hallituksessa pitänyt tehdä enemmän ja paremmin? Ilmastonmuutokseen vastaaminen, YK:n kestävän kehityksen tavoitteet ja hiilineutraalius vesialalla ainakin tulevat mieleen. Isoja haasteita sekä laitoksille Suomessa että globaalisti kaikille meille. Maailmanparannuksellekin on siis vielä tilaa ja mahdollisuuksia!

Oli suuri ilo ja kunnia saada olla mukana VVY:n toiminnassa ja oppia tuntemaan niin monta hienoa, ammattitaitoista ja asialleen omistautunutta ihmistä! Arvostan suuresti VVY:n toimiston henkilöstön panosta alan edunvalvojana. Monen asiantuntijan työtehtävien laajuus ja kirjo hakee vertaistaan. Siksi onkin oikein, että perusteellisen valmistelun jälkeen toimiston resurssi on nyt kasvamassa yhdellä alan asiantuntijalla.

Asiat ovat mielenkiintoisia, mutta ihmiset ja yhteiset kohtaamiset ovat ehdottomasti tärkeimpiä ja antoisimpia. Mukavia muistoja kertyi paljon ja tunnen olevani kiitollisuudenvelassa monelle. Valitettavasti pandemia-aika karsi yhteisiä hetkiämme, mutta olemme – koko ala – hoitaneet asiat moitteetta etäänkin. Hoidamme pandemia-ajan kunnialla loppuun ja toivottavasti pääsemme palaamaan perinteisiin kohtaamisiin tulevan kesän ja syksyn myötä! Vesihuoltopäiviä jo odotellen!

JYRKI KAIJA
Kirjoittaja on VVY:n hallituksen puheenjohtaja vuosina 2018 - 2021

Luotettava. Tehokas. Viimeiseen pisaraan.

Vesi on maapallomme arvokkain luonnonvara. Siksi vedenkäsittelyn tehokkuus ja laatu ovat ensiarvoisen tärkeitä. Käsittelyprosesseilta vaaditaan samalla luotettavuutta ja kustannustehokkuutta. Laitosten ja prosessien johdonmukainen digitalisointi auttaa vesi- ja jätevesilaitoksia vastaamaan näihin haasteisiin. Siemens tarjoaa kestäviä automaatio- ja digitalisaatioratkaisuja, jotka kattavat koko veden kiertokulun.

www.siemens.fi/vesi

SIEMENS

Jätevesiseurannan hyödyntäminen osana uuden koronaviruksen epidemiatilanteen ennakointia

COVID-19 pandemia on testannut vesihuoltosektorin kykyä ylläpitää toimivaa vesihuoltoa. Tämän päätehtävänsä ohella jätevedenpuhdistamot eri puolilla Suomea ovat auttaneet epidemian tilannekuvan ylläpitämistä hoitaessaan näytekeräyksen THL:n vesimikrobiologian laboratorion toteuttamassa koronaviruksen jätevesiseurannassa. Työn ansiosta jäteveden asema jätteen sijasta arvokkaana resurssina on vahvistunut.

ANNA-MARIA HOKAJÄRVI
tutkija, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos
anna-maria.hokajarvi@thl.fi

ANSSI LIPPONEN
erikoistutkija, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos

ANNASTIINA RYTKÖNEN
tutkija, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos

ANNIINA SAREKOSKI
tutkija, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos

AINO KANKAANPÄÄ
kehittämispäällikkö, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos

TEEMU GUNNAR
laboratoriopäällikkö, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos

TARJA PITKÄNEN
johtava asiantuntija, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos; apulaisprofessori, Helsingin yliopisto

Jätevesiseuranta on noussut maailmanlaajuisesti merkittävään rooliin COVID-19 pandemian etenemisen seurantatyökaluna keväästä 2020 alkaen. Suomessa aloitettiin jätevesinäytteiden kerääminen ja menetelmänkehitys SARS-CoV-2 viruksen määrittämiseksi jätevesistä huhtikuussa 2020 (Pitkänen ym. 2021). Jätevesiä on hyödynnetty Suomessa väestön terveyden seurannassa jo kauan polioviruksen seurannan työkaluna sekä kansallisessa huumetilanteen kartoittamisessa (Pitkänen ja Gunnar 2021). Näiden jo olemassa olevien seurantojen pohjalta näytteenotto oli mahdollista nopeasti laajentaa kattamaan myös COVID-19 epidemian etenemisen jätevesipohjainen tilanneseuranta.

SARS-CoV-2 viruksen jätevesiseuranta Suomessa (Pitkänen ym. 2021; THL 2020b)

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL) on kerännyt jätevesinäytteitä SARS-CoV-2 viruksen määrittämiseksi Suomen jätevesistä huhtikuun 2020 puolesta välistä alkaen yhteistyössä seurantaan osallistuvien 28 jätevedenpuhdistamon kanssa.

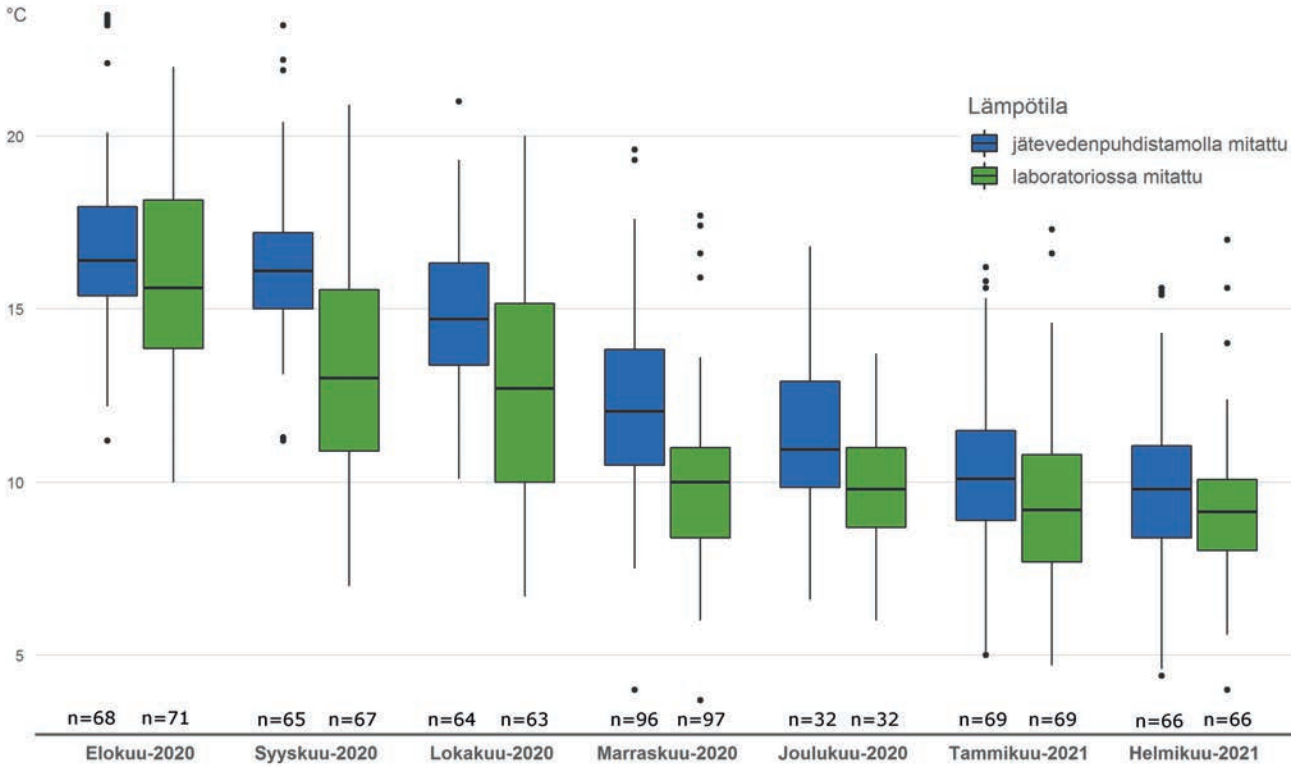
- SARS-CoV-2 viruksen jätevesiseuranta otettiin osaksi THL:n kansallista epidemiaseurantaa elokuun 2020 alussa
- Viikoittain näytteitä kerätään Helsingin, Turun, Tampereen, Kuopion ja Oulun puhdistamoilta
- Joka toinen viikko näytteitä kerätään seuraavilta paikkakunnilta: Espoo, Maarianhamina, Kotka, Kouvola, Lahti, Hämeenlinna, Lappeenranta, Pori, Mikkeli, Savonlinna, Jyväskylä, Joensuu, Seinäjoki, Vaasa, Kokkola, Kajaani, Kemi, Rovaniemi, Salo, Rauma, Pietarsaari ja Vihti
- Puhdistamoille tulevan jäteveden lisäksi näytteitä on kerätty raakalietteestä
- Jätevesiseuranta kattaa noin 60 % Suomen väestöstä ja sen tavoitteena on tuottaa tietoa SARS-CoV-2-viruksen lukumääristä ja epidemian etenemisestä väestön keskuudessa mahdollisimman reaaliaikaisesti
- Esiintymistä tutkitaan mittaamalla puhdistamattomasta jätevedestä koronaviruksen RNA:ta eli geeniperimää perustuen Yhdysvaltojen tartuntatautiviraston CDC:n julkaisemaan N2 geenialueen testaamiseen, joka on maailmanlaajuisesti käytössä
- RNA:n esiintyminen ei kerro viruksen elinkyvystä tai tartuttavuudesta, vaan siitä, esiintyykö koronavirusta viemäriverkoston piirissä olevissa kotitalouksissa vai ei. Jätevesiseuranta ei korvaa yksilötestausta
- Kansallisesti tuotettavia tuloksia hyödynnetään kansainvälisen yhteistyön kautta pandemian tilannekuvan seurannassa maailmanlaajuisesti
- Lisätietoa seurannasta ja viikoittain päivittyvät jätevesitulokset löytyvät verkkosivuilta https://thl.fi/fi/tutkimus-ja-kehittaminen/tutkimukset-ja-hankkeet/sars-cov-2-jatevedenpuhdistamoilla/koronaviruksen-jatevesiseuranta
- Seurannan kattavuutta ja toteuttamistapaa tarkastellaan uudelleen EU:n komission maaliskuussa 2021 julkaiseman yhteistä lähestymistapaa SARS-CoV-2-viruksen ja sen muunnosten järjestelmälliseen seurantaan jätevesissä EU:ssa koskevan suosituksen pohjalta: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32021H0472

Edustava näytteenotto takaa jätevesiseurannan onnistumisen

Jätevedenpuhdistamojen rooli edustavan näytteenoton toteuttamisessa 24 tunnin kokoomanäytteenottona on oleellinen jätevesipohjaisen väestön terveyden ja tartuntatautien seurannan onnistumisen kannalta. Kokoomanäytteen avulla pystytään saamaan kertanäytettä kattavampi kuva tartuntatilanteesta. Näytteenotto toteutetaan puhdistamojen henkilökunnan toimesta jätevedenpuhdistamoiden omilla automaattisilla näytteenottimilla. Suomessa SARS-CoV-2-viruksen seurantaan osallistuvilta jätevedenpuhdistamoilta saatujen tietojen perusteella valtaosa (19 kaikkiaan 28 puhdistamosta) kerää tulevan jäteveden kokoomanäytteen virtaamaperusteisesti, joista kolme hyödyntää sekä aika- että virtaamaperusteista näytteenkeräystä. Kokoomanäytteen kerääminen toteutetaan pääosin sunnuntaiaamun ja maanantaiaamun välisenä aikana. Usean jätevedenpuhdistamon kokoomanäyte sisältää kaksi aamuaikaan ajoittuvaa osanäytettä, jolloin vessojen käyttö on yleisintä ja virusta oletettavasti päätyy viemäriverkostoon eniten.

Jätevesiseurantaa toteutettaessa ja tuloksia tulkittaessa tärkeä huomioitava asia on jäteveden lämpötila. Näytteiden jäähdyttäminen jääkaappilämpötilaan kokoomanäytteen keräyksen aikana ja viiveetön kylmäkuljetus tutkivaan laboratorioon mahdollistavat luotettavien tuloksien saamisen. Aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että SARS-CoV-2 viruksen RNA:n säilyvyys on suorassa yhteydessä jäteveden lämpötilaan; +4 °C:ssa RNA voidaan havaita vielä 52 vuorokauden jälkeen, mutta esimerkiksi +20 °C:ssa SARS-CoV-2 viruksen RNA voi tuhoutua jo 3 vuorokaudessa (Bivins ym. 2021; Hokajärvi ym. 2021). Pakastuslämpötiloissa (–20 °C ja –75 °C) vähenemää ei ole havaittu 84 vuorokauden seurannan aikana (Hokajärvi ym. 2021). Jäteveden lämpötila mitataan sekä näytteenoton yhteydessä jätevedenpuhdistamolla, että näytteen laboratorioon vastaanottamisen yhteydessä kuljetuksen jälkeen. Mikäli laboratorioon saapuvan näytteen lämpötila ylittää 15 °C, katsotaan korkean lämpötilan heikentävän tuloksen luotettavuutta etenkin tilanteessa, jolloin RNA:ta ei näytteestä havaita. On tarpeen huomioida, ettei näyte saa jäätyä kuljetuksen aikana, koska jäätymissulamissyklit heikentävät SARS-CoV-2 viruksen RNA:n säilyvyyttä arviolta yhtä merkittävissä määrin kuin korkea lämpötilakin.

Vuodenajan merkitys on nähtävissä tarkasteltaessa elokuusta 2020 alkaen jätevedenpuhdistamolla näytteenoton yhteydessä ja laboratorioon saapuessa mitattuja jätevesinäytteen lämpötiloja (**Kuva 1**). Molemmista mittaustuloksista näkyy keskimääräisen jäteveden lämpötilan



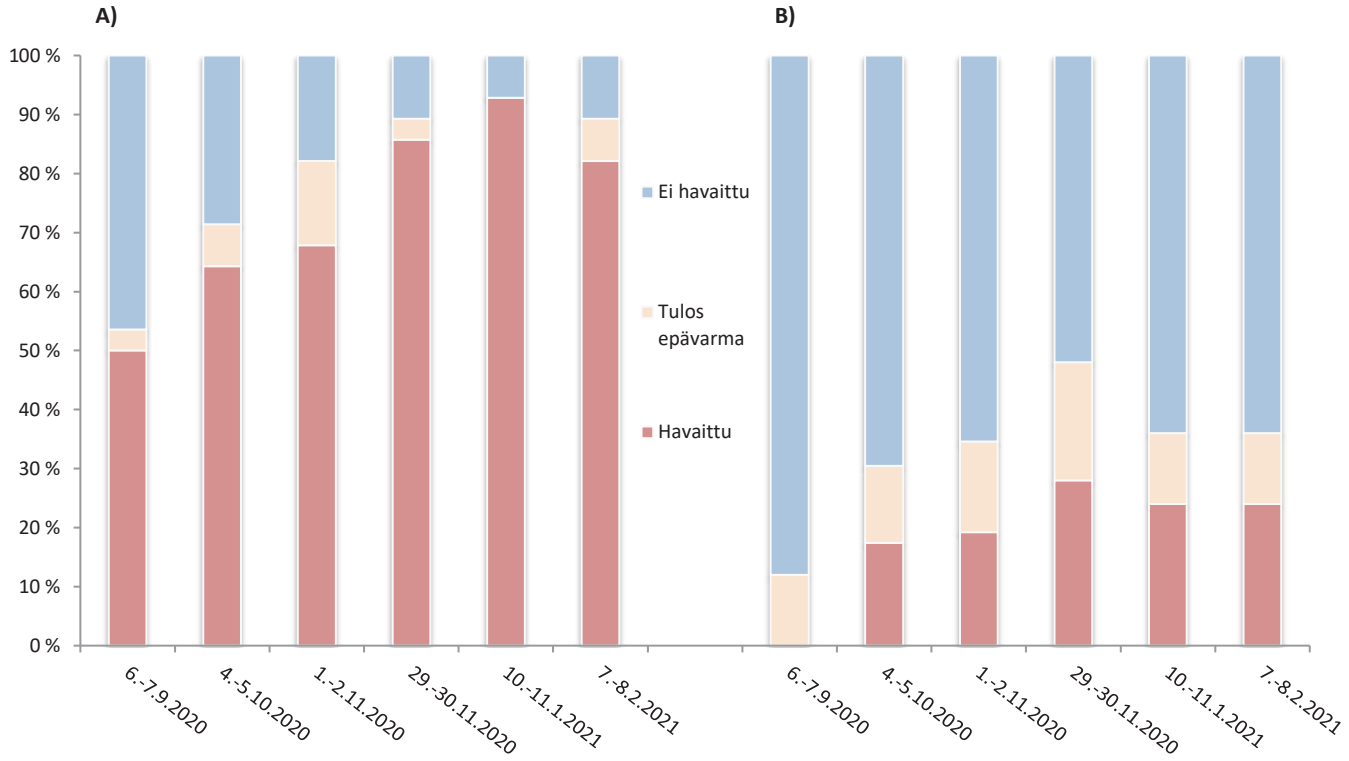
Kuva 1. Koronaviruksen jätevesiseurantaan toimitettujen puhdistamattomien jätevesien lämpötila mitattuna näytteenoton yhteydessä jätevedenpuhdistamolla ja kuljetuksen jälkeen laboratorioon saapuessa. n= mittausten lukumäärä.

lasku syksyn ja talven edetessä. Näytteen jäähdyttämiseen säilyttämisen ja kuljetuksen aikana on tarpeen kiinnittää erityistä huomiota etenkin lämpimillä kesäkeleillä. Toteutuneen seurannan aikana, yksittäisiä näytteitä lukuun ottamatta, näytteet eivät ole lämmenneet kuljetuksen aikana. Keskimääräisesti jäteveden mitattu lämpötila laboratoriossa on ollut jopa alhaisempi kuin jätevedenpuhdistamolla mitattu lämpötila (**Kuva 1**). Yksittäistapauksissa näytteen liiallinen lämpeneminen on johtunut kuljetuksen viivästymisestä, liian vähäisestä kylmävaraajien määrästä kuljetuksen aikana suhteessa ulkolämpötilaan tai kylmävaraajien puuttumisesta kokonaan näytelaukusta. Pelkkä lämpötilan mittaaminen ennen ja jälkeen kuljetuksen ei anna tietoa lämpötilan vaihteluista kuljetuksen aikana. Kuljetuksen aikaista lämpötilan seurantaa varten on jo osin saatu käyttöön jatkuvatoimisia lämpötilan seurantalaitteita (lämpötilaloggereita). Niiden avulla saadaan tietoa lämpötilasta kuljetuslaukun sisällä, mutta lämpötilan muutoksia näytevedessä ei voida havaita.

SARS-CoV-2 viruksen jätevesiseurannassa oman haasteensa tuovat vaihtelevat välimatkat näytteiden kuljetuksessa; pisimmillään jätevedenpuhdistamon ja tutkivan laboratorion välillä on noin 600 km vaatien myös meren ylittämisen (Maarianhamina – Kuopio). Parhaimmillaan näytteet ovat olleet perillä jo saman päivän aikana näytekeräyksen päättymisestä. Tyypillisimmin näyte saapuu perille näytteenottoa seuraavana päivänä. Inhimillisten erehdysten, kuten unohdusten, tai kuljetukseen liittyvien ongelmien takia kuljetusviive on voinut olla jopa 3 vuorokautta, jolloin näyte paitsi lämpenee, myös analyysin aloitus viivästyy. Aiemmin mainitun 15 °C ylittävän lämpötilan lisäksi tuloksen luotettavuuden katsotaan heikentyvän, mikäli viive näytteenoton ja analyysin aloittamisen välillä ylittää 14 vuorokautta.

SARS-CoV-2 virusta on löytynyt yleisemmin puhdistamoille saapuvasta jätevedestä kuin tutkituista raakalietenäytteistä

Koronaviruksen jätevesiseuranta toteutetaan jätevedenpuhdistamoille saapuvan puhdistamattoman jäteveden kokoomanäytteistä. Yhdysvalloissa myös jätevesilietteiden tutkimisesta on saatu lupaavia tuloksia koronaviruksen jätevesiseurannassa (Peccia ym. 2020). Suomen aineistossa SARS-CoV-2 viruksen löydökset ovat kuitenkin tulleet pääosin puhdistamattoman jäteveden näytteistä (**Kuva 2**). Vaikka raakalietteelle ei ole toistaiseksi käytössä validoitua menetelmää SARS-CoV-2 viruksen määrittämiseksi, löydösten määrä on yhdenmukainen jätevesilöydösten kanssa; määrä kasvoi syksyn 2020 ja alkuvuoden 2021 aikana toisen pandemia-aallon etenemistä kuvastaen.



Kuva 2. SARS-CoV-2 viruslöydösten osuus seurannassa mukana olevilla jätevedenpuhdistamoilla A) puhdistamattomassa jätevedessä ja B) raakalietteessä syksyn 2020 ja alkuvuoden 2021 aikana.

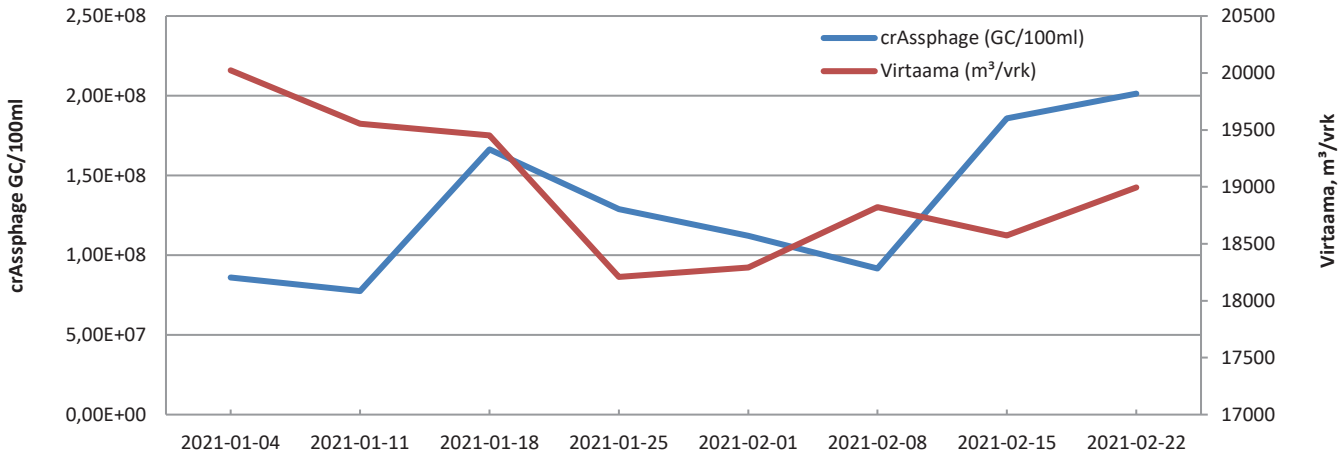
Nopeaa täydentävää tiedontuotantoa pandemiatilanteen seurannan tueksi

Puhdistamattoman jäteveden SARS-CoV-2-tulokset raportoidaan mahdollisimman nopeasti. Työn tarkoituksena on tuottaa yksilötestausta tukevaa tilannetietoa mahdollisimman reaaliaikaisesti sairaanhoitopiirien epidemiatilanneryhmien käyttöön. Koronavirustuloksen saaminen jätevedestä edellyttää jätevesinäytteen tiivistämistä 70 ml:n tilavuudesta noin 0,7 ml:n tilavuuteen. Tulosten luotettavuus varmistetaan sekä negatiivisia että positiivisia kontrolleja hyödyntäen työn eri vaiheissa. Sisäisen laadunseurannan avulla varmistetaan analyysin toimivuus, ja saadaan tietoa, mikäli näyte sisältää tekijöitä, jotka voivat häiritä analyysiä tai muuten vaikuttaa tuloksen luotettavuuteen. Tarvittaessa tuloksia varmistetaan uusinta-analyyseillä.

Tulosten raportointi on oleellinen osa koronaviruksen jätevesiseurantaa ja kansallinen viikoittainen raportointi on ollut käytössä syksystä 2020 alkaen. Jätevesituloksia verrataan kansallisiin COVID-19-taudin ilmaantuvuuslukuihin ja tulosten avulla voidaan jopa ennakoida epidemiatilanteen alueellinen paheneminen jo ennen yksilötestauksiin perustuvan tilannetiedon saapumista. Raportoinnin kehitystyön tavoitteena on havaittujen koronaviruslukumäärien ilmoittaminen puhdistamokohtaisesti. Tämä vaatii mm. näytteen keräysajan virtaaman ja väestömääräarvion huomioimisen tulosten laskennassa, jotta saadaan vertailukelpoisia tuloksia puhdistamoiden kesken. Toinen tapa normalisoida tuloksia on hyödyntää ulostemikrobien lukumäärää jätevedessä kuvaavan bakteriofagin eli crAssphagen (cross-assembly phage) lukumäärätietoa (Dutilh ym. 2014). CrAssphage on suoliston bakteereita infektoiva virus ja sitä esiintyy yleisesti ihmisten ulosteissa (Stachler ja Bibby 2014). Jäteveden virtaamalla on käänteinen vaikutus ulosteen ja siten myös crAssphagen lukumäärään (**Kuva 3**). Virtaaman kasvaessa crAssphagen lukumäärä laskee kuvastaen esimerkiksi hulevesien aiheuttamaa jäteveden laimenemista

Jätevesiseurannan hyödyntäminen tulevaisuudessa

Säännöllisesti toteutettava jätevesiseuranta SARS-CoV-2 viruksen esiintymisestä puhdistamattomassa jätevedessä Suomessa on tuottanut tärkeää tietoa COVID-19 epidemiatilanteen etenemisestä syksyn 2020 ja alkuvuoden 2021 aikana. Työn toteuttamiseen on ollut käytettävissä valtion lisätalousarviossa COVID-19 -tutkimukseen osoitettua THL:n koordinoimaa rahoitusta. Viimeinen vuosi on entisestään korostanut jäteveden merkitystä tärkeänä väestötason tietolähteenä. Marraskuussa 2020 alkaneessa Suomen Akatemian, Vesihuoltolaitosten kehittämisrahaston, maa- ja metsätalousministeriön, ympäristöministeriön sekä Huoltovarmuuskeskuksen rahoittamassa WastPan-hankeessa (jätevesiseuranta pandemioiden varautumistyökaluksi) jäteveden seurantaa on tarkoitus laajentaa laajasti erilaisten tartuntatautien aiheuttajien ja mikrobilääkkeille resistenttien bakteerien seurantaan. Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen, Tampereen yliopiston ja Helsingin yliopiston konsortiohanke on osa Akatemiaohjelmaa ”Pandemiat ja muut kriisit sekä niihin varautuminen (RESILIENCE) 2021-2023” ja tähtää jätevesipohjaisen varhaisvaroitusjärjestelmän kehittämiseen pandemioiden varalle (THL 2021). Yhteistyöverkostojen kautta Suomessa toteutettava jätevesiseurannan kehittäminen on myös osa laajempaa maailmanlaajuista kehitystyötä ympäristötiedon hyödyntämiseksi SARS-CoV-2 viruksen ja muiden tartuntatautien esiintymistiedon tuotannossa.



Kuva 3. Jäteveden virtaama (m^3/vrk) ja ulostesaastutuksen määrää kuvaava crAssphagen lukumäärä jätevedessä (geenikopiota, GC/100 ml) kahden kuukauden aikana kohteessa, jossa näytteitä on kerätty viikoittain.

Kirjallisuus

Aaron Bivins, Justin Greaves, Robert Fischer, Kwe Claude Yinda, Warish Ahmed, Masaaki Kitajima, Vincent J. Munster, Kyle Bibby. Persistence of SARS-CoV-2 in Water and Wastewater. *Environmental Science & Technology Letters* 2020, 7, 12, 937–942, https://doi.org/10.1021/acs.estlett.0c00730.

Anna-Maria Hokajärvi, Annastiina Rytkönen, Ananda Tiwari, Ari Kauppinen, Sami Oikarinen, Kirsi-Maarit Lehto, Aino Kankaanpää, Teemu Gunnar, Haider Al-Hello, Soile Blomqvist, Ilkka T. Miettinen, Carita Savolainen-Kopra, Tarja Pitkänen. The detection and stability of the SARS-CoV-2 RNA biomarkers in wastewater influent in Helsinki, Finland. *Science of The Total Environment*, 770;2021, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145274.

Dutilh, B., Cassman, N., McNair, K. *et al.* A highly abundant bacteriophage discovered in the unknown sequences of human faecal metagenomes. *Nat Commun 5*, 4498 (2014). https://doi.org/10.1038/ncomms5498.

Elyse Stachler and Kyle Bibby. Metagenomic Evaluation of the Highly Abundant Human Gut Bacteriophage CrAssphage for Source Tracking of Human Fecal Pollution. *Environmental Science & Technology Letters 2014 1* (10), 405-409. DOI: 10.1021/ez500266s.

Peccia, J., Zulli, A., Brackney, D.E. ym. Measurement of SARS-CoV-2 RNA in wastewater tracks community infection dynamics. *Nat Biotechnol* 2020 38, 1164–1167. https://doi.org/10.1038/s41587-020-0684-z.

Pitkänen T ja Gunnar T. 2021. Jäteveden hyödyntäminen väestön terveyden ja hyvinvoinnin seurannassa. 7/2021 vsk 76 s. 418 – 423. Lääkärilehti, Saatavilla: https://www.laakarilehti.fi/tieteessa/katsausartikkeli/jateveden-hyodyntaminen-vaeston-terveyden-ja-hyvinvoinnin-seurannassa/.

