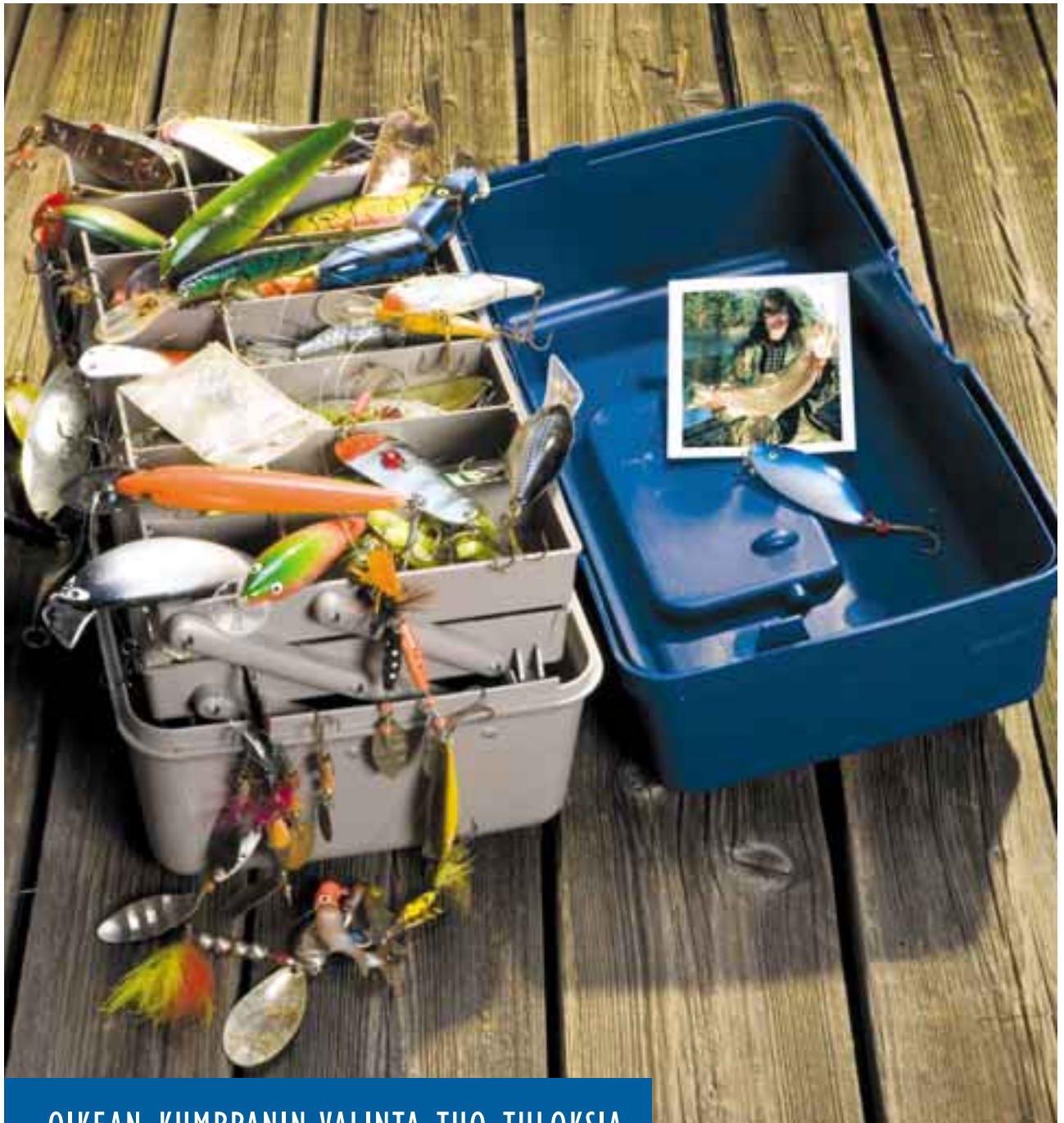


VESITALOUS

3/2006



Vesihuolto



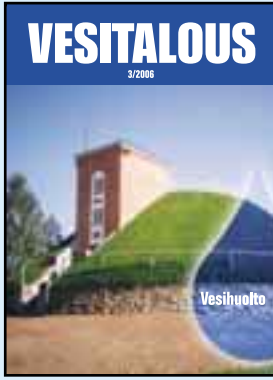
OIKEAN KUMPPANIN VALINTA TUO TULOKSIA

Onninen Infra toimii infrastruktuurin rakentajien valtakunnallisena yhteistyökumppanina. Käytössämme ovat kansainvälisen organisaation hyödyt ja alan parhaiden LVISK-tavarantoimittajien valikoimat. Onninen luo asiakkaidensa tarpeisiin mitoitettuja ratkaisuja aina kokonaisvaltaisista projektitoimituksista ja palveluvarastoista yksittäisten maanrakentajaurakoitsijoiden tuotetarpeisiin. Tärkein tehtävämme on muodostaa valmistajien ja asiakkaidemme kanssa joukkue, joka menestyy.

onninen

www.onninen.fi

Onninen tarjoaa kattavaa materiaalipalvelua urakoitsijoille, teollisuudelle, julkisille organisaatioille ja teknisten tuotteiden jälleenmyyjille. Olemme alalla vuodesta 1913 toiminut perheyhtiö. Työllistämme Suomen, Ruotsin, Norjan, Puolan, Venäjän ja Baltian toiminnoissamme yhteensä 2 750 henkilöä. Vuonna 2005 liikevaihtomme oli 1,3 miljardia euroa. www.onninen.fi



VESITALOUS

3 2006

Vol. XLVII

Julkaisija

YMPÄRISTÖViestintä YVT OY

Kustantaja

TALOTEKNIikka-Julkaisut OY

Harri Mannila

E-mail: harri.mannila@talotekniikka-julkaisut.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@talotekniikka-julkaisut.fi

Talous ja tilaukset

TAINA HIIKKÖ

Puhelin (09) 694 0622

Faksi (09) 694 9772

Nordea 120030-29108

E-mail: taina.hikk@mvtt.fi

Ilmoitukset

MIKKO KORHONEN

Ollilantie 11 S

04250 Kerava

Puhelin ja faksi (09) 242 8057

GSM (0500) 707 757

E-mail: mikko.korhonen@mark-kor.fi

Kannen kuva

JOENSUUN VESI

Painopaikka

FORSSAN KIRJAPAINO OY

ISSN 0505-3838

Ilmestyy kuusi kertaa vuodessa.

Vuosikerran hinta 50 €.

www.vesitalous.com

Tämän numeron kokosi

EVA HÖRKKÖ

E-mail: eeva.horkko@vvy.fi

VESITALOUS 4/2006

ilmestyy 25.8. Teemana on Sedimentit, ruoppaus ja pilaantuneiden maiden käsittely. Ilmoitusvaraukset 3.8. mennessä.

www.vesitalous.com

Pyydä vesihuollon tarvitettarjous Vesitalouden markkinapaikan kautta!

SISÄLTÖ

Vesihuolto 2006 – vesihuoltoväen kohtaamispaikka

Mika Rontu

5

Orgaaniset haitta-aineet jätevesilietteisä

Minna Vikman, Anu Kapanen ja Merja Itävaara

Haitallisia orgaanisia yhdisteitä esiintyy laajasti ympäristössämme. Ei siis ole ihme, että niitä on löydetty huomattavia pitoisuuksia myös jätevesilietteisistä.

Yhdyskuntajätelietteliden turvallinen loppukäyttö -hankkeessa on selvitetty orgaanisten haitta-aineiden pitoisuuksia suomalaisissa jätevesilietteisissä.

7

Pienet pohjavesilaitokset Suomessa

Eija Isomäki

Vuonna 2004 käynnistyi projekti Pienten pohjavesilaitosten ongelmat: suunnittelu, ylläpito ja valvonta eli PIPOT, jonka tarkoituksena oli kerätä tietoja Suomen pienistä pohjavesilaitoksista, tehdä lisätutkimuksia valittavilla 20 laitoksella taudinaiheuttajien esiintymisestä sekä luoda ohjekirja pienten pohjavesilaitosten hoitajille.

11

Mikroalotekniikkaan perustuva kiintoaineen mittaus lietteenkäsittelyssä

Antti Harinen

Tulevaisuudessa lietteenkäsittelyn hallinnalla ja optimoinnilla on yhä suurempi merkitys jätevedenpuhdistamoilla tapahtuvan lietteenkäsittelyn sekä lietteen loppusijoituksen kannalta. Jätevedenpuhdistamojen käyttö on menossa yhä prosessimaisemmaksi, mikä edellyttää kustannustehokkuutta sekä prosessin tilan jatkuvaa seuranta.

16

Molekyylibiologian mahdollisuudet talousveden mikrobiologisessa tutkimuksessa

Minna Keinänen-Toivola

Parina viime vuosikymmenenä molekyylibiologia on avannut uuden näkökulman ympäristömikrobiologiaan, myös talousvesialalle. Artikkelissa kuvataan talousvesitutkimuksessa käytössä olevia molekyylibiologian menetelmiä, pohditaan tutkimuksen nykytilaa sekä menetelmien käyttökelpoisuutta talousveden laadun tarkkailussa.

22

Jätevedenpuhdistamon ainetase, esimerkkeinä raskasmetallien taseet

Timo Laukkanen

Suomalaisissa jätevedenpuhdistamoissa kerätään jatkuvasti tietoa lähinnä puhdistamojen omaa käyttötarkkailua varten. Tässä tutkimuksessa on ainetaselaskelmien avulla selvitetty puhdistamoilla kerättävien rutiinitietojen yleisempää käyttökelpoisuutta puhdistamojen toiminnan tutkimuksessa.

28

Ylivieskan kaupunkitulva

Mikko Kajanus, Varpu Rajala, Bjørn Kløve ja Esko Lakso

Voimakas rankkasade aiheutti Ylivieskassa kaupunkitulvan 4.-5.8.2004, jolloin suuret hulevesimäärät aiheuttivat runsaasti vahinkoja. Tämän seurauksena aloitettiin tutkimukset, joiden tavoitteena oli etsiä ratkaisuja, joilla vastaavia vahinkoja voidaan tulevaisuudessa ehkäistä.

35

New Yorkin vesijärjestelmä valokuvina

Katriina Etholén

New Yorkissa on maailman vanhin keskeytyksettä toiminut urbaani vesihuoltojärjestelmä, joka on pääosin rakennettu 130 vuoden aikana. Monet rakennelmista ovat valmistusaikanaan olleet suurimpia tai pisimpiä maailmassa. Valokuvaja Stanley Greenbergin kuvat kertovat tästä järjestelmästä.

40

Vuosisata vesihuoltoa Lahdessa

Petri Juuti

46

TKK:n uusi Sustainable Global Technologies ohjelma

Liikehakemisto

49

Abstracts

50

Trendikäs jätevesiasetus

Anh Thu Tran Minh

57

Asiantuntijat ovat tarkastaneet lehden artikkelit.

TOIMITUSKUNTA

MINNA HANSKI

dipl.ins.

Maa- ja metsätalousministeriö

EVA HÖRKKÖ

tiedottaja

Vesi- ja viemärlaitosyhdistys

ESKO KUUSISTO

fil.tri, hydrologi

Suomen ympäristökeskus,

hydrologian yksikkö

HANNELE KÄRKINEN

dipl.ins., ympäristöinsinööri

Uudenmaan ympäristökeskus

PIPSA POIKOLAINEN

dipl.ins., maat.metsät.kand

Uudenmaan ympäristökeskus

KIRSI RONTU

dipl.ins., kaupungininsinööri,

Keravan kaupunki

RIKU VAHALA

dipl.ins. (väit.)

Vesi- ja viemärlaitosyhdistys

OLLI VARIS

tekn.tri, dosentti,

akatemiattutkija

Teknillinen korkeakoulu

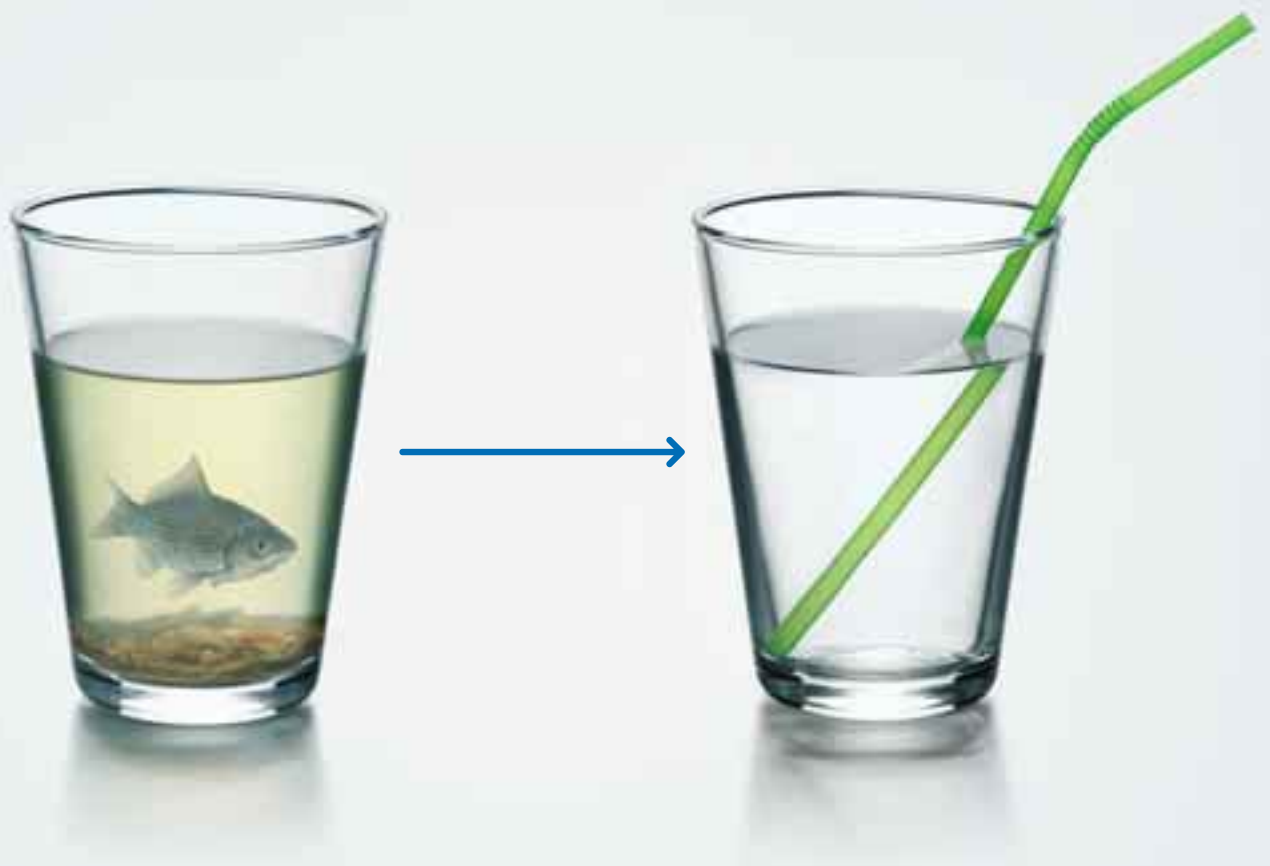
ERKKI VUORI

lääket.kir.tri,

oikeuskemian professori

Helsingin yliopisto,

oikeuslääketieteen laitos



Just add **Kemira**

Puhtaan nautinnon puolesta

Kemira tarjoaa tuotteita, teknologiaa ja osaamista juoma- ja jäteveden käsittelyprosesseihin. Edistämme asiakkaidemme vedenpuhdistusta tehokkailla, turvallisilla ja ympäristöystävällisillä ratkaisuilla. Korkeatasoisen tutkimustyöhön, henkilöstöön ja yhteistyöverkostoon perustuva tuotekehitys on tehnyt Kemirasta alansa maailmanlaajuisen markkinajohtajan.

www.kemira.com/water_treatment_Finland/Suomeksi

Vesihuolto 2006 – vesihuoltoväen kohtaamispaikka

Vesi- ja viemärlaitosyhdistys viettää tänä vuonna 50-vuotisjuhlaa. Myös vesihuoltopäivillä on yhtä pitkät perinteet. Valtakunnalliset vesihuoltopäivät ovat olleet Vesi- ja viemärlaitosyhdistyksen toiminnassa näkyvästi esillä alusta asti. Vuosittain järjestettävien vesihuoltopäivien perinne alkoi jo kesällä 1957. Päivät olivat alkusi yksipäiväisiä tilaisuuksia, joilla oli kymmenkunta ajankohtaista esitelmää.

Ensimmäisen kerran alan ajankohtaisia kysymyksiä pohdittiin vesihuoltopäivillä Saarijärvellä Keski-Suomessa. Tuolloin ajankohtaisia kysymyksiä olivat yhtymien perustaminen, vesihuoltohankkeiden rahoitus sekä sovellettava tekniikka. Jo alusta alkaen kuntien ja yhtymien edustajien lisäksi päiville kutsuttiin valtiohallan edustajia. Ensimmäiset vesihuoltopäivät keräsivät onnistuneesti 200 osallistujaa. Päivien yhteydessä järjestettiin näyttely, mukana olivat Upo Oy ja Vesiteknillinen Insinööritoimisto Oy Vesto.