Pitkänen T, Lipponen A, Hokajärvi A-M, Rytkönen A, Miettinen I, Savolainen-Kopra C. Koronaviruksen jätevesiseuranta. Ympäristö ja Terveys-lehti. 1/2021 (52), pp. 16-20. Saatavilla: https://www.julkari.fi/handle/10024/141022.

THL, 2020a. Koronavirus ja vesiturvallisuus. Saatavilla verkko-osoitteessa: https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/vesi/koronavirus-ja-vesiturvallisuus . (vierailtu 23.2.2021).

THL, 2020b. Koronaviruksen jätevesiseuranta -hankesivu. Saatavilla verkko-osoitteessa: https://thl.fi/fi/tutkimus-ja-kehittaminen/tutkimukset-ja-hankkeet/sars-cov-2-jatevedenpuhdistamoilla/koronaviruksen-jatevesiseuranta. (vierailtu 23.2.2021).

THL, 2021. Jätevesiseuranta pandemioiden varautumistyökaluksi (WastPan). Saatavilla verkko-osoittessa: https://thl.fi/fi/tutkimus-ja-kehittaminen/tutkimukset-ja-hankkeet/jatevesiseuranta-pandemioiden-varautumistyokaluksi-wastpan- (vierailtu 16.3.2021)

Water Technologies & Solutions

SUEZ ja HyXo Oulun apuna - Itämeren puolesta

SUEZ:n ZeeWeed UF-kalvoilla toteutetun MBR-prosessin avulla Oulun Taskilan jätevedenpuhdistamon lupaehdot on turvattu energiatehokkaasti kaikissa olosuhteissa.

Puhdistamon kokonaiskiintoaineen (TSS) määrä puhdistetussa jätevedessä on ollut reilusti alle asetetun päästövaatimuksen, 2 mg/l vuorokausitasolla. Laitoksen kokonaisfosforin (Ptot) määrä puhdistetussa jätevedessä on ollut alle 0,1 mg/l tasolla. **MBR-laitoksen huuhteluilman ja permeaattipumppauksen yhteenlasketuksi energiankulutukseksi, kahden ensimmäisen operointivuoden jälkeen, on mitattu 0,12–0,15 kWh/m³ puhdistettua jätevettä.**

HyXon kokonaisprojektissa Oulun Taskilaan rakentunut MBR-laitos on maailman pohjoisin kunnallinen jätevedenpuhdistamo, joka hyödyntää ultrasuodatusteknologiaa aktiivilieteprosessissaan.

Kalle Pakarinen, +46 72 451 5518, kalle.pakarinen@suez.com
Toni Seppänen, 010 417 4543, toni.seppanen@hyxo.fi

Lue lisää Suezin innovatiivisistä kalvotekniikoista osoitteessa:
www.suezwatertechnologies.com

suez

LUOTETTAVA KUMPPANI VEDENKÄSITTELYYN JO VUODESTA 1968

HyXo Oy

www.hyxo.fi

Uudet haitalliset aineet suomalaisilla jätevedenpuhdistamoilla

Haitallisten aineiden pääsy viemäriin ja kiristyvä lainsäädäntö on lisännyt tarvetta selvittää jätevedenpuhdistamoille päätyvää ainekuormaa. Uudet haitalliset aineet suomalaisilla jätevedenpuhdistamoilla -hankkeessa tutkittiin haitallisten aineiden päästölähteitä ja puhdistamoiden poistotehoa. Suurin osa uusista haitallisista aineista poistui jätevedenpuhdistuksessa siten, että niiden aiheuttama riski käsiteltyjä jätevesiä vastaanottavien vesistöjen eliöille oli vähäinen.

NIINA VIENO
Laki ja Vesi Oy
niina.vieno@lakijavesi.fi

MARIA ARJONEN
Laki ja Vesi Oy
maria.arjonen@lakijavesi.fi

PAULA LINDELL
Suomen Vesilaitosyhdistys ry
paula.lindell@vvy.fi

Kotitalouksista, teollisuudesta ja hulevesien mukana (**Taulukko 1**) jätevedenpuhdistamoille päätyy erilaisia aineita, jotka voivat ympäristöön päästessään olla riski eliöiden hyvinvoinnille. Näitä kutsutaan haitallisiksi aineiksi. Jotkin haitalliset aineet voivat myös kertyä ravintoketjussa ja päätyä lopulta myös kaloihin ja äyriäisiin (EEA 2018). Haitallisten aineiden mahdollinen riski kohdistuu siis myös ihmisiin.

EU:n komission tulee direktiivin 2000/60/EY eli ns. vesipuitedirektiivin mukaisesti ehdottaa määräajoin uusia prioriteettiaineita, jotka listataan ns. ympäristönlaatunormidirektiivissä (2013/39/EU). Prioriteettiaineilla tarkoitetaan vaarallisiksi tai haitallisiksi todettuja aineita, joita saattaa päästä yhdyskuntien jätevesien mukana vesistöihin. Ympäristölaatunormidirektiivi määrää myös, että komission tulee laatia luettelo tarkkailtavista aineista, joita tulee monitoroida jäsenmaiden pintavesistä ja joiden tulokset tulee raportoida komissiolle.

Näistä uusista haitallisista aineista ei ole ollut kattavaa tutkimustietoa suomalaisilta jätevedenpuhdistamoilta. Suomen Vesilaitosyhdistys ry:n aloitteesta käynnistettiin Uudet haitalliset aineet jätevedenpuhdistamoilla -hanke, joka sai rahoitusta Ympäristöministeriön vesiensuojelun tehostamisohjelmasta. Hankkeen rahoittamiseen osallistui lisäksi 15 vesihuoltolaitosta, joiden jätevedenpuhdistamoilta haitallisten aineiden esiintymistä tutkittiin. Hankkeen toteutti Laki ja Vesi Oy.

Mittauksia 18 jätevedenpuhdistamolla

Hankkeessa selvitettiin 58 uuden haitallisen aineen esiintymistä ja käyttäytymistä 18 suomalaisella jätevedenpuhdistamolla sekä arvioitiin aineiden aiheuttamaa riskiä puhdistamojen purkuvesistöissä. Uusien haitallisten aineiden lisäksi hankkeessa tutkittiin eräitä (30 kpl) aiemmin toteutetussa haitta-ainehankkeessa (VVY 2014) mukana olleita aineita, jotka tuolloin ylittivät käsitellyssä jätevedessä ympäristönlaatunormin tai joita esiintyi yleisesti jätevesissä. Näiden ns. vanhojen haitta-aineiden osalta oli tavoitteena selvittää aineiden keskimääräiset pitoisuudet ja kuormat suomalaisilla jätevedenpuhdistamoilla verrattuna aiemmin mitattuihin tuloksiin. Tutkitut aineryhmät on esitelty **Taulukossa 1**. Jokaiselta jätevedenpuhdistamolta otettiin yksi tulevan ja yksi käsitellyn jäteveden näyte. Analyysilaboratoriot kilpailutettiin hankintasäädösten mukaisesti avoimella tarjouskilpailulla. Kilpailutuksella määritettiin analyysien määritysrajat tulevaan ja

Taulukko 1.
Tutkittujen aineiden lukumäärä, käyttötarkoitus ja lähteet yhdyskuntien jätevesissä. Esitetyt kuormat ovat mittaustulosten perusteella vesistöihin. Laskentamenetelmät on tarkemmin esitetty lähteessä VVY (2021).

Aineryhmä	Kpl	Aineiden käyttötarkoitukset ja lähteet yhdyskuntien jätevesissä
Lääkeaineet ja hormonit	22	Suurin osa aineista päätyy jäteveteen sairauksien hoitoon käytettyjen lääkkeiden nauttimisen lääkeaineiden kokonaiskuormasta voi olla peräisen lääketeollisuudesta tai lääkejätteen
Torjunta-aineet	31	Aineita käytetään pääosin maanviljelyssä tai viheralueilla (esim. golfkentät), josta ne voivat kotitalouksien tuhohyönteisten torjunnassa. Osalla aineista on käyttöä biosidinä, joten myös
Alkuaineet	9	Aineryhmään kuuluu metalleja (hopea, kadmium, kromi, nikkeli ja sinkki) sekä seleeni ja kuudenarvoinen kromi. Kaikkia aineita esiintyy ympäristössä luontaisesti. Jätevesiin aineita kuluttajatuotteissa, kuten tekstiileissä, puhdistusaineissa ja kosmetiikassa. Myös sinkkiä
Perfluoratut aineet	2	Tutkitut perfluoratut aineet ovat ubikvitäärisiä[1)] ja kaukokulkeutuvia aineita. Niitä voi päätyä mukana. Myös metallien pintakäsittelylaitosten jätevedet voivat sisältää kyseisiä aineita. esimerkiksi tuotteiden pesuvesien mukana päätyä viemäriin.
Palonestoaineet	9	Tutkitut palonestoaineet ovat ubikvitäärisiä[1)] ja kaukokulkeutuvia aineita. Niitä voi päätyä mukana. Palonestoaineita käytetään erityisesti elektroniikassa ja rakennustuotteissa, joten Puhdistamoille aineita voi päätyä lisäksi kierrätysmateriaaleja valmistavan tai käyttävän aineita sisältävien tuotteiden muusta kulumisesta johtuen.
Alkyylifenolit ja niiden etoksylaatit	7	Merkittävä alkyylifenolien ja niiden etoksylaattien lähde on aineilla käsiteltyjen tekstiilien puhdistusaineissa, autojen pesuun käytettävissä pesuaineissa sekä maalien ja lakkojen aineiden lähteitä. Myös hulevedet erityisesti vilkkaasti liikennöidyiltä alueilta tai teollisuus
Ftalaatit	3	Ftalaatteja käytetään erilaisten muovien ja kumien pehmittiminä. Joillain aineilla on käyttöä jätevesissä, mutta myös monenlainen teollisuus, kuten muovi- ja maaliteollisuus. Myös
Muut aineet	5	Aineryhmään kuuluivat bisfenoli-A, EDTA, EHMC[2)], BHT[3)] ja SCCP[4)]. Bisfenoli-A:n käyttö juomapullot sekä säilyke- ja virvoitusjuomatölkkien sisäpinnoitteet. Ainetta käytetään myös esimerkiksi sellu- ja paperiteollisuudessa sekä meijeriteollisuudessa. EHMC on kosmetiil ruuan lisäaineena, metalliteollisuudessa, kosmetiikassa ja lääkkeissä. SCCP:tä on aikais nahkatuotteiden käsittelyssä. Käyttö metallin työstössä ja nahkateollisuudessa kiellettiin
Yhteensä	88	

1) Kaikkialla esiintyviä, laajalle alkuperäisistä päästölähteistään levinneitä aineita

2) 2-Etyyliheksyyli-4-metoksisinnamaatti

extrapoloituja arvioita tulokuormista yhdyskuntajätevedenpuhdistamoille Suomessa ja vesistökuormista puhdistamoilta purku-

	Tulo-kuorma (kg/vuosi)	Vesistö-kuorma (kg/vuosi)
seurauksena, kun lääkeaine poistuu virtsan ja ulosteen kautta elimistöstä. Pieni osa hävittämisestä viemäriin.	10 170	1 440
päätyä hulevesien mukana puhdistamoille. Jotkin aineet on sallittuja myös esimerkiksi maaliteollisuuden tai maalaamojen jätevedet voivat olla aineiden lähteitä.	33,1	32,5
uraani. Kromista analysoitiin kokonaiskromin lisäksi kolmenarvoinen ja päätyy myös monenlaisen teollisuuden jätevesien mukana. Hopeaa esiintyy esiintyy kuluttajatuotteissa ja sitä käytetään myös ravintolisänä.	85 530	23 100
puhdistamoille hulevesien mukana sekä esimerkiksi kaatopaikkojen suotovesien Perfluorattuja aineita käytetään myös kuluttajatuotteissa, joista ne voivat	1,2	4,8
puhdistamoille hulevesien mukana sekä esimerkiksi kaatopaikkojen suotovesien näitä tuotteita valmistavien teollisuuksien jätevedet voivat olla aineiden lähteitä. teollisuuden jätevesien mukana, aineita sisältävien tuotteiden hävittämisestä tai	3,34	0
pesu kotitalouksissa. Joitain aineita käytetään myös teollisissa valmistuksessa. Näistä toiminnoista viemäriin päätyvät jätevedet voivat olla salueilta voivat sisältää kyseisiä aineita.	698	10
myös kosmetiikassa. Kotitalouksien jätevedet ovat merkittävä aineiden lähde hulevesien mukana aineita voi päätyä puhdistamolle.	4890	169
kohteita ovat erilaiset kuluttajatuotteet kuten muoviset säilytysrasiat ja lämpöpapereissa kuten kuittipaperissa. EDTA:lla on monia käyttökohteita kassa käytetty UV-suoja-aine. BHT:ta käytetään antioksidanttina mm. semmin käytetty muovien ja maalien pehmentiminä, metallien työstössä ja vuonna 2004.	259 240	182 430
	360 600	207 200

3) 2,6-di-tert-butyyli-4-metyylifenoli 4) lyhytketjuiset (C10-C13) klooratut parafiinit

käsiteltyyn jäteveteen. Tavoitteeksi asetettiin alhaiset ainekohtaiset määritysrajat, jotta haitallisuutta voitiin arvioida. Aineiden käyttäytymistä puhdistamolla mallinnettiin SimpleTreat -ohjelmistolla (RIVM 2015).

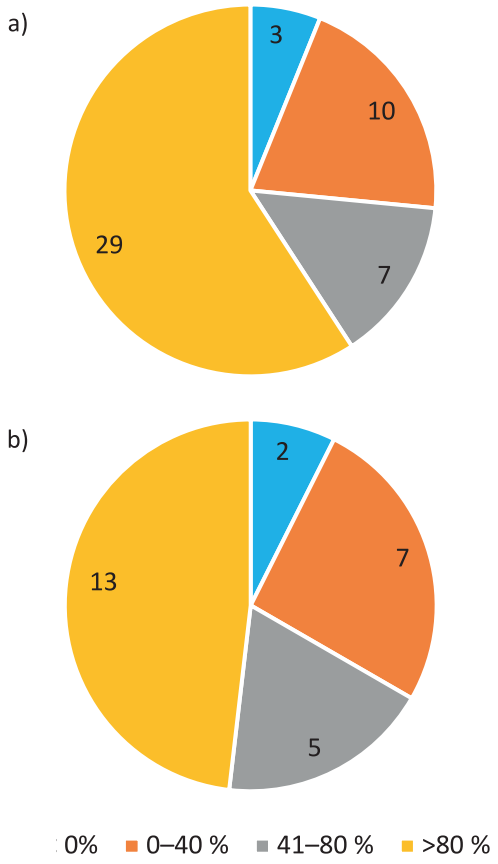
Iso osa tutkituista haitta-aineista poistui jätevedenpuhdistuksessa

Kaikki hankkeen tulokset on esitetty Vesilaitosyhdistyksen monistesarjan julkaisussa (VVY 2021). Mitatuista pitoisuuksista sekä puhdistamoilla käsiteltyjen jätevesien määrästä laskettiin extrapoloimalla arviot tulokuormista suomalaisille yhdyskuntajätevedenpuhdistamoille sekä vastaavat vesistökuormat puhdistamoilta.

Mittausten mukaan 47 % uusista haitallisista aineista aiheutti tulokuormaa puhdistamoille eli niiden pitoisuudet jätevesinäytteissä olivat analyysien määritysrajoja korkeammat. Uusien haitallisten aineiden tulokuorman puhdistamoille arvioitiin olevan n. 265 300 kg/v. Kaikkien tutkittujen aineiden tulokuorman yhdyskuntajätevedenpuhdistamoille arvioitiin olevan n. 360 600 kg/v (**Taulukko 1**). Tästä määrästä 72 % johtui EDTA:sta ja 22 % sinkistä. Mittausten mukaan käsitellyn jäteveden osalta vesistökuormaa aiheutti 38 % uusista haitallisista aineista vesistökuorman arvion ollessa n. 183 400 kg/v. Kaikkien tutkittujen aineiden vesistökuorma puhdistamoilta oli arviolta 207 200 kg/v. Tästä määrästä 88 % johtui EDTA:sta ja 9,4 % sinkistä.

Verrattaessa vanhojen haitta-aineiden yhteenlaskettua tulo- ja vesistökuormaa vuonna 2013 määritettyihin, todettiin, että tulokuorma oli 30 % ja vesistökuorma 24 % pienempi vuonna 2020. Ftalaattien osalta yhteenlaskettu tulokuorma oli vuonna 2020 lähes kaksinkertainen vuoden 2013 tulokuormaan verrattuna. Kuitenkin vain dibutyyliftalaatin (DBP) osalta vesistökuorma oli aiempaa korkeampi. Kaikkien ftalaatin yhteenlaskettu vesistökuorma oli 70 % pienempi vuonna 2020.

Kokonaiskuormasta laskettuna tutkittujen haitallisten aineiden poistoteho puhdistamoilla oli 43 %. Alhainen kokonaispoistoteho johtui siitä, että suurimpana määränä esiintynyt EDTA poistui puhdistamoilla huonosti. Jos EDTA:a ei huomioitu, kokonaispoistoteho oli 76 %. Tarkasteltaessa yksittäisten aineiden poistumista, todettiin että yli puolelle tutkituista aineista poistoteho oli > 80 % (**Kuva 1**). Uusista haitallisista aineista lähes puolelle poistoteho oli > 80 %.



Kuva 1. Kaikkien tutkittujen haitallisten aineiden (a) ja uusien haitallisten aineiden (b) lukumäärä poistoteholuokittain.

Mallinnuksen mukaan vain yhdeksän tutkitusta aineesta biohajoaa puhdistamolla merkittävässä määrin ja useat aineet todennäköisesti sitoutuvat puhdistamolla syntyvään lietteeseen. Tällaisten aineiden pitoisuuksia lietteessä olisi hyvä jatkossa tarkemmin selvittää.

Vesistökuorman riskit ja haitallisimmat aineet

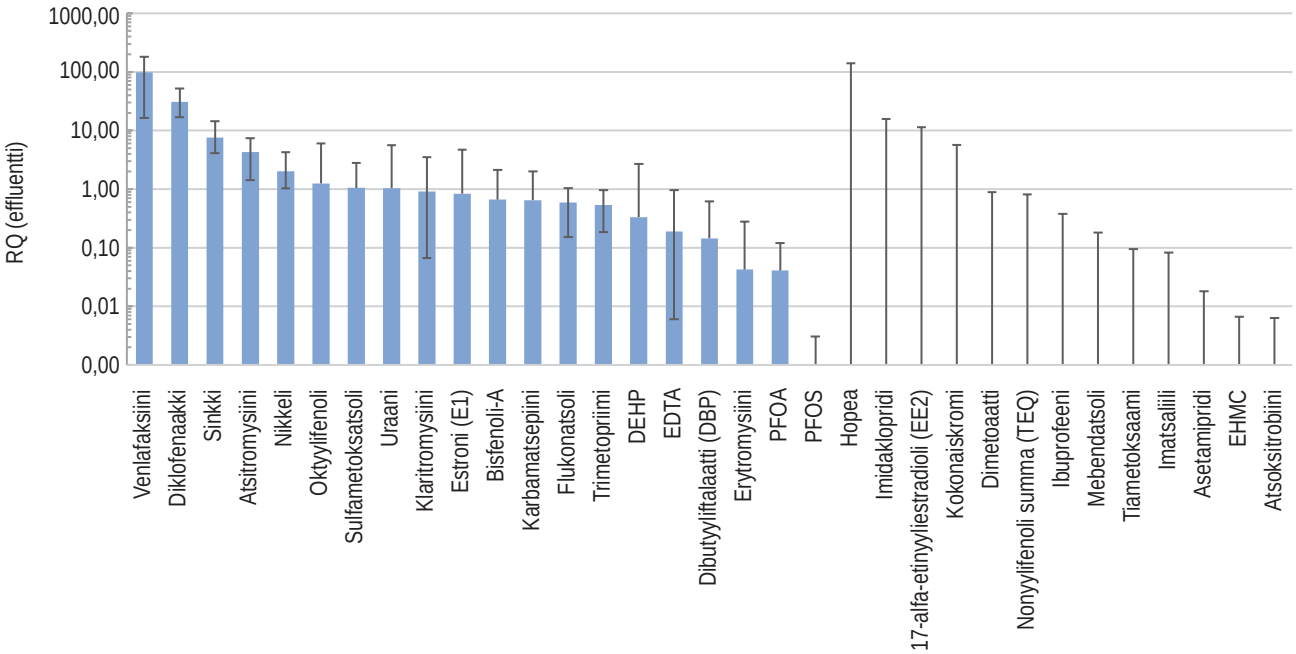
Riskiä ympäristön eliöille arvioitiin niin kutsutun riskiosamäärän, RQ (*engl.,* risk quotient), avulla. Riskiosamäärä perustuu arvioon, jossa aineen ei katsota aiheuttavan riskiä ympäristölle, jos sen pitoisuus jää alle ns. haitattoman pitoisuustason. Haitattomana pitoisuustasona pidettiin joko lainsäädännössä asetettua aineen ympäristölaatunormia (EQS, *engl.* environmental quality standard) tai ekotoksikologisten testien perusteella arvioitu aineen haitatonta pitoisuutta (PNEC, *engl.* Predicted no effect concentration). Riskiosamäärä laskettiin aineille, joiden pitoisuus käsitellyssä jätevedessä oli määritysrajaa korkeampi ja jolle on asetettu EQS-arvo tai kirjallisuudesta löydettiin PNEC-arvo.

Jos RQ > 1, aiheuttaa aine potentiaalisesti riskin vesistössä. Riski on sitä suurempi, mitä korkeampi RQ-arvo on. Suurin osa tutkituista aineista poistui jätevedenpuhdistuksessa siten, että RQ-arvo oli alle 1. Näin ollen riski vesistöjen eliöille oli vähäinen. Korkeimmat RQ-arvot mitattiin venlafaksiinille (masennuslääke), diklofenaakille (tulehduskipulääke), 17-alfa-etinyyliestradiolille (synteettinen hormoniyhdiste) sekä sinkille. Sinkkiä käytetään monenlaisessa teollisuudessa, mutta sitä esiintyy myös kuluttajatuotteissa kuten kosmetiikassa ja ravintolisissä.

Vaikutukset kuluttajille, yrityksille ja kunnille

Suomessa on tavoitteena saavuttaa vesipuitedirektiivin mukainen hyvä kemiallinen tila pinta- ja pohjavesissä sekä meristrategiadirektiivin mukainen meriympäristön hyvä tila. Kemialliseen tilan luokitukseen vaikuttavat EU:n prioriteettiaineiden pitoisuudet ympäristössä. Hyvä tila saavutetaan, kun kaikkien prioriteettiaineiden pitoisuudet ovat alle niille lainsäädännössä asetettujen ympäristölaatunormien.

Hankkeen tulosten perusteella voidaan arvioida ja ennakoida kiristyvän sääntelyn vaikutuksia jätevedenpuhdistamoiden toimintaan ja teollisuuden esikäsittelyvaatimuksiin, kun EU:ssa ehdotetaan uusia ainelistoja ja ympäristönlaatunormeja. Jos hankkeessa tutkittuja aineita asetetaan tulevaisuudessa prioriteettiaineiksi, vaikuttavat niiden pitoisuudet myös vesistöjen kemiallisen tilan luokitukseen. Lisäksi yhdyskuntajätevesidirektiiviä ollaan uudistamassa ja myös haitallisten aineiden raja-arvojen sisällyttämisestä direktiiviin on keskusteltu.



Kuva 2. Tutkittujen aineiden käsiteltyjen jätevesien keskiarvopitoisuuksista lasketut $RQ_{effluentti}$-arvot sekä vaihteluväli (minimi- ja maksimiarvot). TEQ= ∑ (C_x x TEF), jossa TEF on toksisuusekvivalenttikerroin (nonyylifenoli= 1, nonyylifenolimono- ja dietoksilaatti= 0,5) ja C_x= kunkin nonyylifenolisen yhdisteen pitoisuus.

Monia aineita tulee useista eri lähteistä ja tällöin toimenpiteitä haitallisten aineiden ympäristökuormituksen vähentämiseksi tulisi tehdä eri sektoreilla painottuen varsinaiseen päästölähteeseen tai aineen valmistajaan. Kuluttajia on tiedotettava kulutustottumusten merkityksestä haitallisten aineiden vesistöihin pääsyn estämiseksi. Keinoja ovat mm. ympäristömerkittyjen kodin kemikaalien ja kosmetiikan käyttö ja esim. pyykin ja astioiden pesuaineiden oikein annostelu. Tärkeää on myös toimittaa käyttämättömät tai vanhentuneet lääkkeet eli lääkejäte sekä muut vaaralliset jätteet niille tarkoitettuihin keräyspisteisiin.

Teollisuuden osalta haitta-aineiden päätymistä viemäriin tulee estää huolehtimalla teollisuusjätevesien riittävästä esikäsittelystä ja teollisuusjätevesien sääntelyllä. Haitallisia aineita tulisikin huomioida enemmän teollisuusyritysten ympäristöluvissa ja esimerkiksi rakennus- ja purkutyömaiden lupaprosesseissa. Hulevesissä esiintyvien haitta-aineiden hallinta on haastavaa. Puhdistamoiden kannalta olisi tärkeää tältäkin osin pyrkiä estämään hulevesien pääsy jätevesiviemäriin.

On nähtävissä, että kiristyvä lainsäädäntö ja vaatimukset kasvattavat teollisuuden, kuntien ja vesihuoltolaitosten investointitarvetta haitallisten aineiden hallintaan. Asialla saattaa täten olla vaikutuksia myös veden kuluttajahintaan.

Kirjallisuus

EEA 2018. Contaminants in Europes's seas. European Environment Agency. EEA Report No 25/2018. Luxembourg. Publications Office of the European Union, 2019. ISBN 978-92-9480-058-9.

RIVM 2015. SimpleTreat. An assessment tool for the fate of substances in waste water treatment plants.
Saatavilla: https://www.rivm.nl/en/soil-and-water/simpletreat.

VVY 2014. Haitalliset aineet jätevedenpuhdistamoilla -hankkeen loppuraportti. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 34. Helsinki 2014.

VVY 2021. Uudet haitalliset aineet suomalaisilla jätevedenpuhdistamoilla. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 69 Helsinki 2021.

Vantaanjoen pumppaamopäästöjen hallintahankkeen (VIPPA) tuloksia

Asenteet, osaava ja koulutettu henkilökunta sekä ajantasainen teknologia mahdollistavat pumppaamoiden häiriöttömän toiminnan. Asiakkaiden ohjaaminen ja neuvonta on myös tärkeä keino ylivuotojen torjunnassa. Yhteistyöhankkeen tulokset ovat kaikkien vesihuoltolaitosten käytettävissä.

ANINKA URHO
ympäristöasiantuntija
Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä
aninka.urho@hsy.fi
Aninka Urho toimi VIPPA-hankkeessa projektipäällikkönä

Vantaanjoen valuma-alueella ylivuotojen torjunnan yhteistyö aloitettiin jo lähes kymmenen vuotta sitten. Vuosina 2012-2013 Vantaanjoen valuma-alueen vesihuoltolaitokset kehittivät yhdessä maakunnan kehittämisrahalla (MAKERA) toteutetussa Jätevesipäästöjen hallintahankkeessa tehokkaimpia toimintamalleja pumppaamoiden toimintavarmuuden parantamiseksi, vuotovesien vähentämiseksi sekä sekaviemäriverkostosta luopumiseksi. Visioksi otettiin nolla ylivuotoa. Hanke sai paljon näkyvyyttä. Hankkeessa tuotettu toimintamalli pumppaamoiden varusteluun, huoltoon ja käyttöön on levinnyt laajalti hankinta-asiakirjojen liiteaineistona. Aikanaan korkealle tähtäävästä pumppaamoiden varustelun tavoitteesta on muodostunut normi monelle toimijalle, vaikka sitä ei aikanaan edes julkaistu erikseen.

Vuosille 2019-2020 ajoittuneessa VIPPA-hankkeessa tuotettiin muiden vesihuoltolaitosten käytettäväksi ohje pumppaamon suunnitteluun ja määrittely parhaista toimintavoista pumppaamoilla sekä animaatiovideoita asiakasviestintään. Hankkeessa selvitettiin, miten ylivuotojen torjuntatyö etenee Vantaanjoella, ja selvitettiin muualla Suomessa käytössä olevia tai suositeltuja ratkaisuja ylivuotojen torjuntaan. Hankkeessa tutustuttiin myös Amsterdamin vesihuoltolaitoksen Waternetin toimintaan, ja kansainvälisiltä foorumeilta etsittiin uusia teknologioita pilotoitavaksi.

HSY toimi hankkeessa vastuullisena vetäjänä ja mukana olivat vesihuoltolaitokset Tuusulasta, Keravalta, Järvenpäästä, Riihimäeltä, Hyvinkäältä ja Nurmijärveltä. Lisäksi hankkeeseen osallistuvat Keski-Uudenmaan Vesiensuojelun Liikelaitoskuntayhtymä ja Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry. Hanketta rahoitti hankeosallistujien ohella ympäristöministeriö.

Mallipumppaamo ja animaatiovideot muille vesilaitoksille vapaasti käyttöön

Mallipumppaamotyön pohjana toimi MAKERA-hankkeessa tuotettu konsepti, jota päivitettiin ja täydennettiin ja joka julkaistiin hankkeen verkkosivuilla muille toimijoille käyttöön. Ajatuksena oli, että muut vesihuoltolaitokset voivat hyödyntää toimintamallia sekä omassa työssään että tilattavan työn määrittelyssä. Suunnittelusta, käytöstä ja kunnossapidosta on omat osionsa, ja suunnittelun tueksi asiakirjan liitteenä on malliasiakirjoja ja -piirustuksia.

Vesihuoltolaitosten asiakkaille suunnattavan viestinnän tavoitteeksi otettiin, että kiinteistönomistajia voitaisiin oivalluttaa heidän omasta roolistaan ylivuotojen torjunnassa. Onhan arvioitu, että yhdyskuntajätevesiviemäreiden kokonaispituudesta jopa puolet on yksityisiä tonttiviemäreitä. Pumppaamoiden ja puhdistamoiden virtaamavaihteluista on päätelty, että vanhoilla asuinalueilla hulevesien johtaminen jätevesiviemäriin on edelleen valitettavan yleistä.

Hankkeessa toteutettiin kaksi parin minuutin mittaista videota, joista ensimmäinen kannustaa saneeraamaan tonttiviemärit yhtä aikaa vesihuoltolaitoksen tekemän alueen runkosaneerauksen kanssa, ja toinen kertoo huleveden oikeaoppisesta käsittelystä tontilla. Molemmat videot löytyvät HSY:n youtube-kanavalta ja ovat vapaasti hyödynnettävissä esim. vesihuoltolaitosten omilla nettisivuilla, somessa tai tapahtumissa. Toistaiseksi videot

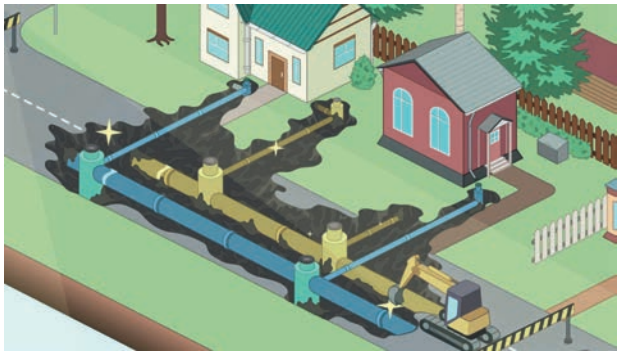
ovat saaneet hyvin katsojia, ja myös vesilaitoksilta on saatu niistä positiivista palautetta (ks. **Kuva 1** ja **Kuva 2**).

Vertailun perusteella toimintamme on vähintään hyvällä tasolla

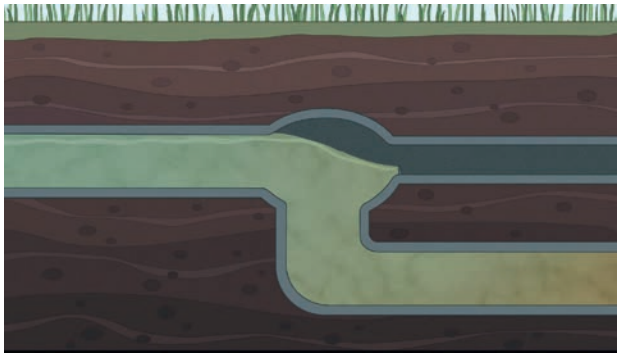
VIPPA-hankkeessa toteutetun selvityksen perusteella Vantaanjoella ylivuotojen vähentämiseen suhtaudutaan vakavasti, ja ylivuotojen määrällinen kehitys on ollut suotuisaa (**Kuva 3**). Teknisistä vikaantumisista aiheutuvat ylivuodot ovat käymässä harvinaisemmiksi, koska kriittiset laitteet on kahdennettu, ja järjestelmät hälyttävät vikatilanteista hyvissä ajoin. Pumppaamoiden vikaantumistilanteet on myös priorisoitu työtehtävissä korkealle. Pumppaamoylivuodon syntyminen edellyttääkin tyypillisesti useaa yhtäaikaista häiriötä – esimerkiksi teknistä vikaantumista korkean virtaaman aikaan.

Vertailtaessa muihin suomalaisiin toimijoihin havaittiin, että Vantaanjoella pumppaamoiden varustelutaso ja tekniikan uusimistahti ovat valtaosin hyvällä tasolla, ja pumppaamot ovat hyvin kattavasti kaukovalvonnan piirissä. Uusia helposti omaksuttavia teknisiä ratkaisumalleja ei löytynyt tämän tarkastelun puitteissa muualta.

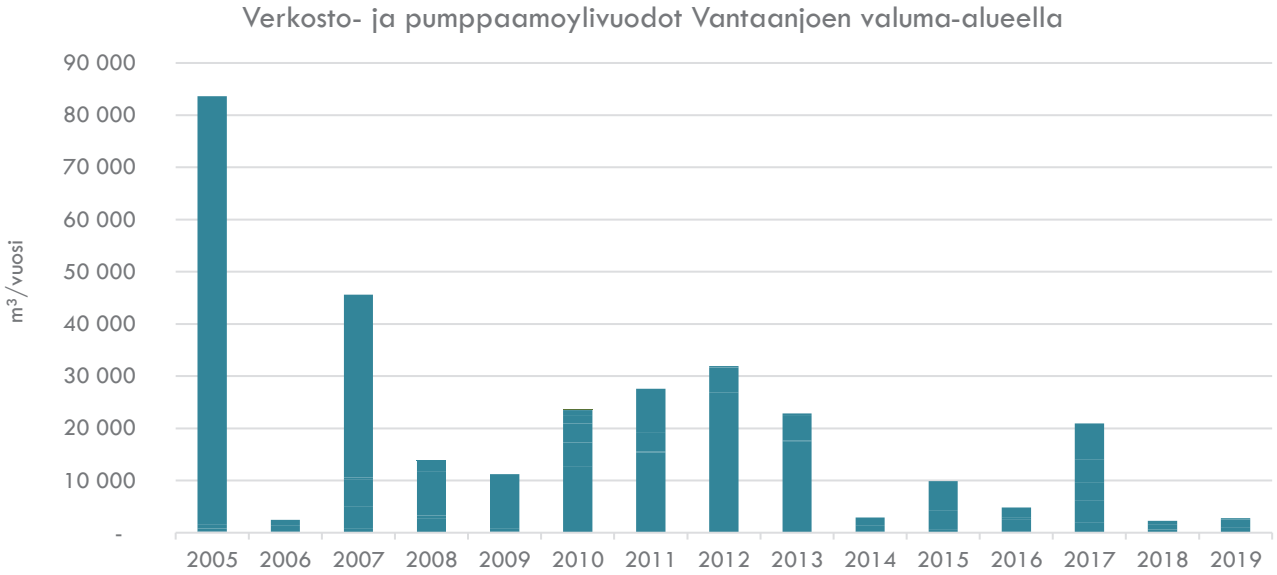
Ulkomailla käytössä olevien teknologioiden pilotoinnilla löydettiin kiinnostavia uusia lähestymistapoja pumppaamoiden tilan seurantaan, mikä kartutti hankkeeseen osallistuneiden osaamista ja kehitti ajattelutapoja sen suhteen, minkälaisin keinoin pumppaamoiden toimintavarmuutta tai energiatehokkuutta voitaisiin jatkossa parantaa.



Kuva 1. Suunniteltu saneeraus on edullisempi tapa uusia viemäri kuin kiireellinen korjaus. ["Saneeraamalla ajoissa säästät luontoa" https://www.youtube.com/watch?v=CUqYAJDWp6E]



Kuva 2. Huonokuntoinen jätevesiviemäri vuotaa sisäänpäin, jolloin sadevesi täyttää putket. Ylikuormittuneesta viemäristä pääsee puhdistamatonta jätevettä vesistöön. ["Näin ohjaat huleveden oikein" https://www.youtube.com/watch?v=OlW-FxvaMog]



Kuva 3. Jätevesipäästöt Vantaanjoella vuosina 2005-2019.

Teknologiapilotit

Hankkeessa tunnistettiin viisi markkinoilla olevaa teknologiaa, joita pilotoitiin laitoksilla. Näitä olivat

- Syrinixin Pipeminder – herkkä painelinjan anturi analyyseineen
- Martti Pullin energiatehokkuusmenetelmä ETpu pumppaamoiden energiatehokkuuden optimointiin
- Danovan D-Eye: ylivuotokaivon pinnanmittaus yhdistettynä kameraan
- Xylemin Concertor itseilmaava pumppu sekä
- Ambiflown ylivuotoläppä

Teknologioiden pilotoinnin tavoitteena oli selvittää, minkälaisia teknisiä ratkaisuja pumppaamoiden tehokkuuden ja toimintavarmuuden parantamiseksi on olemassa, ja kerätä pilotoinnin avulla tietoa menetelmien hyödyistä, haasteista ja soveltuvuudesta erityyppisissä kohteissa. Pilotit toimivat hyvänä keinona hankkia koeteltua tietoa uusista teknologioista ja niiden käyttöönoton edellytyksistä. Muutamat pilotit herättelivät myös ajattelemaan, voisiko niiden tuottamia hyötyjä saavuttaa kevyemmillä ratkaisumalleilla, ihannetilanteessa siten, että ominaisuudet olisivat integroitu jo käytössä oleviin tietojärjestelmiin.

Mitään testatuista teknologioista ei lisätty pumppaamotoimintamalliin suositeltavana laitteena, koska niiden ei katsottu olevan keskeisiä pumppaamoiden toiminnan kannalta, tai niiden hinnan suhde saavutettavaan hyötyyn ei toistaiseksi ollut järkevä. Siitä huolimatta pilotoitavista järjestelmistä saattaisi olla sellaisenaankin hyötyä tietyissä tilanteissa tai olosuhteissa. Pilotoinnin tuloksista voi lukea tarkemmin hankkeen loppuraportissa sivulta www.hsy.fi/vippa.

Matalan kynnyksen benchmarking

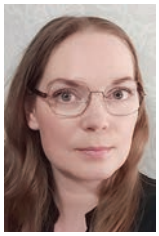
VIPPA-hankkeessa ja sitä edeltävässä MAKERA-hankkeessa on ollut erittäin antoisaa tehdä käyttöhenkilökunnan kesken yhteistyötä ja vaihtaa kokemuksia. Myös hankkeiden välisenä aikana, vuosina 2014-2018 ryhmä tapasi lähes joka vuosi kuulumisten vaihtamisen merkeissä. Samassa yhteydessä tehtiin tutustumisretkiä pumppaamoille. Tällainen epämuodollinen yhteistyö on edullinen tapa pysyä ajan hermolla.

Vantaanjoen valuma-alueella pumppaamoiden käyttöhenkilökunnan yhteistyötä jatketaan myös hankkeen jälkeen. Vapaamuotoinen yhteistyön lisäksi myös systemaattisempaa menettelytapojen vertaiskehittämistä pohditaan.

Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys koordinoi Vantaanjoen vesistöalueella jatkossakin toimintaa, jolla parannetaan viemärilaitosten toimintaa yhdessä käyttöhenkilökunnan kanssa. Tarkoituksena on vaihtaa tietoa eri puhdistamojen välillä ja myös tarkemmin perehtyä käyttö- ja päästötarkkailun yhteydessä kunkin laitoksen mahdollisiin ongelmakohtiin ja löytää niihin ratkaisuja.

Yhdyskuntajätevesien ravinteet kiertoon turvallisesti ja tehokkaasti

Yhdyskuntajätevesien ravinteet ovat alihyödynnettyjä resursseja, joiden tehokas ja turvallinen kierrättäminen edellyttää uusien teknologioiden kehittämistä ja käyttöönottoa. Suomen ympäristökeskuksen NORMA-hankkeessa kartoitettiin potentiaalisia ravinteiden talteenottomenetelmiä sekä kehitettiin niiden arviointia päätöksenteon tueksi.



SUVI LEHTORANTA
FM, erikoistutkija
Suomen ympäristökeskus
suvi.lehtoranta@syke.fi

RIIKKA MALILA
projektipäällikkö, ympäristöministeriö

PÄIVI FJÄDER
tutkija, Suomen ympäristökeskus

VUOKKO LAUKKA
erityisasiantuntija, Suomen ympäristökeskus

JYRI MUSTAJOKI
erikoistutkija, Suomen ympäristökeskus

LAURI ÄYSTÖ
tutkija, Suomen ympäristökeskus

Ravinteita tuodaan kiertoon enemmän, kuin niitä tuotannossa sitoutuu. Ylijäämä ravinteista jää maaperään ja kulkeutuu vesistöihin sekä ilmakehään aiheuttaen ympäristöhaittoja. Ravinteiden tehokas ja turvallinen kierrättäminen tukee kiertotaloutta ja on keskeinen osa kestävää ruokajärjestelmää.

Ympäristöministeriön ravinteiden kierrätyksen toimenpideohjelman mukaan pääosa jätevesilietteen ravinteista tulee hyödyntää lannoitteena vuoteen 2030 mennessä. Nykyisin puhdistamolietteestä noin 40 % päätyy maatalouskäyttöön (Konola & Toivikko 2019), mutta huoli lietteen käytön turvallisuudesta varjostaa lietteen käytön lisäämistä.

Jotta toimenpideohjelman asettamat tavoitteet jätevesilietteiden ravinteiden hyödyntämisestä voidaan saavuttaa, uudistusvaiheessa olevan lainsäädännön tulisi myös tukea jätevesipohjaisten ravinteiden käyttöä. Käytännössä tämä edellyttää, että puhdistamolietteiden käytön turvallisuus sellaisenaan varmistetaan tai jäteveden sisältämät ravinteet jalostetaan puhtaiksi ja turvallisiksi lopputuotteiksi.

Uusien menetelmien käyttöönotto parantaa jätevesien ravinteiden turvallisuutta

Erilaisia menetelmiä yhdistämällä voidaan tehostaa niiden vaikuttavuutta ja talteen voidaan saada arviolta jopa 90 % fosforista ja typestä kolminkertainen määrä nykyiseen verrattuna. Myös ravinteiden käyttökelpoisuutta kasveille voidaan parantaa.

Jätevesistä talteen otettujen ravinteiden maataloushyötykäytön kannalta on keskeistä, että ravinteet saadaan talteen kasveille käyttökelpoisessa muodossa, puhtaina ja väkevinä pitoisuuksina orgaanista ainesta menettämättä. Erityisesti tulisi keskittyä sellaisten menetelmien kehittämiseen ja käyttöönottoon, jotka ottavat ravinteita talteen tai mahdollistavat niiden talteenoton niin, että ravinteita ei saosteta heikosti käyttökelpoiseen muotoon tai haihduteta ilmakehään. Esimerkiksi typen talteenottoa voidaan kehittää ilman suuria prosessiteknisiä muutoksia hyödyntämällä lietteen kuivauksessa muodostuvaa rejektivettä, johon päätyy keskimäärin neljännes jätevedenpuhdistamolle saapuvasta typpikuormasta. Fosforin talteenoton kannalta on olennaista kehittää menetelmiä, joiden avulla voidaan tuottaa kasveille nykyistä käyttökelpoisempia lannoitevalmisteita. Esimerkiksi lietteen termiset käsittelymenetelmät heikentävät fosforin käyttökelpoisuutta ja prosessissa menetetään usein myös typpi sekä osa maan kasvukunnon kannalta tärkeästä orgaanisesta aineksesta. Fosforia voidaan sen sijaan ottaa talteen esimerkiksi puhdistusprosessin aikana.

Termiset lietteenkäsittelymenetelmät ovat kenties menetelmistä tutkituimpia, mutta niiden lähtökohtana on usein lietemäärän pienentäminen, eikä ravinteiden talteenotto. Kemiallisesti saostetun fosforin liukoisuus voi heiketä entisestään termisillä lietteenkäsittelymenetelmillä, joilla myös osa tai kaikki lietteen sisältämästä typestä ja orgaanisesta aineesta menetetään. Termiset käsittelymenetelmät ovat kuitenkin tehokkaita haitta-aineiden poistamisen näkökulmasta. Käsittelyn lämpötila ja viipymäaika ovat olennaisia parametrejä, jotka vaikuttavat poistumaan. Myös nestemäisten jakeiden ravinteiden talteenottomenetelmien avulla haitta-aineiden kulkeutumista ympäristöön voidaan vähentää. Tietoa uusien mene-

telmien vaikutuksista lopputuotteiden turvallisuuteen on kuitenkin vielä vähän saatavilla. Erityisesti haitallisten orgaanisten yhdisteiden ja mikromuovien poistuminen tunnetaan huonosti.

Arviointikehys helpottamaan menetelmien vertailua

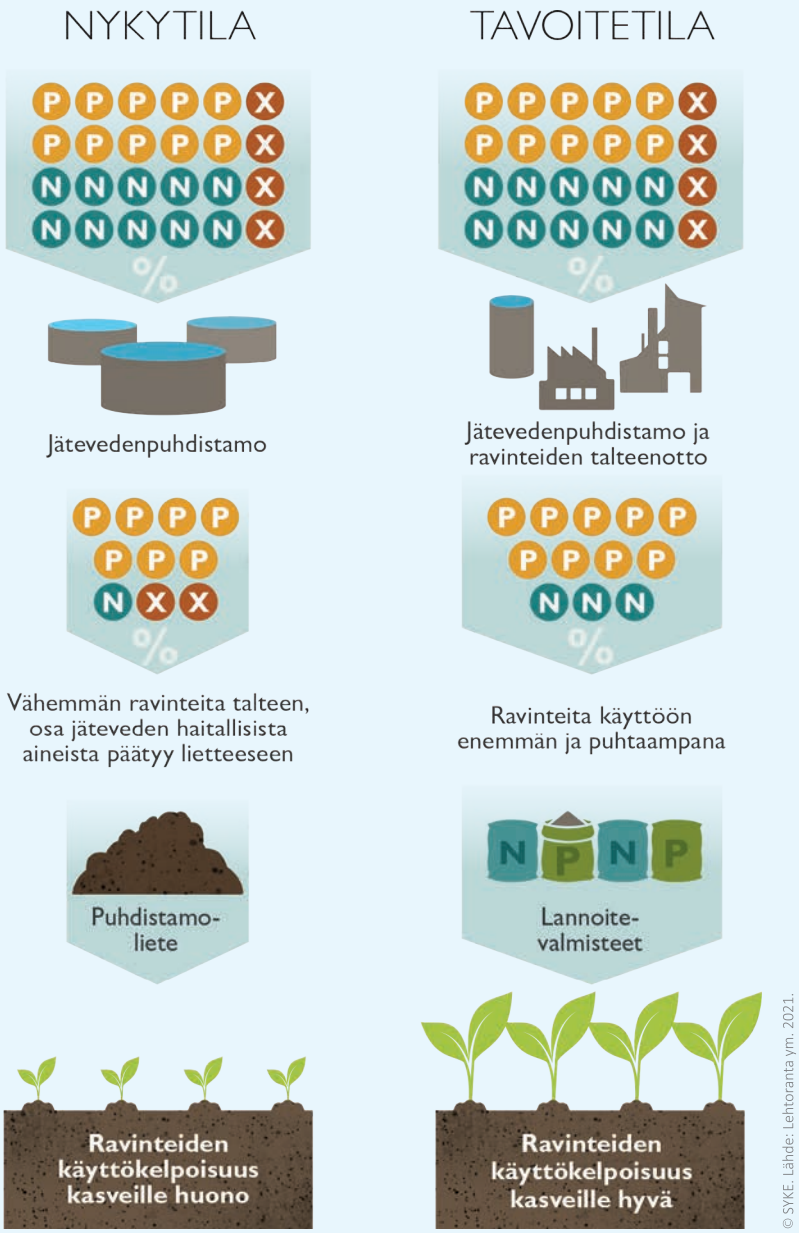
Erilaisten ravinteiden talteenotto- ja lietteenkäsittelymenetelmien vertailua varten NORMA-hankkeessa kehitettiin monitavoitearviointiin perustuva arviointikehys. Sen avulla voidaan havainnollistaa menetelmien ja niiden yhdistelmien vaikutuksia esimerkiksi ravinteiden talteenoton, lopputuotteen turvallisuuden tai kustannusten näkökulmasta. Kehyksen avulla voidaan myös tarkastella menetelmien välisiä eroja eri kriteereille asetettujen painotusten valossa. Se auttaa myös havainnollistamaan, mikä on paras vaihtoehto, jos menetelmän valinnassa painotetaan esimerkiksi kustannuksia ja lopputuotteen turvallisuutta muita valintakriteereitä enemmän.

NORMA-hanke

Jätevesien ravinteiden talteenottomenetelmiä on tutkittu ja kehitetty aktiivisesti viime vuosina sekä Suomessa että maailmalla. Uusien menetelmien avulla yhä suurempi osa jätevesien sisältämistä ravinteista voidaan saada tehokkaammin kiertoon sekä vähentää haitta-aineiden kulkeutumista ympäristöön. Ravinteita voidaan ottaa talteen nykyisessä prosessissa muodostuvien lietemäisten tai nestemäisten jakeiden käsittelyn yhteydessä, mutta osa menetelmistä edellyttää jätevedenpuhdistusprosessin muokkaamista.

Viime vuosina fosforin talteenottomenetelmien rinnalla myös typen sekä orgaanisen aineen talteenoton merkitys on kasvanut. Erilaisia menetelmiä yhdistämällä voidaan muodostaa menetelmäketjuja ja saavuttaa menetelmien välisiä synergiahyötyjä. Toisaalta hajallaan oleva ja osin puutteellinen tutkimustieto hankaloittaa menetelmien ja menetelmäketjujen vertailua.

Ympäristöministeriön rahoittamassa NORMA-hankkeessa koottiin olemassa olevaa tietoa yhteen, tunnistettiin jätevesien ravinteiden talteenottomenetelmiin liittyviä tietopuutoksia, tuettiin lannoitelainsäädännön uudistustyötä ja tuotettiin työkalu menetelmien arviointiin.



Jätevesien ravinteiden talteenoton nykytila ja tavoitetila (P = fosfori, N = typpi, X = haitta-aineet).

Arviointikehykseen valittiin menetelmiä, joita on jo pilotoitu tai suunniteltu pilotoitaviksi Suomen olosuhteissa lähiaikoina (tekninen kypsyysaste, TRL ≥ 6). Kehykseen on mahdollista lisätä tarpeen mukaan myös muitakin menetelmiä.

Arviointi aloitettiin muodostamalla keskenään vertailukelpoisten menetelmien ryhmiä, joiden paremmuutta oli mahdollista arvioida suhteessa toisiinsa. Ensimmäisessä vaiheessa arvioitiin erikseen nestejakeelle ja kuivajakeelle soveltuvia yksittäisiä menetelmiä. Tämän jälkeen muodostettiin menetelmäyhdistelmiä, eli erilaisia ketjuja, joihin yhdistettiin menetelmiä sekä neste- että kuivajakeen käsittelystä. Yhdistelmiin sisällytettiin menetelmiä, joiden välillä katsottiin olevan synergiahyötyjä sekä menetelmiä, jotka vaikuttavat myös koko jätevedenpuhdistusprosessiin.

Arviointikehys koostuu neljästä pääkriteeristä ja näiden alakriteereistä. Pääkriteereiksi kehykseen valittiin ravinteiden talteenottoaste, lopputuotteiden turvallisuus, taloudelliset vaikutukset sekä tekninen toteutettavuus ja resurssit. Kunkin tekijän alle määriteltiin 2–3 tarkentavaa alakriteeriä sekä mittarit näiden mittaamiseen. Kriteerien valinnassa painotettiin sekä niiden merkittävyyttä menetelmän valinnan kannalta että niiden soveltuvuutta arviointiin. Tavoitteena oli, että malli kattaisi mahdollisimman hyvin kaikki vaikutukset, mutta toisaalta liian yksityiskohtaisten vaikutusten mukaan ottaminen tekee mallista raskaan. Täten kriteerien valinta ei ole yksioikoista, vaan siinä on tasapainoiltava eri tavoitteiden välillä. Arviointikehystä voidaan myöhemmin täydentää kriteereillä, jotka huomioivat esimerkiksi elinkaariset ympäristövaikutukset.

Arviointikriteerien painotus vaikuttaa lopputulokseen

Monitavoitearvioinnin avulla voidaan järjestelmällisesti ja läpinäkyvästi tukea monipuolisen käsityksen muodostamista erilaisista ratkaisuvaihtoehdoista ja niiden vaikutuksista. Jokainen menetelmä ja niiden yhdistelmä on kuitenkin kompromissi erilaisten vaatimusten viidakossa, ja eri kriteereille annetut painoarvot vaikuttavat merkittävästi arvioinnin lopputulokseen. Tämän vuoksi kussakin suunnittelutilanteessa on tarkkaan harkittava, mitkä asiat ovat olennaisia juuri vallitsevassa tilanteessa. Kriteereille annettujen painoarvojen vaikutusta lopputuloksiin voidaan tarkastella niin sanotun herkkyysanalyysin avulla. Analyysin perusteella voidaan arvioida kuinka herkkiä eri vaihtoehdot ovat tehdyille muutoksille ja esimer-

Jätevedenkäsittelyn haasteet kiertotalouden edistämisen näkökulmasta

Suomessa jätevesien mukana puhdistamoille johdetaan vuosittain noin 4 300 tonnia fosforia ja 32 700 tonnia typpeä (SYKE 2019). Puhdistamolla pyritään poistamaan vedestä ravinteita, mutta prosesseja ei ole kehitetty varsinaisesti ravinteiden talteenoton ja kierrättämisen näkökulmasta. Jäteveden fosforista kiertoon palautuu keskimäärin noin 70 prosenttia ja typestä vain alle kymmenesosa (Lehtoranta ym. 2021, Marttinen ym. 2017). Loput ravinteista päätyvät ilmaan, vesistöihin ja maaperään. Jätevesilietteen fosfori on heikosti liukenevassa muodossa puhdistamoilla käytössä olevan fosforin kemiallisen saostuksen vuoksi, ja lietteen lannoitusvaikutus on todettu heikommaksi epäorgaanisiin lannoitteisiin verrattuna (Ylivainio ym. 2020).

Jätevesien mukana puhdistamolle päätyy myös laaja kirjo erilaisia yhteiskunnassa käytettyjä ja ympäristölle haitallisia aineita. Vain osa haitallisista aineista hajoaa puhdistamolla, jolloin osa myös kulkeutuu puhdistusprosessin läpi vesistöön tai pidättyy lietteeseen.

Noin 90 % jätevesilietteestä hyödynnetään nykyisin maataloudessa tai viherrakentamisessa (Konola & Toivikko 2019). Valtaosa hyödynnetään viherrakentamisessa, jossa lieteperäisiä lannoitevalmisteita voidaan levittää pinta-alaa kohden kertaluontoisesti monikymmenkertainen määrä verrattuna maataloudessa käytettäviin levitysmääriin. Kasvit eivät pysty hyödyntämään kaikkia lietteen sisältämiä ravinteita, ja osa niistä huuhtoutuu valumavesien mukana pinta- ja pohjavesiin. Myös haitta-aineita voi viherrakentamisessa päätyä kertalevityksessä pinta-alaa kohden suurempia määriä ympäristöön.

Jätevesien ravinteiden kierto

© SYKE. Lähde: Lehtoranta ym. 2021.

kiksi tarkastella, löytyisikö vaihtoehdoista sellainen, joka olisi hyvä useilla erilaisilla painotuksilla.

NORMA-hankkeessa arvioitiin alustavasti menetelmien ja menetelmäyhdistelmien vaikutukset eri kriteerien suhteen. Arviot perustuvat kattavaan kirjallisuuskatsaukseen sekä asiantuntija-arvioihin, mutta menetelmien laajan kirjon vuoksi arvoihin liittyy kuitenkin huomattavaa epävarmuutta. Menetelmät voivat soveltua erilaisiin mittakaavoihin tai saavuttaa suurimman hyötynsä yhdistettynä muihin menetelmiin. Esimerkiksi menetelmien taloudellisten vaikutusten sekä energian kulutuksen arvioinnissa ei ole tietopuutteiden vuoksi huomioitu eri menetelmien tuottamia synergiaetuja. Tutkimustietoa haitta-aineista on myös vähän saatavilla. Jotta erilaisia menetelmiä voidaan luotettavasti vertailla keskenään tulevaisuudessa, tarvitaan arvioinnin tueksi lisää tietoa muun muassa haitta-aineista sekä menetelmäketjujen synergioista ja optimoinnista eri mittakaavoissa.

© SYKE. Lähde: Lehtoranta ym. 2021.

Monitavoitearviointikehys soveltuukin parhaiten yksittäisten laitosten kehittämisen työkaluksi konkreettisessa suunnittelutilanteessa, jossa vertailtavat menetelmävaihtoehdot ovat tarkkaan määriteltyjä ja arvioinnin lähtötiedot ovat riittävän tarkkoja.

Kohti vesihuollon kiertotaloutta

Uusien jätevesien ravinteiden talteenottomenetelmien avulla voidaan paitsi saada enemmän ravinteita talteen, mutta myös edistää ravinteiden turvallisen hyötykäytön mahdollisuuksia. Ratkaisut voivat olla lyhyellä aikavälillä puhdistamokohtaisia, mutta pidemmällä aikavälillä on syytä pohtia myös laajempia rakenteellisen tason muutoksia vesihuollon kiertotalouden edistämiseksi. Ravinteet ovat puhtaimmillaan ja väkevinä syntypaikallaan, mistä ne voitaisiin ottaa tehokkaammin talteen erottelevia järjestelmiä hyödyntäen. Erilaisten jätevesien (kotitaloudet, teollisuus, kaatopaikat jne.) sekoittaminen toisiinsa lisää haitta-aineiden kirjoa ja hankaloittaa niiden poistamista. Kiertotalouden edistäminen vesihuollossa voisi tarkoittaa myös esimerkiksi erilaisten jätevesien erilliskäsittelyä.

Kirjallisuus

Konola, I., Toivikko, S. 2019. Yhdyskuntalietteen käsittelyn ja hyödyntämisen nykytilannekatsaus. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja 57.