Valtakunnallisen vesihuoltopäivän rinnalla on järjestetty vuodesta 1962 lähtien maakunnallisia tapahtumia eli niin kutsuttuja alueellisia vesihuoltopäiviä. Valtakunnallisten päivien kävijämäärät kasvoivat 1960-luvun puolivälin jälkeen jo kolmeen sataan. Näytteilleasettajien määrä nousi kolmeenkymmeneen. Tapahtuma muutettiin vuonna 1964 kaksipäiväiseksi, samalla voitiin lisätä päivien yhteydessä toteutettavia tutustumisretkiä ja -käyntejä. Alustuksia kaksipäiväisillä vesihuoltopäivillä oli noin 15.

Kävijämäärä vakiintui viiteensataan osallistujaan 1980-luvun alussa. Samaan aikaan näytteilleasettajien määrä kasvoi yli viiteenkymmeneen.

Nykyisin valtakunnalliset vesihuoltopäivät järjestetään parittomina vuosina Yhdyskuntatekniikka -näyttelyn yhteydessä ja parillisina vuosina omalla tapahtumanaan, kuten tänä vuonna Joensuussa. Alueellisia vesihuoltopäiviä järjestetään kaksi kertaa vuodessa. Alueellisena tapahtumana pidetään parillisina vuosina Pohjois-Suomen vesihuoltopäivät. Tänä vuonna maaliskuussa alueellinen vesihuoltopäivä oli Loimaalla. Marraskuussa pidetään Pohjois-Suomen vesihuoltopäivät Levillä.

Joensuussa vesihuoltopäivien näyttelyn pystyttää 79 näytteilleasettajaa, eivätkä kaikki halukkaat edes mahtuneet mukaan. Joensuun yliopisto tarjoaa kuitenkin erinomaiset tilat kahden rinnakkaisen luentosarjan järjestämiseen, josta ei haluttu tinkiä. Sen sijaan kaikille halukkaille näytteilleasettajille on mahdollisuus osallistua toukokuussa 2007 Turun Messu- ja Kongressikeskuksessa pidettävään Yhdyskuntatekniikka 2007 -näyttelyyn, jonka suurin tuoteryhmä on vesihuolto.

Vesihuoltopäivien järjestäjillä on riittänyt haasteita käytännön järjestelyissä matkan varrella. 1950-luvulla tapahtumapaikan valintaan vaikutti keväinen kelirikko, joka saattoi keskeyttää linja-autoliikenteen suuressa osassa maata. Tulevaisuuden käytännön haasteena vesihuoltopäivien järjestäjille on tapahtumapaikkakunnan majoituskapasiteetin riittäminen. Näyttäisi siltä, että riittävästi majoitusta löytyy kaupungeista, joiden asukasluku on vähintään 60 000. Käytännön seikat – kuten suuren osallistujajoukon ruokailun sujuvuus – aiheuttavat omat vaatimuksensa tapahtumapaikalle.

Vesihuoltopäivät on oiva tilaisuus vä-



Mika Rontu

apulaisjohtaja, dipl.ins.

Vesi- ja viemärlaitosyhdistys

E-mail: mika.rontu@vvy.fi

Kirjoituksessa on käytetty lähteenä syksyllä 2006 ilmestyvää Timo Herrasen kirjoittamaa yhdistyksen historiaa.

Kuva: Kimmo Brandt, Compic-Photos

littää tutkimusten ja kehittämishankkeiden tuloksia, oivalluksia, keksintöjä, sovelluksia ja uusia ajatuksia lisähankkeiden toteuttamiseksi ja toisten asiantuntijoiden arvioitavaksi. Vesihuoltopäivien luennot toteutetaan noudattaen call for papers eli kutsu luennoimaan -menettelyä. Me järjestäjät olemme iloisia, että tarjontaa esitelmiksi oli runsaasti. Valittavasti kaikki kiinnostavat esitelmät eivät mahtuneet ohjelmaan. Tarkoituksena on esitysten korkeasta tasosta tinkimättä antaa erityisesti nuorille ammatillisille aikaisempaa enemmän mahdollisuuksia esiintymiseen.

Erinomaisista esitelmistä huolimatta pidän valtakunnallisten vesihuoltopäivien tärkeimpänä antina alan ihmisten epävirallisia keskusteluja ja verkostoitumista. Jatkossa toivoisin lisää esitelmäehdotuksia erityisesti vesihuoltolaitosten henkilökunnan parista, esimerkiksi käytännön ongelmien ratkaisuista vesihuoltolaitoksilla.

Osa vesihuoltopäivien esitelmistä julkaistaan tässä Vesitalous -lehden näyttelynumerossa. VVY:n 50-vuotisjuhluvuoden kunniaksi julkaisemme tiivistelmistä tehdyn koosteen VVY:n monistesarjan julkaisuna. Julkaisemme Vesihuolto 2006 -päivien esitykset ja tiivistelmät myös VVY:n kotisivuilla.



Yhdyskuntatekniikka 2007

Infratech • Turku 23.-25.5.2007

13. YHDYSKUNTATEKNIIKAN VIIKKO				
TIISTAI 22.5.	KESKIVIikko 23.5.	TORSTAI 24.5.	PERJANTAI 25.5.	LAUANTAI 26.5.
Vesimittarikurssi (VVY)		Kuntatekniikan päivät (SKTY)		
Vesihuolto 2007 (VVY)				
Vh-laitosten toimistohenk. koulutuspäivä (VVY)				
Vv-laitosten asent. ja työnj. koulutus. (VVY)				
Kunnosta on kysymys -seminaari (STY)				
SML:n neuvottelupäivät				
Jätelaitospäivät (JLY)				
YHDYSKUNTATEKNIikka 2007 -NÄYTTELY Infratech 2007 Exhibition				
Maksuttomat luennot näyttelyvieraille Turun Messu- ja Kongressikeskuksessa				

YHDYSKUNTATEKNIikka / INFRAtech: PL 122, 00521 HELSINKI, puh. (09) 868 9010, fax (09) 8689 0190, email yt@yhdyskuntatekniikka.fi

JÄRJESTÄJÄT: Vesi- ja viemärlaitosyhdistys (VVY), Suomen Maarakentäjien Keskusliitto (SML), Suomen kuntatekniikan yhdistys (SKTY), Suomen Tieyhdistys (STY), Jätelaitosyhdistys (JLY)

• ENERGIAHUOLTO • JÄTEHUOLTO • KATU-, TIE- JA LIIKENNETEKNIikka • KONEKALUSTO • MITTAUSTEKNIikka JA LABORATORIOPALVELUT • SATAMAT JA VÄYLÄT
• INFORMAATIOTEKNOLOGIA • TYÖMAAVARUSTEET • URHEILU- JA VIRKISTYSALUEET • VESIHUOLTOTEKNIikka • YHDYSKUNTASUUNNITTELU • YMPÄRISTÖNSUOJELU

Koko ala yhdessä näyttelyssä • www.yhdyskuntatekniikka.fi

Orgaaniset haitta-aineet jätevesilietteilissä

Minna Vikman

Tutkija, DI
VTT
E-mail: minna.vikman@vtt.fi

Anu Kapanen

Tutkija, MMM
VTT
E-mail: anu.kapanen@vtt.fi

Merja Itävaara

Erikoistutkija, MMT, dosentti
VTT
E-mail: merja.itavaara@vtt.fi

Haitallisia orgaanisia yhdisteitä esiintyy laajasti ympäristössämme. Ei siis ole ihme, että niitä on löydetty huomattavia pitoisuuksia myös jätevesilietteilistä. *Yhdyskuntajäteliitteiden turvallinen loppukäyttö* -hankkeessa on selvitetty orgaanisten haitta-aineiden pitoisuuksia suomalaisissa jätevesilietteilissä. Lisäksi hankkeen tavoitteena on selvittää kompostoinnin vaikutusta orgaanisten haitta-aineiden hajoamiseen ja sitä, kuinka biotestejä voitaisiin hyödyntää kemiallisten haitta-ainemääritysten rinnalla.

Jätevesilietteen määrä on Suomessa ja Euroopassa viime vuosina kasvanut, koska yhä enemmän ihmisiä asuu viemäriverkostojen piirissä. Suomessa yhdyskuntalietettä syntyy vuosittain 150 000 t ka/a ja EU:ssa 9 milj. t ka/a (Suomen ympäristökeskuksen www-sivut, 2006; EU:n komission ympäristö www-sivut, 2006). Biojätestrategian (2004) mukaan Suomessa on hyödynnettävä 90 % jätevesilietteestä vuoteen 2010 mennessä, joten lietteen käsittelyn eri vaihtoehtoja pohditaan useissa kunnissa. Pääasialliset vaihtoehdot yhdyskuntajätevesiliettelien hyödyntämiselle ovat viherrakentamisen, maisemointi maanviljelys tai energiana hyödyntäminen. Lisäksi uusia menetelmiä jätevesilietteen hyödyntämiselle pyritään kehittämään.

Pääosa viherrakentamisessa ja maa-

taloudessa käytettävästä lietteestä on kompostoitua tai käsitelty esimerkiksi kalkkistabiloimalla. Ympäristötukien edellytyksenä onkin maataloudessa käytettävien lietteiden käsittely ennen peltolevitystä. Kompostoidun lietteen käyttö maanviljelyksessä ja viherrakentamisessa on houkutteleva vaihtoehto, koska tällöin lietteen sisältämät ravinteet ja orgaaninen aines saadaan hyötykäyttöön.

Lainsäädäntö säätelee hyötykäyttöä

Jätevesilietteen käsittelyyn ja loppusijoitukseen liittyy lukuisa joukko EU:n säädöksiä sekä kansallista lainsäädäntöä. Lietedirektiiviä 86/278/ETY ja valtioneuvoston päätöstä puhdistamolietteen käytöstä maanviljelyssä (282/1994)

sovelletaan lieteseoksiin, mutta ei lannoitevalmisteisiin. Säädös antaa raja-arvot raskasmetallipitoisuuksille sekä siinä edellytetään käyttämään lietettä niin, ettei se aiheuta haittaa ihmiselle ja ympäristölle. Myös maatalouden tukiehdot vaikuttavat jätevesilietteen käyttöön ja nykyisten säädösten mukaan lietteet on käsiteltävä ennen käyttöä (Viljelytapa ja ympäristöehdot, 2005).

Puhdistamolietteilistä voidaan valmista maanparannuskompostia tai lannoitetta, joita koskeva uusi lannoitevalmistelaki (HE 71/2005) on tulossa voimaan vuoden 2006 aikana. Kompostivalmisteille ja maanparannusaineille on asetettu laatuvaatimuksia mm. pääravinteiden käyttömäärien, hygieenisen laadun sekä raskasmetallien pitoisuuksien suhteen. Lainsäädännössä tullaan asettamaan raja-ar-

voja myös orgaanisille haitta-aineille.

EU:n jätevesilietedirektiivin uudistaminen on ollut käynnissä jo vuosien ajan (Working document on sludge, 3rd draft). Direktiiviehdotuksen kolmannessa luonnoksessa asetetaan raja-arvot usealle orgaaniselle haitta-aineelle. Uuden lietedirektiiviluonnoksen pitäisi valmistua vuonna 2007.

Orgaaniset haitta-aineet ympäristössä

Haitallisia orgaanisia yhdisteitä esiintyy laajasti ympäristössämme. Jäteve-teen niitä joutuu pääasiassa kotitalouksista ja teollisuudesta. Useat orgaanisista haitta-aineista ovat itse asiassa useamman yhdisteen ryhmiä. Esimerkiksi polyaromaattisilla hiilivedyillä (PAH) tarkoitetaan yleensä kuudentoista eri yhdisteen summaa. Adsorboituvat halogeeniyhdisteet (AOX) puolestaan sisältää orgaanisesti klooriin, bromiin ja jodiin sitoutuneita yhdisteitä. Taulukossa 1 on arvioitu direktiiviehdotuksessa orgaanisten hait-

ta-aineiden ominaisuuksia, haitallisuutta ja päästölähteitä.

Merkittävää kuitenkin on, että orgaaniset haitta-aineet voivat olla karsinogeenisia, mutageenisia, immunotoksisia, sikiölle vaarallisia ja lisääntymiskykyyn haitallisesti vaikuttavia aineita. Useiden kyseisistä kemikaaleista on epäilty olevan myös hormonitoimintaan vaikuttavia yhdisteitä. Orgaanisten haitta-aineiden riskinarvioinnit perustuvat mm. niiden biohajoavuuteen, bioakkumulaatioon, toksisuuteen ja hormoninkaltaisiin vaikutuksiin. Useimmissa EU maissa on keskitytty monitoroimaan PAH-yhdisteitä, polykloorattuja bifenyyleitä (PCB), ftalaatteja (mm. dietyyliheksyyliftalaatti DEHP) ja dioksiineja (PCDD/F-yhdisteet). Lisäksi jätevesiliete voi sisältää haitallisia yhdisteitä, joita ei vielä osata etsiä. Esimerkiksi bromatut palonestoaineet ovat vähemmän tutkittuja ja riskiä ei tunneta.

Orgaaniset haitta-aineet lietteissä

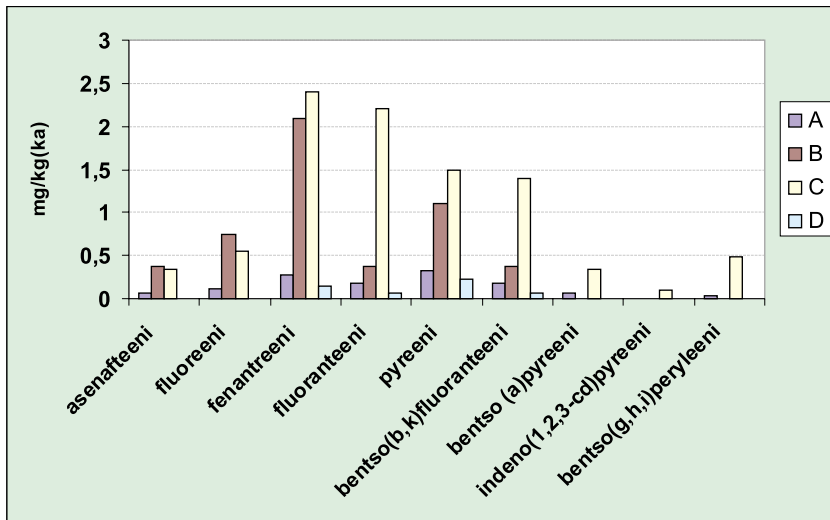
Yhdyskuntien jätevesilietteiden sisältä-

miä orgaanisia haitta-aineita on jonkin verran kartoitettu Euroopassa ja Pohjoismaissa (Erhardt ja Pruess, 2001; Thornton, 2001, Andersen, 2001), mutta tietoa Suomen nykytilanteesta ei ole juurikaan löydetävissä. Vaikka suurin osa määritetyistä orgaanisten haitta-aineiden pitoisuuksista on Euroopassa raja-arvojen (Working document on sludge, 3rd draft) alapuolella, niin yksittäisiä raja-arvojen ylityksiä raportoidaan. Ongelmallisimpia ovat selvitysten mukaan PAH-, NPE- (nonyylifenolietoksilaatit) ja DEHP-yhdisteet. 1990-luvun alussa tehdyn selvityksen (Aalto, 1992) mukaan haitta-aineiden pitoisuudet olivat suomalaisissa lietteissä keskimääräisesti alhaisemmalla tasolla kuin muualla Euroopassa. Selvityksessä tutkittujen orgaanisten haitta-aineiden/aineryhmien määrä oli kuitenkin rajoitettu ja esimerkiksi LAS (Lineaariset alkyylibentseenisulfonaatit)-yhdisteitä ei määritetty lainkaan.

Yhdyskuntajätelietteiden turvallinen loppukäyttö-hankkeessa (LIETU2) on selvitetty suomalaisten jätevesilietteiden haitta-ainepitoisuuksia. Hanketta

Taulukko 1. Orgaanisia haitta-aineita, niiden ominaisuuksia ja päästölähteitä.

Lyhenne	Yhdiste/Yhdisteryhmä	Biohajoavuus ja haitallisuus	Esimerkkejä päästö-lähteistä
LAS	Lineaariset alkyylibentseeni sulfonaatit	Biohajoavia, voivat lisätä muiden aineiden liukoisuutta	Synteettiset puhdistusaineet ja pesuaineet
DEHP	Di(2-etyyliheksyyli)ftalaatti	Karsinogeeninen, hormonihäiritsijä, biohajoaa	Pakkausmateriaali, väriaineiden valmistus, lääketeollisuus
NPE	Nonyylifenoli (NP) ja nonyyylifenoli-etoksylaatit (NPE)	NPE ei myrkyllinen, hajoamistuotteet haitallisempia ja vaikeammin hajoavia	Pesuaineet, kosmetiikka, voitelu-aineet, torjunta-aineet
PAH	Polyaromaattiset hiilivedyt. Usean eri yhdisteen summaparametri.	Karsinogeenisiä, mutageenisia. Biohajoavuus vaihtelee yhdisteen mukaan.	Energiantuotanto, epätäydellinen palaminen
PCB	Polyklooratut bifenyylit. Kuvataan summa-arvona usean eri kloorausasteen bifenyyleistä.	Rikastuu ravintoketjussa, pysyviä, rasvaliukoisena terveydelle haitallinen	Liimat, maalit, muovit, hyönteismyrkyt, voitelu-aineet
PCDD/F	Polyklooratut dibentsodioksiinit/dibentsofuraanit ilmoitetaan yleensä toksisuusekvivalenttina.	Rasvaliukoisina, haitallisia terveydelle pysyviä, rikastuvat ravintoketjussa	Pestisidit, jätteenpoltto
AOX	Adsorboituvat orgaaniset halogeeniyhdisteet, orgaanisesti sitoutuneet kloori, bromi ja jodiyhdisteet	Osa helposti hajoavia, osa pysyviä. Pitoisuus ei korreloi haitallisuuden kanssa.	Orgaaniset liuottimet, muovien valmistus, torjunta-aineet, Šantibiootit, kylmälaitteet



Kuva 1. Polyaromaattiset hiilivedyt neljällä jätevedenpuhdistamolla (A, B, C ja D) Suomessa. Kuvaan on otettu mukaan direktiiviehdotuksessa (Working document on sludge, 3rd draft) esitetyt hiilivedyt. Taulukossa 2 esitetty PAH-pitoisuus on näiden yhdisteiden summa.

rahoittavat Maa- ja metsätalousministeriö, VTT, vesilaitokset sekä yritykset. Lisäksi hankkeen johtoryhmässä toimii asiantuntijoita Ympäristöministeriöstä, Kasvintuotannon tarkastuskeskuksesta, Suomen ympäristökeskuksesta, Viherympäristöliitosta sekä Vesi- ja viemärlaitosyhdistyksestä.