Lehtoranta, S., Malila, R., Fjäder, P., Laukka, V., Mustajoki, J. & Äystö, L. 2021. Jätevesien ravinteet kiertoon turvallisesti ja tehokkaasti. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 18/2021.

Marttinen, S., Venelampi, O., Iho, A., Koikkalainen, K., Lehtonen, E., Luostarinen, S., Rasa, K., Sarvi, M., Tampio, E., Turtola, E., Ylivainio, K., Grönroos, J., Kauppila, J., Koskiaho, J., Valve, H., Laine-Ylijoki, J., Lantto, R., Oasmaa, A. & Castell-Rüdenhausen, M. 2017. Kohti ravinteiden kierrätyksen läpimurtoa. Nykytila ja suositukset ohjauskeinojen kehittämiseksi Suomessa. Luonnonvarakeskus, Helsinki. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 45/2017.

SYKE. 2019. Yhdyskuntien jätevesien kuormitus vesiin. https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Vesihuoltoraportit/Yhdyskuntien_jatevesien_kuormitus_vesiin

Ympäristöministeriö. 2019. Ravinteiden kierrätyksen toimenpideohjelma 2019-2030. "Kokeiluista tuloksiin – ravinteiden kierrätyksestä arkea". Ravinteiden kierrätyksen seurantaryhmä, Helsinki.

Ylivainio, K., Äystö, L., Fjäder, P., Suominen, K., Lehti, A., Perkola, M., Ranta, J., Meriläinen, P., Välttilä, V. & Turtola, E. 2020. Jätevesilietteen pitkäkestoinen fosforilannoitusvaikutus ja yhteys ympäristö- ja ruokaturvallisuuteen: Jätevesilietteen potentiaali kasvintuotannossa ja vaikutukset ympäristöön ja elintarviketurvallisuuteen (PProduct)-hankkeen loppuraportti. Luonnonvarakeskus, Helsinki. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 55/2020.

Raudalla ja mangaanilla tukkeutuneiden kaivojen puhdistusmenetelmän käyttökokemukset Suomessa

Vedenottokaivojen tukkeutuminen ja tuoton hiipuminen ovat yleinen ongelma suuressa osassa Suomen vesilaitoksia. Tuotantokaivoja ja jopa vedenottamoita joudutaan sulkemaan, koska kaivot ovat tukkeutuneet rauta- ja mangaanisaostumien vuoksi. Tähän ongelmaan on nyt etsitty ratkaisua Saksassa kehitetystä ja käytössä olevasta pH-neutraalista kaivoelvytysmenetelmästä. Kaivot säilyvät hyvässä tuotantokunnossa ja energiatehokkaina, jos niitä huolletaan säännöllisesti. Tuotantokaivothan ovat raakaveden lähde ja siten vedenottamon "sydän".

ELINA ANTTONEN
osastopäällikkö,
Pohjavesiosasto
AFRY Finland Oy
elina.anttonen@afry.com

Kun pohjaveden rauta ja mangaani saostuvat siiviläkaivon rakenteisiin ja kaivon ulkopuoliseen maaperään, laskee aikaisemmin hyvätuottoisena pidetyn kaivon tuotto asteittain ja lähes huomaamatta.

Samanaikaisesti kaivojen etenevä tukkeutuminen aiheuttaa kustannusten kasvua. Eräs merkittävä kuluerä on kaivopumpun lisääntynyt sähköenergian kulutus, kun saman vesimäärän tuottaminen aiheuttaa tukkeutuvassa kaivossa yhä suurenevan aleneman ja veden nostokorkeuden kasvun. Kun puhdistusmenetelmät eivät enää tehoa riittävästi, joudutaan harkitsemaan uusien kaivojen rakentamista – jotka nekin tukkeutuvat vuosien kuluessa. Uuden vedenottokaivon rakentaminen voi maksaa kokonaisuudessaan jopa 100 000 euroa, mikä on merkittävä kustannus monelle vesilaitokselle. Uusien kaivojen käyttöönottoon saatetaan tarvita myös uusi lupahakemus, mikäli vedenottolupa on myönnetty kaivokohtaisena.

Nykyisin kaivojen puhdistukseen käytetään mekaanista harjausta, vastavirtahuuhtelua, painepesua, hapotusta tai jotain näiden yhdistelmää. Puhdistuksen dokumentointi ja tulosten todentaminen on usein heikkoa tai sitä ei tehdä lainkaan, joten menetelmien tehosta tai toimivuudesta ei ole tarkkaa tietoa.

Menetelmä tutuksi

Kaivoelvytysmenetelmää ovat kehittäneet Saksassa toimitusjohtaja Päivi Puronpää-Shäfer cleanwells GbR:stä ja professori Christoph Treskatis Rein-Westfalenin Tekninen korkeakoulusta. He ovat kirjoittaneet aiheesta aiemmin myös Vesitalouslehdessä (3/2013). Menetelmä on vakiinnuttanut asemansa kaivojen puhdistusmenetelmänä Saksassa ja sitä käytetään myös muualla maailmassa, joten lähtökohtaisesti oletimme menetelmän toimivan myös Suomessa.

Kaivoelvytyksen tavoitteena on saada kaivo jälleen tuottavaksi ja sen ominaisantoisuus kaivon rakentamisen aikaiselle, alkuperäiselle tasolle. Menetelmässä kaivot puhdistetaan ensin mekaanisesti siihen suunnitellun kiertovirtauslaitteiston avulla. Tämän jälkeen kaivo puhdistetaan kiertovirtauslaitteiston sekä kemiallisen elvytysaineen avulla. Elvytysaine aiheuttaa voimakkaan pelkistyneet olosuhteet kaivossa ja sen ympäristössä aikaansaaden rauta- ja mangaanisaostumien liukenemisen. Epäorgaanisen, pH-neutraalin reduktioaineen rauta- ja mangaanisaostumien liuotuskyvyn

on todettu olevan huomattavasti parempi kuin esimerkiksi suolahapon (Vesitalous 2013/03). Kiertovirtauslaitteistolla pesu suoritetaan 1-2 metrin välein, jolloin virtaus saadaan kohdennettua tehokkaasti kerroksittain. **Kuvassa 1** on nähtävissä kaivon rakenteisiin kiinnittynyttä saostumaa.

Menetelmän toimivuus todennetaan suorittamalla kaivon videokuvaus ja ominaisantoisuuspumppaus ennen toimenpiteitä, mekaanisen pesun jälkeen ja lopuksi vielä kemiallisen elvytyksen jälkeen.

Kemiallisen elvytyksen johdosta pohjaveden sähkönjohtavuus ja sulfiittipitoisuus nousevat hetkellisesti, ja huuhtelusta syntyvä vesi on johdettava joko viemäriin tai toimitettava säiliöautolla lähimpään viemäriin tai jätevedenpuhdistamolle. Veden laatua tarkkaillaan jatkuvasti huuhtelun aikana. Kun pitoisuudet ovat palanneet riittävän alhaiselle tasolle, voidaan huuhteluvesi johtaa maastoon.

Elvytysaineen käytöstä ja ominaisuuksista on annettu selvitys Uudenmaan ja Hämeen ELY-keskuksille. Käyttö ei edellytä ympäristösuojelulain tai vesilain mukaista lupaa, kunhan riittävästä tarkkailusta huolehditaan toimenpiteiden aikana.

Tulokset ovat lupaavia

Kaivoelvytysmenetelmää on testattu ja kehitetty Suomessa vuonna 2020 Pirkanmaan ELY-keskuksen rahoittamalla pilotilla yhdessä Maanrakennus Jokinen Oy:n kanssa. Pilottiin osallistui kolme vesilaitosta, joista mukana oli neljä tuotantokaivoa. Pilotin ulkopuolisissa hankkeissa mekaanisella kiertovirtauslaitteistolla on puhdistettu edellisten lisäksi useita kaivoja ja kemiallisesti yksi kaivo. Tulokset menetelmän käytöstä ovat lupaavia: Jo mekaanisella kiertovirtauspesulla on päästy hyviin tuloksiin. Kun siihen vielä yhdistettiin kemiallinen elvytys, ominaisantoi-

Kuva 1. Vasemmalla: Kaivosta mekaanisen huuhtelun mukana tullutta kovaksi iskostunutta rautasaostumaa. Oikealla: Rauta- ja mangaanisaostuman tukkima pumpun imusiivilä.

suus parantui lähtötilanteeseen nähden edelleen huomattavasti (**Taulukko 1** ja **Kuva 2**) (AFRY Finland Oy, 2021).

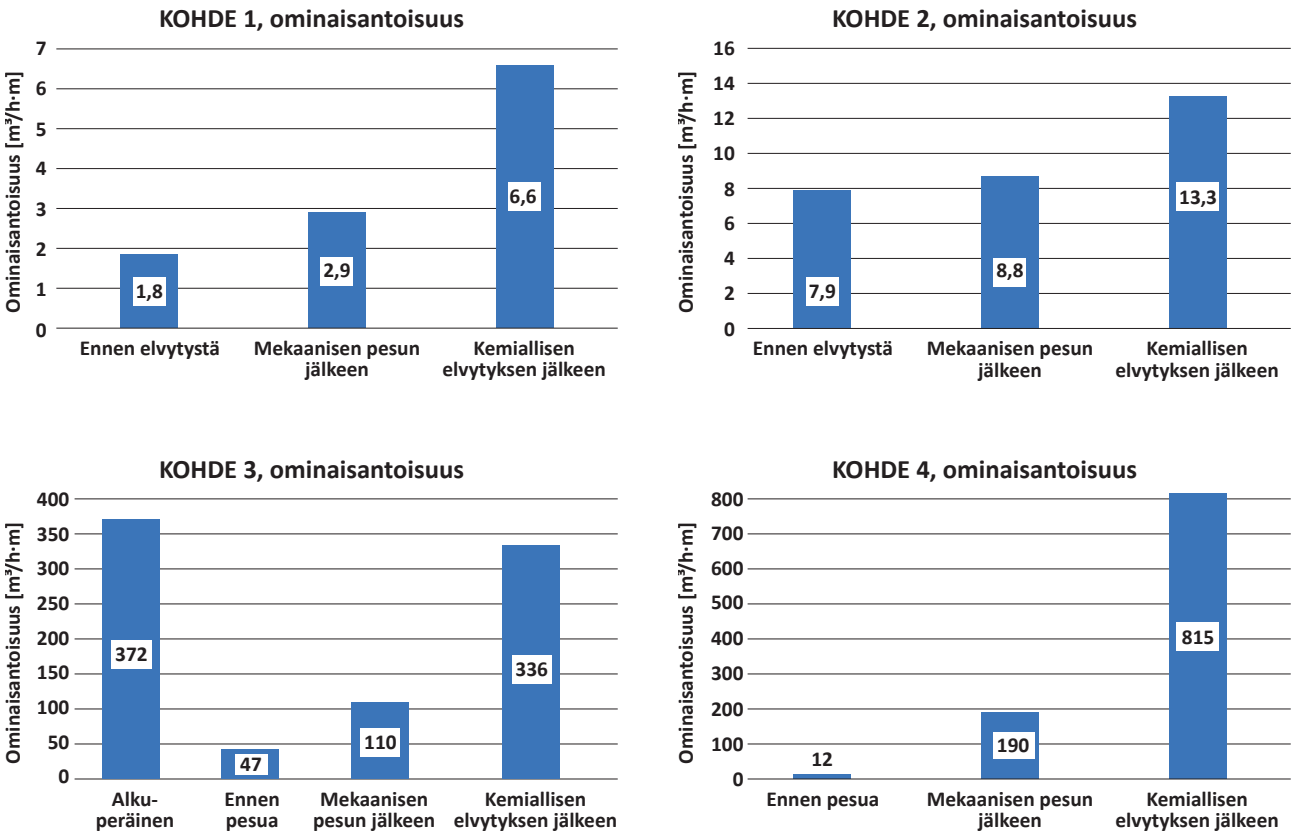
Kaivon ominaisantoisuuden kasvu (elpyminen) on sitä suurempi mitä tukkeutuneempi kaivo on. Lievästi tukkeutunut kaivo elpyy pahoin tukkeutunutta vähemmän. Kohteessa, joissa oli tiedossa kaivon alkuperäinen ominaisantoisuus, päästiin lähelle kaivon rakentamisen aikaista antoisuutta.

Dokumentointi isossa roolissa

Kaivoelvytysmenetelmän keskeisiä työvaiheita ovat eri toimenpiteiden dokumentointi ja tulosten raportointi. Kaivot videokuvataan ja niihin tehdään ominaisantoisuuspumppaus ennen ja jälkeen elvytyksen. Tavoitteena on seurata kaivojen tuoton kehitystä puolen vuoden tai vuoden välein elvytyksen pidemmän aikavälin toimivuuden seuraamiseksi. Dokumentoinnilla varmistetaan tietojen säilyminen vesilaitoksella myös tulevaisuudessa,

Taulukko 1. Pilottikohteiden ominaisantoisuuden kehitys. Suluissa elpymiskerroin mekaanisen pesun jälkeen.

	Ominaisantoisuus ennen elvytystä [m³/h·m]	Ominaisantoisuus elvytyksen jälkeen [m³/h·m]	Elpymiskerroin	Elpymisprosentti
KOHDE 1	1,8	6,6	3,7 (1,6)	259
KOHDE 2	7,9	13,3	1,7 (1,1)	68
KOHDE 3	47,0	336	7,1 (2,3)	623
KOHDE 4	12,0	815	67,9 (15,8)	6692



Kuva 2. Pilottikohteiden ominaisantoisuuden kehitys. Kohteessa 3 oli tiedossa kaivon rakentamisen aikainen ominaisantoisuus, johon kaivoelvytyksen tuloksia voitiin verrata.

sillä informaatiota saattaa kadota esimerkiksi henkilökunnan vaihtuessa.

Tässä kuvatun menetelmän ja ns. perinteisten menetelmien tehon vertailu on hankalaa johtuen aiemman dokumentoinnin puutteista. Selkeä vertailu edellyttäisi mm. ominaisantoisuusmäärityksiä ennen ja jälkeen toimenpiteiden. Aiemmin niitä on tehty valitettavan harvoin, jos lainkaan.

Huomioitavaa vesilaitoksilla

Vesilaitoksella on huomioitava, että elvytettävä kaivo on pois käytöstä 1-2 vuorokautta. Lisäksi elvytettävän kaivon viereisten kaivojen tulee olla pois käytöstä kemiallisen elvytyksen aikana. Elvytyksen aikainen vedensaanti on siten varauduttava turvaamaan muualta saatavalla vedellä.

Kaivoelvytysmenetelmä soveltuu siiviläputkikaivojen pesuun. Joillakin vesilaitoksilla on kuitenkin vielä vanhoja puusiiviläkaivoja. Niiden elvytykseen menetelmä soveltuu siivilän heikomman rakenteen vuoksi huonosti.

Elvytys ei luonnollisesti paranna pohjaveden happitilannetta, joten rautaa ja mangaania liukenee entiseen tapaan pohjaveteen saostuen kaivorakenteisiin ja maaperään. Näin ollen on odotettavissa, että toimenpiteet joudutaan uusimaan kullekin kaivolle ominaisella aikavälillä. Menetelmän ollessa tehokas ja sen ulottuessa kauas siivilän ulkopuoliseen maaperään, kestää kemiallisen elvytyksen vaikutus pitkään. Kemiallisen elvytystarpeen aikavälin pidentyessä riittää niiden välillä kaivon elvytys mekaanisesti ilman elvytyskemikaalia.

Saatujen tulosten perusteella näemme kaivoelvytysmenetelmällä suurta potentiaalia vesilaitosten kaivojen elvytyksissä. Kaivokohtaisen, vedenlaadusta riippuvan elvytysvälin määrittämiseksi tullaan elvytyskohteissa tekemään jatkoseurantaa kuten ominaisantoisuuden määrityksiä.

Kirjallisuus

Treskatis, C. ja Puronpää-Shäfer, P., 2013. Siiviläputkikaivojen vanheneminen ja elvytys. Vesitalous 3/2013.

AFRY Finland Oy, 2021. Kaivoelvytyksen pilottihanke, loppuraportti.

Treskatis, C. ja Houben, G., 2007, Water Well Rehabilitation and Reconstruction. McGraw Hill, New York.

Maaperähapetus –

ympäristöystävällinen ja edullinen menetelmä kaivoveden laadun parantamiseen

Maaperähapetus on täysin biologinen ja ympäristöystävällinen menetelmä raudan ja mangaanin poistoon, jossa hyödynnetään maaperän biologisia prosesseja, toteuttaen raudan ja mangaanin poistoa maaperän pohjavesivyöhykkeessä. Menetelmän avulla saadaan lisättyä merkittävästi pohjaveden happipitoisuutta, jonka vaikutuksesta raudan ja mangaanin liukoiset muodot saostuvat maaperään samalla raakaveden laadun parantuessa.

TIMO FRIMAN
projektipäällikkö,
Pohjavesiosasto
AFRY Finland Oy
timo.friman@afry.com

Raakaveden rauta ja mangaani ovat yksi yleisimmistä vedenlaatua heikentävistä tekijöistä pohjavesilaitoksilla. Rautaa ja mangaania liukenee maaperän kiviaineksesta pohjaveteen, kun vedessä on vain vähän happea. Maaperän pohjavesivyöhykkeessä esiintyy runsaasti rauta- ja mangaanibakteereja ja jos happea on niukasti, ne eivät pysty tehokkaasti toimimaan ja kasvamaan. Savikon alaiset muodostumat, rantaimeytyminen ja humuksen hajoaminen ovat usein syynä hapen puutteeseen. Pohjavedessä kasvavat rauta- ja mangaanibakteerit saostavat rautaa ja mangaania maaperään, mikäli vedessä on happea.

Maaperähapetus menetelmänä perustuu AFRYn kehittämään laitteistoon, jonka kautta maaperään saadaan imeytysveden mukana syötettyä runsaasti happea. Menetelmä perustuu maaperässä tapahtuvaan biologiseen toimintaan ja on täysin kemikaaliton kestävän kehityksen menetelmä. Hapen lisäys vedenottamon kaivokentän maaperässä saa aikaan välittömän biologisen saostumisprosessin ja rauta-, sekä mangaanibakteerien kasvun. Verrattuna raudan ja mangaanin laitosmaiseen käsittelyyn eli yleensä biologiseen suodatukseen laitoksella, maaperähapetuksessa raudan ja mangaanin saostuminen alkaa välittömästi, kun taas laitoksilla varsinkin mangaanibakteerikannan muodostumiseen voi mennä useita kuukausia.

Muista pohjaveden hapetusmenetelmistä kuten jälleenimeytyksestä ja VYR-menetelmästä maaperähapetus eroaa siinä, että maaperään saadaan kulkeutumaan jopa yli 20 kertainen määrä happea niihin verrattuna samalla energiamäärällä. Muissa mainituissa menetelmissä maaperään imeytetään hapella kyllästynyttä vettä, ts. happea on vedessä sen lämpötilasta riippuen 10…12 mg/ℓ, kun taas AFRY:n menetelmässä kyllästyneen veden lisäksi maaperään kulkeutuu moninkertainen happimäärä pienissä mikropisaroissa. Sen seurauksena hapettuneen pohjavesivyöhykkeen paksuus ja laajuus on varsin huomattava ja muita menetelmiä oleellisesti suurempi.

Edellytykset menetelmän käytölle ja hapetuskokeen kulku

Maaperänhapetuksen soveltuvuus vedenottamolle arvioidaan tekemällä lähtötilanteen kartoitus eli selvitetään raakaveden laatu, kaivojen määrä ja sijainnit, kaivojen syvyydet ja ominaisantoisuudet, kaivojen käyttö ja tuotot sekä pohjavesiolosuhteet. Toistaiseksi toteutettujen maaperähapetuskokeiden perusteella maaperän vedenjohtavuuden tulisi olla kohtalaisen hyvä, eikä

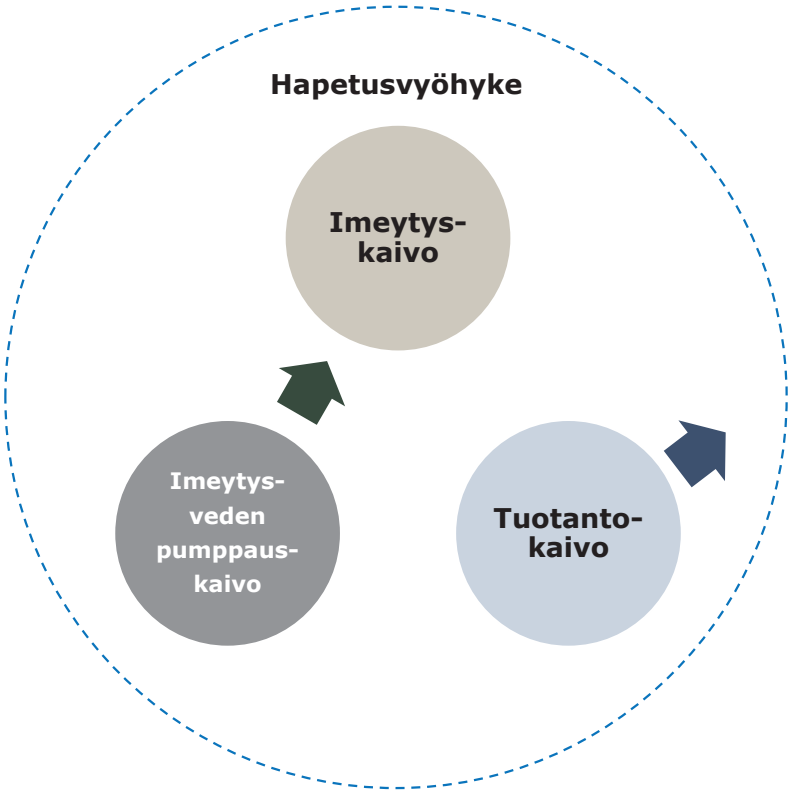
pohjavedenpinta saisi olla liian lähellä maanpintaa, koska imeytyskaivossa täytyy olla vesipinnan ylentämisvaraa. Menetelmä ei sovellu kohteisiin, joissa on paineellinen pohjavesi. Kaivoja tulisi olla mielellään vähintään kolme, joista yksi on jatkuvasti tuotantokäytössä.

Maaperähapetus toteutetaan vedenottamoilla yleensä vaiheittain edeten hapetuskokeen tulosten mukaisesti. Hapetuskokeissa seurataan erityisesti veden laatua, pumpattavia ja imeytettäviä vesimääriä sekä imeytyskaivoon pumpattavan veden mukana syötettävän hapen määrää. Vedenottamon lähialueelta voidaan seurata myös havaintoputkien veden happipitoisuuksia.

Toteutetut kohteet ja tulokset

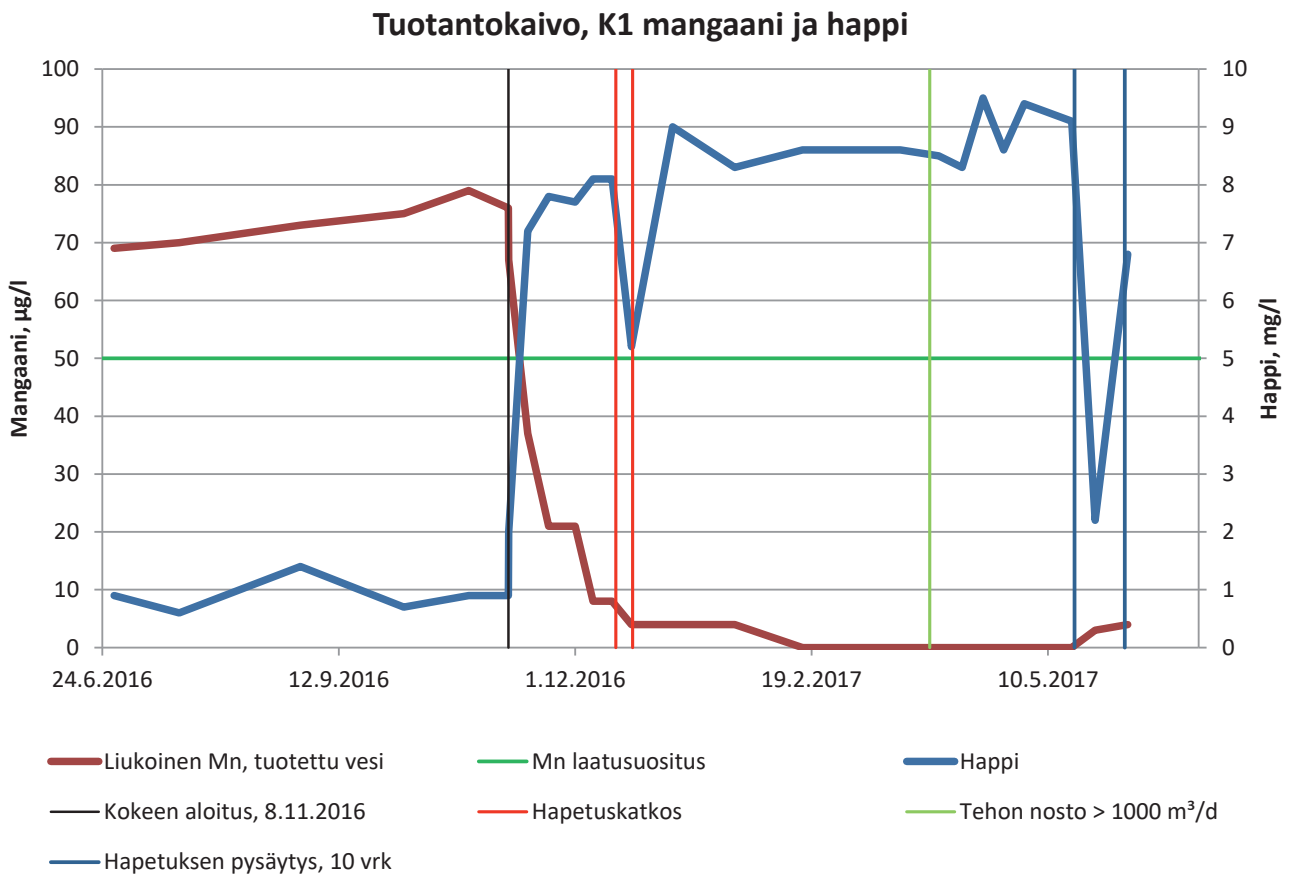
Maaperähapetusta on toteutettu toistaiseksi noin kymmenellä vedenottamolla ympäri Suomea vuodesta 2012 lähtien. Kohteet sijoittuvat geologisesti savikon alaisiin muodostumiin ja pintavesivaikutteisiin kohteisiin, joissa on järvi- ja jokivaikutteisia vedenottamoita. Lisäksi maaperähapetusta on toteutettu muutamalla tekopohjavesilaitoksella. Maaperähapetus on jatkuvassa käytössä tällä hetkellä kuudessa kohteessa. Kolmessa kohteessa hapetuskoe on käynnissä tai alkamassa.

Toteutetuissa kohteissa pohjaveden rautapitoisuudet ovat vaihdelleet välillä 0…4 700 µg/ℓ ja mangaanipitoisuudet välillä 10…600 µg/ℓ. Pääosassa kohteita rauta- ja mangaanipitoisuuksia on pyritty laskemaan, mutta yhdessä kohteessa tarkoituksena oli säilyttää vedenottamon tuotantokaivon hyvä vedenlaatu suuremmalla pumppausmäärällä kuin ilman maaperähapetusta olisi mahdollista ilman vedenlaadun heikentymistä. Osassa kohteista, joissa raudan ja mangaanin pitoisuudet ovat olleet vähän yli laatusuositusten, on päästy maaperähapetuksen avulla pitoisuuksissa selvästi alle laatusuositusten. Vastaavasti osassa kohteissa on alen-



Kuva 1. Kaaviokuva maaperähapetuksesta.

FCG
Suunnitelmat vesihuollon koko elinkaarelle.
fcg.fi/vesihuolto



Kuva 2. Esimerkki maaperähapetuksen tuloksista eräällä vedenottamolla Etelä-Suomessa.

nettu pitoisuuksia merkittävästi, vaikka hyvin korkeiden pitoisuuksien johdosta ei ole päästy alle laatusuosituksien. Tästä huolimatta kohteiden maaperähapetus on keventänyt raakaveden laitoskäsittelyssä käytettävien kemikaalien käyttöä ja pidentänyt huoltovälejä. Esimerkki hapetuskokeen tuloksista on **Kuvassa 2**.

Tulosten perusteella lasketut raudan ja mangaanin reduktiot vaihtelevat raudan osalta noin 50…100 % ja mangaanin osalta noin 35…95 %. Keskimäärin reduktiot ovat olleet raudan osalta 78 % ja mangaanin osalta 76 %. Korkeimmat reduktiot on saavutettu kohteissa, joissa pitoisuudet ovat olleet vähän yli laatusuosituksien. Kuitenkin eräässä kohteessa, jonka raakaveden rautapitoisuus oli ennen maaperähapetusta yli 4 500 µg/ℓ, on saavutettu jopa 60 % reduktio. Maaperähapetuskokeiden aikana imeytysveden mukana kaivoon on johdettu ilman mukana happea noin 100…3 400 kg/d ja keskimäärin noin 950 kg/d. Samassa yhteydessä kohteiden raakaveden happipitoisuus on kasvanut parhaimmillaan jopa 900 %.

Päätelmät

Maaperähapetus on biologinen, ympäristöystävällinen ja kemikaaliton kestävän kehityksen menetelmä raudan ja mangaanin poistoon vedenottamon raakavedestä. Menetelmää voidaan lisäksi käyttää rinnan laitoskäsittelyn kanssa. Etuna laitoskäsittelyyn verrattuna on maaperähapetuksen kustannustehokkuus. Maaperähapetuksella voidaan saavuttaa pienemmät laitoksen kemikaali-, energia- ja suodatinmateriaalikustannukset sekä pidemmät huoltovälit.