Lietenäytteitä kerättiin kahden viikon ajan hankkeeseen osallistuvalla neljältä eri tyyppiseltä jätevedenpuhdistamolta syksyllä 2005. Näytteistä analysoitiin keskeisimmät orgaaniset haitta-aineet: polyaromaattiset hiilivedyt (PAH), dietyyliheksyyliftalaatit (DEPH), adsorboituvat orgaaniset halogeeniyhdisteet (AOX), lineaariset alkyylibentseeni sulfonaatit (LAS), polykloorattu bifenyyl (PCB), nonyyli-fenoli ja nonyyli-fenolietoksyylaatit (NP/NPE) ja polyklooratut dibentsodioksiinit/dibentsofuraanit (PCDD/F). Puhdistamolle tulevan teollisuusjäteveden määrä vaihteli puhdistamosta riippuen ja oli korkeimmillaan noin 15%, mutta tutkitut puhdistamot käsitelivät kuitenkin pääasiassa yhdyskuntien jätevedettä. Vertailukohtana käytettiin Working document on sludge (3rd draft) -luonnoksessa esitettyjä raja-arvoja.

Tulosten mukaan kriittisin määritetyistä haitta-aineryhmistä oli polyaromaattiset hiilivedyt, joiden pitoisuudet ylittivät raja-arvon 6 mg/kg ka yhdellä puhdistamolla (taulukko 2). Merkittävimmät yksittäiset PAH-komponentit olivat fenantreeni, fluoranteeni

ja pyreeni (kuva 1). Muiden orgaanisten haitta-aineiden osalta pitoisuudet alittivat raja-arvot kaikilta osin, vaikkakin puhdistamokohtaiset erot olivat suuria. Lisäksi voisi todeta, että PCB:n sekä dioksiinien ja furaanien pitoisuudet olivat erittäin pieniä raja-arvoon verrattuna. Tuloksia tulkittaessa on kuitenkin huomioitava, että tutkimuksessa käytetty otos oli pieni. Lisäksi

näytteenoton ajankohta voi vaikuttaa saatuihin tuloksiin. Kattavamman tuloksen saamiseksi olisi tutkittava huomattavasti enemmän puhdistamoita, mutta näitäkin tuloksia voidaan pitää suuntaa antavina. Tulosten suuri vaihtelu puhdistamoiden välillä näkyy myös eurooppalaisissa selvityksissä, joten vertailu Suomen ja muun Euroopan välillä on hankalaa.

Taulukko 2. Orgaanisten haitta-aineiden pitoisuuksia neljällä jätevedenpuhdistamolla (A, B, C, D) Suomessa verrattuna direktiiviehdotuksessa esitettyihin raja-arvoihin (Working document on sludge, 3rd draft).

	A	B	C	D	raja-aro
AOX (mg/kg ka)	170	240	300	180	500
LAS (mg/kg ka)	1600	1400	1700	360	2600
DEHP (mg/kg ka)	39	70	62	69	100
NPE (mg/kg ka)	27	14	35	2	50
PAH (mg/kg ka)	1,3	5,1	9,3	0,5	6
PCB (mg/kg ka)	0,03	0,07	0,08	0,05	0,8
PCDD/F (ng i-TEQ/kg ka)	6,3	4,3	55	10	100

- PAH** = polyaromaattiset hiilivedyt. Usean eri yhdisteen summaparametri (asenafteneeni, fenantreeni, fluoreeni, fluoranteeni, pyreeni, bentso(b+j+k)fluoranteeni, bentsopyreeni, bentso(ghi)peryleeni, indeno(1,2,3-c,d)pyreeni).
- AOX** = adsorboituvat orgaaniset halogeeniyhdisteet, orgaanisesti sitoutuneet kloori, bromi ja jodiyhdisteet.
- LAS** = lineaariset alkyylibentseeni sulfonaatit
- DEHP** = di(2-etyyliheksyyli)ftalaatti
- PCB** = polykloorattu bifenyyl (kongeneerit 28,52,101, 118, 138, 153, 180)
- NPE** = nonyyli-fenoli ja nonyyli-fenolietoksyylaatit yhdellä tai kahdella etoksiryhmällä
- PCDD/F** = polyklooratut dibentsodioksiinit/dibentsofuraanit.
Tulokset ovat i-TEQ-arvoja (International toxicity equivalent).

Orgaanisia haitta-ainepitoisuuksia voidaan vähentää kompostoimalla

Koska osa lietteen sisältämistä orgaanisista haitta-aineista on biohajoavia (taulukko 1), on lietteiden käsittely kompostoimalla yksi keino haitta-ainepitoisuuksien alentamiseen turvalliselle tasolle. Aerobinen kompostointiprosessi sopii erityisesti lietteen LAS- ja NPE-yhdisteiden pitoisuuksien vähentämiseen. Myös osa polyaromaattisista hiilivedyistä ja ftalaateista hajoavat aerobisesti, mutta hajoamisnopeus voi olla alhainen johtuen sitoutumisesta lietteen orgaaniseen ainekseen. PCB-yhdisteet eivät sen sijaan ole helposti hajoavia, mutta osittaista biohajoamista ja muuntumista on kuitenkin todettu kompostiolosuhteissa. Vaikka osa orgaanisista haitta-aineista on biohajoavia, todellisissa olosuhteissa hajoaminen ei välttämättä tapahdu optimaalisesti. Kuvassa 2 on VTT:n pilot-kompostointilaitteisto, jossa tutkitaan haitta-aineiden hajoamista LIETU2-hankkeen yhteydessä.

Biotestit kemiallisen analytiikan rinnalla?

Orgaanisen yhdisteen riskinarviointi perustuu usein yksittäisten kemikaalien pitoisuuden ja myrkyllisyyden analysointiin. Kun testattavana on näyte, jonka sisältämien kemikaalien laatua, määrää ja vaikutuksia on etukäteen vaikea arvioida, on biotesteistä eniten hyötyä. Biotesteillä voidaan arvioida näytteiden myrkyllisyyttä mittaamalla akuuttia ja kroonista myrkyllisyyttä eri trofiatason testiorganismeilla kuten esimerkiksi entsyymeillä, bakteereilla, vesikirpuilla, kastemadoilla ja kasveilla. Yleisen myrkyllisyyden testaamisen sijaan testit voidaan valita myös niin, että ne mitaavat spesifisesti tietyn tyyppistä biologista vaikutusta kuten vaikutuksia perimään tai hormonitoimintaan.

VTT:llä on tutkittu vuosien ajan biotestejä ympäristönäytteiden ja kemikaalien myrkyllisyyden arvioinnissa (Kapanen ja Itävaara, 2001; Tuominen ym., 2002; Novotny ym., 2006). Käynnissä olevassa LIETU2-hankkeessa arvioidaan biotestien soveltuvuutta kalliin kemiallisen analytiikan apuna lietteiden ympäristövaikutusten arvioinnissa.



Kuva 2. VTT:n pilot-mittakaavan kompostointilaitteisto.

Lopuksi

EU:n jätepolitiikka ohjaa jäsenmaita entistä enemmän jätteiden muodostumisen ehkäisyyn ja jätteiden hyödyntämiseen ja kierrätykseen. Toisaalta taas jätteistä ja jätteidenkäsittelystä aiheutuvia ympäristövaikutuksia pyritään vähentämään lainsäädännöllisin keinoin. Erityisesti biohajoavat jätteet muodostavat ongelmallisen jätevirran, jonka hallinta ja hyödyntäminen uusina tuotteina on haasteellista. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli omalta osaltaan edistää jätteselviöiden turvallista hyötykäyttöä.

Kirjallisuus:

Aalto, J. 1992. Selvitys yhdyskuntien jätevedenpuhdistamolietteiden haitallisista orgaanisista yhdisteistä. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 358. 159 s. Vesi- ja ympäristöhallitus.

Andersen, A. 2001. Disposal and recycling routes for sewage sludge – Part 3 – Scientific and technical sub-component report, 23 October 2001. European commission DG Environment – B/2

Biojättestratégia 2004. Kansallinen strategia biohajoavan jätteen kaatopaikkakäsittelyn vähentämiseksi, Ympäristöministeriö, luettavissa internetistä osoitteessa <http://www.ymparisto.fi>

Čeněk Novotny, Nicolina Dias, Anu Kapanen, Kateřina Malachová, Marta Vandrovčova, Merja Itävaara & Nelson Lima 2005. Comparative

use of bacterial, algal and protozoan tests to study toxicity of azo- and anthraquinone dyes. Chemosphere (painossa).

Erhardt, W. & Pruess, A. 2001. Organic contaminants in sewage sludge for agricultural use. Report prepared by UMEG Center for Environmental Measurements, Environmental Inventories and product safety, Germany for the European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Soil and Waste Unit. 18 October 2001.

EU:n komission ympäristösivut 2006, Disposal and recycling routes for sewage sludge, www.europa.eu.int/comm/environment/waste/sludge.

Kapanen, A. & Itävaara, M. 2001. Review Ecotoxicity Tests for Compost Applications. Ecotoxicology and Environmental Safety 49, 1–16.

Suomen ympäristökeskuksen www-sivut 2006. www.ymparisto.fi.

Thornton, I. 2001. Pollutants in urban wastewater and sewage sludge. Final report, prepared by ICON I C Consultants Ltd. London, February 2001 for Directorate-General Environment.

Tuominen, J., Kylmä, J., Kapanen, A., Venelampi, O., Itävaara M. & Seppälä, J. 2002. Biodegradation of lactic acid based polymers in controlled composting conditions and evaluation of the ecotoxicological impact. Biomacromolecules 3: 445–455.



Pienet pohjavesilaitokset Suomessa



Eija Isomäki

DI, tutkija

Suomen ympäristökeskus

E-mail: eija.isomaki@ymparisto.fi

Artikkeli perustuu kirjoittajan diplomityöhön.

Vuonna 2004 käynnistyi Suomen ympäristökeskuksessa projekti Pienten pohjavesilaitosten ongelmat: suunnittelu, ylläpito ja valvonta eli PIPOT. Projektin tarkoituksena oli kerätä tietoja Suomen pienistä pohjavesilaitoksista, tehdä lisätutkimuksia valittavilla 20 laitoksella taudinaiheuttajien esiintymisestä sekä luoda ohjekirja pienten pohjavesilaitosten hoitajille. Projektissa on yhteistyötahoina Helsingin yliopiston elintarvikke- ja ympäristöhygienian laboratorio, Kansanterveyslaitos (Kuopio) sekä Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesienhuoltoyhdistys. Projektia rahoittaa maa- ja metsätalousministeriö, sosiaali- ja terveysministeriö sekä Vesi- ja viemärlaitosyhdistys.

Tietoa Suomen pienistä pohjavesilaitoksista on ollut saatavilla hyvin vähän. Tietoa on kerätty maaseudun pienistä

”Pieni pohjavesilaitos on osuuskunnan omistuksessa. Laitoksella on 190 liittynyttä ja vettä otetaan 57 m³ päivässä yhdestä kuilukaivosta. Vesilaitokseen on liittynyt yksi koulu sekä useita maatiloja. Vettä ei käsitellä, vaikka joitain laatuongelmia on saattanut ilmetä. Vedenottamon läheisyydessä on ainakin yksi riskitekijä, kuten viljelty pelto tai jätevesien käsittelyjärjestelmä. Ottamon turvallisuutta ei ole erityisesti huomioitu.” – Tällainen on Pienet pohjavesilaitokset projektin tulosten pohjalta luotu yleisimpiin faktoihin perustuva laitos.

vesilaitoksista vuonna 1966 (Kiuru 1966) sekä kaikkien yli 50 asukkaan vesilaitosten veden laadusta vuonna 1996 (Kujala-Räty ym. 2001). PIPOT-projektin tiedonkeruuta varten laadittiinkin laaja kysely. Se kattoi laitosten olosuhteet, tekniikan, ylläpidon ja valvonnan. Kysely lähetettiin kaikille terveystarkastajille. Pieniksi laitoksiksi määritettiin alle 500 käyttäjän laitokset. Arvioidusta 500 laitoksesta saatiin vastauksia 245 laitokselta.

(Tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava, että kaikki laitokset eivät ole vastanneet kaikkiin kysymyksiin, mikä heikentää toisinaan tulkittavuutta. Prosentteina on yleensä prosenttiosuus ko. kohtaan vastanneista laitoksista.)

Laitokset

Kootun aineiston vanhin laitos oli vuo-



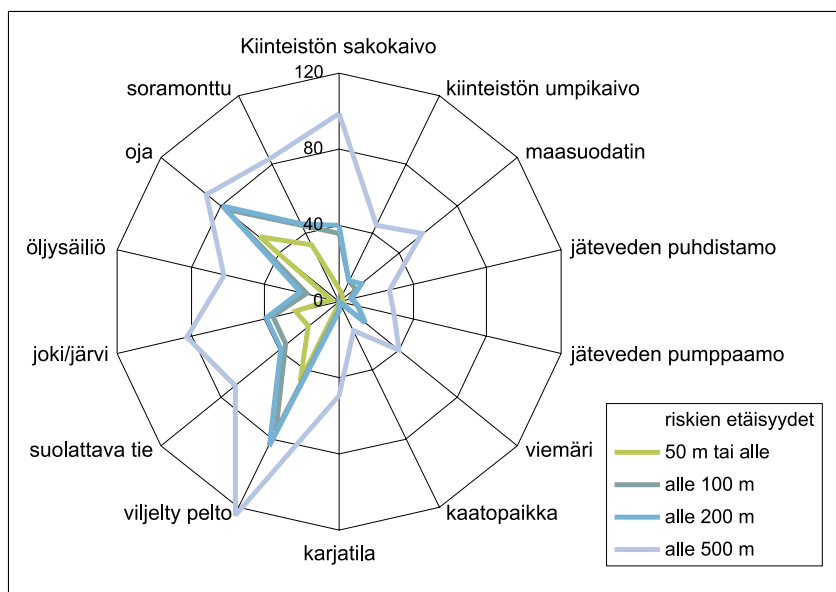
Kuva 1:
Kyselyyn
vastanneet
laitokset
kartalla.

Taulukko 1. Pienten pohjavesilaitosten käyttäjät: kuinka monella laitoksella veden käyttäjiin kuuluu mainittuja käyttäjiä 1, 2, 3 tai enemmän.

	1	2	3	enemmän
maatiloja	31	16	20	83
varuskunta-alueita	2			1
leirintäalueita	11	2		1
ravintoloita	47	10	6	3
työpaikkoja	17	7	4	32
hotelleja	22	2	1	5
kouluja	90	2	2	
hoitokoteja	18	11	3	12
teollisuutta	18	11	3	12
muuta	28	4	2	12

Taulukko 2. Vesilaitosten hoitajien tarkastuskäyntitiheydet laitoksilla: Kuinka monta prosenttia hoitajista, käy laitoksella tietyllä toistumistiheydellä. (Kiuru 1966).

Vuoden 2005 tutkimuksessa		Vuoden 1966 tutkimuksessa	
joka päivä	8 %	jatkuva päivystys	1,9 %
muutamana kerran viikossa	12 %	päivittäin	51,3 %
viikoittain	37 %	joka toinen päivä	16,7 %
harvemmin	42 %	kahdesti viikossa	9,6 %
		kerran viikossa	20,5



Kuva 2: Riskien esiintymistiheys: kehällä riskit, murtoviivoilla etäisyydet ottamoista, murtoviivan etäisyys keskustasta on esiintymislukumäärä. Esim. 76 laitoksella viljelty peltö oli alle 100 m etäisyydellä ottamosta.

delta 1910 ja uusin vuodelta 2003. Laitoksista osuuskuntia oli noin puolet ja kunnan omistamia laitoksia viidennes. Tämän lisäksi oli mukana yhtymiä, osakeyhtiöitä sekä muussa omistuksessa olevia laitoksia. Laitosten yhteyteen kuului kotitalouksien lisäksi muita vedenkäyttäjiä (taulukko 1). Eniten näiden muiden käyttäjien joukossa oli maatiloja.

Olosuhteet

Yli puolet laitoksista otti vetensä yhdestä kaivosta. Mikäli laitoksella oli useampi kaivo, eivät kaikki kaivot olleet välttämättä käytössä – ainakaan samanaikaisesti. Yleisin kaivotyyppejä oli kuilukaivo, noin puolella laitoksista. Siiviläputkikaivoa käytti neljännes laitoksista ja lopuilla oli käytössä pora- tai lähdekaivo.

Kaivojen sijaintia tarkasteltiin eri tekijöiden suhteen. Suurin osa kaivoista sijaitsi hyvällä sora- tai hiekkamaalla. Kuitenkin 3 kaivoa sijaitsi ”muulla maaperällä”, joka oli selitetty nevana, turpeena tai mineraalimaana. Puolet kaivoista sijaitsi tasaisella maalla, 35 prosenttia rinteessä ja 15 prosenttia ympäröivää maanpintaa alempana, mikä on riski veden laadulle.

Pohjavesialueella sijaitsevia riskejä tarkasteltiin nimeämällä 14 riskitekijää ja kysymällä näiden etäisyyksiä kaivoista. Tulokset on esitetty kuvassa 2. Lukumäärät ilmaisevat kuinka monen eri laitoksen ottamon läheisyydellä kyseinen riskitekijä sijaitsee mainitulla etäisyydellä. Ainakin yksi riskitekijä oli alle 50 metrin etäisyydellä kaivosta 50 prosentilla laitoksista.

Myös muutamien erillisten riskitekijöiden esiintymistä selvitettiin. Tulvavesillä oli mahdollisuus päästä kaivoon 28 laitoksella ja lähin vesistö oli jätevedenpuhdistamon purkuvesistö, jossa purkupaikka sijaitsee ylävirtaan ottamoon nähden, 19 laitoksella. Riskin sijaitseminen ottamon läheisyydessä edellyttäisi laitokselta riskin huomioimista ainakin veden laadun tarkkailussa.

Vastaajat arvioivat laitoksen kuntoa asteikolla yhdestä viiteen, viiden ollessa paras. Arvosteluosion täytti 80 prosenttia vastanneista. Annetut kriteerit

ja tulosten jakautuminen on esitetty kuvassa 3. Kaikkien kriteerien arvioinnit olivat keskimäärin kiitettäviä. Laitokset siis arvioitiin hyväkuntoisiksi ja niihin oltiin tyytyväisiä.

Tekniikka

Vedenkäsittelyistä oli saatu vastauksia erittäin kattavasti. Vain 6 laitosta ei ollut vastannut tähän kohtaan. Tulosten perusteella sadalla laitoksella vesi menee käsittelemättömänä kuluttajille. Näistä noin puolet oli ilmoittanut, ettei myöskään veden laadun kanssa ole ongelmia.

Yleisin veden käsittelymenetelmä oli alkalointi, jolla säädettiin pH:ta ja alkaliteettia. Alkalointiin käytettiin yleisimmän kalkkikiveä. Toiseksi yleisin veden käsittelymenetelmä oli hiekkasuodatus, jolla poistettiin lähinnä rautaa ja sameutta. Mikäli vettä käsiteltiin useammalla kuin yhdellä menetelmällä, olivat käsittelyprosessit toisistaan poikkeavia. Uusimpia tekniikoita, kuten käänteisosmoosia ja ioninvaihtoa, oli käytössä muutamilla uusimilla laitoksilla.

Vesi desinfiointiin 29 laitoksella. Yleisimmät menetelmät olivat UV-desinfiointi ja hypokloriittiklooraus. Seitsemällä laitoksella oli varautunut desinfiointiin, eli vesi desinfioidaan tarpeen mukaan klooritableteilla, peroksidilla tai hypokloriitilla.

Ylläpito

Lähtevän veden määrä mitattiin 126 laitoksella. Toisaalta vain 2 laitoksen osalta ilmoitettiin, että laitoksella ei ole vesimittaria. Tämä tulos ei siis välttämättä ole kattava. pH-mittari löytyi 61 laitokselta, joista suurimmalla osalla vesi myös alkalointiin. Omavalvonnallisia analyyseja tehtiin harvalla laitoksella. "Omavalvonta" -käsitteenäkin oli heikosti ymmärretty vastaajien keskuudessa.

Vesilaitoksen hoitajista yli 70 prosenttia oli yli 50-vuotiaita. Vain yksi laitoshoitaja oli nainen. Vesilaitoshoitajille ei ollut yleensä vesilaitoshoitajan koulutusta. Ylläpitokoulutukseen osallistuivat 16 prosenttia laitoshoitajista pääasiassa kunnan laitoksilta. Vesilaitosten hoitajien käyntitiheys laitoksilla oli har-

va. Verrattaessa käyntitiheyksiä vuoden 1966 vastaaviin tuloksiin ne ovat harventuneet huomattavasti. (taulukko 2)

Taulukko 3. Merkittävimmät veden laadun ongelmat laitoksilla ja kyseisestä ongelmasta ilmoittaneiden laitosten määrä.

Happamuus	81
Rauta ja/tai Mangaani	64
Koliformit	44
Sameus ja/tai Väri	22
E. coli	17
Fekaaliset Streptokokit	10
Fluoridi	10
Maku ja/tai Haju	8
Humus	7
Nitraatti	6
Alumiini	6

Neljän laitoksen ylläpito oli annettu ulkopuoliselle yritykselle. Nämä laitokset vaikuttivat kokonaisuudessaan hyväkuntoisilta. Ulkopuolisen tahon ilmoitettiin käyvän laitoksilla ainakin kerran viikossa.

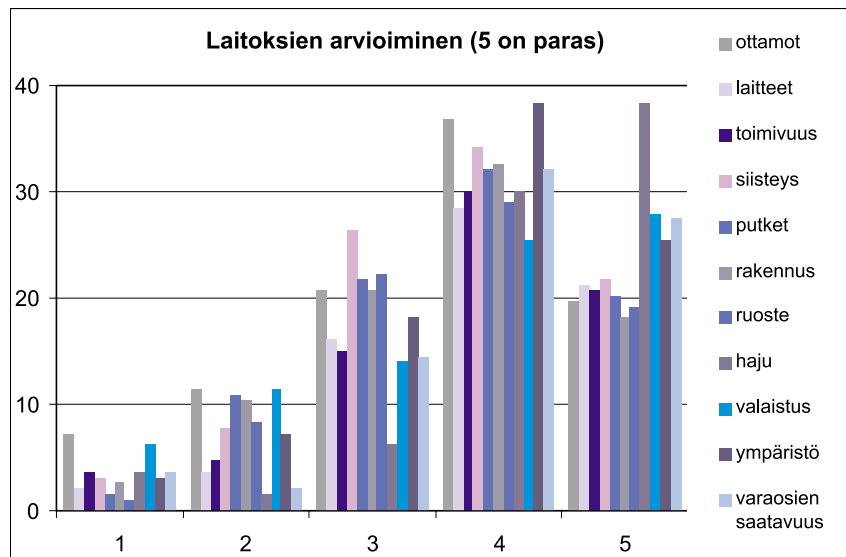
Vesilaitosten taloudesta tietoja saatiin kerättyä hyvin vähän. Yleensä budjetit pyrittiin pitämään mahdollisimman pieninä. Taloudellisesti yllättäviin investointeihin oli varauduttu 66 laitoksella, kun 62 laitoksella ei yllättäviin investointeihin ollut varauduttu.

Valvonta

Merkittävimmät veden laadun ongelmat on esitetty taulukossa 3. Happamuus todettiin Suomen pohjaviesien yleisimmäksi veden laatuongelmaksi, kuten monissakin muissa tutkimuksissa on todettu. Taulukossa mainittujen lisäksi ongelmia aiheuttivat myös

Taulukko 4. Turvallisuustoimenpiteitä ei kaikilla laitoksilla koettu välttämättömiksi tai kyselyyn vastaaja ei ollut niistä tietoinen.

Kyselyssä huomioon otetut turvatoimenpiteet laitokset, joilla toimenpide huomioitu	
ottamo aidattu ja / tai lukittu	96
valvontakamera	0
vartiointi järjestetty	3
hälytysjärjestelmä	22
ylä- ja /tai alavesisäiliö suojattu asiattomilta	42
kemikaalien varasto suojattu	42



Kuva 3: Arviointien jakautuminen



Kuva 4: Eerikkilän urheiluopiston kaivo. (Kuva: Matti Valve)

esimerkiksi nikkeli, radon, torjunta-aineet, kromi sekä homeet ja hiivat. Nämä tulokset todistavat sitä, että kaikilla laitoksilla olisi syytä tehdä kattavammat analyysit vedestä ainakin kerran, jotta harvemmin ilmenevät potentiaaliset ongelmat voitaisiin selvittää ja dokumentoida. Kolmasosasta laitoksista oli todettu, ettei veden laadussa ole mitään ongelmia. Näistä 60 prosenttia oli sellaisia, ettei vettä myöskään käsitelty (raakavesi ongelmatonta).

Yleisin laitoksilla ilmennyt ongelma, joka ei liittynyt veden laatuun, oli kaivojen kuivuminen. Tätä oli sattunut 13 prosentilla laitoksista. Vuosina 2002–2003 kuivuus vaivasi useita laitoksia Suomessa ja eniten tästä kärsivät nimenaan yksityiset kaivot ja pienet vesilaitokset. Kaivot olivat likaantuneet tulvista tai sateista 11 prosentilla lai-

toksista. Muun muassa vuoden 2004 saateet ja tulvat olivat aiheuttaneet ongelmia useille vesilaitoksille. Muita ongelmia olivat aiheuttaneet sähkökatkokset, routa- ja pakkasvauriot sekä ilkivalta. Sähkökatkokkien vuoksi useille laitoksille oli hankittu aggregaatti ja ilkivalan kohteeksi joutuneet laitokset olivat selvästi lisänneet turvallisuutta. Kiinteistökohtaisen vesihuollon riskejä käsittelevässä oppaassa (Arosilta 2006) on todettu, että erityistilanteet eivät ole harvinaisia. Ylläpidon laiminlyönti on yksi merkittävistä riskeistä ja valitettavan yleistä. Merkittävimpiin riskeihin olisi hyvä varautua kaikilla kiinteistöillä, sillä varautuminen vaatii vain vähän väivaa ja resursseja verrattaessa ongelmien korjaamiseen. Pienten laitosten osalta tämä on varmasti yhtä totta kuin kiinteistökohtaisessa vesihuollossa.

Tulosten tarkastelua

Kerätylle aineistolle laadittiin tilastollinen regressioanalyysi, jolla pyrittiin selvittämään ne tekijät, jotka todennäköisimmin aiheuttavat kaivoveden mikrobiologisen saastumisen. Analysoinnilla tarkasteltiin, miten yhden muuttujan merkitykseen bakteeriperäisen saastumisen aiheuttajana voitiin vaikuttaa lisäämällä muuttujia malliin. Analysoinnin tuloksena todettiin merkittävimmiksi riskitekijöiksi kaivon sijaitsemisen pellolla tai soraomontun läheisyydessä, tulvavesien mahdollisuus päästä kaivoon sekä se, että kaivo oli lähdekaivo.

Tilastollisen tarkastelun tulokset todettiin suhteellisen johdonmukaisiksi. Analysointitulosten luotettavuutta heikentää aineiston puutteellisuus. Kaikki

laitokset eivät olleet vastanneet kaikkiin kysymyksiin. Tilastollisen analysoinnin tulokset todettiin kokonaisuudessaan vain suuntaa-antaviksi. Tuloksia käytettiin projektin toisessa vaiheessa valittaessa laitoksia mikrobiologisiin analyysiin.

Laitosvierailut

Laitosvierailuja tehtiin 20 laitokselle marras–joulukuussa 2004. Tarkastuskäynnit pyrittiin suorittamaan mahdollisimman monipuolisesti eritasoisille ja ikäisille laitoksille. Olosuhteet otamolla olivat myös hyvin vaihtelevat. Yhdeksällä laitoksella vettä ei käsitelty. Kaivoja oli sijoitettu niin hiekkaharjujen juureen kuin vanhoille soranotto- paikoille, rämeikköihin, soisille alueille, järvien viereen ja pelloille. Jokaisen laitoksen läheisyydestä löytyi useampi kuin yksi riskitekijä. Omavalvonta oli toisilla laitoksilla hyvin vähäistä, eikä terveystarkastajallakaan välttämättä ollut merkittävästi aikaa vesilaitosten tarkkailuun. Laitoskäyntien aikana tarkistettiin kyselyyn saadut tiedot. Lähes kaikkien laitosten kuntoarviota laskettiin ainakin jonkun kriteerin osalta. Vesilaitoksilla ikääntyneemmät laitoshoitajat harmittelivat, että nuoremmat eivät olleet halukkaita ottamaan vesilaitoksia vastuulle. Laitosvierailujen jälkeen todettiin, että terveystarkastajien työtä helpottaisi laitosten kunnan arviointilomake. Lomakkeeseen tulisi kriteerit ja niiden pisteyttämiset määrittellä niin hyvin, ettei merkittäviä eroja laitosten arvottamisen välille syntyisi.

Projektin jatko

Vuoden 2005 aikana valittiin 20 laitosta, joille suoritettiin kattavat vedenlaadunanalyysit. Analyyseissa tutkittiin hygieniaindikaattoreita, taudinaiheuttajamikrobeja sekä joitain fysikaalisemiallisia muuttujia. Nämä tulokset julkistetaan jatkossa.

Vuoden 2006 aikana on tarkoitus koota ohjekirja pienten pohjavesilaitosten hoitajille. Tälle havaittiin selkeä tarve projektin edetessä, sillä materiaalia vesilaitosten hoitajille on hyvin vähän olemassa. Useat vesilaitoshoitajat työskentelevät tällä hetkellä itseoppineina.

Hoitajien ikääntyminen luo myös omat paineensa uusien vesilaitoshoitajien kouluttamiseen.

Pienillä laitoksilla tietojen tallennukseen olisi myös ryhdyttävä pikaisesti. Oleellisia tietoja on usein tallennettu vähän. Henkilöiden vaihtuessa saattavat oleelliset tiedot unohtua. Myös laitoksen toiminnan ylläpidon kannalta tietojen tallennus on oleellista.

Merkittävä muutos on edessä, sillä sosiaali- ja terveysministeriössä valmistellaan terveydensuojelulain muutosta, joka velvoittaisi vesilaitoksen hoitajan osaamistestien. Testi muistuttaa jossain määrin elintarviketeollisuuden hygieniapassia.

Kirjallisuus:

- Arosilta, A.** Erytystilanteisiin varautuminen kiinteistökohtaisessa vesihuollossa. 2006. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Ympäristöopas 126. (painossa)
- Kiuru, H.** 1966. Vesilaitosten veden laadusta ja hoidosta maaseudulla. Teknillinen korkeakoulu, Espoo. (Diplomityö)
- Kujala-Räty, K., Hiisvirta, L., Kaukonen, M., Lipponkoski, M. ja Sipilä, A.** 2001. Talousveden laatu Suomessa vuonna 1996. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö nro 181.148 s. ISBN 952-11-0854-1.
- Piikkilä, E.** 2005. Pienten pohjavesilaitosten tekniikka, ylläpito ja valvonta. Teknillinen korkeakoulu, Espoo. (Diplomityö)

Oikaisu

Vesitalous 2/2006 kahden artikkelin kirjoittajaluettelot olivat sekä sisällysluettelossa että artikkeleiden yhteydessä virheellisessä järjestyksessä. Seuraavassa kirjoittajaluettelot oikeassa järjestyksessä:

Itämeren myrkkyyhat: kaksi esimerkkitapausta

Juha Karjalainen, Annikka Aalto, Taina Ihaksi, Johanna Ikävalko, Marja Keinänen, Mikko Kiljunen, Hannu Kiviranta, Kaisa Koskinen, Essi Malinen, Heikki Peltonen, Sonja Suni, Matti Verta, Pekka J. Vuorinen ja Martin Romantschuk

Itämeren rehevöitymiseen on vaikutettava maalla ja merellä

Harri Kuosa, Lauri Arvola, Ilona Bärlund, Petri Ekholm, Susanna Hietanen, Heikki Kaipainen, Jouni Lehtoranta, Mirja Leivuori, Kaarina Lukkari, Heikki Pitkänen, Martti Rask, Petra Tallberg ja Tiina Tulonen.



**MONIPUOLISET
ANALYYSIPALVELUT**
Prosessiteollisuus – Ympäristötutkimus – Näytteenotto

**Nablabs
laboratories**
www.nablabs.fi

Mikroaaltotekniikkaan perustuva kiintoaineen mittaus lietteenkäsittelyssä



Antti Harinen
dipl.ins., projektipäällikkö,
Pöyry Environment Oy
E-mail: antti.harinen@poyry.fi

Yhdyskuntajätevesien puhdistuksessa syntyvien lietteiden kiintoainepitoisuus asettaa haasteita kiintoaineen mittausmenetelmälle lietteenkäsittelyprosessissa. Jätevesiprosessissa pienemmissä kiintoainepitoisuuksissa käytetyt mittausmenetelmät soveltuvat huomattavasti suuremman kiintoainepitoisuuden sovelluksiin lietteenkäsittelyssä. Kuitenkin lietteiden kiintoainemittaus on lietteiden käsittelyn kannalta monella tapaa tärkeää sekä taloudellisista että teknisistä syistä.

Tulevaisuudessa lietteenkäsittelyn hallinnalla ja optimoinnilla on yhä suurempi merkitys jätevedenpuhdistamoilla tapahtuvan lietteenkäsittelyn sekä lietteen loppusijoituksen kannalta. Jätevedenpuhdistamojen käyttö on menossa yhä enemmän kohti prosessimaisempaa ajattelutapaa. Prosessimainen ajattelu edellyttää kustannustehokkuutta sekä prosessin tilan jatkuvaa seurantaa. Lisäksi automaatioasteen kasvu luo tarpeita luotettaville jatkuville mittauksille.