Maaperähapetuksen osalta huoltotarve liittyy hapetuksen imeytyskaivon ja sen välittömän ympäristön elvytykseen. Samalla tavalla kuin laitoskäsittelyssä saostuva rauta ja mangaani aiheuttavat tukkeutumista laitoksen suodattimissa, aiheutuu maaperähapetuksessa imeytyskaivon ja sen suodatinosan tukkeutumista. Imeytyskaivon huoltoväli riippuu pitkälti raakaveden rauta- ja mangaanipitoisuudesta. Huoltoväli voi olla useasta vuodesta muutamaan kertaan vuodessa. Kohteessa, jossa pitoisuudet ovat suhteellisen pieniä, on menetelmä toiminut ilman huoltotarvetta vuodesta 2013.

Digitalisoinnin hyödyntäminen vesihuoltoverkostojen kunnonhallinnassa

Digitalisaation hyödyntäminen verkosto-omaisuuden hallinnassa vaihtelee vesilaitosten välillä. Oulun yliopiston keräämässä selvityksessä kartoitettiin, mikä tilanne eri kokoisissa laitoksissa tällä hetkellä on digitaalisten aineistojen ja menetelmien hyödyntämisen suhteen, kuinka laitokset tunnistavat digitalisaation mahdollisuuksia ja mitä laitokset toivoisivat tehtävän digitaalisten järjestelmien ja menetelmien edistämiseksi.

VELI-MATTI TAKKINEN
ympäristötekniikan kandidaatti
Oulun yliopisto, Vesi-, energia- ja ympäristötekniikka
veli-matti.takkinen@oulu.fi

HEINI POSTILA
tutkijatohtori
Oulun yliopisto, Vesi-, energia- ja ympäristötekniikka
heini.postila@oulu.fi

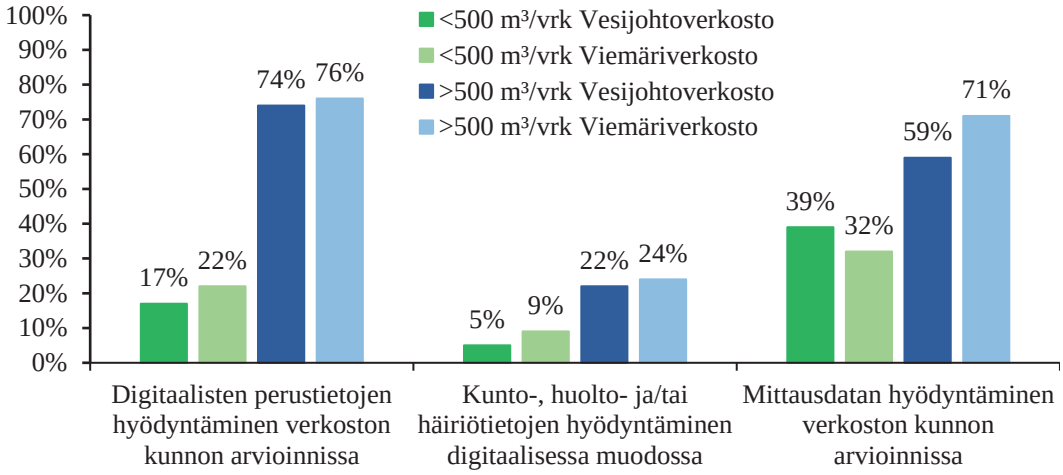
JANI TOMPERI
tutkijatohtori
Oulun yliopisto, Ympäristö- ja kemiantekniikka
jani.tomperi@oulu.fi

PEKKA ROSSI
assistant professor
Oulun yliopisto, Vesi-, energia- ja ympäristötekniikka
pekka.rossi@oulu.fi

Suomessa on meneillään kansallinen vesihuoltouudistus, jolla pyritään toimintaympäristön muutosten ennakointiin ja varmistamaan laadukas ja turvallinen vesihuolto (MMM, 2019). Digitalisaatio mahdollistaa vesihuoltolaitoksen verkosto-omaisuudenhallinnan kehittämisen esimerkiksi saneerausten oikea-aikaisemman kohdistamisen suuntaan. Oulun yliopisto on käynnistänyt elokuussa 2020 maa- ja metsätalousministeriön rahoittaman Vesihuoltoverkostojen digitalisaatio: tilannekatsaus ja kehitystarpeet -projektin, jonka tavoitteena on selvittää Suomen vesihuoltolaitosten digitalisaation nykytilaa ja käyttöä verkosto-omaisuudenhallinnassa ja saneerausten suunnittelussa sekä digitaalisen osaamisen tilaa ja tarjontaa vesihuoltoalalla.

Tutkimus aloitettiin vuoden 2020 lopulla vesihuoltolaitoksille lähetetyllä Webropol-kyselyllä. Kyselyssä kartoitettiin laitosten vesijohto- ja viemäriverkoston digitaalisten tietojen hyödyntämistä verkosto-omaisuudenhallinnassa kysymällä mm. digitaalisten aineistojen ja etäluettavien mittareiden käytöstä. Kyselyyn vastasi 174 eri kokoista laitosta ympäri Suomen, joista viisi haastateltiin tulosten täydentämiseksi helmikuussa 2021.

Kyselyyn vastanneet laitokset jakautuivat kokonsa puolesta siten, että alle 500 m³/vrk vettä välittäviä laitoksia oli 67 % vastanneista, 500–1 000 m³/vrk kokoisia laitoksia oli 10 % ja yli 1 000 m³/vrk laitoksia 23 % vastanneista. Verkostosta saatavien peruskarttatietojen, kuten putkien iän ja materiaalien hyödyntäminen digitaalisessa muodossa on selkeästi yleisempää yli 500 m³/vrk kokoisten laitosten osalta (**Kuva 1**).



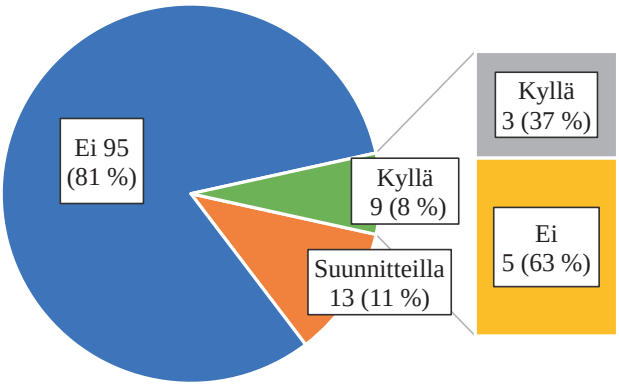
Kuva 1. Perustietojen hyödyntäminen, kunto-, huolto ja häiriötietojen kerääminen ja mittausdatan hyödyntäminen vesijohto- ja viemäriverkostossa.

Alle 500 m³/vrk kokoisten laitosten yleisimmät syyt, miksi digitaalisia perustietoja ei hyödynnetä, olivat tietotaidon puute ja ettei digitaalisia perustietoja nähty hyödylliseksi. Vastaavasti yli 500 m³/vrk laitoksilla yleisimpänä esteenä oli aineiston puutteellisuus. Myös kunto-, huolto- ja häiriötietojen hyödyntäminen oli yleisempää suurempien laitosten kohdalla, joista viidesosa hyödynsi digitaaliseen muotoon kerättyjä tietoja omaisuudenhallinnassaan. Lisäksi kaksi kolmesta yli 500 m³/vrk ja puolet alle 500 m³/vrk laitoksista hyödynsi ei-digitaaliseen muotoon kerättyjä kunto-, huolto- ja häiriötietoja. Kolmasosa alle 500 m³/vrk ja kaksi kolmasosaa yli 500 m³/vrk laitoksesta kertoi hyödyntävänsä verkostosta kertyvää mittausdataa, kuten pumppaus- tai painetietoja verkoston kunnon arvioinnissa ja saneerausten suunnittelussa. Puolet mittausdataa hyödyntävistä laitoksista kertoi hyödyntävänsä veden laatutietoja verkoston kunnon arvioinnissa. Kaiken kaikkiaan kokoluokkien sisällä vesijohto- ja viemäriverkostojen tulokset olivat hyvin samankaltaisia keskenään. Viemäriverkostossa hyödynnettiin kuntotutkimuksien pohjalta tarkennettua arviointia ja verkostomallinnusta hieman enemmän saneerausten suunnitteluun kuin vesijohtoverkoston puolella. Syynä tähän voi olla kuntotutkimusten helpompi toteuttaminen viemäriverkostossa kuin vesijohtoverkostossa.

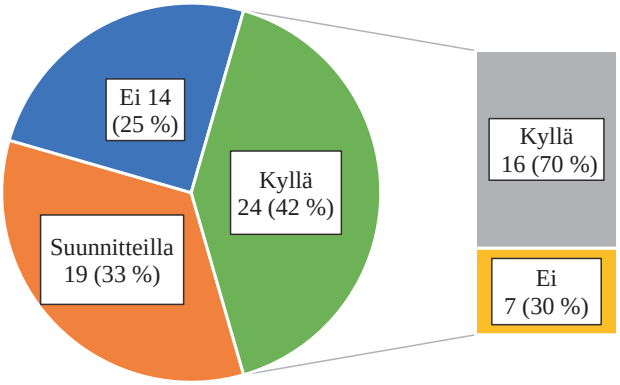
Etäluettavia mittareita hankittiin pääasiassa laskutuksen helpottamiseksi ja ajantasaistamiseksi, mutta myös verkoston vesitaseen tarkasteluun. Asiakaskohtaisten etämittareiden asentaminen ja asentamisen suunnitteleminen olivat selvästi yleisempää yli 500 m³/vrk laitoksissa (**Kuva 2** ja **Kuva 3**). Huomioitavaa on, että ”Kyllä” vastanneissa laitoksissa voi olla mukana sekä laitoksia, jotka ovat asentaneet vain muutamia mittareita, että laitoksia, joissa on jo laajasti etäluettavia mittareita asennettuna. Haastattelujen perusteella voidaan arvioida, että todellisuudessa niiden laitosten osuus, joissa on jo laajemmalti mittareita asennettuna, on saatuihin prosenttilukuihin nähden selvästi pienempi. Tutkimuksessa selvisi myös, että monet laitokset aloittavat etäluettavien mittareiden hankkimisen pilottihankkeena. Piloteista saadut kokemukset olivat positiivisia, vaikkakin hankkeiden aikana havaittiin pientä alkukankeutta esimerkiksi tiedonsiirrossa ja signaalien kuuluvuudessa.

Ulkopuolisten palvelujen hyödyntäminen oli huomattavasti suositumpaa suuremmissa laitoksissa (67 % hyödynsi). Suosituinta oli kuntotutkimusten teettäminen. Alle 500 m³/vrk laitoksista reilu kymmenes hyödynsi yritysten palveluja pääasiassa perustietojen digitalisointiin ja kuntotutkimusten tekemiseen.

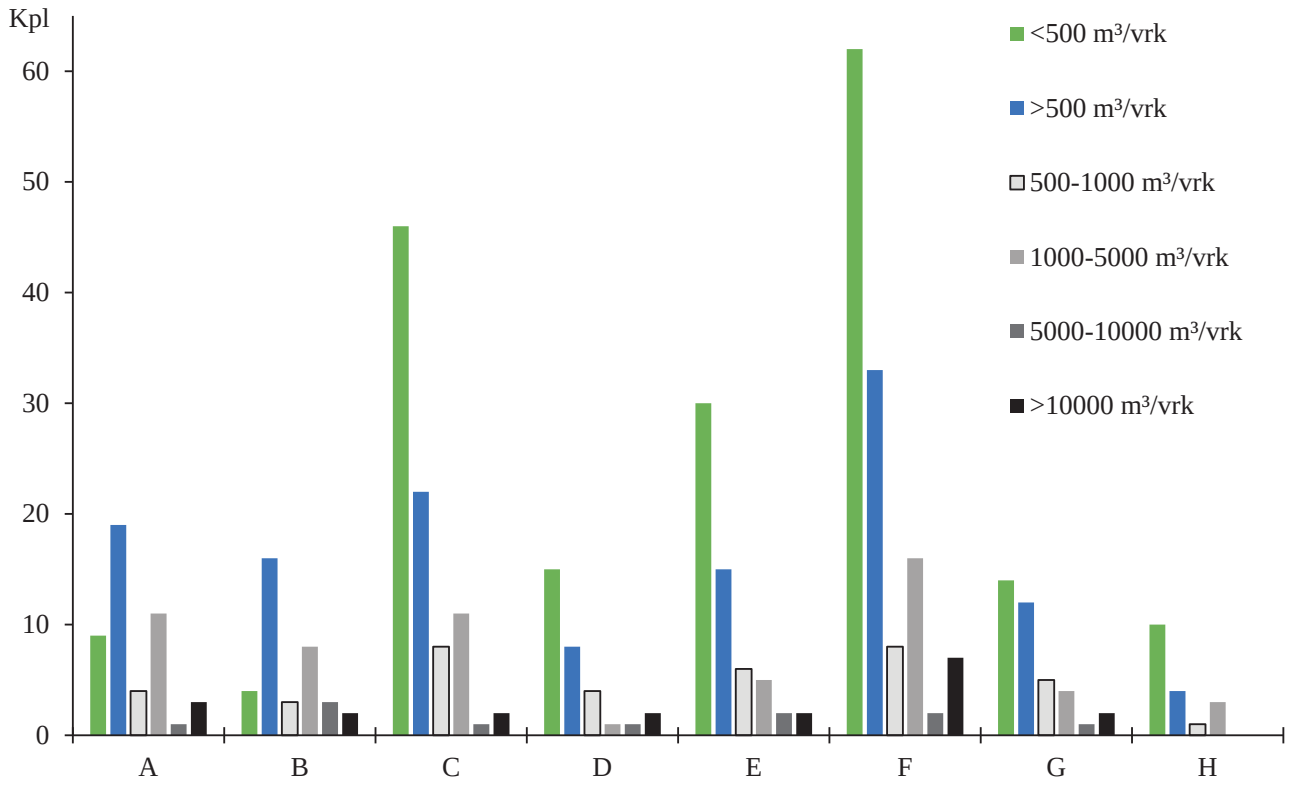
Vesihuoltolaitoksilta kysyttiin myös, millaista tukea laitokset kaipaisivat digitaalisten järjestelmien ja menetelmien suhteen. Suosituimmiksi suuntaa antaviksi vaihtoehdoiksi nousivat sekä pienempien että suurempien laitosten osalta ”selkeä kirjallinen ohjeistus, miten tulisi edetä” ja ”vesihuoltolaitosten välinen yhteistyö” (**Kuva 4**). Lisäksi yli 500 m³/vrk laitokset arvioivat koulutusseminaarit ja laajat koulutuskokonaisuudet hyviksi vaihtoehdoiksi. Alle 500 m³/vrk laitokset eivät nähneet koulutusvaihtoehtoja yhtä tarpeellisina, sen sijaan alueellinen digikoordinaattori nähtiin parempana vaihtoehtona. Valtakunnallinen tai alueellinen yhteinen tietopankki, johon kerättäisiin kattavasti tietoa verkoston kuntoon ja saneeraukseen vaikuttavista tekijöistä arvioitiin hyödylliseksi molemmissa kokoluokissa.



Kuva 2. ”Onko asiakaskohtaisia etäluettavia mittareita asennettuna?” ja kyllä vastanneiden osalta ”Käytetäänkö tai onko tarkoituksena käyttää mittareista saatua dataa verkostojen omaisuudenhallinnassa?” vastaukset alle 500 m³/vrk laitoksista.



Kuva 3. ”Onko asiakaskohtaisia etäluettavia mittareita asennettuna?” ja kyllä vastanneiden osalta ”Käytetäänkö tai onko tarkoituksena käyttää mittareista saatua dataa verkostojen omaisuudenhallinnassa?” vastaukset yli 500 m³/vrk laitoksista.



A = Koulutusseminaari, B = Laaja koulutuskokonaisuus, C = Selkeä kirjallinen ohjeistus, miten tulisi edetä,

D = Valtiotasoiset toimintalinjat esimerkiksi järjestelmien yhteensopivuuksien standardisoinnin suhteen,

E = Alueellinen digikoordinaattori esim. ELY-keskuksilla, F = Vesihuoltolaitosten välinen yhteistyö,

G = Hankintaosaamisen kehittäminen, H = Muuta, mitä?

Kuva 4. Eri kokoisten laitosten vastaus kysymykseen "Millaista tukea kaipaisitte digitaalisten järjestelmien/menetelmien suhteen?". Yli 500 m^3/vrk laitosten vastaukset on eritelty myös tarkemmin kokoluokittain (mustavalkoiset palkit).

Vesihuoltolaitosten välisen yhteistyön kehittämisellä pystyttäisiin jakamaan laitosten kokemuksia digitaalisten menetelmien kehittämisen suhteen, jolloin laitokset voisivat hyödyntää toisten laitoksen kokemuksia. Alueellinen digikoordinaattori esimerkiksi neuvoisi, miten laitos voisi hyödyntää digitaalisia tietoja toiminnassaan paremmin. Tällöin laitos pystyy kohdentamaan rajallisia resursseja tehokkaammin ja oikea-aikaisemmin saneeraamiseen, ja siten vähentämään vuotovesiä ja turvaamaan veden toimitusta. Kirjallisessa ohjeistuksessa voitaisiin käydä läpi esimerkinomaisesti, miten kerättyä dataa voitaisiin käsitellä niin, että sen perusteella on mahdollista arvioida esimerkiksi oikeaa saneerausjärjestystä.

Digitaalisten ratkaisujen suhteen laitokset ovat selkeästi vaihtelevissa tilanteissa, mutta kirjallinen ohjeistus ja vesihuoltolaitosten välinen yhteistyö nähdään alustavien tulosten perusteella mahdollisina hyvinä käytänteinä digitalisaation edistämisessä verkosto-omaisuuden hallinnassa. Etäluettavista mittareista saatua dataa voitaisiin hyödyntää nykyistä laajemmin esimerkiksi veden laadun tarkkailuun, vuotovesiselvityksiin, asiakaspalveluun ja verkoston kunnon arviointiin. Tarkempia tuloksia tutkimuksesta julkaistaan myöhemmin 2021 valmistuvissa diplomityössä sekä Vesihuoltoverkostojen digitalisaatio: tilannekatsaus ja kehitystarpeet -projektin loppuraportissa.

Kirjallisuus

Maa- ja metsätalousministeriö MMM, 2019.
Kansallinen vesihuoltouudistus. Saatavissa:
https://mmm.fi/vesihuoltouudistus [viitattu 10.3.2021].

Laaja tuotevalikoima vesihuolto-verkoston rakentamiseen ja ylläpitoon

Onnisen verkkokaupassa hankintojen tekeminen on helppoa ja nopeaa. Näet tuotetiedot, yrityksesi tilaus-historian sekä hinta- ja saatavuustiedot samasta paikasta.

Verkkokauppa käyttöön
Jos yrityksesi on jo Onnisen asiakas, tilaa tunnukset suoraan verkkokaupasta.

Uusi asiakas?
Avaa ensin yrityksellesi asiakastili. Saatte samalla myös verkkokauppatunnukset.

Vesihuoltolaitoksen verkosto-omaisuuden hallinta haltuun

– irrallisista prosesseista arkea ohjaavaan toimintaan

HS-Vesi on perustettu vuonna 2001 ja verkostoalue on myöhemmin muodostunut 10 vanhan kunnan alueesta. Verkoston kunto ja dokumentoinnin taso ovat eri alueilla huomattavan erilaista. Sen vuoksi myös erilaiset verkoston tilaa ohjaavat toimenpiteet ovat perustuneet eri alueilla eritasoiseen tietämykseen verkoston tilasta ja kunnosta.

JARNO LAINE
suunnittelupäällikkö,
HS-Vesi
jarno.laine@hsvesi.fi

Koska HS-Vedellä on paljon verkostoa (≈2600 km), on yhtenäisen kokonaiskäsityksen saaminen verkoston kunnosta ollut vaikeaa. Saneerausratkaisut ovat tapahtuneet pääosin reaktiivisesti esille tulleisiin vakaviin vikoihin perustuen. Tarpeeksi hyvä osumatarkkuus saneerauskohteiden valinnassa on saatu kohdistamalla saneeraukset vikaantuneiden kohteiden lisäksi tiettyihin materiaaleihin.

HS-Vedessä on jo kauan tiedostettu, että vanhat toimintatavat eivät enää päde muuttuvassa toimintaympäristössä pyrittäessä tehokkaaseen verkosto-omaisuuden hallintaan, vaan saneerauspäätösten tulee perustua verkoston *tunnettuun kuntoon*. Tavoite on haastava, sillä HS-Veden verkostojen kuntotieto on varsin niukkaa ja hajanaista. Tietomäärää on systemaattisesti lisättävä, samoin kerättävien ja analysoitavien muuttujien määrää.

Tulevaisuudessa kunnossapidon ja verkostosaneerausten resurssit on pyrittävä ohjaamaan tehokkaasti, jotta toimintavarmuus saadaan säilytettyä. Pelkkä putkimetri- tai euromääräinen tehokkuusmittaus ei ole oikea lähtökohta, vaan toiminnalla on oltava myös vaikuttavuutta. Näistä reunaehdoista HS-Vesi aloitti vuonna 2019 kaksivuotisen projektin, jonka tarkoitus oli rakentaa prosessit ja toimintatavat, joilla verkosto-omaisuuden hallinnan tulevaisuuden haasteisiin voidaan paremmin vastata.

Kehitetyn toimintamallin periaate

Projektissa rakennettiin HS-Veden ympäristöön ja resursseille sopiva toimintamalli, jossa prosessin eri osista voidaan erottaa ”perinteisen” materiaalin tekniseen pitoaikaan perustuvan saneerausvelkakäsitteen lisäksi myös muita velan käsitteitä: *1. tunnistettu selvilläolovelka, 2. tunnistettu kunnossapito-*

velka ja *3.tunnistettu saneerausvelka*. Näihin päästiin kiinni lisäämällä koko verkostoon normaalin verkostohierarkian ja kuntotietojen lisäksi taustamuuttujia, joita olivat mm. erilaiset sijaintiattribuutit, liittyjien tärkeys ja kriittiset jätevesipumppaamot paineputkineen. Niille määriteltiin selvilläolon tavoitetasot kyseisen verkosto-osan kriittisyyden ja tavoitteiden mukaan. Se mahdollisti erilaisten strategisten painotusten tekemisen verkostojen kunnossapidossa ja saneerauksessa. Toimintamalliin on tarvittaessa helppo lisätä uusia muuttujia. Lisäksi se on skaalautuva käytössä olevien resurssien suhteen ja helpottaa myös kunnossapidon ostopalvelujen hankinnan suunnittelua.

Projektin alussa tunnistettiin kaikki tiedot, joita verkosta tarkastuksissa kerätään. Samalla tehtiin verkkotietojärjestelmään jako siitä, onko kyseessä korjaavaan kunnossapitoon menevä vika vai siirtyykö kohde saneerauksen valmisteluun. Kehitetyssä toimintamallissa verkostotarkastuksista löytyneet puutteet tai viat kanavoidaan edellisen jaon perusteella. Sen jälkeen koko verkosto analysoidaan samanaikaisesti verkkotietojärjestelmään rakennetulla analyysillä, joka ajaa ristiin verkoston *tunnetun kunnon* ja *seuraukset*. Tunnettu kunto on jaettu kymmenien muuttujien mukaan kolmeen erilliseen kuntoluokkaan, joita ovat *1. huono*, *2. kohtalainen* ja *3. hyvä.* Seurauksissa, joihin liittyvät mm. sijaintimuuttujat tai liittyjien tärkeys, vastaavat luokat ovat *1. kriittinen* (”välitön” toimenpide), *2. arkikriittinen* (kiinnitetään tulevaan kunnossapito-ohjelmaan) ja *3. tavallinen*. Tällä ns. master-analyysillä saadaan luokiteltua verkosto selkeästi osuuksiin, joihin pitää kohdistaa tarkastusta (tunnistetun selvilläolovelan vähentäminen), kunnossapitoa (tunnistetun kunnossapitovelan vähentäminen) tai saneerausta (tunnistetun saneerausvelan vähentäminen). Korjaavan kunnossapidon resurssien kohdistamisessa käytetään vastaavaa priorisointiperiaatetta.

Lopputulos

Verrattaessa uuden analyysin tuottamaa *tunnistettua saneerausvelkaa* (214 km) materiaalin tekniseen pitoaikaan perustuvaan laskennalliseen velkaan (184 km) tai ROTI2019 prosentuaaliseen yleisarvioon erittäin huonokuntoisesta verkostomäärästä (192 km) ollaan kokonaispituuksissa samoilla tasoilla. Erona on, että huonoa verkostoa HS-Veden oma analyysi tuottaa tällä hetkellä 30 km ja kohtalaisessa kunnossa olevaa 184 km ja kokonaismäärän lisäksi HS-veden analyysissä em. verkoston sijainti tiedetään tarkasti.

Kansallisen vesihuoltouudistuksen valmistelussa on vesihuoltolainsäädännön uudistamiseen liittyen ehdotettu mm. velvoitetta vesihuoltolaitoksille pitkän aikavälin investointisuunnitelman laatimiseksi. Laissa ei ole tarkoituksenmukaista säätää ko. suunnitelman sisältövaatimuksista kovin yksityiskohtaisesti, kuitenkin niin että laki ohjaa riittävän tasokkaaseen suunnitteluun.

HS-Vedessä asiaa on lähestytty siten, että toimintamalli projektoi kohteet hankkeiksi (≈20 v) ja laskee hankkeille keskinäisen toteutusjärjestyksen. Liian pitkälle tulevaisuuteen ulottuvaa vuosiaikataulua ei kuitenkaan ole mielekästä ylläpitää, koska hankkeiden keskinäinen järjestys muuttuu koko ajan verkoston kuntotiedon lisääntyessä. HS-vedessä rakennussuunnitteluun jatkavien hankkeiden aikajänne on 3-5 vuotta ja uudet hankkeet nousevat mallipohjaiseen hankesuunnitteluun tunnetun kunnon perusteella.

HS-Veden kaksivuotisessa (2019-2020) projektissa läpikäytiin ja rakennettiin toimintaprosessit (**Kuva 1**) uudelleen seuraaviin kokonaisuuksiin:

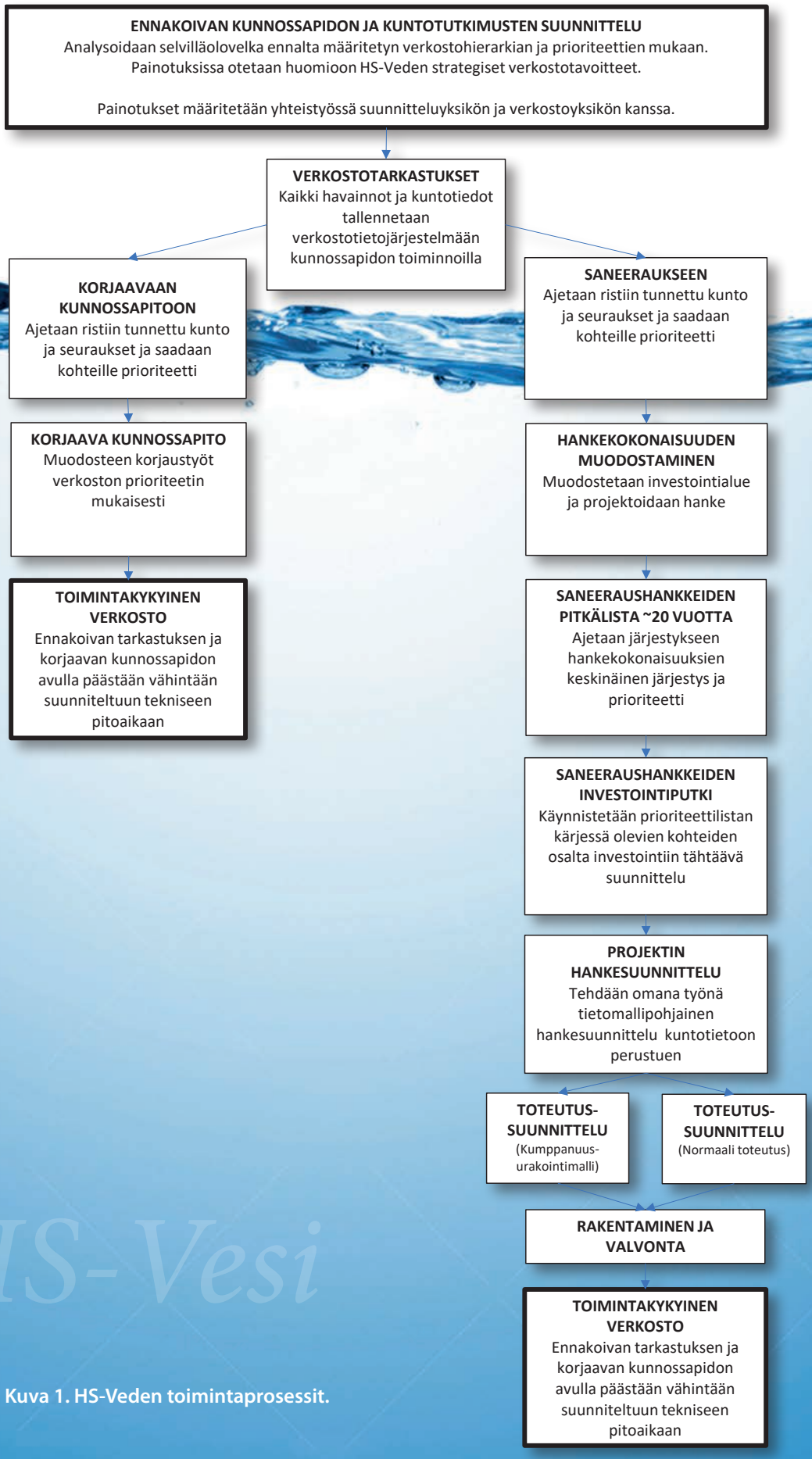
- Maastosta kerättävän verkoston ominaisuus- ja kuntotiedot
- Kerätyn tiedon dokumentointi, käyttötapa ja hyödyntäminen
- Muodostuvan tiedon arvottaminen ja priorisointi
- Kunnossapidon projektit, vuosisuunnittelu ja raportointi
- Hankesuunnittelukokonaisuus, työkalu ja kokonaisuus
- Investointiprojektien hallinta, saneerausvuoden määritys ja kustannuksen ja suunnittelun elinkaari
- Katusaneeraushankkeiden yhteensovittaminen

Lisäksi oheisprojekteina valmistui:

- Sähköinen laskutustöiden työmääräin verkostoyksikön asentajille
- Rajapinta liittymien johtokarttadokumentointiin
- Rajapinta tilaustöiden laskutusten hallintaan

Projekti on toteutettu ottaen huomioon olemassa olevat prosessit ja toiminnot kenttätyössä. Kenenkään ei ole ollut tarpeen täysin muuttaa omia työtapojaan. Tämän on mahdollistanut se, että irrallisia hyviä toimintatapoja on ollut käytössä jo jonkun aikaa. Aika koettiin kypsäksi koko verkosto-omaisuuden hallinnan prosessien läpikäymiselle ja parantamiselle ja toimintamalli on antanut hyvän perustan lähteä edelleen kehittämään verkosto-omaisuuden hallintaa. Projektin toteuttaminen ei ole edellyttänyt yhdenkään uuden ohjelmiston hankkimista, vaan on hyödynnetty nykyisten ohjelmistojen toiminnallisuuksia. Toteutusta auttoi vahva kumppanuus verkkotietojärjestelmätoimittajan kanssa sekä ajatusten jalostaminen sisäisesti HS-Veden yksiköiden ja eri yhteistyökumppanien välisenä yhteistyönä.

HS-VEDEN VERKOSTO-OMAISUUDEN HALLINTA 9.3.2021



Kuva 1. HS-Veden toimintaprosessit.

Vesihuoltoalan yhtenäisen turvallisuusjohtamisen toimintamalli

Vesihuolto kuuluu yhteiskunnan kriittisiin toimintoihin, joka tulee turvata kaikissa olosuhteissa. Tästä syystä kokonaisvaltaisen turvallisuusjohtamisen tulisi olla luonnollinen osa jokaisen vesihuoltolaitoksen toimintaa. Vesihuoltoalalta on tähän asti puuttunut toimintamalli, joka auttaisi laitosten johtajia turvallisuusjohtamisen kokonaisuuden hahmottamisessa ja lisätiedon löytämisessä. Vesihuoltolaitosten kehittämisrahaston hankkeessa nämä asiat koottiin yhteen.

RITVA LAITALA
asiantuntija,
AFRY Finland Oy
ritva.laitala@afry.com

Kirjoittaja työskentelee asiantuntijana AFRY Finland Oy:ssä Vesihuollon kehittämispalvelut -osastolla.

Turvallisuusjohtamisen tavoitteena on organisaation, kuten vesihuoltolaitoksen, toiminnan jatkuvuuden, turvallisuuden ja vaatimustenmukaisuuden varmistaminen kaikissa tilanteissa. Käytännössä tämä tarkoittaa esimerkiksi ihmisiin, ympäristöön, omaisuuteen, tietoon ja maineeseen kohdistuvien haittojen pienentämistä tai ehkäisyä. Turvallisuusjohtamista ei saa nähdä erillisenä toimintona vaan luonnollisena osana organisaation muuta johtamista ja toimintaa.

Turvallisen toiminnan lähtökohtana ovat yleiset hyvät ja turvallisuuden huomioonottavat käytännöt, mutta turvallisuutta ei voida kuitenkaan toteuttaa täysipainoisesti, jos toimintaan liittyvät riskit ja uhat eivät ole tiedossa. Vasta niiden tunnistamisen jälkeen voidaan suunnitella ja tehdä varautumistoimenpiteitä ja varmistaa organisaation turvallinen toiminta. Riskien ja uhkien tunnistaminen ja niiden hallinnan kehittäminen on keskeinen osa turvallisuusjohtamista.

Turvallisuuspolitiikka ja turvallisuuskulttuuri ovat toiminnan keskiössä

Turvallisuusjohtamisen tärkeinä osioina ovat oikeanlaisen turvallisuuskulttuurin luominen ja turvallisuustoiminnan mahdollistavien puitteiden ja resurssien varmistaminen.

Oikeanlaisen ajattelutavan ilmapiiri eli turvallisuuskulttuuri on osa organisaation muuta toimintakulttuuria ja sisältää kaikki ne osat, jotka vaikuttavat organisaation turvallisuuteen. Kulttuuri muodostuu ihmisten käyttäytymisestä ja asenteista sekä organisaation toimintatavoista. Myönteiselle turvallisuuskulttuurille on ominaista johtajien ja yksittäisten henkilöiden yhteinen sitoutuminen siihen, että he toimivat aina turvallisella tavalla erityisesti tilanteissa, joissa on kilpailevia tavoitteita, kuten aikataulut tai resurssien riittävyys.

Turvallisuuspolitiikka puolestaan kuvastaa organisaation johdon tahtotilaa ja tavoitteita siitä, miten turvallisuusasioita organisaatiossa hoidetaan. Politiikan avulla varmistetaan myös lainsäädännön ja muiden velvoitteiden täyttäminen. Turvallisuuspolitiikan avulla turvallisuustoimintaa on mahdollista hallinnoida, vaikka varsinaista turvallisuusjohtamisen toimintamallia ei olisikaan käytössä. Kun politiikassa esitettyjen asioiden käsittelyä syvennetään ja ohjeistetaan tarkemmin, ollaan luomassa turvallisuusjohtamisen toimintamallia.

Organisaation johto varmistaa riittävät resurssit ja puitteet turvallisuustoiminnalle ja työntekijät puolestaan toteuttavat sitä. Vaikka organisaatiossa voikin olla erillisiä turvallisuustoimijoita, jokaisen tulee omassa tehtävässään huolehtia, että oma toiminta tai ne toiminnot, joista on vastuussa, eivät

aiheuta turvallisuusriskiä. Tällä tavoin turvallisuusasiat jalkautetaan jokapäiväiseen toimintaan. Tehtäviin sisältyvät turvallisuusnäkökulmasta huolehdittavat asiat tulee perustella riittävän selkeästi, jotta niiden noudattaminen ja toteuttaminen tapahtuu ymmärtämisen kautta eikä velvollisuutena.

Turvallisuuspolitiikka on organisaation laatima dokumentti, jossa määritellään organisaation turvallisuusjohtamisen periaatteet. Dokumentissa kuvataan muun muassa:

- toiminnan tavoitteet ja päämäärä (mm. toiminnan kriteerit, turvallisuuden vähimmäistaso sekä tuotannon tavoitteet vs. turvallisuuden tavoitteet)
- turvallisuusvastuut, toimivallat ja resurssit
- turvallisuustoiminnan organisaatio
- toimintasuunnitelma tavoitteiden saavuttamiseksi (mm. toimenpiteet ja aikataulu, koulutus, valvonta ja seuranta)

Turvallisuusjohtaminen ei ole vain työturvallisuusasioita

Ei ole itsestään selvää, mitä asioita turvallisuusjohtamiseen katsotaan kuuluvaksi. Vesihuollon turvallisuusjohtamisen toimintamalliin on koottu ne kokonaisuudet ja osa-alueet, jotka tulisi huomioida turvallisuusasioita hallinnoitaessa. Niihin eivät sisälly pelkästään työturvallisuusasiat.

Yleensä organisaation turvallisuusjohtamisen osa-alueiksi katsotaan kuuluvan vähintään työterveys- sekä työturvallisuusasiat. Useissa organisaatioissa turvallisuuteen kuuluvia osa-alueita hallinnoidaan HSEQ-kirjainyhdistelmään kuuluvien osa-alueiden alla, jolloin näkökulmaa laajennetaan myös ympäristöturvallisuuteen sekä tuotannon ja toiminnan laatuun. Organisaation varsinainen riskienhallinta on usein turvallisuusjohtamisesta erillisenä. Riskienhallintaan sisältyy operatiiviset riskit ja vahinkoriskit sekä strategiset ja taloudelliset riskit. Vesihuollon turvallisuusjohtamisen toimintamallissa kokonaisuuteen kuuluvaksi määriteltiin viisi eri turvallisuuden osa-aluetta, joiden avulla turvallisuusjohtamista voidaan hallita (**Kuva 1**).

Työturvallisuus (työterveyshuolto ja työsuojelu) sekä henkilöstöturvallisuus

- Turvallisen työskentelyn varmistaminen
- Työntekijöiden hyvinvoinnin varmistaminen
- Henkilöstöstä aiheutuvat uhat, jotka estävät vesilaitoksen toimintaa
- Kriittisten henkilöresurssien ja osaamisen turvaaminen

Toimitila- ja kiinteistöturvallisuus sekä pelastusturvallisuus

- Vesilaitoksen toimipaikkojen ja tilojen rakenteellinen turvallisuus sekä niiden suojaaminen ja valvonta
- Omaisuuden anastamisen ja ilkivallan estäminen
- Onnettomuuksien ennaltaehkäisy sekä oikean toiminnan varmistaminen onnettomuustilanteissa
- Paloturvallisuus

Tieto- ja kyberturvallisuus

- Tietojen luottamuksellisuuden, käytettävyyden ja eheyden takaaminen
- Tietojärjestelmien suojaus

Tuotannon ja toiminnan turvallisuus sekä varautuminen ja kriisinhallinta

- Turvallisten tuotteiden ja palveluiden varmistaminen: tuotevastuu, vaatimustenmukaisuus, valvontaviranomaiset
- Toimitusten ja projektien turvallisuus: alihankkijat ja palvelutoimittajat, sopimukset, maksuliikenne
- Erityis- ja häiriötilanteiden tunnistaminen ja ennakointi sekä niiltä suojautuminen
- Toimintakyvyn säilyttäminen ja jatkuvuuden varmistaminen sekä varautumisvelvoitteiden täyttäminen

Ympäristöturvallisuus

- Asiakkaiden ja yhteiskunnan ympäristöodotuksiin vastaaminen ja ekologisen kestävyyden huomioiminen
- Ympäristöä kuormittavien päästöjen minimointi ja ympäristövahinkojen ehkäisy

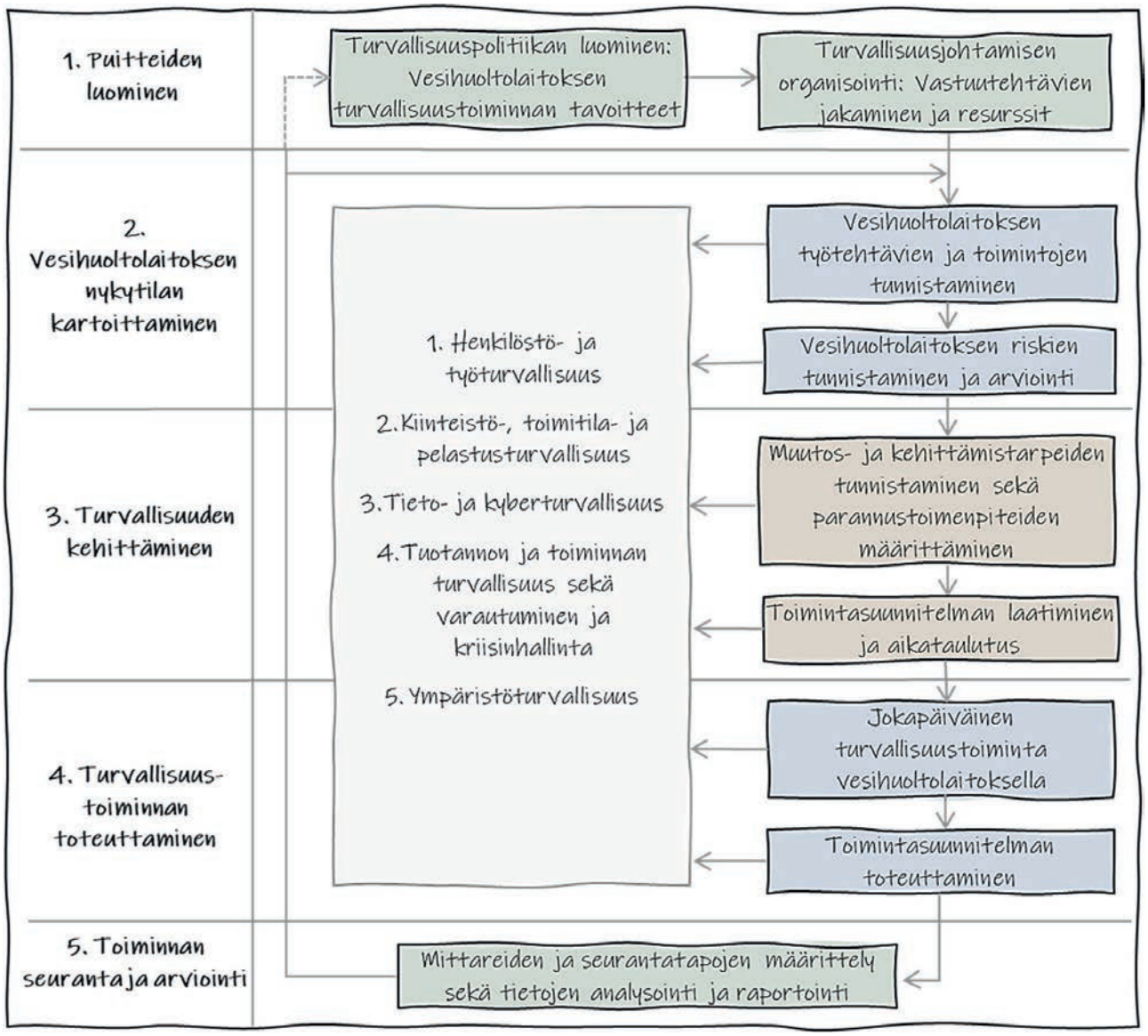
Kuva 1. Turvallisuusjohtamisen osa-alueet vesihuoltolaitoksilla.

Toimintamalli toteuttaa jatkuvan kehittämisen periaatetta

Turvallisuusjohtaminen on jatkuva prosessi, joka ei tule koskaan valmiiksi. Pääelementtinä on toimintamalli, joka tukee turvallisuuteen liittyvien asioiden hallinnointia ja organisointia sekä ohjaa turvallisuustoimintaa yleisesti. Kaikkia viittä vesihuollon turvallisuuden osa-aluetta voidaan hallinnoida yhden toimintamallin avulla (**Kuva 2**).

Puitteiden luominen sisältää vesihuoltolaitoksen turvallisuuspolitiikan luomisen sekä turvallisuusjohtamisen organisoimisen. Turvallisuusjohtamiselle asetetaan tavoitteet ja päämäärät ja sitä kautta sitoutetaan laitoksen johto noudattamaan näitä tavoitteita sekä osoitetaan työntekijöiden merkitys turvallisuuden toteuttamisessa. Puitteiden avulla asetetaan myös turvallisuuteen liittyvät vastuutehtävät ja sekä johdon että työntekijöiden velvollisuudet. Lisäksi varmistetaan riittävät resurssit ja mahdollisuus järjestelmällisten toimintatapojen luomiseen. Puitteiden määrittelyä ei päivitetä vuosittain, mutta se tehdään tarvittaessa ja erityisesti niissä tilanteissa, joissa laitoksen toiminta muuttuu oleellisesti.

Puitteiden luomisen kanssa linkittyy vahvasti **nykytilan kartoittaminen**. Jotta turvallisuusjohtamista voidaan toteuttaa, tulee vesihuoltolaitoksen tuntea oma vesihuoltotoimintansa sekä toimintaan kuuluvat työtehtävät hyvin. Kun toiminnot ja tehtävät ovat tiedossa, niille tehdään turvallisuuteen liittyvien riskien kartoittaminen. Riskienarvioinnissa tunnistetaan mm. laitoksen kriittiset toiminnot ja tehtävät sekä turvallisuutta vaaran-



Kuva 2. Turvallisuusjohtamisen toimintamalli vesihuoltolaitoksilla.

tavat laitteet, prosessit, toimintatavat ja järjestelmät. Samalla tehdään riskien vakavuuden ja seurausvaikutusten arviointi. Riskianalyysit päivitetään yleensä kerran vuodessa ja niiden tekoon on olemassa paljon erilaisia valmiita työkaluja.

Turvallisuuden **kehittäminen** sisältää riskienarvioinnissa tunnistettujen riskien pienentämiseksi ja turvallisuuden parantamiseksi tarvittavien toimenpiteiden määrittämisen. Tätä tehtäessä hyödynnetään myös turvallisuuden toteutumisen seurannassa saatuja tietoja. Tähän vaiheeseen kuuluu myös turvallisuusjohtamisen toimintamallin kehittäminen. Tarvittaville toimenpiteille tehdään kausisuunnitelma, jossa ne priorisoidaan ja aikataulutetaan sopivalle aikavälille.

Turvallisuustoiminnan **toteuttamiseen** kuuluu määriteltyjen toimintatapojen käyttäminen jokapäiväisessä toiminnassa. Lisäksi yksi tämän vaiheen tärkeimmistä asioista on riskianalyysien perusteella tehdyn kehittämistoimenpideohjelman toteuttaminen ja siihen kuuluvat investoinnit. Kehittämistoimenpiteitä ovat mm. toimintojen parantaminen, osaamisen varmistaminen ja toimintatapojen muuttaminen sekä tarvittavien turvallisuuteen liittyvien suunnitelmien, ohjeiden ja käytäntöjen luominen tai päivittäminen.

Turvallisuustoiminnan **seuranta ja arviointi** sisältää käytettävien mittareiden ja seurantatapojen määrittelyn sekä niiden avulla saatujen tietojen analysoinnin ja raportoinnin ja sitä kautta riskienhallinnan ja turvallisuuden toteutumisen arvioinnin.

Yksinkertaisimmillaan turvallisuusjohtamisen vaiheiden sisältö voisi olla seuraava:

- Päätetään, kuka vastaa mistäkin asiasta
- Tehdään lakisääteiset riskikartoitukset
- Tarkistetaan, mitä ohjeita on jo olemassa ja mitä tehdään tulevana vuonna lisää
- Päätetään, mitä muita lisätoimenpiteitä tehdään tulevana vuonna turvallisuuden parantamiseksi
- Päätetään, mitä mittareita seurataan
- Päätetään, missä jo olemassa olevissa kokouksissa näitä asioita seurataan

Kuva: Jarkko Narvanne

Toimintamallin käyttötapa on kunkin vesihuoltolaitoksen päätettävissä

Ei ole mahdollista luoda toimintamallia, joka soveltuisi kaikille erilaisille ja eri kokoisille vesihuoltolaitoksille. Voidaan vain laatia kaikkia palveleva kehys, jonka avulla kukin laitos voi rakentaa oman tapansa toteuttaa turvallisuusjohtamista. Jokaisen vesihuoltolaitoksen on mietittävä omista lähtökohdistaan, mitä menetelmää ja toimintatapoja noudatetaan, mitä työkaluja käytetään ja mitä apuja esimerkiksi kunnalta tai konsernilta on hyödynnettävissä tai jo käytössä.

Kuntataso voi määrittää yleisiä strategioita ja tavoitteita sekä vaatimuksia tietyille osa-alueille kuten esimerkiksi työturvallisuuteen. Konsernitason turvallisuuspolitiikka saattaa ohjata toimintaa määrittämällä esimerkiksi, mitä turvallisuusdokumentteja tehdään tai mitä mittareita toiminnan arviointiin käytetään. Tällöin vesihuoltolaitoksen tehtävänä on viedä käytäntöön ja soveltaa ylemmän tason vaatimuksia. Toisaalta vesihuoltolaitoksen pitää myös tunnistaa juuri vesihuoltoon liittyvät tarpeet, joita välttämättä ylätasolla ei tiedetä tai tunnisteta. Kaiken perustana on lainsäädännön vaatimusten tunnistaminen ja seuraaminen, mikä edustaa minimitasoa, joka vesihuoltolaitoksen on saavutettava.

Riskien tunnistaminen työntekijöitä sitouttamalla

Toimintamallin yksi tärkeimmistä vaiheista on toimintaan liittyvien riskien ja huomioitavien asioiden tunnistaminen. Sen lähtökohtana on usein ollut turvallisuuden yksittäinen osa-alue, kuten esim. ympäristöturvallisuus, ja samalla koko laitoksen toimintaa on käsitelty kyseisen osa-alueen turvallisuusasioita miettien. Kyseinen tapa kuitenkin edellyttää riskianalyysin tekijöiltä syvällistä ja laajaa tuntemusta koko laitoksen toiminnasta, minkä vuoksi henkilöstön motivointi riskien tunnistamiseen voi olla haastavaa.

Lähtökohtana riskien tunnistamisessa tulisikin olla turvallisuusasioiden kartoitus vesihuoltolaitokseen kuuluvien työtehtävien kautta. Erityisesti pienemmillä vesihuoltolaitoksilla tämä on luontevampi lähestymistapa, kun työntekijöitä on vähemmän. Kukin työntekijä määrittelee, mitä eri turvallisuuden osa-alueisiin liittyviä asioita sisältyy juuri minun työtehtäviini: Onko päivittäisessä työskentelyssäni sellaista sisältöä, joka vaatii huomioimaan turvallisuusnäkökulman – liittyi se sitten työturvallisuuteen, toimitilaturvallisuuteen, ympäristöön, varautumiseen jne. Tällainen lähestymistapa sitouttaa ja vastuuttaa työntekijöitä paremmin turvallisuusasioihin, jolloin niiden vieminen myös arjen käytäntöihin on helpompaa.

Työtehtävätason rinnalla voidaan tarvittaessa tunnistaa myös riskejä ja uhkia laitoksen toimintojen mukaisesti eli esim. vedentuotannon eri vaiheiden mukaisesti silloin, kun toiminto ei vahvasti sisälly jo valmiiksi työtehtävissä huolehdittaviin asioihin.

Vesihuoltolaitoksen turvallisuusjohtamisen toimintamallin on tarkoitus

- Hallita turvallisuusasioita ensisijaisesti vesihuoltolaitoksella olevien tehtävänimikkeiden ja työtehtävien näkökulmasta peilaten niitä turvallisuuden eri osa-alueisiin ja soveltua siten hyvin myös pienemmille vesihuoltolaitoksille
- Mahdollistaa parempi sitouttaminen ja vastuuttaminen sekä jalkauttaminen jokapäiväiseen käytäntöön henkilöstön osalta, kun työntekijä kartoittaa turvallisuusasioita myös omasta lähtökohdastaan

Olemassa olevat valmiit työkalut, ohjeistukset ja toimintatavat käyttöön

Turvallisuuteen liittyvistä asioista ei ole itsetarkoituksellista luoda erillisiä dokumentteja, vaan turvallisuusjohtamisen tulee olla osana laitoksen jokapäiväistä toimintaa ja näin ollen sisältyä muun toiminnan yhteydessä tapahtuvaan raportointiin ja toimintatapoihin. Tavoitteena on, että turvallisuusjohtamisjärjestelmän laatiminen ja käyttäminen olisi mahdollisimman yksinkertaista ja että se nivoisi yhteen jo olemassa olevia suunnitelmia ja käytäntöjä.

Vesihuollon turvallisuusjohtamisen toimintamalliin koottiin vesihuoltoalan tärkeimpiä kuhunkin turvallisuuden osa-alueeseen kuuluvia huomioitavia asioita ja näkökulmia. Lisäksi kerättiin tietoa, mitä muita ohjeita voidaan hyödyntää ja mistä ne ovat löydettävissä. Toimintamallissa esitetyn aineiston avulla kukin vesihuoltolaitos voi lähteä liikkeelle oman turvallisuustoimintansa ja siihen liittyvien toimintatapojen luomisessa ja parantamisessa.

Lisätietoja löytyy Vesihuollon kehittämisrahastohankkeen yhteydessä tehdystä julkaisusta:

Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 68, 2021: Turvallisuusjohtaminen vesihuoltolaitoksilla

Kalankasvattamoiden vedenlaatuvaikutusten seuranta datafuusion avulla

Ympäristöviranomaisen lupapäätöksen kannalta on olennaista tietää, kuinka paljon kalankasvattamo tai muu mahdollinen toiminta kuormittaa ympäristöä. Artikkelissa esitämme, kuinka eri menetelmillä tuotetun mittaustiedon yhdistäminen datafuusiolla parantaa tiedon alueellista ja ajallista kattavuutta ja tiedon luotettavuutta. Valituilla Saaristomeren kasvattamoilla ei havaittu datafuusio-menetelmän tarkkuuden rajoissa olevan vaikutusta a-klorofyllin pitoisuuteen.

OLLI MALVE
johtava tutkija, Suomen ympäristökeskus
olli.malve@syke.fi

KARI KALLIO
erikoistutkija, Suomen ympäristökeskus
kari.y.kallio@syke.fi

EERO SIIVOLA
erikoistutkija, Suomen ympäristökeskus
eero.siivola@syke.fi

MIKKO KERVINEN
järjestelmäsuunnittelija, Suomen ympäristökeskus
mikko.kervinen@syke.fi

MARKUS KANKAINEN
tutkija, Luonnonvarakeskus
markus.kankainen@luke.fi

VESA KETO
erikoissuunnittelija, Suomen ympäristökeskus
vesa.keto@syke.fi

Valtioneuvoston vuoden 2014 vesiviljelystrategian tavoitteena on kasvattaa manner-Suomen kalanviljelyn määrää nykyisestä 9 miljoonasta kilosta 20 miljoonaan kiloon vuoteen 2022 mennessä. Samanaikaisesti pyritään edistämään kotimaisen kalan käyttöä ja ehkäisemään kalanviljelyn ympäristöhaittoja osana valuma-aluetason kokonaiskuormituksen hallintaa. Tavoitteena on saavuttaa rannikkovesimuodostumien ja Itämeren hyvä tila.

Kalankasvatuksen ravinnekuormitus onkin vähentynyt merkittävästi 1990-luvulta lähtien tuotantomenetelmien ja rehujen kehityksen ansiosta. Nykyisin kalankasvattamot pyritään sijoittamaan ympäristöministeriön ja maa- ja metsätalousministeriön sijainninohjaus- ja merialuesuunnitelman mukaisesti ulkosaaristoon, jossa ravinnekuormitus laimenee tehokkaasti ja vesistövaikutukset ovat entistä pienemmät. Samanaikaisesti kehitetään kalankasvattamoiden uusia tuotantoteknologioita kuten suljettua kiertoa ja valuma-alueella mm. peltojen kipsikäsittelyä, jotka parantavat vesiekosysteemien suojelun tasoa.

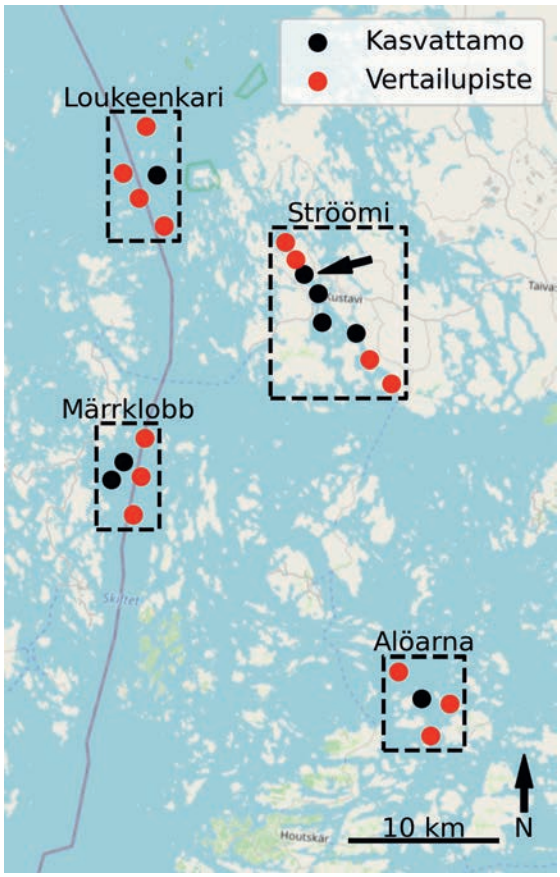
Lupaavista kasvumahdollisuuksista ja kuormituksen pienenemisestä huolimatta kalanviljelyn kestävää kasvua rajoittaa edelleen rannikkoalueiden rehevöityminen. Tilanne muuttui haasteellisemmaksi EU:n Wesertuomion ja varovaisuusperiaatteen tiukentuneen tulkinnan vuoksi. Vanhoja verkkoallaskasvatuksen ympäristölupia on kiristetty, eivätkä yritykset ole lähteneet raskaisiin lupaprosesseihin hakemaan uusia lupia epäselvästä tilanteesta johtuen. Tämän vuoksi vesien tilan seurannalta ja hoidolta edellytetään entistä suurempaa tarkkuutta sekä epävarmuuksien ja riskien tehokasta hallintaa (Paloniitty ym.2017).