Tämä artikkeli perustuu kirjoittajan vuonna 2002 tekemään diplomityöhön, jossa tutkittiin sellu- ja paperiteollisuudessa käytetyn mikroaaltomittaustekniikan soveltuvuutta jätevedenpuhdistamon kiintoainemittauksen sovelluskohteisiin. Tutkimuksessa käytettiin

Metso Automationin valmistamaa kiintoainemittaria. Tarkoituksena oli selvittää jätevedenpuhdistuksen ja lietteenkäsittelyn sovelluskohteita sekä löytää asennuspaikoista käyttäjän kannalta mahdollisimman suuri hyöty. Koe-käyttökohteina oli kolme Suomen suurimpiin kuuluvaa jätevedenpuhdistamo.

Mittausmenetelmä

Kiintoaineen mittausmenetelmät ovat kehittyneet vuosikymmenten aikana mm. metsäteollisuuden tarpeiden pohjalta, jossa kiintoainekuorma on olennainen parametri prosessinohjauksessa. Online-mittausmenetelmiä on erilaisia, ja eräs vanhimmista on mekaaninen, nesteen leikkausvoimaan perustuva kiintoainemittaus. Muita kiintoaineen mittausmenetelmiä ovat mm. optinen, gamma-säteilyyn sekä mikroaaltotekniikkaan perustuva mittausmenetelmä.

Kiintoainemittauksen eri mittausmenetelmät soveltuvat vaihtelevasti jätevedenpuhdistuksen sovelluksiin. Jätevedenpuhdistusta on tarkasteltava eri prosessivaiheista, joissa olosuhteet mittauksille ovat erilaiset. Puhdistetusta tai osittain puhdistetusta jätevedestä puhuttaessa kiintoainepitoisuudet voivat olla hyvinkin alhaisia verrattuna lietteenkäsittelyssä esiintyviin pitoisuuksiin. Tällöin eri prosessivaiheisiin soveltuvat erilaiset mittausmenetelmät. Ylivoimaisesti käytetyin mittausmenetelmä on optinen kiintoainemittausmenetelmä, jota käytetään erityisesti

Taulukko 1. Koekäyttöpaikat ja niiden vertailua, tiedot vuodelta 2002.

	Helsinki	Turku	Kuopio
Kaupungin asukasmäärä	560 000	174 000	87 000
Liittynyt asukasmäärä	760 000	160 000	70 000
Virtaama keskimäärin vuorokaudessa (m ³ /d)	267 000	66 700	20 900
Mitattava liete	Raakasekaliete	Sakeutettu liete	Mädätetty liete
Tutkimuksen aikana todettu kiintoainepitoisuuden vaihteluväli (%)	1,5...5,0	1,5...6,5	1,8...2,8

sesti ilmastusaltaissa sekä tulevan ja lähtevän jäteveden kiintoainemittauksissa.

Tuorein markkinoille tullut kiintoainemittauksen menetelmä on mikroaalto tekniikkaan perustuva mittaus. Mikroaalto tekniikka on viime vuosina kehittynyt teknisesti suurin harppauksin mm. telekommunikaatioalan kehitystyön ansiosta. Mittausmenetelmä perustuu mikroaaltojen etenemisnopeuteen mitattavassa väliaineessa ja se tehdään ns. läpimittausperiaatteella, jolloin mahdollisesti anturin pintaan tarttuva aines voidaan eliminoida mittaustuloksesta kalibroimalla. Etenemisnopeus on riippuvainen väliaineen dielektrisyysvakiosta, joka puolestaan on sitä matalampi mitä enemmän väliaine sisältää kiintoainetta. Mittausperiaatteen

ansioista virtausnopeus, turbulenssi tai paine eivät jätevesisovelluksissa vaikuta tuloksen luotettavuuteen. Mittaukseen ei vaikuta väliaineen väri, kiintoainepartikkelien muoto tai koko eikä likaantumisen ole ongelma mittaukselle.

Tutkimuskohteet

Mittausmenetelmän soveltuvuutta tutkittiin Helsingin Viikinmäen jätevedenpuhdistamolla, Turun keskuspuhdistamolla sekä Kuopion Lehtoniemen jätevedenpuhdistamolla. Tarkoituksena oli löytää potentiaalisimmat sovelluskohteet jätevedenpuhdistamoilta Suomessa. Taulukossa 1 on esitetty yleistietoa tutkimuksessa olleista jäte-

vedenpuhdistamoista vuodelta 2002. Koekäyttökohteet prosessissa on esitetty kuvassa 1.

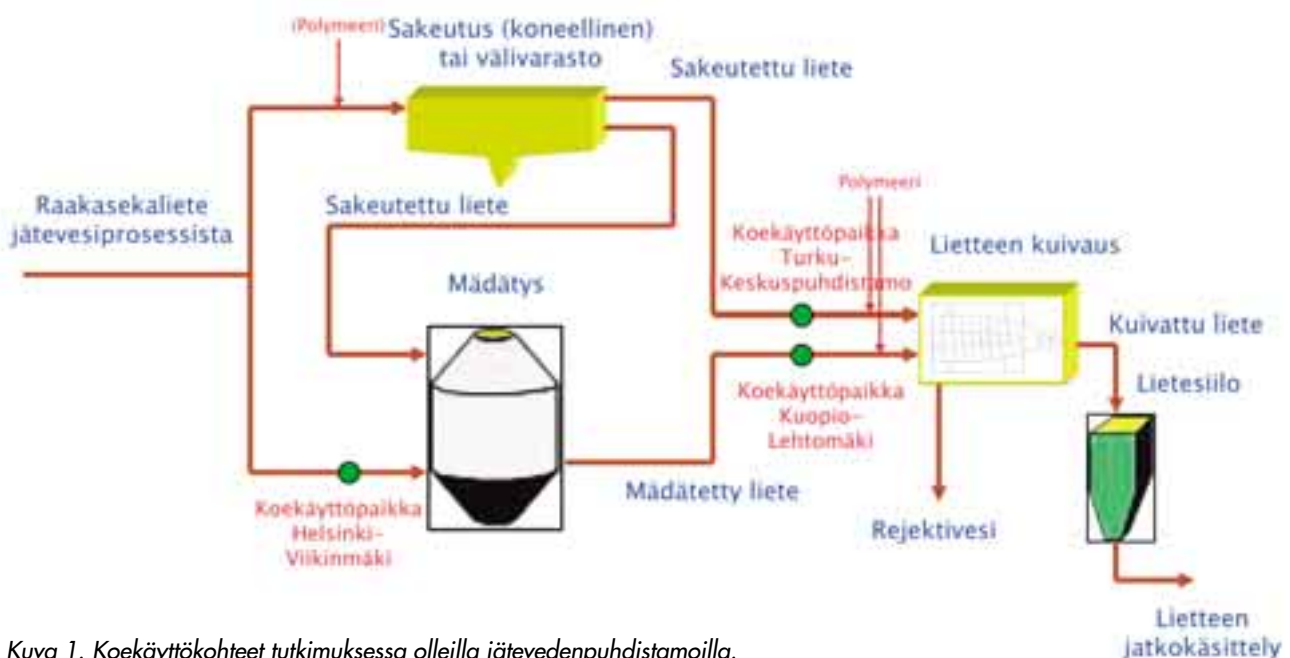
Tutkimustulokset

Mittauksen oikeellisuus

Mittauksen luotettavuutta seurattiin vertaamalla mittaustulosta laboratorioissa tehtyyn kiintoainemääritykseen. Seuranta tehtiin muutaman kuukauden ajan jokaisessa koekäyttöpisteessä, kuvassa 2 on esitetty esimerkkinä mittaustuloksia Helsingin Viikinmäen raakasekalietteestä. Kuvasta voidaan nähdä että korrelaatio mittauksen ja laboratorioanalyysin välillä on hyvä. Tutkimuksen yhteydessä tehtiin vastaavat korrelaatiotarkastelut myös muista koekäyttökohteista.

Mikroaalto tekniikkaan perustuva kiintoainemittaus soveltui saatujen kokemusten perusteella hyvin kaikkiin kolmeen tutkittuun sovelluskohteeseen. Kiintoainepitoisuus vaihteli selvästi Helsingissä ja Turussa. Kuopion sovelluskohteen kiintoainepitoisuuden vaihtelu oli odotusten mukaan pienempää muihin verrattuna. Tutkittujen sovelluskohteiden lisäksi jätevesiprosesseista on löydettävissä muitakin sovelluskohteita mittauspisteissä, joissa kiinto-

KIINTOAINEMITTAUKSEN KOEKÄYTTÖKOHTEET



Kuva 1. Koekäyttökohteet tutkimuksessa olleilla jätevedenpuhdistamoilla.

ainepitoisuus on suhteellisen korkea. Näitä voivat olla mm. palautuslietteen kiintoainepitoisuus, lietteen koneellisen sakeutuksen sovelluskohteet yms.

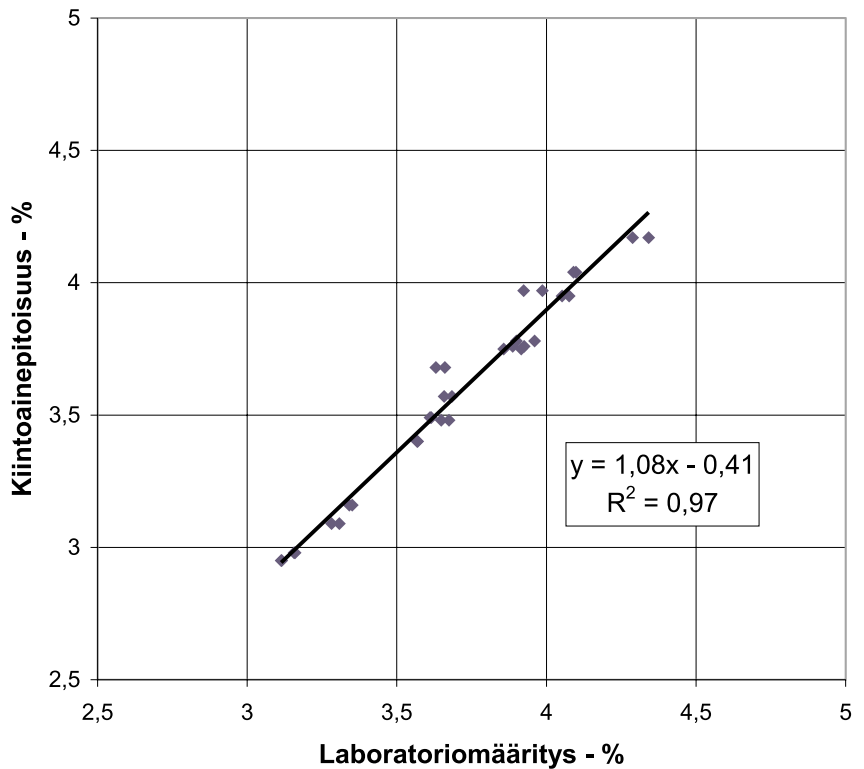
*Kiintoainemittauksen
hyödyt ja säätöratkaisut*

Kuvassa 3 on esitetty raakasekalietteen kiintoainemittauksen trendiä muuttaman tunnin ajalta Viikinmäen jätevedenpuhdistamolla. Kuvasta voidaan nähdä, että kiintoainepitoisuus vaihtelee yllättävän paljon lyhyessä aikayksikössä.

Tutkimuksessa selvitettiin, minkälaisia hyötyjä saataisiin, mikäli mädätykseen johdettavan lietteen kiintoainepitoisuutta voitaisiin nostaa hallitusti. Tämä voidaan toteuttaa raakalietteen pumppauksen säädöllä kiintoainepitoisuuden mukaan ts. kiintoainevirtaamaa hallitsemalla. Tällöin voidaan optimoida raakalietteen tiivistyminen esiselkeytysaltaassa sekä mädätykseen syötettävän lietteen laatu. Hyötynäkökohtia säädössä ovat pumppausmäärien pieneneminen, lämmitettävän lietteen määrän pieneneminen, mädätyksen viipymän kasvu (kaasun tuoton lisääntyminen) sekä kiintoainepitoisuuden nousu koko lietteenkäsittelyssä lietteenkuivaus mukaan lukien.

Säädöllä saatavia taloudellisia hyötyjä laskettiin pumppauksen, lietteen lämmityksen ja lisäkaasun tuoton nä-

Mittaus vs. laboratorio Helsinki - Viikinmäki

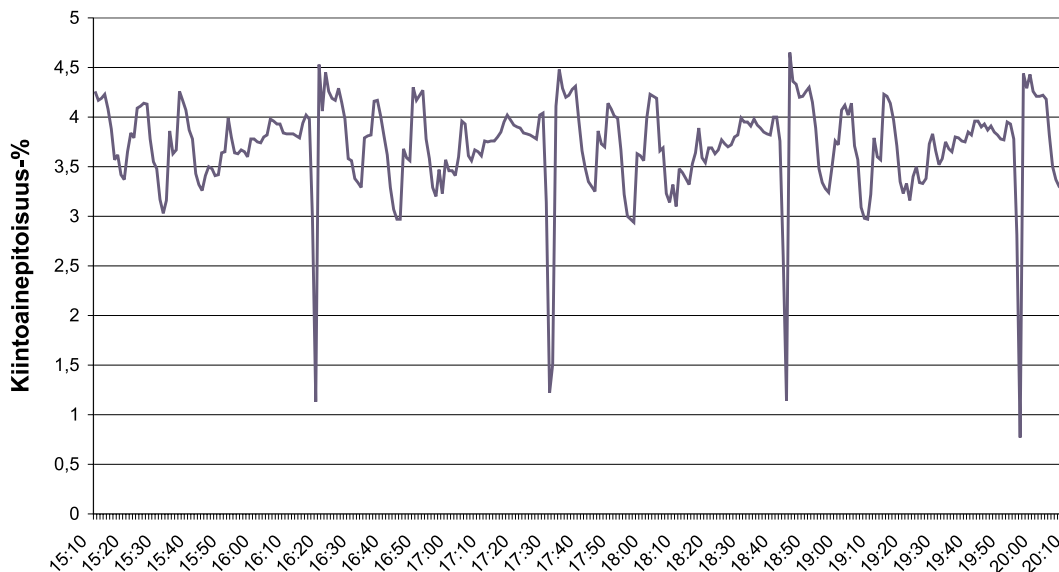


Kuva 2. Mittaustuloksen ja laboratoriomäärityksen korrelaatio raakasekalietteessä.

kökulmasta. Taulukossa 2 on esitetty säästölaskelma Viikinmäen sovelluskohteessa. Suurimmat säästöt voidaan saavuttaa lietteen lämmityksessä talviaikana, jolloin lämmityksessä säästettävällä kaasulla voidaan tuottaa säh-

köä. Pumppaukset ja lisäkaasun tuotosta saatavat hyödyt olivat pienempiä. Rahalliset säästöt säätöratkaisua käytettäessä ovat suhteellisia sekä lietteen määrän pienenemiseen että laitoksen kokoon verrattuna.

Mittaustrendiä Helsingissä



Kuva 3. Mittaustrendiä raakasekalietteestä.

Iso Qmax[®] täydentää suosittua EK-tuoteperhettä



Iso Qmax 250/500/750 ja Qmax 150/300/450 tarjoavat suuren kokonaiskapasiteetin.

Betoniputki on luontoystävällinen verkostomateriaali



Qmax[®] on Abetonin korkealaatuinen betoniputki. Munanmuoto tuo lisää lujuutta pystysuoraa kuormitusta vastaan ja itsepuhdistuvuus pienilläkin virtaamilla on erinomainen. Suuri kokonaiskapasiteetti

takaa onnistuneen lopputuloksen myös uusille, myöhemmin laajentuville viemäri liittymille tai huippukuorimituksille. - **Tilaa esite!**

-ks. myynti: www.abetoni.fi

ABETONI

Lohjan tehdas
Lohjanharjuntie 930
08500 LOHJA AS
Puh. 020 4474 201

Muita kiintoainemittauksella saatavia säästöjä

Taulukossa 2 esitettiin helpoimmin rahassa esitettävät säästöt, mutta kiintoainevirtaamien optimointiin liittyy paljon myös epäsuoria lähinnä prosessin hallintaan liittyviä hyötynäkökohtia.

Näitä ovat mm. seuraavat:

– Määdätyksen kapasiteetin lisääntyminen (lisäkaasu), määdätykseen voidaan ottaa enemmän lietettä ja samalla ehkäistään määdätyksen laajenustarvetta, uusien laitosten osalta määdätyksreaktoreiden mitoitus voidaan tehdä tiukempana.