Ympäristöviranomaisen lupapäätöksenteon kannalta on olennaista tietää, paljonko kasvatuslaitos kuormittaa ympäristöä, jotta viranomainen voi arvioida onko se hyväksyttävää. Tässä artikkelissa tarkastelemme a-klorofyllin vaihtelua muutamalla Saaristomeren kalankasvatuslaitosta ympäröivällä vesialueella. A-klorofylli on eräs keskeisistä ekologisen tilan muuttujista, johon kalankasvatus ravinnepäästöjen kautta oletettavasti vaikuttaa. Aikaisemmin Kettunen ym. (Kettunen 2015) ovat testanneet ja kehittäneet erilaisia seuranta-aineistoja ja niiden käsittelytapoja. Satelliittikaukokartoituksen (Koponen ja Attila 2017) perusteella saimme ensi kertaa koko Saaristomeren kattavan kuvan a-klorofyllin vaihtelusta alle sadan metrin alueellisella erotuskyvyllä. Tarkensimme sitä laitosten ympärillä tehdyillä anturimittauksilla ja vesinäytteillä. Eri menetelmillä tuotetun mittaustiedon yhdistimme datafuusiolla, joka parantaa merkittävästi tiedon alueellista ja ajallista kattavuutta ja tiedon luotettavuutta (Laine ym. 2017).

Kalankasvatuksen vaikutusten seuranta Saaristomerellä

Saaristomeren alueelta valitsimme neljä laitosta tarkempaan seurantaan: Märrklobbenin kasvattamot Kihdin keskivaiheilla, Loukeenkari Kihdin pohjoispäässä, Kustavin Ströömin keskiosan kasvattamot ja Alöarna Houtskärin pohjoispuolella (**Kuva 1**). Märrklobbenin laitokset ovat tuotantomäärältään Suomen suurimpia, Loukeenkarin ja Alöarnan on keskikokoisia ja Hupaniityn laitos pieni.

Velvoitetarkkailussa kalankasvatuksen vaikutusta veden laatuun seurataan ottamalla vesinäytteitä tyypillisesti 1-4 pisteellä, 1-2 kertaa kesässä. Välillä tehdään myös alueellisesti kattavampaa seurantaa. Esimerkiksi Kustavi-Iniöalueelta otettiin vesinäytteitä vuoden 2018 kesä- ja heinäkuussa 41 asemalta (Turkki 2020). Saaristomerellä Seilissä ja Brändössä on myös ympäristöhallinnon intensiiviasemat, joilta otetaan näytteitä noin kaksi kertaa kuukaudessa. Lisäksi Saaristomerellä on tehty kaksi kertaa vedenlaadun transekti-mittauksia veneeseen asennetulla läpivirtauslaitteistolla kalankasvattamoiden kohdalla ja niiden lähialueilla (Turkki 2019, Turkki 2020).



Kuva 1. Märrklobbenin, Loukeenkarin, Ströömin ja Alöarnan laitosten ja vertailupisteiden sijainnit Saaristomeren alueella. Hupaniityn laitoksen sijainti Ströömissä on osoitettu nuolella. Pohjakartta © OpenStreetMap.

Vuonna 2019, kalankasvatusyritykset mittasivat Luken koordinoimana kerran viikossa a-klorofyllipitoisuutta ja sameutta EXO-sondilla Loukeenkarin, Hupaniityn ja Alöarnan kasvattamoilla (**Kuva 1**) kasvattamon vierestä sekä vaihtelevasti 100, 400 ja 800 m etäisyydellä laitoksista. Loukeenkarilla ja Alöarnassa oli käytössä myös mittauspoiju (EHP Ympäristöpoiju), jolla mitattiin a-klorofylliä ja sameutta tunnin välein. Poijujen antureissa oli likaantumisongelmia ja luotettavia mittauksia saatiin vain noin viikon ajalta. Mittaukset kalibroitiin 2-3 kontrollivesinäytteen avulla. Sentinel-2 kuviin perustuvat tarkan resoluution a-klorofyllin tuotteet ovat nyt ensimmäistä kertaa käytössä kalankasvattamoiden vesistövaikutusten seurannassa. Tämä mahdollistaa laaja-alaisten vaikutusten havaitsemisen vesimuodostumatasolla. Kuvien alueellinen resoluution on 10-20 m, mutta a-klorofyllituotteet tulostettiin 60 m resoluutiolla.

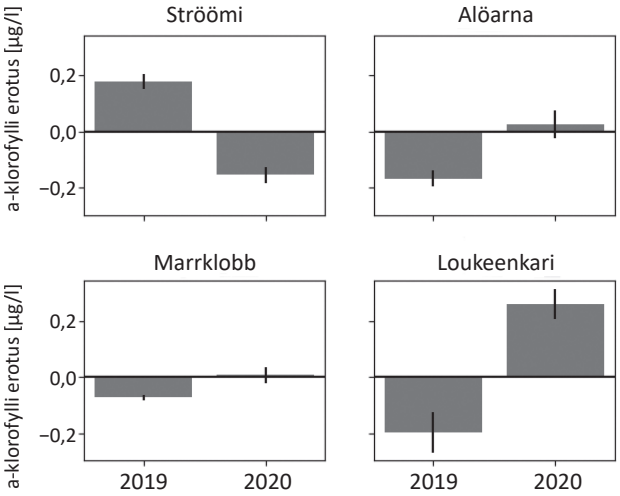
Tässä työssä käytettiin kahdella tavalla tulkittuja a-klorofyllituotteita. Case2Extreme (C2X, https://www.brockmann-consult.de)-prosessorilla tuotetut a-klorofyllit ovat osa SYKEn satelliittikuvatuotantoa, ja niitä käytetään vesimuodostumakohtaisten pitoisuusstatistiikkojen laskennassa Suomen rannikolla. Näistä tuotteista laskettiin a-klorofyllistatistiikat kasvattamoiden lähistöllä. Datafuusiossa käytettiin Polymer (https://www.hygeos.com/polymer, versio 4.11) prosessorilla tuotettuja a-klorofyllikuvia, joissa on vähemmän kohinaa kuin C2X:n tapauksessa. Satelliittituotteista on poistettu sekä rantojen läheiset että vaikeasti tulkittavien matalien vesialueiden havainnot.

Alueellinen ja ajallinen vaihtelu laitosten ympäristössä

Satelliittituotteiden analysointia varten kalankasvatuslaitosten ja vertailupisteiden ympärille muodostettiin 150 m, 450 m, 930 m ja 2 000 m säteiset ympyrät sekä näiden erotuksena syntyneet etäisyysvyöhykkeet 150 m - 450 m, 450 m - 930 m ja 930 m - 2 000 m. Laskimme näille tarkastelualueille laitosten ja vertailupisteiden keskimääräiset a-klorofyllipitoisuudet heinä-syyskuussa vuosina 2019 ja 2020. Kasvattamoiden kohdalla ei havaittu systemaattisia eroja satelliittikuvatuotteissa eri vyöhykkeiden välillä. Sama oli tulos vertailtaessa kasvattamoiden ja niiden vertailupisteiden keskimääräisiä pitoisuuksia.

Seuraavaksi yhdistimme satelliittikuvatuotteen, EXO- ja poijumittaukset sekä vesinäytetulokset datafuusion avulla. Laskimme datafuusiolla a-klorofyllipitoisuuden ja sen keskihajonnan päivittäin tarkastelualueen jokaiselle 60 m:n hilapisteelle.

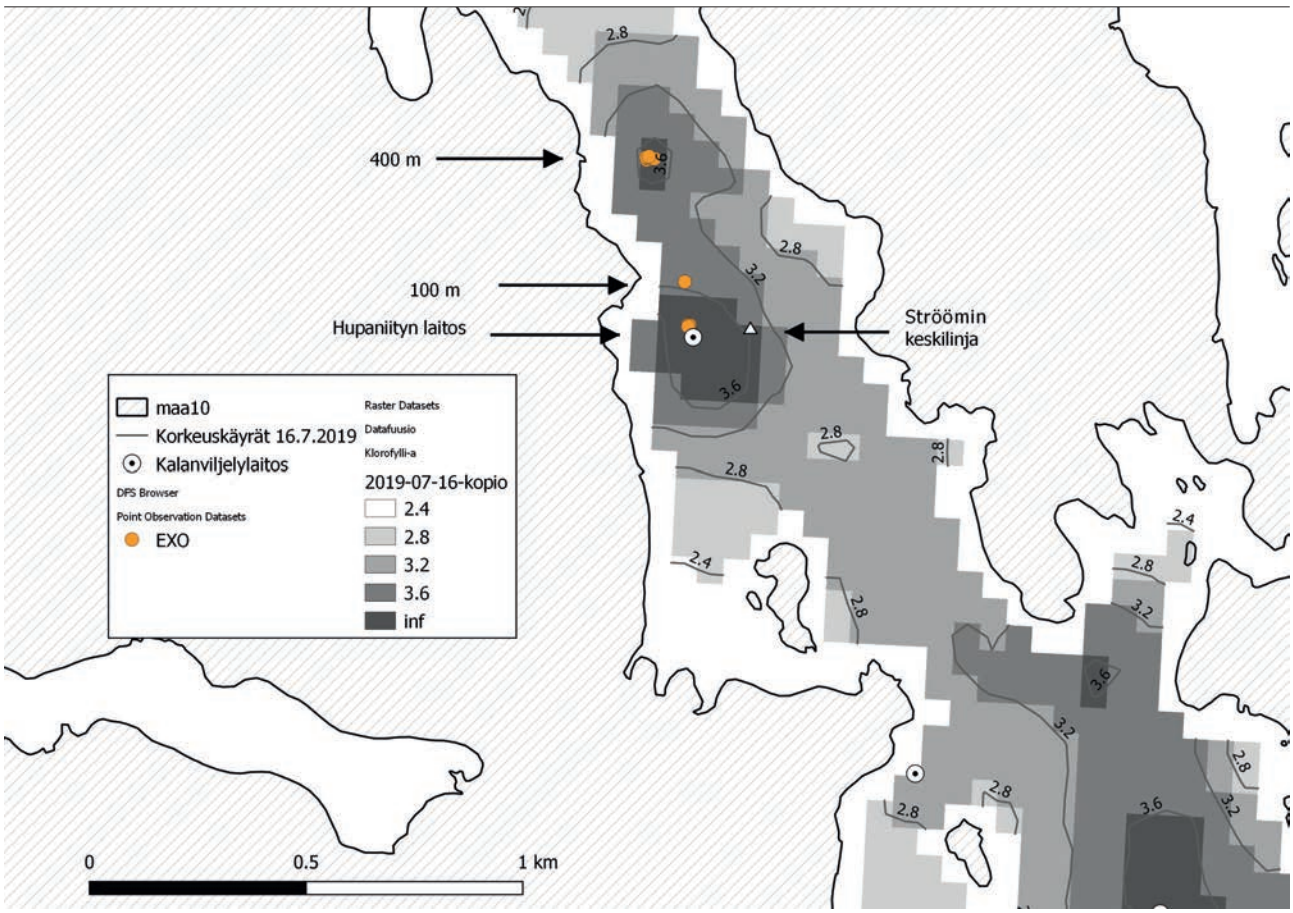
Datafuusio perustuu Ensemble Kalman Smoother-menetelmään, jossa laskentaan voidaan vaikuttaa neljällä malliparametrilla. Suurin vaikutus on korrelaatio-etäisyydellä, joka kertoo, kuinka suuren alueen mittaukset vaikuttavat kunkin yksittäisen hilapisteen fuusioituihin tuloksiin. A-klorofyllin variogrammi-tarkastelun perusteella korrelaatiopituus vaihteli 1 km:stä 10 km:iin. Tässä artikkelissa esitetyt tulokset on tehty olettaen vaikutuskentäksi 0,5 km, jolloin pienemmän mittakaavan erot eivät keskiarvoistu liikaa.



Datafuusiotuloksista laskimme laitosten ja vertailupisteiden pitoisuuserojen keskiarvot heinä-syyskuussa 2019 ja 2020 150 m vyöhykkeille. Vuotuiset keskimääräiset pitoisuuserot laitosten ja vertailupisteiden välillä olivat pieniä ja vaihtelevat jonkin verran (**Kuva 2**). Loukeenkarin laitoksen a-klorofyllipitoisuus vuonna 2020 ja Ströömin laitosten vuonna 2019 oli keskimäärin suurempi kuin vertailupisteillä ja vastaavasti pienempi vuosina 2019 ja 2020.

Fuusion avulla saadaan myös kokonaiskuva a-klorofyllin alueellisesta vaihtelusta laitosten välittömässä läheisyydessä ja niitä ympäröivillä vesimuodostumilla. Esimerkiksi Hupaniityn laitoksen ympärillä (**Kuva 3**) oli 16.7.2019 havaittavissa keskimäärin korkeampia a-klorofyllipitoisuuksia. Pitoisuudet vaihtelevat kuitenkin ajallisesti melko paljon. Elokuussa, 400 m:n etäisyydellä, EXO-sondilla mitatut pitoisuudet olivat selvästi korkeampia kuin satel-

Kuva 2. A-klorofyllin keskimääräinen pitoisuusero fuusioidussa tuotteessa kasvattamoiden ja vertailupisteiden välillä 150 m:n etäisyysvyöhykkeellä Ströömissä sekä Alöarnan, Märrklobbenin ja Loukeenkarin ympäristössä vuonna 2019 ja 2020. Pystyjana osoittaa keskiarvon 66 % luottamusvälin.

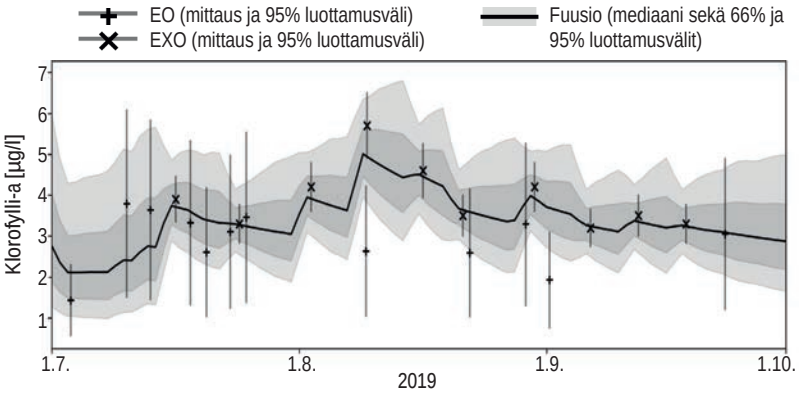


Kuva 3. Fuusioitu a-klorofyllikartta 16.7.2019 Hupaniityssä Ströömissä sekä laitoksen ja vertailupisteiden sijainti.

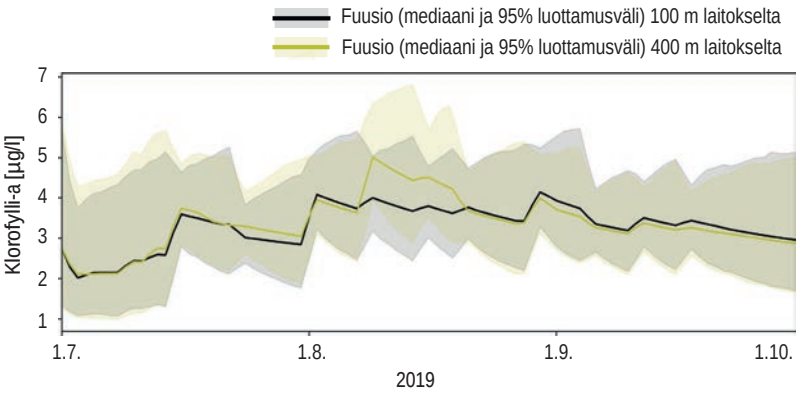
liittikuvista tulkitut pitoisuudet (**Kuva 4**). Tällöin fuusioitu pitoisuus 400 m:n etäisyydellä oli korkeampi kuin laitoksella (**Kuva 5**). Epävarmuus oli kuitenkin suurta.

Yhteenveto

Saimme aikaisempaa kattavamman ja tarkemman kuvan a-klorofyllin vaihtelusta kasvattamoiden ympärillä fuusioimalla satelliittikuvatulkintoja, velvoitetarkkailun tuloksia ja anturimittauksia. Erot valittujen kasvattamoiden ja vertailupisteiden a-klorofyllipitoisuuksissa olivat hyvin pieniä ja yleensä arviointitarkkuuden alapuolella. Joinakin vuosina Loukeenkarin ja Hupaniityn kasvattamolla havaittiin keskimäärin vertailupisteitä hieman korkeampia ja myös pienempiä pitoisuuksia. Nämäkin erot olivat hyvin pieniä. Vuonna 2020, Luke ja Syke tekivät lisää EXO-mittauskampanjoita laitosten ympäristössä alueellisen a-klorofylli- ja sameusvaihtelun selvittämiseksi (Tuominen 2021). Lisäksi Märkklobbenin kalankasvattamolla oli käytössä parannettu versio Ympäristöpoijusta.



Kuva 4. Mitattu ja fuusioitu a-klorofyllipitoisuudet sekä niiden 66 % luottamusvälit 400 m etäisyydellä Hupaniityn kasvattamolta 1.7.-1.10.2019.



Kuva 5. Fuusioidut a-klorofyllipitoisuudet ja niiden 66 %:n luottamusvälit Hupaniityn kasvattamolla ja 400 m etäisyydellä 1.7.-1.10.2019.

Fuusioituja keskimääräisiä pitoisuuksia voidaan käyttää jatkossa myös vedenlaatumallien syötteenä ja seurannan suunnittelussa, jolloin saadaan tarkempi kuva virtausten ja muiden kuormitus- ja laimenemistekijöiden vaikutuksista. Kalankasvatuksen laaja-alaisia ja pitkäaikaisia vaikutuksia tulee havainnoida riittävällä tarkkuudella, laajuudella ja aikajänteellä, jotta niiden toiminta voidaan järjestää taloudellisesti kannattavasti ja ympäristön kannalta kestävästi. Antureiden mittaustarkkuutta voidaan parantaa säännöllisellä puhdistamisella ja vertailunäytteiden lukumäärään kasvattamalla.

Kirjallisuus

Kettunen, J., Lignell, R., Ropponen, J., Malve, O. ja Kotamäki, N. 2015. Kalankasvatuksen ympäristöseurantajärjestelmän kehittäminen. 19 s. https://www.kalankasvatus.fi/wp-content/uploads/2018/01/Kalankasvatuksen-ymparistoseurantajarjestelman-kehittaminen-Loppuraportti.pdf

Koponen, S. ja Attila, J. 2017. Sentinel-satelliitit mullistavat vesiseurannan. Vesitalous 2/2017.

Laine, M., Haario, H., Kettunen, J. ja Malve, O. 2017. Havaintojen yhdistämisellä tehoa vedenlaatuseurantaan. Vesitalous 2/2017.

Paloniitty, T., Kettunen, J. ja Malve, O. 2017. Ympäristötiedon tuotanto uudistuu – muuttuvatko luvitus ja valvonta? Vesitalous 2/2017.

Turkki, J. 2019. Loukeenkarin kalankasvatuksen tarkkailututkimus. Vuosiraportti 2018. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy. Nro 476-19-7843. 45 s.

Turkki, J. 2020. Kustavin ja Iniön merialueen kalankasvatuslaitosten velvoitetarkkailututkimusten pitkäaikaisraportti 2013-2018. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy. Nro 152-20-123. 99 s.

Tuominen A-M. 2021. Kalankasvatuksen paikalliset vaikutukset. Mittaukset Saaristomerellä 2020. Opinnäytetyö (AMK), Energia- ja ympäristötekniikka, Turun ammattikorkeakoulu. https://www.theseus.fi/handle/10024/356158.

Valtioneuvosto 2014. Valtioneuvoston periaatepäätös 4.12.2014; Vesiviljelystrategia 2022. 16 s.

Laadukas vesihuolto on demokraattisen yhteiskunnan perusta

MATTI LEPPÄNIEMI
Kirjoittaja on Econet Groupin hallituksen puheenjohtaja

Valtionhallinto valmistelee vesihuoltolain uudistusta. Se on tuhannen taalan paikka edistää kaikkien vesihuoltoalan toimijoiden ja loppuasiakkaiden etua. Tämä teksti peilaa keskusteluja, joita olemme käyneet lakiuudistuksesta Tampereen yliopiston dosentti **Jarmo J. Hukan**, Kaukotekin konsultti **Jari Kaukosen** sekä monissa tehtävissä vesialalla toimineen **Kia Akselan** kanssa.

”Vesihuollon taloudellinen toiminta on määritelty niin, että laitosten tulee pääsääntöisesti kattaa kaikki kustannuksensa asiakkailta perittäviltä maksuilla. Maksuihin saa sisältyä enintään kohtuullinen tuotto. Joidenkin laitosten tuotto on kuitenkin niin suuri, että niiden pitäisi kertoa vesihuoltolain mukaisesti avoimesti ja läpinäkyvästi asiakkailleen, millä perusteilla määritellään kohtuullinen tuotto, johon laitos pyrkii”, totesi Jarmo J. Hukka.

Olen samaa mieltä. Menestyvimmillä vesilaitoksilla oman pääoman tuotto on kymmeniä prosentteja muun muassa pääomalainojen, siirtovelkojen ja poistojen käsittelyn tuloksena. Nykyisten nollakorkojen aikana tuotto on huima. Samaan aikaan pienten laitosten talous on kiikun kaakun. Lainsäädännön pitäisi ohjata vesihuollon palveluiden hinnanmuodostusta läpinäkyväksi.

”Vesihuoltoverkoston korjausvelan leikkaamiseksi laitokset tarvitsevat konkreettisempia laskentavälineitä elinkaarivaikutusten ymmärtämiseen – eli vastaavatko investoinnit teknisesti ja kustannuksiltaan tarvetta. Liiketoiminnan ja maksujen valvonnassa pitäisi kiinnittää erityistä huomiota siihen, että piiloverotusta ei tapahtuisi vesimaksujen tuloutuksen kautta. Nyt on riskinä, että hyvää tulosta kotiutetaan kunnan muiden tulojen mukana ja vesihuollon kehittäminen näivettyy”, arvioi Jari Kaukonen, joka on ollut toteuttamassa lukuisia vesirakennushankkeita.

Tärkeä pointti. Investointi- ja käyttökustannusten lisäksi tulisi avata keskusteluun verkostojen ylläpito- ja hävittämiskustannukset. Ylläpitokustannuksiin vaikuttaa suunnittelussa ja asennuksissa liitostyön ja perustusten sekä alkutäyttöjen materiaalien ja tiivistysten laatu. Mikäli joustetaan InfraRYL:n minilaatutasosta, ylläpitokustannukset ja asiakashaitat alkavat kertyä varhaisemmassa vaiheessa.

Lakiuudistus ottanee kantaa myös vesilaitosten omistukseen. Myös tämä keskustelu avaa tietä kohti ammattimaisempaa toimintaa. Vesilaitosten käyttöhenkilöstö osaa tehtävänsä, mutta suuriin rakennus- ja korjausprojekteihin ne tarvitsevat teknistä asiantuntija-apua.

”Suomen vesihuollolle esitetään vaatimuksia useiden ministeriöiden alaisissa laeissa. Toimintaa valvovat ELY-keskukset ja kuntien viranomaiset. Olisi tärkeää saada resursoitua laitokset erityisesti taajama-alueilla riittävän isoiksi, jotta ne pystyvät toteuttamaan nykyvaatimuksiin nähden riittäviä toimia. Mielestäni tulisi luoda digitaalinen ekosysteemi, jossa kaikki omaisuuden hallintaan liittyvä tieto olisi analysoitavissa ja jalostettavissa päätöksentekoon”, argumentoi Kia Aksela.

Jatkan ajatusta niin, että lainsäädännön tulisi vaatia kaikkien vesilaitosten ja -osuuskuntien kuulumista jonkun valvonnan alaisuuteen. Vasta sitten huoltovarmuuden vaaliminen on mahdollista. Samoin eri laitosten tekemä kehitystyö saataisiin kaikkien hyödynnettäväksi. Nyt tehdään osin tehotonta kokeilua, kun on aikaa ja rahaa.

Keskustelua alalla on lisättävä, ja tavoitteena pitää olla kehittää vesialasta palveluna vientituote. Pullotettua vettä meidän ei kannata yrittää viedä, mutta osaamisen viennillä voimme työllistää suomalaisia ja auttaa niitä maita, joilla on vesihuollon kanssa vaikeuksia. Hyvä vesihuolto on palvelu, joka kuuluu tässäkin mielessä kaikille – se on demokraattisen yhteiskunnan perusta.

TEKSTI: TUOMO HÄYRYNEN

Hiilijalanjälki ja kestävä kehitys

– nousevat teemat myös vesihuollossa

Hiilineutraaliuden tavoitteet ovat nousseet laajasti otsikoihin mm. EU:n ilmastolain myötä ja eri valtioiden asettaessa yhä kunnianhimoisempia tavoitteita siitä, mihin mennessä hiilineutraalius tulisi saavuttaa. Hiilineutraaliustavoitteita asettavat enenevässä määrin myös yksityiset yritykset ja muut organisaatiot. Hiilijalanjäljen laskenta ja kestävää kehitystä tukevat toimenpiteet leviävät vauhdilla vesihuoltoon.

Virttaankankaan tekopohja-vesilaitoksen imeytysallas.

Kuva: Turun Seudun Vesi Oy

Suomessa vesihuoltoalaa koskevia kestävän kehityksen tavoitteita on nostettu esille mm. Kansallisen vesihuoltouudistuksen ohjelmassa sekä Vesilaitosyhdistyksen uudessa strategiassa. Vesilaitosyhdistyksen strategian tiekartassa Suomen vesihuolto on täysin hiilineutraali vuoteen 2030 mennessä.

Energia- ja resurssitehokkuuteen tähtäävät ratkaisut ovat olleet vesihuoltolaitosten ohjelmassa jo kymmenien vuosien ajan, mutta millä keinoin hiilineutraalius lopulta voidaan saavuttaa? Vesitalouden toimitus kysyi vesihuoltoalan asiantuntijoilta, miten toimialalla on lähdetty kehitykseen mukaan ja miten hiilineutraaliuden ja kestävän kehityksen tavoitteet näkyvät vesilaitosten toiminnassa ja uusissa investoinneissa.

Ympäristötietoisuus on osa vesihuollon DNA:ta

AFRY Finland Oy:n projekti-insinööri **Petri Nissinen** muistuttaa, että vesihuoltoon liittyy kiinteästi vesistöjen suojelu. Tämä toimialan perustasta kumpuava ympäristötietoisuus vie edelleen alaa eteenpäin.

”Vesihuollossa on käynnissä lukuisia hankkeita liittyen hiilijalanjäljen laskentaan ja sen pienentämiseen sekä erilaisiin kiertotalouden ratkaisuihin. Jätevesilietteiden käsittely ja hyödyntäminen on ollut osa vesihuollon kiertotaloutta jo vuosikymmeniä. Lietteiden käsittelyssä tapahtuu paljon kehitystä ja esimerkiksi lietteen mädättämiseen perustuvia biokaasulaitoksia rakennetaan koko ajan lisää.

Hiilineutraaliuden osalta kehitys on lähtenyt vauhdilla liikkeelle pari vuotta sitten ja hiilijalanjäljen huomioiminen toiminnassa on tullut jäädäkseen vesihuoltoon. Esimerkiksi viimeisen vuoden aikana laskentoja on tehty useille vesihuoltolaitoksille niin verkostoihin, jätevedenpuhdistukseen kuin talousveden tuotantoon liittyen. On toki muistettava, että vesihuollossa laadukkaan veden tarjoaminen asiakkaille ja jätevesien tehokas puhdistaminen ovat keskiössä ja antavat vahvat reunaehdot muille tavoitteille”, Nissinen kertoo.

Nissinen mainitsee ajankohtaisista hankkeista HSY:n pyrolyysihankkeen, Heinolaan toteutetun märkähiillon pilot-laitoksen, Sodankylän biokaasulaitoshankkeen sekä yhteistyön, jossa hyödynnetään biotuotetehtaalta saatavaa kiertotalouskalsiittia alkalointikemikaalina Jyväskylän Nenäinniemen jätevedenpuhdistamolla.

”Mielenkiintoisia mahdollisuuksia vesihuollon hiilijalanjäljen pienentämiseen löytyy mm. jätevedenpuhdistuksen prosesseista, rakennushankkeiden toteuttamisen valinnoissa sekä lieteprosesseissa. Kokonaisuutena laitokset ovat tällä hetkellä erittäin aktiivisia kestävän kehityksen edistämisessä ja kehitystä tapahtuu koko ajan”, Petri Nissinen arvioi.

Hiilipäästötarkastelut edellyttävät prosessien tuntemista

FCG:n elinkaariasiantuntija **Elina Merta** on ollut tiiviisti mukana FCG:n ja Aalto-yliopiston hankkeessa, jossa selvitettiin neljän suomalaisen jätevedenpuhdistamon hiilijalanjäljet. Tutkimuksen mukaan prosessien suorat haihduntapäästöt aiheuttavat suurimman osan jätevedenpuhdistamoiden hiilijalanjäljestä. Energiankulutus on puhdistamoiden toiseksi suurin päästölähde, kun taas kemikaalien kulutuksen ja kuljetusten osuus kokonaispäästöistä on selkeästi pienempi. Hiljattain FCG toteutti myös laajan, koko vesihuoltolaitoksen toiminnan kattavan hiilijalanjälkitarkastelun HS-Vedelle.

Elina Merta painottaa, että kestävän kehityksen edistäminen edellyttää kokonaisvaltaista ymmärrystä vesihuoltolaitosten prosesseista.