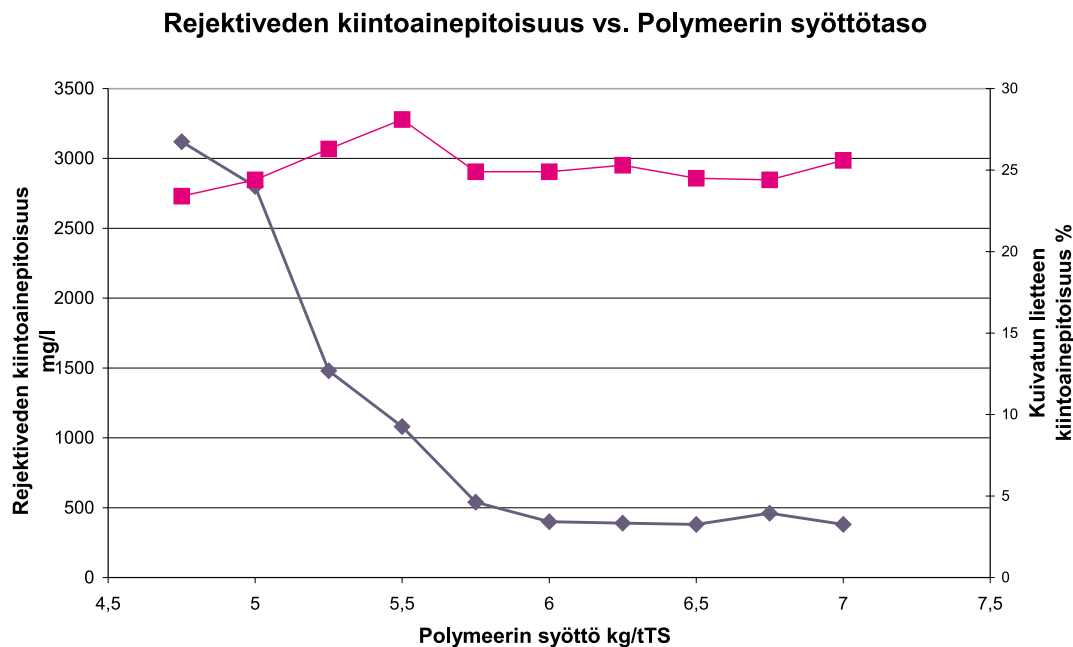
– Kiintoainepitoisuuden noustessa koko lietteen käsittelyprosessissa, vaikuttaa se myös lietteen kuivauskoneiden toimintaan, tällöin kuivauskoneen käyttöaika voidaan lyhentää/kapasiteettia nostaa, tämä tuo säästöjä sähkönkulutuksessa ja esim. huoltokustannuksissa. Kun kiinto-

Taulukko 2. Esimerkki vuosisäästöistä Viikinmäen jätevedenpuhdistamolla kun raakasekalietteen kiintoainepitoisuutta nostetaan hallitusti määdätykseen pumpattavassa lietteessä. Huom! Laskelmat tehty vuoden 2002 hintatasossa, esim. sähkön hinta 0,04 euroa/kWh.

Raakasekalietemäärä	Säästö pumppauksista	Säästö lämmityksestä	Tuotetun kaasun lisätuotto	Säästö laboratorio-määrityksistä	Säästöt yhteensä
%	euroa	euroa	euroa	euroa	euroa
Nykyinen	0	0	0	5 000	5 000
-5 %	3 213	16618	4 482	5 000	29 313
-10 %	6 426	33236	8 802	5 000	53 464
-15 %	9 639	49854	12 969	5 000	77 462
-20 %	12 852	66472	16 990	5 000	101 314
-25 %	16 065	83090	20 873	5 000	125 028

Säästölaskelmien perusteet saatavissa kirjoittajalta.

Kuva 4.
Optimaalisen
polymeerin
syöttötason
määrittäminen
kuivaukseen
syötettävän
kiintoaine-
mittauksen
avulla.



ainepitoisuus kuivattavassa lietteessä nousee, polymeerin kulutus pienenee ja kuivatun lietteen kuiva-ainepitoisuus nousee.

- kuivatun lietteen kuiva-ainepitoisuuden nousu vähentää lietteen kuljetustarvetta ja vähentää kustannuksia lietteen loppusijoituksessa mene-

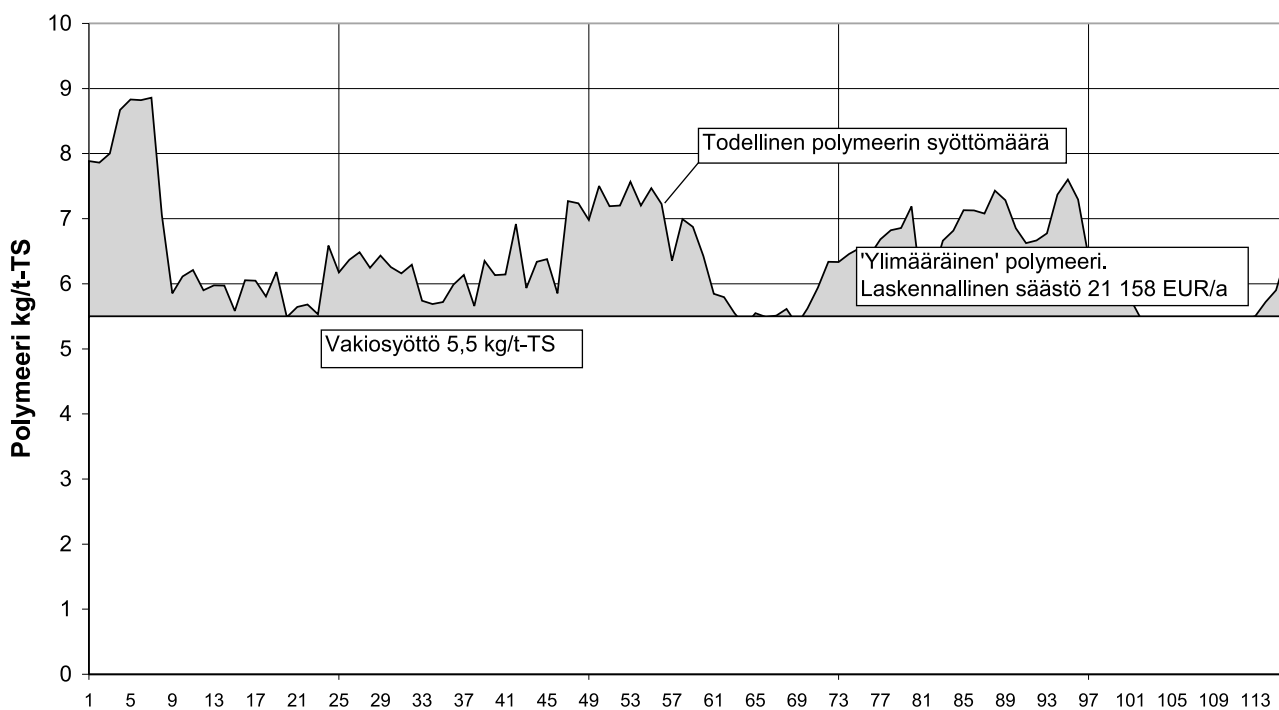
telmästä riippumatta, näitä ovat mm. tilantarve, tukiaineen määrän tarve kompostoinnissa, polton hyötysuhde ja mahdolliset kaatopaikkamaksut

- Kiintoaineen mittausta raakalietteessä antaa puhdistamon käyttöön erittäin hyödyllistä informaatiota. Määtys-

vaiheen ja sinne syötettävän kiintoainemäärän hallinta on olennainen osa ajettavuuden parantumisessa.

Lietteen kuivauksen optimointi

Turun keskuspuhdistamolla tutkittiin lietteen kuivauksen optimointia kiinto-



Kuva 5. Esimerkki polymeerin syötöstä sekä optimaalisen syöttötason säästöistä.

ainemittauksen avulla. Polymeerin syöttömäärää/kiintoainetonni muutettiin asteittain ja tulokset on esitetty kuvassa 4. Kuvasta voidaan nähdä että noin 5,5 kg/t-TS oli optimitaso polymeerin syötölle, jonka jälkeen lisäpolymeerista ei ollut enää rejektiveden laadun kannalta hyötyä. Koeajon aikana lietteen kiintoainepitoisuus vaihteli välillä 2,5...3,2 %-TS. Koe toistettiin ja siinä tulokset olivat samansuuntaisia. Lietteen kuivauksen optimoinnin kannalta todettiin kuitenkin että hyvin toimiva rejektiveden online-kiintoainemittaus olisi myös tärkeä mittausparametri.

Kuvassa 5 on esitetty esimerkki polymeerin syötöstä viikon aikana kun kiintoainepitoisuus kuivaukseen syötettävässä lietteessä vaihtelee. Kuvassa on esitetty myös säästöpotentiaali mikä lietteen kuivaukseen Turun tapauk-

ssa liittyy. Laskennallinen säästö on laskettu polymeerin hinnalla 2,5 euroa/kg.

Johtopäätökset

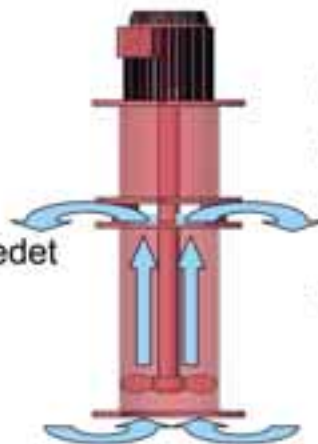
Tutkimuksen tulokset mikroaaltotekniikkaan perustuvan kiintoainemittauksen toimivuudesta yhdyskuntien jätevedenpuhdistuksessa olivat hyviä. Kaikissa kolmessa kohteessa mittaus oli teknisesti hyvin toimiva ja soveltui hyvin jäteveden mittaukseen. Mittaukseen liitettäviä säätöratkaisuja oli löydettävissä ja niiden hyödyt olivat suhteellisen helposti osoitettavissa. Mittauksesta saatavat taloudelliset asiakashyödyt olivat parhaiten osoitettavissa mädätykseen pumpattavassa raakalietteessä sekä kuivauskoneen syötössä. Myös muita sovelluskohteita on löydettävissä eri yksikköprosesseista. Koska taloudelliset hyödyt ovat suhteellisia, niin mittauksen käytöstä saadaan koon mukaiset säästöt, mittauksella saadaan myös huomattava määrä vaikeammin rahassa osoitettavia ts. prosessin hallintaan liittyviä hyötyjä. Tutkimuksen tuloksena todettiin että mittausperiaate on toimiva ja se sai koekäyttökohdeissa käyttöhenkilökunnan hyvän vastaanoton.



WATERIX ILMASTIMET

Käyttökohteet

- Jätevedenpuhdistamot
- Tasausaltaat
- Kaatopaikkojen valumavedet
- Luonnonvedet



Ominaisuudet

- Alhainen energiankulutus
- Kevyt, helppo käsitellä ja huoltaa
- Alhaiset elinkaaren aikaiset kokonaiskustannukset

TESTIMENESTYJÄ

Waterix Oy
Luoteisrinne 5
02270 Espoo

Puh. 0400 546 095
info@waterix.com
www.waterix.com

Molekyylibiologian mahdollisuudet talousveden mikrobiologisessa tutkimuksessa



Minna M. Keinänen-Toivola

FT, asiantuntija, Vesi-Instituutti (DWI Finland), Prizztech Oy / Rauman toimipiste
E-mail:

minna.keinanen-toivola@vesi-instituutti.fi

Kirjoittaja on aiemmin työskennellyt talousvesitutkijana Kansanterveyslaitoksella Kuopiossa ja USA:n valtiollisessa Ympäristönsuojeluvirastossa. Nykyään hän työskentelee juomavesiteknologia-asiantuntijana PrizzTech Oy:n Vesi-Instituutissa Raumalla.

Talousvesien mikrobeja on perinteisesti määritetty viljelytekniikoilla. On arvioitu, että vain alle prosentti talousveden mikrobeista on viljeltävissä kasvatusalustoilla, jotka ovat nykyään laajasti käytössä talousvesilaboratorioissa (Szewzyk ym., 2000). Talousveden laadun kannalta mielenkiintoinen kysymys on, mitä nämä 99% mikrobeista ovat ja miten ne vaikuttavat veden laatuun. Toisaalta, osa talousvesien mikrobeista kuten ympäristömykobakteerit kasvavat hitaasti maljoilla, sillä niiden viljeleminen voi viedä viikkoja tai jopa kuukausia.

Sinällään talousvesijärjestelmiltä ei vaadita mikrobivapautta, vaan keskeistä riskinarvioinnin kannalta on se, miten hyvin tautia-aiheuttavat mikro-

bit onnistutaan osoittamaan. Talousvesiverkoissa suurin osa mikrobeista esiintyy putken pinnoilla biofilmeissä, joissa mikrobien on havaittu vastustavan desinfektioaineita tehokkaammin kuin vedessä irrallaan olevien mikrobien. Tällöin tautia aiheuttavien mikrobien mahdollisuus jakeluverkostossa säilymiseen paranee. Edelleen on kuitenkin kiistanalaista, miten hyvin tautia-aiheuttavat mikrobit säilyttävät taudinaiheuttamiskykynsä biofilmeissä.

bit onnistutaan osoittamaan. Talousvesiverkoissa suurin osa mikrobeista esiintyy putken pinnoilla biofilmeissä, joissa mikrobien on havaittu vastustavan desinfektioaineita tehokkaammin kuin vedessä irrallaan olevien mikrobien. Tällöin tautia aiheuttavien mikrobien mahdollisuus jakeluverkostossa säilymiseen paranee. Edelleen on kuitenkin kiistanalaista, miten hyvin tautia-aiheuttavat mikrobit säilyttävät taudinaiheuttamiskykynsä biofilmeissä.

Uusi mahdollisuus

Talousveden mikrobien määrittäminen on perustunut mikrobien eristämiseen ja niiden ominaisuuksien määrittämiseen. Mikrobipesäkkeiden väriä ja reagoitua eri kemiallisiin yhdisteisiin on määritetty. Paljon tutkimusta on tehty ja tehdään laskemalla mikrobien määrää ilman tietoa siitä, mitä mikrobeja näytteessä on. Molekyylibiologia on

avannut uuden mahdollisuuden mikrobien tunnistuksessa ja luokittelussa. Molekyylibiologia tarjoaa monia etuja, kuten taulukossa 1 on esitetty.

Kemialliset rakenteet

Solujen elämän koodi on kätkeytyneenä geeneihin, jotka koostuvat nukleiinihappoista: DNA:sta (deoksiribonukleiinihappo) ja RNA:sta (ribonukleiinihappo). DNA ja RNA koostuvat rakenneyksiköistä, joissa on emäs, sokeriosa ja fosfaattiryhmä. Geneettisen koodin määrittelevät ainoastaan kussakin rakenneyksikössä vaihtuvat emäkset (adeniini, sytosiini, tymiini ja guaniini). Sokeri ja fosforyhmä ovat aina vakioita. Rakenneyksiköt muodostavat pitkiä ketjuja fosfaattisidoksen kautta. DNA:n ja RNA:n ainut rakenteellinen ero on sokeriysiköissä; RNA:ssa on vedyn ja hapen muodostama hydroksyyli-ryhmä, kun taas DNA:ssa vetyatomi. Lisäksi

RNA:ssa on yhtenä emäksenä tyymiiniin sijasta urasiili. Nä-mä DNA:n ja RNA:n rakenteelliset erot johtavat niiden eri-laiseen käyttöön ja toimintaan. DNA on kaksisäikeinen ja muodostaa kaksoiskierteen, johon geneettinen tieto on tal-lennettuna. RNA on yksisäikeistä ja välittää tiedon solussa tarvittavista elintoimista. Solun elintoimintojen aikana DNA käännetään RNA:ksi. Lähetti- RNA välittää tiedon soluko-neistolle proteiinien tuoton tarpeesta, joten lähetti-RNA on soisitus aktiivisesta toiminnasta solussa.

DNA:n ja RNA:n edut ja haitat

Solujen ribosomeissa sijaitseva DNA sisältää pysyviä peri-män osia. Näitä osia voidaan siten käyttää tutkittaessa mik-robien sukulaissuhteita ja sitä kautta mikrobien tunnistuk-nessa talousvesijärjestelmissä. DNA:n ongelmana aktiivisten mikrobien tutkimuksen kannalta on sen säilyvyys ympäris-tössä. Toisaalta sen avulla on voitu tutkia historiallisia, tu-hansia vuosia vanhoja mikrobeja eri ympäristöissä. RNA ha-joaa nopeasti solun kuoltua solun sisäisillä entsyymeillä. Toi-saalta ympäristössä on kaikkialla, esim. ihmisen iholla RNA:ta hajottavia entsyymejä, RNaseja, jotka hajottavat vastaantu-levien kuolleiden solujen RNA:n. Täten RNA:ta voidaan käyt-tää määrittämään talousvesiverkostojen elävää, aktiivista mik-robistoa, joka pääasiassa vaikuttaa veden fysikaalis-kemial-liseen laatuun. RNA:ta tutkittaessa näytteiden keräys ja tut-kiminen vaatii tekijältään suurta huolellisuutta.

Polymeraasiketjureaktio (PCR), tehokas tiedon monistaja

Useimpien molekyylibiologian menetelmien perustana on ol-lut DNA:n monistaminen miljoonakertaisesti polymeraasi-kejureaktiolla (ns. PCR). PCR perustuu spesifisiin alukkeisiin, jolla saadaan kopioitua vain haluttua osaa mikrobin peri-mästä. Monistetusta DNA:sta määritetään sen emäsjärjestys, jonka perusteella tunnistetaan, mikä mikrobi on kyseessä. Emäsjärjestyksen määrittämiseen on olemassa useita eri me-netelmiä (kts. alla). Molekyylibiologian menetelmät ovat herk-kiä, sillä teoriassa jopa yksi solu, halkaisijaltaan millimetrin tuhannesosa riittää näytteeksi. Yksi solu ei kuitenkaan yleensä koskaan riitä ympäristönäytteiden PCR- määrittämisessä. Ympäristönäytteissä on usein paljon muuta materiaalia kuin mikrobeja kuten orgaanisia aineita ja metalleja, jotka häirit-sevät molekyylibiologian määrittäksiä.

Yhteisöjen kuvaaminen

DGGE:lla (denaturoiva gradienttigelielektroforeesi) PCR-tuote eli DNA ajetaan geelillä, joka tuhoaa DNA:n rakenteen. Rakenteen tuhoutuminen on erilaista eri mikrobeilla, joten si-tä kautta eri mikrobiryhmiä sisältävä näyte aiheuttaa geelil-le erilaisen jälkikuvion. Näitä jälkikuvioita vertaamalla voi-daan todeta yhteisöjen monimuotoisuus ja erilaisuus näyt-teiden välillä. Kustakin jäljen osasta voidaan sekvensoinnil-la määrittää, mikä mikrobi on kyseessä.