”Hiilijalanjäljen osalta keskeinen huomio on jätevedenkäsittelyssä. Talousveden tuotanto ja verkostoinfrastruktuuri ovat hiilipäästöiltään selvästi pienempiä, mutta myös niillä osa-alueilla on tunnistettavissa merkittäviä kehityskohteita. Esimerkkejä mahdollisuuksista hiilitaseen parantamiseen vesihuoltolaitoksilla ovat ilmastuksen ohjaaminen, talousveden painetason säätäminen, pumppaamisen energiatehokkuus sekä erilaiset lämmön talteenoton ratkaisut. Hiilijalanjäljen laskennasta on tulossa vesilaitosten arkipäivää. Laskennassa tärkeää on täsmällisen tiedon kerääminen systemaattisesti sekä selkeät ja yksiselitteiset menettelytavat. Keskeistä on myös se, että laskentaa ei tehdä laskentaa varten, vaan tuloksia hyödynnetään käytännön toimenpiteissä”, Elina Merta sanoo.

Verkostoinvestoinnin hiilijalanjälki tutkittiin

Ramboll illa panostukset kestävän kehityksen edistämiseen perustuvat koko konsernin asettamiin globaaleihin tavoitteisiin. Hiilipäästösuunnittelua on tehty paljon talonrakentamisessa ja infrastruktuurihankkeissa, ja enenevässä määrin myös vesihuollossa.

”Hiilineutraalius on todella laaja kokonaisuus, jossa haasteet ovat globaalit. Julkiset organisaatiot ovat olleet aktiivisia, mutta myös yksityisellä puolella hiilioptimointi lisääntyy nopeasti. Ympäristöajattelu parantaa toimijoiden imagoa, mutta monissa tapauksissa kestävän kehityksen ratkaisut ovat myös taloudellisesti perusteltuja”, kertoo projektipäällikkö **Sanna Vienonen** Ramboll Finland Oy:stä.

Ramboll on julkaissut hiilipäästötarkasteluja mm. Helsingin Hämeentien katusaneerauksesta ja vastavanlainen projekti on käynnissä Helsingin Esplanadin alueen vesihuoltoverkostojen kehittämiseen liittyvässä hankkeessa.

”Hankkeissa on tehty hiilipäästöjen laskenta ja siihen liittyvät vaihtoehtotarkastelut. Pelkät luvut ja laskentatulokset eivät vähennä hiilijalanjälkeä, ja erityistä huomiota tuleekin kiinnittää laskelmiin perustuvien toimenpiteiden vaikuttavuuteen. Yritämme myös ohjata asiakkaitamme kiinnostumaan kestävästä kehityksestä ja siihen liittyvistä ratkaisuista. Hiilioptimointi kannattaa ottaa suunnitelmiin mukaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa hanketta, jotta lopputulokseen voidaan parhaiten vaikuttaa. Suunnittelijoiden tulisi myös tuntea hiilipäästöihin vaikuttavat asiat kokonaisvaltaisesti”, kertoo suunnittelija **Kiia Mölsä** Ramboll Finland Oy:stä.

Hiilioptimoinnin yleistyessä terminologia sekä laskentamenetelmät ja -prosessit ovat yhtenäistymässä. Elinkaariarviointiin on olemassa käyttökelpoisia tietopankkeja ja EPD-ympäristötietoselosteet yleistyvät.

Mitkä ovat osoittautuneet vaikuttavimmiksi ratkaisuiksi Rambollin suunnittelemissa vesihuoltoon liittyvissä rakennushankkeissa?

”Teräksen käytön vähentäminen vähentää erittäin tehokkaasti hiilijalanjälkeä. Yleisesti ottaen materiaalivalintoja kannattaa huolellisesti vertailla ja esimerkiksi uusiomateriaalien käytöllä verkostojen maarakentamistöissä on saatu hiilijalanjälkeä pienemmäksi. Jokainen hanke on kuitenkin erilainen ja laskenta täytyy tehdä kaikissa projekteissa erikseen vaikutusten selvittämiseksi”, Kiia Mölsä arvioi.

Liike-, lämpö- ja aurinkoenergia hyötykäyttöön

Turun Seudun Vesi Oy toimittaa vuosittain noin 23 miljoonaa kuutiota vettä Varsinais-Suomessa yhdeksän kunnan 300 000 asiakkaalle. Veden tuotanto perustuu Virttaankankaan tekopohjavesilaitoksen toimintaan. Millaisia investointeja yhtiö on tehnyt kestävän kehityksen edistämiseksi?

Tuotantopäällikkö **Osmo Puurunen** muistuttaa, että tekopohjavesi tuotantotapana on sekä kestävän kehityksen että veden laadun kannalta pintavedenottoa edullisempaa.

”Tekopohjaveden käsittelyssä kemikaalien käyttö on selvästi vähäisempää kuin pintavesilaitoksilla. Toinen tuotantomenetelmän etu on veden tasainen lämpötila läpi vuoden, jolloin asiakkaat kokevat veden raikkaaksi ja laadukkaaksi”, Puurunen sanoo.

Turun Seudun Vesi on sitoutunut Turun kaupungin tavoitteeseen olla hiilineutraali vuoteen 2029 mennessä. Yhtiön ensimmäinen merkittävä energiansäästöinvestointi tehtiin noin 10 vuotta sitten. Tällöin veden siirtolinjalle asennettiin turbiini, jonka avulla tuotetaan osa vedentuotannossa käytettävästä sähköstä. Panostukset vähäpäästöiseen toimintaan jatkuvat ja suunnitteilla on lisää innovatiivisia hankkeita.

”Turbiinin tuotanto vastaa noin 100 omakotitalon sähkönkulutusta. Tehtyjen laskelmien mukaan takaisinmaksuaika oli vain muutama vuosi, joten siinä yhdistyi kestävä kehitys ja erinomainen kannattavuus. Tällä hetkellä käynnissä on aurinkopaneelien asennus Huittisten esikäsittelylaitoksella. Paneeleilla saadaan katettua noin neljä prosenttia laitoksen energiantarpeesta. Muita merkittäviä hiilijalanjäljen pienentämiseen ja toiminnan optimointiin tähtääviä aloitteita ovat verkostomallin hyödyntäminen uusissa verkostoinvestoinneissa sekä esiselvityksen käynnistäminen mahdollisesta talousveden lämmön talteenottojärjestelmästä”, kertoo laitospäällikkö **Kari Pinnola** Turun Seudun Vesi Oy:stä.

TEKSTI: TUOMO HÄYRYNEN

Tuottajajärjestöiltä vesiohjelma – *askelmerkit kohti parempaa vesien tilaa*

MTK:n ja SLC:n julkaisemaan vesiohjelmaan on koottu keskeiset asiat siitä, miten maa- ja metsätaloudessa voidaan ylläpitää ja parantaa vesien tilaa. **Airi Kulmala** MTK:sta muistuttaa, että vesitalouden hallinta, maan kasvukunto ja vesiensuojelu käyvät käsi kädessä.

Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliiton (MTK) ja sen ruotsinkielisen sisarjärjestön (SLC) vesiohjelma julkaistiin joulukuussa 2020. Kyseessä on 32-sivuinen tiivistetty ja kuvitettu tietopaketti siitä, mitä asioita maanviljelijöiden ja metsänomistajien tulisi ottaa huomioon suunnitellessaan ja toteuttaessaan toimia, joilla on vaikutusta maan vesitalouteen, vesiensuojeluun ja ravinnekuormitukseen.

Vesiohjelman taustalla ovat MTK:n vuonna 2017 julkaistut ympäristölupaukset, jotka perustuvat maapallon kantokykyyn ja YK:n kestävän kehityksen tavoitteisiin, joka tunnetaan nimellä Agenda 2030. Muita MTK:n ympäristölupauksiin pohjautuvia ohjelmia ovat ilmastoohjelma, luonnon monimuotoisuusohjelma ja pian julkaistava maaperäohjelma.

MTK:n viime keväänä tekemässä Ympäristöluotainkyselyssä kävi ilmi, että yli 90 % maanviljelijöistä ja metsänomistajista pitää vesiensuojelua tärkeänä osana toimintaansa. Ravinteiden tehokas hyödyntäminen on eduksi sekä viljelyn tehokkuuden että vesiensuojelun kannalta. Myös toimialan imagon kannalta on tärkeää, että vesien tilaa saadaan paremmaksi tehokkaiden vesiensuojeluratkaisujen avulla.

”Usein maanviljelijät kokevat syyllisyyttä siitä, että maatalous on suuri vesistöjen kuormittaja. Kyselyjen mukaan niin viljelijät kuin metsänomistajatkin ottavat vesiensuojelun tosissaan ja myös tekevät paljon työtä vesien laadun parantamiseksi. Vesiohjelma on yksi keino lisätä tietoutta ja osaamista siitä, miten vesiensuojelua voidaan entisestään tehostaa ja samalla parantaa mm. maan kasvukuntoa”, vesiensuojelun asiantuntija Airi Kulmala MTK:sta kertoo.

Vesiohjelmassa huomiota kiinnitetään peltomaan vesitalouden ohella myös esimerkiksi pohjavesiin, happamiin sulfaattimaihin, suometsiin ja Itämereen. Olennaisia asioita kokonaisvaltaisen vesien suojelun kannalta ovat mm. valuma-aluekohtainen suunnittelu, sektorirajat ylittävä yhteistyö sekä varautuminen ilmastonmuutokseen. Myös osallistava päätöksenteko ja tehokas viestintä ovat tärkeitä keinoja sitouttaa eri osapuolet yhteisen hyvän edistämiseen.

”Erittäin tärkeänä pidän täsmällisen mittaustiedon säännöllistä keräämistä vesiensuojelutoimenpiteiden tehon selvittämiseksi. Näin voidaan seurata pitkäjänteisesti vesien laadun kehittymistä, mikä antaa hyvän kannustimen toiminnan kehittämiseksi. Toimialan luonteesta johtuen ravinnekuormitusta emme kokonaan voi poistaa, mutta aina on mahdollisuus pienentää”, Airi Kulmala pohtii.

Tuottajajärjestöjen vesiohjelma on saatavana sähköisenä suomeksi, ruotsiksi ja englanniksi MTK:n verkkosivuilta www.mtk.fi/vesiohjelma sekä pieni määrä printtiversioita on tilattavissa MTK:n toimistolta.

Vuosikokouksen päätökset

Suomen Vesiyhdistys ry:n vuosikokous pidettiin 15.4.2021 Tieteiden talossa (Kirkkokatu 6, Helsinki) sekä Teams-etäyhteydellä. Kokouksen puheenjohtajana toimi **Erkki Santala**. Kokouksessa käsiteltiin sääntöjen 11§:ssä mainitut asiat.

Yhdistyksen hallituksen puheenjohtajana jatkaa kauden 2021 **Annina Takala**. Hallituksen jäseninä jatkavat kauden 2021 **Jussi Ahonen**, **Sanni Eerikäinen**, **Johanna Kallio** ja **Kristian Sahlstedt**. Kaudelle 2021–2022 yhdistyksen hallitukseen valittiin **Juhani Järveläinen**, **Heli Härkki**, **Anne Liljendahl** ja **Tiia Lampola**. Yhdistyksen vaalitoimikunnassa jatkavat kauden 2021 **Veli-Pekka Vuorilehto** ja **Saijariina Toivikko**. Kaudelle 2021–2023 vaalitoimikuntaan valittiin **Jari Haavisto**.

Jäsenmaksuiksi päätettiin:

- henkilöjäsen 60 euroa (ilman Vesitalous-lehteä 40 euroa)
- opiskelijajäsen 10 euroa
- yhteisöjäsen 300 euroa.

Tuesdays of HydroTechnology

Tuesdays of HydroTechnology-webinaarisarja koostuu tunnin pituisista verkossa pidettävistä tapahtumista, joissa käsitellään vesialan tutkimukseen ja teknologiaan liittyviä aiheita. Ensin asia esitellään ja sitten on aikaa vielä keskustelulle.

Webinaarit järjestetään tiistaiaamuisin klo 10-11, noin kerran kuussa keväällä ja syksyllä vuoden 2021-2022 aikana. Webinaarisarja on syntynyt Turun yliopiston koordinoiman ja Suomen Akatemian rahoittaman Hydro-RDI-Network hankkeen aloitteesta ja sitä toteutetaan yhteistyössä muiden vesialan hankkeiden sekä toimijoiden kanssa. Muun muassa Vesiyhdistyksen Hydrologian jaosto on aktiivisesti mukana. Ensimmäisissä webinaareissa yhteistyössä mukana myös mm. PointCloud-hanke ja Helsingin yliopisto.

”Webinaarisarjan tavoitteena on antaa lyhyitä tietoiskuja vesialan tutkimukseen ja teknologiaan liittyen sekä koota yhteen alan ammattilaisia ja muita kiinnostuneita keskustelemaan yhteen asiasta keskustelemaan aiheesta”, kertoo projektikoordinaattori **Rita Rauvola** Turun yliopistosta.

Webinaarit järjestetään Zoomin avulla ja Zoom-linkki lähetetään ilmoittautuneille lähempänä tapahtumaa sähköpostitse. Kevään ja alkusyksyn aiheet sekä ilmoittautumislinkit löytyvät Hydro-RDI-Network hankkeen nettisivuilta*.

* https://hydrordi.com/news/tuesdays-of-hydrotechnology-webinar-series-starting-in-11th-of-may-at-10-11/

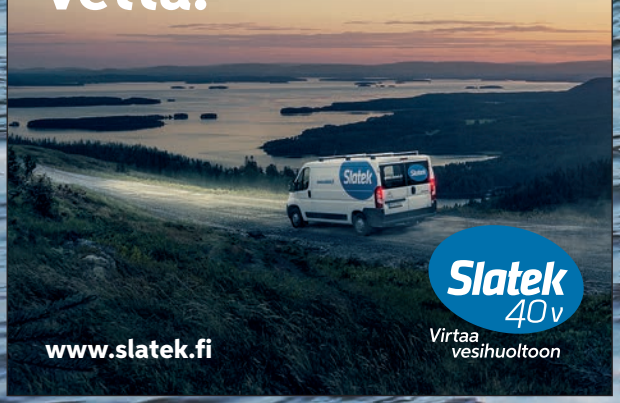
AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT

AUMA Finland Oy
Sähkötoimilaitteet
puh. 09 5840 22
www.auma.fi

auma®
Solutions for a world in motion

SIPOS AKTORIK · DREHMO · auma Drives · auma Industry + Marine

Tehdään yhdessä maailman parasta vettä.



Slatek 40 v
Virtaa vesihuoltoon

www.slatek.fi

JÄTEVESIEN- JA LIETTEENKÄSITTELY

HUBER TECHNOLOGY
WASTE WATER Solutions

Ympäristötekniikkaa - Maailmanlaajuisesti

Hydropress Huber AB
Puh 0207 120 620
info@huber.fi
www.huber.fi

VESIHUOLLON KONEET JA LAITTEET

FENNO WATER Ltd Oy

Ruuvipuristin FW250/750/0.5, Q= 60kgTS/h hydraulinen kapasiteetti 4m³/h

Lastausväylä 9, 60100 Seinäjoki
Karjalankatu 2 A 17, 00520 Helsinki
Puh. 06 – 420 9500, Fax. 06 – 420 9555

www.fennowater.fi

TUOTTEITAMME:

- Välppäysyksiköt
- Hiekanerotus- ja kuivausyksiköt
- Lietekaapimet
- Sekoittimet
- Lietteentiivistys- ja kuivausyksiköt
- Kemikaalinannostelulaitteet
- Flotaatioyksiköt
- Lamelliselkeyttimet
- Biologiset puhdistamot

VEDENKÄSITTELYLAITTEET JA -LAITOKSET

70 VUOTTA VESIHUOLTOA

Kaiko

- Vuodonetsintälaitteet
- Vesimittarit
- Annostelupumput
- Venttiilit
- Vedenkäsittelylaitteet

Kaiko Oy
Henry Fordin katu 5 C
00150 Helsinki

Puhelin (09) 684 1010
kaiko@kaiko.fi
www.kaiko.fi

RICTOR® PYÖRREFLOTAATIO

- Maailman tehokkain veden- ja jäteveden puhdistusmenetelmä
- Flotaatiolaitossuunnittelua ja toimituksia yli 50 vuotta

INSINÖÖRITOIMISTO OY RICTOR AB

SIBELIUKSENKATU 9 B
00250 HELSINKI

PUH. 09-440 164
www.rictor.fi

PA-VE
YHDYSKUNTATEKNIIKKA

KESTÄVÄN VESIHUOLLON KUMPPANI

Kotimaiset laitekaivot, pumppaamot, sekä vesi- ja palopostit nopeasti ja luotettavasti.

ISO 9001
ISO 14001

SUUNNITTELU JA TUTKIMUS

Puhtaan veden asiantuntija

ÅF ja Pöyry ovat nyt AFRY.

Autamme asiakkaitamme pohjaveteen ja vedenhankintaan, jätevedenpuhdistukseen, vesihuoltoverkostoihin, hulevesiin ja vesilaitosten johtamiseen liittyvissä kysymyksissä.

afry.fi

AFRY
ÅF PÖYRY

VESIHUOLLON SUUNNITTELUN YKKÖNEN (LÄHTÖKOHTANA LOPPUKÄYTTÄJÄ)

www.ramboll.fi

RAMBOLL

VESIHUOLTO VERKOSTOT LAITOKSET
PUMPPAAMOT PUHDISTAMOT LINJAT
SANEERAUS HULEVESI SUUNNITTELU
VARAUTUMINEN TALOUS KARTAT
RAKENNUTTAMINEN VALVONTA

WWW.SWECO.FI / 040 8241 841

SWECO

johanlundbergoy

Kaivamattoman (no-dig) tekniikan asiantuntijakonsultit

Kaikki uudisasennus- ja saneerausmenetelmät

www.johanlundberg.fi info@johanlundberg.fi

Vesihuollon ja *hulevesisuunnittelun* palvelut

wsp

wsp.com

VESIKEMIKAALIT

kemira

Kiertotaloutta vedenkäsittelyyn

Katso webinaarimme kiertotaloudesta vedenkäsittelyssä. Siinä kerromme kuinka vedenkäsittelyssä kyetään vastaamaan YK:n Kestävän kehityksen tavoiteohjelman tavoitteen 12: Kestävien kulutus- ja tuontantotapojen asettamiin päämääriin.

WWW.KEMIRA.COM/WEBINAR-SDG12

FINNISH JOURNAL FOR PROFESSIONALS IN THE WATER SECTOR
Published six times annually | Editor-in-chief: Timo Maasilta | Address: Annankatu 29 A 18, 00100 Helsinki, Finland

Anna-Maria Hokajärvi, Anssi Lipponen, Annastiina Rytkönen, Anniina Sarekoski, Aino Kankaanpää, Teemu Gunnar and Tarja Pitkänen: The utilisation of wastewater monitoring as part of the pre-emption of a new coronavirus situation

The COVID-19 pandemic has tested the water services sector's ability to maintain functioning water services. In addition to this primary function, water treatment plants across Finland have assisted in maintaining a situational picture of the epidemic by dealing with sampling for coronavirus wastewater monitoring carried out by the water microbiology laboratory of the Finnish Institute for Health and Welfare. Thanks to the work, the status of wastewater as a valuable resource instead of a waste product has been reinforced.

Niina Vieno, Maria Arjonen and Paula Lindell: New harmful substances at Finnish wastewater treatment plants

The ingress of harmful substances to sewers and more stringent legislation have increased the need to determine the substance contamination reaching wastewater treatment plants. A project on new harmful substances at Finnish wastewater treatment plants studied the sources of harmful substances and the elimination capacity of treatment plants. The bulk of the new harmful substances were eliminated during wastewater treatment in such a way that the resultant risk to organisms in waterways receiving the treated water was slight.

Aninka Urho: Results of the VIPPA project – the Vantaa River pumping plant discharge management project

Attitudes, competent and trained personnel, plus state-of-the-art technology permit the uninterrupted functioning of pumping plants. Guidance and counselling for customers is also an important way to prevent overflows. The results of the collaborative project are available to all water treatment plants.

Suvi Lehtoranta, Riikka Malila, Päivi Fjäder, Vuokko Laukka, Jyri Mustajoki and Lauri Äystö: The safe and efficient cycling of wastewater nutrients

The nutrients in municipal wastewater are an underutilised resource whose efficient and safe recycling requires the development and deployment of new technologies. The Finnish Environment Institute's NORMA project charted potential nutrient-capture methods and developed their assessment to support decision-making.

Elina Anttonen: Experiences in using a cleaning method for wells clogged with iron and manganese in Finland

Blockages of water-extraction wells and reduced production are a common problem at many water treatment plants in Finland. Production wells and even water intake sites have had to be closed because the wells have become clogged with deposits of iron and manganese. A solution to this problem has now been sought with a pH-neutral well resuscitation method developed and used in Germany.

Timo Friman: Soil oxidation – an environment-friendly and affordable method for improving the quality of well water

Soil and groundwater oxidation is a fully biological and environmentally friendly method for iron and manganese removal from groundwater. The method utilises biological processes in the soil to remove iron and manganese from the groundwater. By using the method, it is possible to increase the groundwater oxygen level significantly. A higher oxygen level enables the precipitation of dissolved iron and manganese into solid forms and at the same time it improves the groundwater quality.

Veli-Matti Takkinen, Heini Postila, Jani Tomperi and Pekka Rossi: Utilization of digitalization in the management of water supply networks

The utilisation of digitisation in network attribute management varies among water treatment plants. A survey collected by the University of Oulu charted the currently prevailing situation at plants of various sizes, how the plants recognise the various tools afforded by digitisation, and what the plants would like to be done to promote digital systems and methods.

Other articles

Jyrki Kaija: By cooperating we will make the future a place we all want to go (Editorial)

Jarno Laine: Getting a grip on managing the network aspect of water treatment plants

Ritva Laitala: A uniform safety management operational model for the water services sector

Olli Malve, Kari Kallio, Eero Siivola, Mikko Kervinen, Markus Kankainen and Vesa Keto: Monitoring the impacts of fish farms on water quality by means of data fusion

Jarkko Rapala and Outi Zacheus: Memorandum on water resources and health promotes water services

Vesivaroja ja terveyttä koskeva pöytäkirja edistää vesihuoltoa

Yli vuoden jatkunut koronapandemia on korostanut käsienpesun ja hygienian merkitystä. Mutta mitä yhteistä käsien pesulla on vesihuoltojärjestelmien investointeja tukevien tunnuslukujen, vesimuodostumien ympäristötavoitteiden, puhdistamolietteen hyötykäytön ja vesiviljelyn ympäristölupien kanssa?

Kaikki edellä mainitut kuuluvat vesivaroja ja terveyttä koskevan pöytäkirjan tavoitteisiin ehkäistä vesivälitteisiä sairauksia. Pöytäkirja on Euroopan, Keski-Aasian ja Kaukasian maita koskeva kansainvälinen sopimus, joka ohjaa osapuolimaiden vesivaroja, veden käyttöä ja sanitaatiota koskevia tavoitteita. Niistä merkittävimpiä ovat turvallisen juomaveden saatavuus sekä riittävä ja yhtäläinen sanitaatio. Erityisen merkityksellinen pöytäkirja on vesihuoltoa kehittävissä Keski-Aasian ja Kaukasian maissa.

Suomi asetti osapuolimaista ensimmäisenä pöytäkirjan edellyttämät kansalliset tavoitteet vuonna 2008. Tavoitteet päivitettiin vuonna 2019. Suomi harmonisoi tavoitteet ensimmäisenä osapuolena YK:n kestävän kehityksen Agenda 2030 -toimenpideohjelman mukaisiksi. Kansallisia tavoitteita tunnistettiin lähes 50, ja niillä toimeenpannaan yhteensä 24:ää kestävän kehityksen tavoitetta. Vuoteen 2030 asetettuja tavoitteita toimeenpannaan poikkihallinnollisesti ja sidosryhmäyhteistyönä lainsäädännön, vesienhoidon toimenpiteiden sekä eri strategioiden, kuten vesivastuu- ja riskienhallintastrategian perusteella.

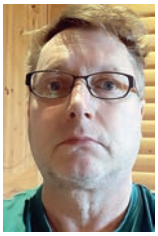
Pöytäkirjan tavoitteet koskevat vesistöjen, talousveden, uimaveden, vesiviljelyssä käytettävän veden sekä jäteveden laatua, talous- sekä jätevesijärjestelmien kattavuutta ja palvelutasotavoitteita, hyvien käytäntöjen soveltamista talousvesi- ja jätevesihuoltoon, jätevesilietteen uudelleenkäyttöä ja vesivaroihin vaikuttavien pilaantuneiden maa-alueiden kunnostamista. Pöytäkirjan osapuolet raportoivat kansallisten tavoitteiden toteutumisesta kolmen vuoden välein. Tavoitteen saavuttamista arvioidaan määriteltyjen indikaattoreiden, kuten talousveden laadun, riskinarvioinnin toteuttaneiden vedenjakelualueiden määrän ja vesihuollon kattavuuden avulla.

Tavoitteiden lisäksi vesivaroja ja terveyttä koskeva pöytäkirja tuottaa oppaita ja ohjeistusta mm. yhdenvertaisesta vesihuollosta, WSP-riskinarvioinnista ja ilmastonmuutoksen vaikutuksista vesihuoltoon. Uudessa juomavesidirektiivissä viitataan pöytäkirjaan veden saatavuuden parantamiseksi väestöryhmille, joiden vesihuollossa on puutteita.

Sektorirajat ylittävä kansallinen yhteistyö toimii Suomessa hyvin. Kansallisia tavoitteita voidaan käyttää hyödyksi eri hallinnonalojen yhteistyön kehittämisessä ja meneillään olevan kansallisen vesihuoltouudistuksen toimeenpanossa. Lisäksi Suomi toimii aktiivisesti pöytäkirjan toimeenpanoelimissä; tämä kansainvälinen yhteistyö ja hyvien käytäntöjen jakaminen tukevat vesihuollon edistämistä niin meillä kuin muualla.

Kansalliset tavoitteet perusteluineen on luettavissa osoitteessa https://stm.fi/terveydensuojelu.

OUTI ZACHEUS
erikoissuunnittelija
Terveyden ja hyvinvoinnin laitos,
asiantuntijamikrobiologiayksikkö



JARKKO RAPALA
neuvotteleva virkamies
Sosiaali- ja terveysministeriö

. PN71

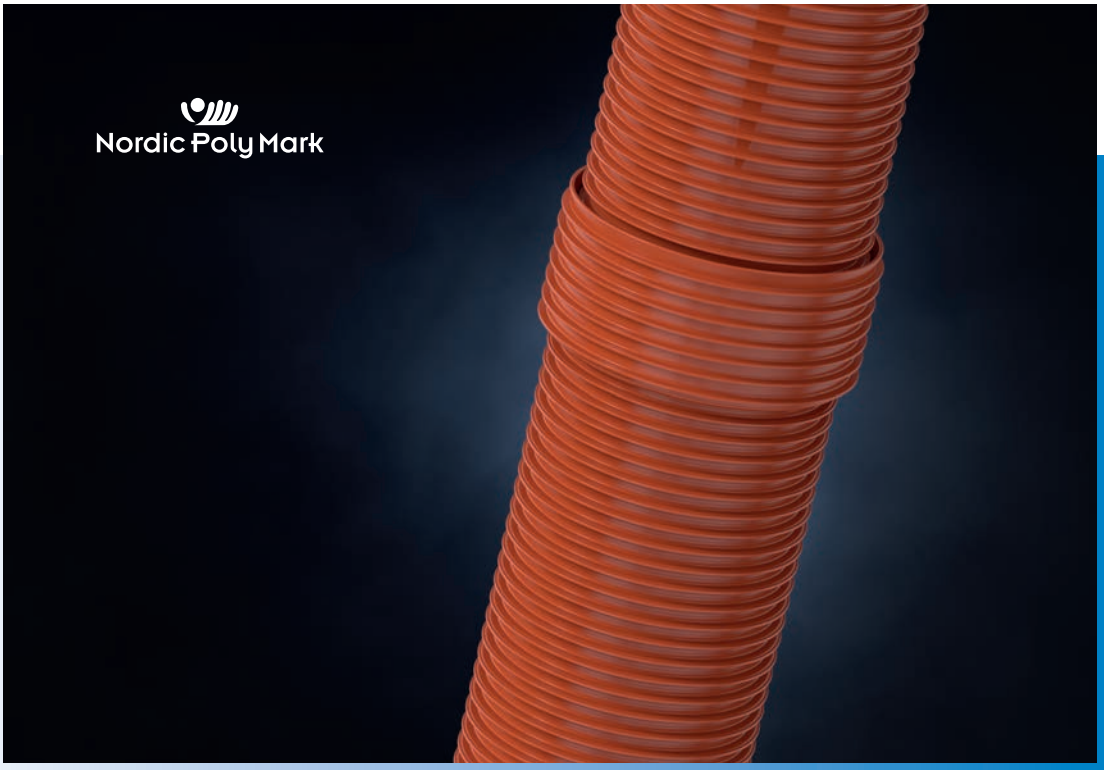
Ultra Rib 2
Entistäkin vahvempi

Uponor Ultra Rib 2 -järjestelmä on suunniteltu kestämään Pohjolan kovissa olosuhteissa. Esimerkkejä tyypillisistä käyttöympäristöistä ovat viemäröintikohteet kaupungeissa, taajamissa ja teollisuudessa.

Ripajäykisteinen massiiviputki kestää erinomaisesti kovaakin rasitusta ja kulutusta. Mittatarkat muhvit ja liitosyhteet varmistavat ehdottoman tiiviin järjestelmän.

Uponor Ultra Rib 2 -järjestelmän putkille on myönnetty Nordic Poly Mark -hyväksyntä.

Lue lisää: www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/maaviemarit/ultra-rib-2



uponor | Moving > Forward