PCR- tuote voidaan myös kloonata esim. *Escherichia coli* -bakteereihin, jolloin saadaan määritettyä kokonaisbakteeri-

INTEGRAL-SG-VIEMÄRIPUTKI PITÄÄ MINKÄ LUPAA

- suuri rengasjäykkyys
- ehdottoman tiivis
- suuri kapasiteetti
- erinomainen kulumisen- ja korroosionkesto
- kestää suuren alipaineen ja paineiskut



SAINT-GOBAIN
PIPE SYSTEMS

Saint-Gobain Pipe Systems Oy
Merstolantie 16, 29200 HARJAVALTA, Nuijamiestentie 3 A, 00400 HELSINKI
Puh. 0207 424600, fax 0207 424601
sgps.finland@saint-gobain.com
www.sgps.fi



Kuva 1: Biofilminäytteiden keräämistä lasi- (kellertävät levyt), muovi- (harmaat levyt) (kuva 1A) ja valurautamateriaaleille (punaruskeat levyt) (kuva 1B).

tai sieniyhteisöjä kloonikirjastoja seulomalla. Kloonikirjastojen seulonta tapahtuu useimmiten PCR:n ja sekvensoinnin avulla. Tutkimus on toistaiseksi keskittynyt kokonaisbakteeriyhteisöjen (ei erottele eläviä, kuolleita tai vaurioituneita) analysointiin 16S rDNA:n avulla. Myös aktiivisten bakteeriyhteisöjen tutkimus käyttäen 16S rRNA:ta on käynnistynyt USA:n valtiollisessa Ympäristönsuojeluvirastossa (Keinänen-Toivola ym., 2006). 16S rRNA menetelmä vaatii ennen PCR:ää RNA:n käsittelyn DNase-entsyymillä, joka tuhoaa mukana olevan DNA:n, jotta analysoidaan vain RNA:a, ei DNA:n ja RNA:n seosta. RNA täytyy myös kääntää DNA:ksi, sillä PCR ei toimi suoraan yksisäikeisellä RNA:lla. Sieniyhteisöjä voidaan tutkia 23S ja 18S ribosomaalisella DNA:lla tai RNA:lla. Maailmalla on 16S rDNA tekniikalla mm. havaittu eroja bakteeriyhteisössä riippuen käytetystä desinfektiokemikaalista (kloori tai klooriamiini) (Williams ym., 2004).

Hybridisaatiossa halutun mikrobin DNA:ta sisältävä koetin sitoutuu näytteessä olevaan vastin- DNA:n kohtaan. Koetin on leimattu, joten mikäli koetin sitoutuu näytteessä olevaan DNA:han, saadaan näkyville fluoresointiin tai radioaktiivisuuteen perustuva signaali. Hybridisaatiota on käytetty talousvesiverkoston bakteeriryhmien havaitse-

miseen kuten α -, β - ja γ - proteobakteerit. Fluoresenssi in situ hybridisaatiolla (FISH) voidaan tutkia putkien pinnoilla muodostuvien biofilmien rakennetta ilman, että näyte irrotetaan materiaalin pinnasta.

Taudinaiheuttaja- ja indikaattorimikrobisovellukset

Useita menetelmiä on kehitetty yksittäisille taudinaiheuttaja- ja indikaattorimikrobeille. Tämä mahdollistaa tautia aiheuttavien mikrobin havaitsemisen spesifisesti näytteen suuresta mikrobijoukosta. Suomen talousvesissä useimmiten tautia aiheuttaville norovirukselle ja kampylobakteereille on kehitetty ja kehitteillä molekyylibiologian havaitsemis- ja tunnistamismenetelmiä. Noroviruksen havaitsemisen perustuu käänteiskopiointi-PCR-menetelmään, jossa konsentroinnilla ja saostuksella vesinäytteestä eristetty noroviruksille spesifinen osa RNA:sta monistetaan DNA:ksi (Maunula ym., 2005). Kampylobakteereja voidaan määrittää hybridisaation perustuvalla PNA FISH-menetelmällä (Lehtola ym., 2005) tai serotyypityksellä ja pulssikenttäelektroforeesilla (Hänninen ym., 2003). Vesinäytteistä eristettyjen *Escherichia coli*-bakteerikantojen samankaltaisuutta voidaan määrittää sormenjälkiteknii-

koilla. Sormenjälkiteknikat perustuvat eri bakteerikantojen perimän tiettyihin toistojaksoihin, jotka ovat kyseessä olevalle kannalle tyypillisesti hajautuneena. Toistojaksot ovat bakteerien sormenjälkiä: niiden avulla voidaan veden saastumistapauksissa saada lisätietoa mahdollisesta saastelähteestä.

Tulevaisuus ja haasteet

Uudet tekniikat

Molekyylibiologian kehitystyö on nopeaa. Virtausytometriassa mikrobisolut leimataan erilaisilla kemiallisilla aineilla, esim. elävät ja kuolleet mikrobit erikseen. Maailmalla on virtausytometriaa käytetty havaitsemaan, mikä osa soluista desinfektiossa kuolee, mikä osa vaurioituu ja mihin osaan ei ole vaikutusta. PCR- tekniikoissa ollaan menossa kohti kvantitatiivista PCR:ää. Sillä saadaan määritettyä mitä mikrobeja näytteessä on ja kuinka paljon. Tulevaisuuden tekniikkana talousvesitutkimuksissa ovat mikrosirut. Mikrosirut ovat pieniä levyjä, joilla voidaan samanaikaisesti määrittää tuhansien mikrobien esiintyminen näytteessä tai erigeenien ilmenemistä.

Näytteenotto

Kuten muussakin talousvesimenetelmissä tärkeä kysymys on millainen näyte otetaan, kuinka usein, mistä ja miten paljon? Tiettyjä alkueläimiä riittää yksi kappale ihmisen sairastumiseen. Ulkomailla on ollutkin useita alkueläimistä, erityisesti *Giardiasta* ja *Cryptosporidiumista* aiheutuneita epidemioita. Alkueläinten pitoisuudet ovat tällöinkin olleet matalia, joten havaitsemiseen tarvitaan edustava näyte, jopa satoja litroja vettä. Negatiivinen tulos ei tarkoita, että vedessä ei olisi tautia aiheuttavaa mikrobia, vaan että näytteenottotilavuus voi olla liian pieni. Vesiepidemioissa usein on vaikea osoittaa alkuperäistä taudinaiheuttajaa vedestä, vaikka sitä potilasnäytteistä löytyisikin. Molekyylibiologia voi helpottaa tulevaisuudessa vesiepidemioiden selvittelyä, kun nopeasti saadaan selville vedessä esiintyvä mikrobi ja voidaan ryhtyä tarvittaviin toimenpiteisiin.



Kuva 2: Molekyylibiologiaa varten näytteet tulee esikäsitellä nopeasti ja varovasti (jäällä). Näytteet säilytetään kylmässä (jopa -80°C).

Riskinarviointi

Vielä ei tiedetä, mitä tarkoittaa molekyylibiologian menetelmillä tautia aiheuttavan mikrobin havaitseminen näytteestä riskinarvioinnin ja veden laadun kannalta. Viljelyn hyvänä puolena on se, että jos mikrobia viljelemällä löytyy, voi olla varma, että näytteessä on elävää mikrobia ja että vesi mahdollisesti aiheuttaa terveystriskejä. Toisaalta mikäli taudinaiheuttaja jää viljelyteknisesti havaitsematta, se ei täysin takaa, että vesi on turvallista. EU:n EMAG- menetelmien standardointiryhmässä on todettu, että tällä hetkellä molekyylibiologisten menetelmien herkkyys ei riitä korvaamaan viljelymenetelmiä niille mikrobeille, jotka ovat viljeltävissä. Sen sijaan sellaisille mikrobeille (kuten norovirukset), joita ei tätä nykyä pystytä viljelemään, molekyylibiologiset menetelmät ovat ainoa mahdollisuus niiden havaitsemiseen.

Menetelmien kehityskohteet

Molekyylibiologian menetelmät ovat avanneet uuden näkökulman talousveden mikrobiologiaan. Menetelmiin vielä liittyy useita kehityskohteita ennen rutiininomaista käyttöä valvontatutkimuksissa (taulukko 1). Mikäli halutaan tutkia isompia vesimääriä, tarvitaan suodatuslaitteisto veden konsentroiintiin, mikä maksaa ja vie työaikaa. Erityisesti RNA:n kanssa työskennellessä näytteet pitää säilyttää oikein (-80°C) ja

Yhdyskuntatekniikan putkijärjestelmät vesi- ja viemäriverkostojen rakentamiseen



Uponor-maaviemärijärjestelmä Duplex

Järkevä putkistokokonaisuus jätevesiviemäroinnin yleiskäyttöön. Edullinen hankkia, kevyt ja nopea asentaa. Koot 160-400 mm, käyttöluokka SN8.



Uponor-paineputkijärjestelmä ProFuse

Tulevaisuuden putkisto vesijohtojen ja paineviemäreiden rakentamiseen. Suojakuori suojaa putkea kolhuilta ja naarmuilta valmistuslinjalta kaivantoon. Koot 110-250 mm.

Uponor Suomi Oy
PL 21, 15561 Nastola
P 020 129 211
F 020 129 210
E infofi@uponor.com

uponor

www.uponor.fi



Kuva 3:
Biofilmi-
näytteiden
mikrobisto
irrotetaan
materiaalin
pinnalta
superpuhtaaseen
veteen.

työskennellä välttämättä RNA:ta helposti hajottavia entsyymejä. PCR -menetelmien suurena ongelmana ovat reaktiota häiritsevät tekijät kuten humus ja korroosiotuotteet. Negatiivinen tulos ei

täysin takaa ettei näytteessä mikrobia esiinny vaan kyseessä voivat olla ongelmat menetelmän toimivuudessa. Tulosten varmistamiseksi pitää suorittaa positiivisia kontrolleja (menetelmä toi-

mii) ja negatiivisia kontrolleja (reagenssit ja työtavat kunnossa). Käytettävät reagenssit ja laitteistot ovat vielä suhteessa kalliita, tosin hinnat ovat laskussa. Menetelmiä ei ole standardoitu vaan kukin tutkimusryhmä käyttää eri valmistajien tarjoamia tuotteita ja työskentelytavat vaihtelevat. Tällöin tulosten vertaaminen eri tutkimusta voi olla hankalaa. Molekyylibiologian menetelmien käyttöä ei vielä edellytetä talousveden laatuvalvonnassa. Jos menetelmiä aiotaan käyttää laatuvalvonnassa, ne tulisi yhtenäistää. Monet menetelmät tuottavat paljon tietoa, joka täytyy jatkokäsitellä ennen lopullisia tuloksia. Osa menetelmien hallintaa on bioinformatiikka eli tietokoneella tulosten käsittelyä ja arviointia. Tulosten tulkintaan veden laatu -näkökulmasta tulisi kehittää kriteerit mikä on hyväksyttävää ja mikä ei.

Yhteenveto

Pikatestejä ei ole vielä toistaiseksi luvassa vaan menetelmien käyttö vaatii rahaa ja syvää perehtyneisyyttä alaan. Hinnat ovat kuitenkin koko ajan laskeneet ja samalla markkinoille on tullut helpompikäyttöisiä sovelluksia. Vielä tarvitaan paljon perustutkimusta talousvesijärjestelmien ominaisuuksien ja mikrobistojen selvittämiseen. Joka tapauksessa molekyylibiologiassa on paljon potentiaalia talousveden mikrobiologisiin tutkimuksiin.

Taulukko 1. Molekyylibiologian edut ja haasteet talousveden mikrobiologisissa tutkimuksissa.

Edut	Haasteet
<ul style="list-style-type: none"> Näytteitä ei tarvitse viljellä Myös ei-viljeltävät mikrobit esiin (norovirus) Saadaan tietoa onko mikrobi elävä ja aktiivinen, vaurioitunut vai kuollut Muutama solu riittää määrityksiin (teoriassa) Terveydelle haitallisten mikrobien määrittäminen tarkasti epidemiaepäilyissä Tulokset nopeasti (jopa muutamassa tunnissa) Täysin uutta tietoa talousveden mikrobeista ja niiden yhteisöistä (mitkä mikrobit aktiivisia, biofilmiä rakentavat, kokonaisuus, taudinaiheuttajat) 	<ul style="list-style-type: none"> Näytteenotto (miten usein, näytteen määrä) Viljeltävillä mikrobeilla viljelytulokset toistaiseksi luottavampia kuin molekyylibiologian menetelmät Määrittäminen häiritsevät yhdisteet (humus, korroosiotuotteet) Tulosten tulkinta: mikä hyväksyttävä veden laatu, mikä ei Menetelmien kirjo-> ei standardointia Vaatii erityisosaamista ja -laitteistoja Laitteistojen ja reagenssien hinnat korkeahkoja Ei toistaiseksi pikatestejä

Kirjallisuus:

- Hänninen, M.-L., Haajanen, H., Pummi, T., Wermundsen, K., Katila, M.-L., Sarkkinen, H., Miettinen, I. ja Rauteli, H. 2003. Detection and typing of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* and analysis of indicator organisms in three waterborne outbreaks in Finland. *Applied and Environmental Microbiology* 69: 1391–1396.
- Keinänen-Toivola, M.M., Revetta, R.P. ja Santo Domingo, J.H. 2006. Identification of active bacterial communities in a model drinking water biofilm systems using 16S rRNA-based clone libraries. *FEMS Microbiology Letters* 257:182–188.
- Lehtola, M.J., Loades, C.J. ja Keevil, C.W. 2005. Advantages of peptide nucleic acid oligonucleotides for sensitive site directed 16S rRNA fluorescence in situ hybridization (FISH). *Journal of Microbiological Methods* 69: 211–219.
- Maunula, L., Miettinen, I.T. ja von Bonsdorff, C.-



Kuva 4: Jotta materiaalin (putken) pinnalla kasvavaa mikrobistoa voidaan tutkia, se tulee irrottaa materiaalin pinnasta tavalla tai toisella. Kuvassa käytetään biofilmien irrottamiseen mekaanista ravistelua yhdistettynä putkessa oleviin lasihelmiin.



Kuva 5: Molekyylibiologiassa työskennellään pienissä tilavuuksissa (millilitran tuhannesosasta millilitraan) reagenssien kalleuden vuoksi.

H. 2005. Norovirus outbreaks from drinking water. *Emerging Infectious Diseases* 11(11): 1716–1721
Szewzyk, U., Szewzyk, R., Manz, W., ja Schleifer, K.-H. 2000. Microbiological safety of drinking.

Annual Reviews of Microbiology 54: 81–127.
Williams, M.M., Domingo, J.W.S., Meckes, M.C., Kely, C.A. ja Rochon, H.S. 2004. Phylogenetic diversity of drinking water bacteria in a distribution

system simulator. *Journal of Applied Microbiology* 96: 954–964.

Kuvat kirjoittajan.



Elinympäristömme parhaaksi---

Insinööritoimisto Paavo Ristola on nyt osa Rambollia. Yrityskaupan myötä syntynyt maan suurin ympäristöalan osaamiskeskittymä antaa meille mahdollisuuden palvella asiakkaitamme entistä paremmin ympäristö-, vesihuolto sekä yhdyskuntatekniikan aloilla.

RAMBOLL

www.ramboll.fi

R insinööritoimisto
PAAVO RISTOLA OY

www.ristola.com

Jätevedenpuhdistamon ainetase, esimerkkinä raskasmetallien taseet



Timo Laukkanen

TKT

E-mail: t.laukkanen@welho.org

Suomalaisissa jätevedenpuhdistamoissa kerätään jatkuvasti tietoa lähinnä puhdistamojen omaa käyttötarkkailua varten. Tätä tietoa on hyödynnetty varsin vähän puhdistusprosesseja koskevassa tutkimuksessa, ja esimerkiksi yleisesti saatavilla olevat puhdistamojen mitoitusparametrit perustuvat suurelta osin melko vanhaan tietoon. Tutkimuksissa käytetään yleensä tutkimusprojektia varten tehtyjä mittaus- ja koetuloksia. Tässä tutkimuksessa on ainetaselaskelmien avulla selvitetty puhdistamoilla kerätävien rutiinitietojen yleisempää käyttökelpoisuutta puhdistamojen toiminnan tutkimuksessa.

Tässä artikkelissa esitellään tuloksia tutkimuksesta, jossa laskettiin kunnallisten jätevedenpuhdistamojen ainetaseita, ja tarkastellaan lähemmin raskasmetallitaseita. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten hyvin puhdistamoissa kerättyjen rutiinitietojen perusteella lasketuilla ainetaseilla voidaan arvioida ainevirtoja ja niihin liittyviä virheitä. Lisäksi selvitettiin puhdistamoilla käytettävien kemikaalien vaikutusta lietteiden raskasmetallimääriin. Tutkimusraportti on kokonaisuudessaan nähtävissä osoitteessa: <http://koti.welho.com/tlaukka1/Ainetase.pdf>.

Ainetasemallien avulla voidaan arvioida prosessin tilaa sekä valvoa mit-

tausten ja prosessiseurannan laatua, arvioida päästöjä ja hallita materiaalivirtoja. Ainetaselaskennan tuloksia voidaan hyödyntää myös prosessien optimoinnissa. Lisäksi prosessien mitoituksessa käytetään hyväksi ainetaseita ja niiden perusteella laskettuja prosessiparametreja.

Taselaskenta on kohdistettu ainoastaan kokonaistaseisiin, ei puhdistamojen sisäisiin tai osaprosessien ainevirtoihin. Tarkastelun kohteena ovat olleet yhdeksän suomalaista kunnallista suurta ja keskisuurta rinnakkaissaostuslaitosta, joissa saostuskemikaaleina käytetään rautasuoloja ja joissa liete mädätetään ja kuivataan lingoilla. Näihin puhdistamoihin tuli jätevetä viemäri-

verkostoista, joihin oli liittynyt noin 1,6 miljoonaa asukasta tarkasteluvuonna 2003. Teollisuusjätevesien osuus oli 5–20 %. Lisäksi puhdistamoihin tuli viemäriverkoston ulkopuolelta sako- ja umpikaivolietteitä. Raskasmetallitaseet laskettiin kolmelle ja rautatase neljälle puhdistamolle, joissa oli saatavilla riittävästi analyysituloksia taselaskentaa varten.

Tutkimuksen aineisto on kerätty puhdistamojen velvoitetarkkailu- ja toimintaraporteista. Täydentäviä tietoja on saatu käyttöraporteista ja puhdistamojen toiminnasta vastaavien henkilöiden puhelin- ja sähköpostihaastatteluilta. Arvokas tietolähde oli myös Ari Kankaan (2004) kokoama melko kattava ra-

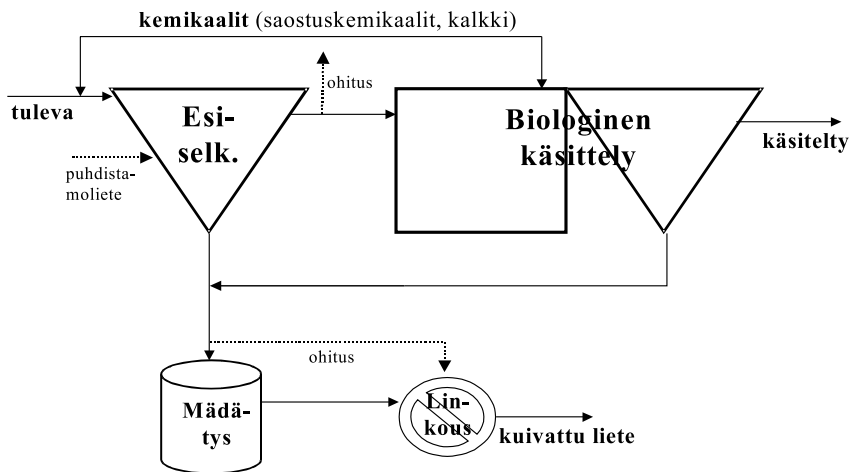
portti suomalaisista kunnallisista jätevedenpuhdistamoista. Tarkasteluvuodeksi valittiin 2003, koska kyseinen vuosi oli melko kuiva, puhdistamojen ohitukset olivat vähäisiä eivätkä tulvimiset juuri haitanneet puhdistusprosesseja.

Jäteveden puhdistamojen kokonaisainetasemalleissa keskeisin taseeseen tuleva ainevirta on tuleva jätevesi ja sen epäpuhtauskomponentit. Kunnalliselle jätevedenpuhdistamolle puretaan myös huomattavia määriä mm. sako-, umpi- ja rasvanerotuskaivojen lietteitä ja mahdollisesti muiden puhdistamojen ja vedenkäsittelylaitosten lietteitä, joiden osuus ei aina näy tulevan jäteveden kuormassa. Luonnollisesti myös ilmastusilmasta liukeneva happi on merkittävä aktiivilieteprosessiin tuleva ainevirta, jolla ei kuitenkaan ole merkitystä tämän tutkimuksen taselaskennassa.

Raskasmetallien osalta merkittävän tulevan ainevirran muodostaa prosessiin syötettävät kemikaalit epäpuhtauksineen. Fosforin saostuskemikaalit,

lähinnä ferro- ja ferrisulfaatti sekä pH-arvon säätöön käytetty sammutettu kalkki ovat eniten käytettyjä kemikaaleja suomalaisissa kunnallisissa jätevedenpuhdistamoissa. Lisäksi käytetään

jonkin verran alumiinipohjaisia saostuskemikaaleja ja erityisesti lietteen kuivauksessa polyelektrolyyttejä, joiden osuus puhdistamojen ainevirroissa on kuitenkin melko pieni.



Kuva 1: Jätevedenpuhdistamojen raskasmetallivirrat kokonaisainetasemallissa. Katkoviivalla merkityt ainevirrat olivat sellaisia, joita ei kaikissa puhdistamoissa ollut, ja ne huomioitiin vain joidenkin tarkastelun kohteissa olevin puhdistamojen taseissa. Sako- ja umpikaivolietteiden raskasmetallikuormat oletettiin merkityksettäviksi.

Enemmän aikaa asiakkaille.

Kun vesilaitoksen tehokkaat IT-ratkaisut nopeuttavat ja helpottavat päivittäisiä tehtäviä ja toimintoja, niin asiakkaille on enemmän aikaa ja he saavat enemmän tietoa vesiasioista. Esimerkkejä: www.wmdata.fi

Huomattavaa hyötyä tietotekniikan asiantuntijalta.

WM-data

Jukka Sirkiä, p. 040 765 5257
 Hannu Salonen, p. 040 777 2220
 etunimi.sukunimi@wmdata.fi

Kuopion yliopiston soveltavan ympäristökemian laboratorio ja Koulutus- ja kehittämiskeskus järjestävät

Vesienkäsittelyn prosessit -täydennyskoulutusohjelman, 11.10.2006 - marraskuu 2007 Mikkelissä

Tavoite

Tavoitteena on perehtyä vesienkäsittelyn biologisiin, kemiallisiin, fysikaalisiin ja mekaanisiin prosesseihin ja näiden antaa koulutettaville teoreettisen tietämyksen kautta paremmat edellytykset ja ymmärryksen optimoida prosessien toimintaa sekä ehkäistä ja löytää ratkaisut mahdollisiin ongelmiin. Koulutuksessa perehdytään ko. prosessien peruslähtökohtiin ja periaatteelliseen ymmärtämiseen sekä tämän tiedon soveltamiseen käytäntöön. Lisäksi tutustutaan, myös käytännössä, moderniin vedenkäsittelyn analytiikkaan ja monitorointiin.



Kohderyhmä

Teollisuuden ja yhdyskuntien vesilaitosten työntekijät, ympäristöalan suunnittelijat, konsultit, tutkijat

Toteutus

Koulutus sisältää viisi kurssia (3 op) ja se kestää 1,5 vuotta. Etusijalla koulutukseen valittaessa ovat ne, jotka haluavat suorittaa kaikki kurssit, mutta myös vain yhdelle tai joillekin kursseille osallistujat ovat tervetulleita.

Kurssijaksot:

I Vesienkäsittelyn biologiset prosessit

11.-13.10.2006 ja 17.11.2007

II Vesienkäsittelyn kemialliset prosessit

tammi-helmikuu 2007

III Vesienkäsittelyn fysikaaliset prosessit

maalis-toukokuu 2007

IV Vesienkäsittelyn analytiikka ja monitorointi

syys-marraskuu 2007

V Vesienkäsittelyn harjoitustyöt

lokakuu 2007

Hinta

Koko koulutuksen hinta 3 200 euroa.
Kurssimaksu laskutetaan useammassa erässä.
Yksittäisten kurssien hinta on 800-850 e.

Ilmoittautuminen

25.8.2006 mennessä
Puh. (017) 163 918, s-posti:taydkoul@uku.fi,
<http://www.kkk.uku.fi/amma.php>

Tiedustelut

Suunnittelija Mirja Mustonen, p. (017) 163 926,
s-posti: mirja.mustonen@uku.fi



Kuopion yliopisto
Koulutus- ja kehittämiskeskus

www.kkk.uku.fi

Poistuvia fosfori- ja metallivirtoja jätevedenpuhdistamon kokonaisainetasemallissa on käsitellyssä jätevedessä, ohi-tuksissa ja kuivatussa lietteessä. Tyypeä ja orgaanisia aineita sekä elohopeaa poistuu myös ilmastusilman ja biokaasun mukana, mikä vaikeuttaa taselaskentaa näiden komponenttien osalta kaasuanalyyysien puuttuessa. Jäteveden esikäsitteystä poistuu välpeitä ja hiekaista materiaalia, jotka ovat tässä tutkimuksessa rajattu tasealueen ulkopuolelle. Laskelmissa ei ole myöskään huomioitu pintalietettä, joka joissakin puhdistamoissa käsitellään erikseen.

Rautatase

Saostuskemikaalit muodostivat merkittävimmän tulevan ainevirran rautataseessa, koska tarkastelun kohteena olevat puhdistamot ovat rautakemikaaleihin perustuvia rinnakkaissaostuslaitoksia. Ferrosulfaatti oli yleisin saostuskemikaali näissä puhdistamoissa, joskin myös ferrisulfaattia käytettiin.

Myös tuleva jätevesi sisältää rautaa. Rautaa tulee jäteve-teen mm. korroosion seurauksena ja hulevesien mukana maa-perästä. Useassa tapauksessa vedenkäsittelyssä muodostuvat rautapitoiset lietteet johdetaan viemäriin tai suoraan jätevedenpuhdistamolle. Pintavedenkäsittelylaitoksissa ferri-suoloja saatetaan käyttää saostuskemikaaleina, jolloin muodostuva rautaoksihydroksidiliete sisältää paljon humusta. Pohja- ja tekopohjavesilaitoksilla lietettä syntyy raudanpoistossa, jolloin lietteessä voi olla raudan lisäksi runsaasti keraasaostunutta mangaania.

Rauta saostuu jäteveden käsittelyssä ja poistuu puhdistamosta, kuten fosforikin, lietteen mukana. Pieni osa raudasta jää liukoiseen muotoon tai sitoutuu pieniin partikkeleihin ja poistuu käsitellyn jäteveden mukana.

Harvojen puhdistamojen lietteistä määritellään säännöllisesti rautapitoisuutta, minkä takia rautatase laskettiin tässä tutkimuksessa vain neljälle puhdistamolle (taulukko 1). Kuivatun (ja mädätetyn) lietteen kuiva-aineen rautapitoisuus oli näissä keskimäärin 6,5–15 %. Kolmessa näistä puhdistamoista määritettiin myös tulevan ja käsitellyn jäteveden rautapitoisuuksia, jotka olivat keskimäärin 4,9–10,9 ja 0,6–1,2 mg-Fe/l. Suuret tulevan jäteveden rautapitoisuudet selittyvät sillä, että puhdistamoihin tuli vedenkäsittelylaitosten rautalietettä. Puhdistamossa numero 4 ei määritetty jätevedestä rautapitoisuuksia ja tässä ainetaselaskelmassa oletettiin tulevan ja käsitellyn jäteveden rautapitoisuuksiksi 3 ja 1 mg-Fe/l. Tähän puhdistamoon ei johdettu vedenkäsittelylaitosten lietteitä.

Raudan osalta taseet täsmäsivät varsin hyvin, vaikka jäteveden ja osittain myös lietteenanalyyysituloksia saattoi olla vain muutamia puhdistamoja kohti. Puhdistamoilla olevilla pitoisuustasoilla raudan määrittäminen ei pitäisi tuottaa ongelmia, joten analytiikkaa suuremmat virhelähteet liittyvät näyttöiden edustavuuteen.

Muiden raskasmetallien tase

Tuleva jätevesi ja saostuskemikaalit ovat tärkeimmät jäteve-

Taulukko 1. Neljän jätevedenpuhdistamon rautataseet. Luvut ovat prosenttiosuuksia (tuleva kuorma + saostuskemikaali = 100 %). Viimeisessä sarakkeessa on taseen erotus eli taseeseen lasketun tulevan ja siitä poistuvan raudan määrän erotus.

puhdistamon nro	tuleva kuorma %	saostuskemikaali %	alkaliskemikaali %	käsitelty jätevesi %	kuivattu liete %	tulevat – poistuvat %
1	20	80	< 0,05	2	89	9
2	41	59	< 0,05	4	89	8
3	21	79	0,05	5	101	-6
4	9*	91	< 0,05	2*	96	2

* Tulevan ja käsitellyn jäteveden rautapitoisuuksiksi oletettiin 3 ja 1 mg-Fe/l.

denpuhdistamojen raskasmetallilähteet. Metallioneja siirtyy jätevetteen metalliputkien ja erilaisten metallipintojen korroosiosta. Myös hulevesien mukana huuhtoutuu viemäriin haitallisia raskasmetalleja. Aiemmin teollisuusjätevesistä peräisin olevat haitta-aineet saattoivat estää jätevesilietteiden hyötykäyttöä samoin kuin hammaslääkärien

elohopeiset jätevedet. Kunnallisten puhdistamojen raskasmetallikuormitus on huomattavasti pienentynyt viime vuosikymmeninä, kun viemäriin johdettavien teollisuus- yms. jätevesien valvonta on tehostunut ja ongelmajätehuolto kehittynyt. Lisäksi haitallisten raskasmetallien määrät ovat vähentyneet paristoissa, lämpömittareissa ja muissa ku-

luttajatuotteissa. Lyijypitoisuudet ovat pienentyneet, kun luovuttiin lyijyllistä polttoaineista.

Suomessa käytettävät rautapohjaiset saostuskemikaalit sisältävät jonkin verran epäpuhtauksina haitallisia raskasmetalleja. Merkittävin epäpuhtaus lienee nikkeli. Myös vesilaitoskalkissa on hieman epäpuhtauksia.

Jätevesilietteiden raskasmetallipitoisuuksia seurataan suomalaisissa jätevedenpuhdistamossa säännöllisesti, koska ne vaikuttavat lietteen hyötykäyttömahdollisuuksiin, mutta vain harvassa puhdistamossa mitataan säännöllisesti jäteveden raskasmetallipitoisuuksia. Tässä tutkimuksessa oli käytössä jäteveden raskasmetallipitoisuuksia vain kolmesta puhdistamosta ja niistäkin vain osittain, sillä pitoisuudet olivat usein alle analyysimenetelmien havaittavuusrajojen. Mukaan otettiin vain ne analyysisarjat, joissa havaittavuusrajan ylittäviä tuloksia oli yli puolet. Näissä havaittavuusrajan alittavien tulosten arvoksi annettiin puolet havaittavuusrajan pitoisuusarvosta.



Koko elinkaaren kattavat palvelut

Maa ja Vesi Oy, PSV-Maa ja Vesi Oy, Geokeskus Oy ja Fintact Oy ovat nyt Pöyry Environment Oy.

Vahva paikallistuntemuksemme ja laaja-alainen asiantuntemuksemme ovat saatavissa jokaisen 11 toimipistemme kautta – nyt myös Rovaniemellä.



Competence. Service. Solutions. soilandwater.poyry.com

Taulukko 2. Ainetaselaskelmissa käytetyt rautapohjaisten saostuskemikaalien ja kalkin raskasmetallipitoisuudet. (Perustuvat kemikaalivalmistajilta saatuihin tietoihin.)

	Ferrosulfaatti	Ferrisulfaatti PIX-105	Ferrisulfaatti PIX-105A	Sammutettu kalkki
Fe g/kg	190	114	102	1,9
Cd mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,06
Cr mg/kg	2,5	2,5	2,5	1,2
Cu mg/kg	0,30	< 0,25	< 0,25	1,6
Ni mg/kg	30	30	28	1,8
Pb mg/kg	0,20	0,1	0,4	1,6
Zn mg/kg	66	74	73	6
Mn mg/kg	500	730	565	420
Hg mg/kg	0,005	< 0,01	< 0,01	< 0,02

Mitatus kromi-, lyijy- ja nikkelpitoisuudet olivat tulevassa jätevedessä keskimäärin 5–10 µg/l ja kadmium- ja elopitoisuudet alle 0,5 µg/l. Kuparia oli tulevassa vedessä runsaat 50 µg/l, sinkkiä n. 170 µg/l ja mangaania 100–300 µg/l. Mangaania voidaan olettaa tule-

van runsaimmin niihin puhdistamoihin, joihin tulee lietteitä pohjavedenkäsittelystä.

Lietenäytteiden pitoisuudet ylittivät analyysimenetelmien havaittavuusrajat. Analyysitulokset vaihtelivat paljon, mikä selittynee pääasiassa todellisella

pitoisuuksien vaihtelulla, ei analyysivirheillä. Esimerkiksi puhdistamo nro 3 analyysitulosten suhteellinen keskijajonta oli 9–36 %, paitsi kadmiumin osalta se oli peräti 73 %.

Taulukossa 3 on laskelmien tulokset raskasmetallitaseista (rautatase on esitelty jo taulukossa 1). Poistuvan veden arvoista voi havaita, että kromi, kupari ja sinkki poistuvat melko hyvin jätevedenpuhdistuksessa, kun taas nikke-li ja mangaani poistuvat huonommin. Tämä selittyy hyvin näiden metalli-ionin kemiallisista ominaisuuksista ja vähäisemmästä taipumuksesta sitoutua saostuneeseen rautaan (esim. Laukkanen 1997 s. 64).

Raskasmetallitaseet täsmäsivät varsin hyvin. Useimpien taseiden osalta laskennallinen tulevien ja poistuvien ainevirtojen erotus oli alle 15 %. Ainetaseet täsmäsivät parhaiten puhdistamo nro 1:n kohdalla, vaikka taselaskelmassa oli käytettävissä tältä puhdistamolta vain neljän tulevan ja käsittelyn jäteveden näytteen ana-

Ympäristötekniikka - Maailmanlaajuisesti

ROTAMAT® Seulavälppä Ro9, jossa on sisäänrakennettu välppenkäsittely

- kapasiteetti < 130 l/s
- samassa laitteessa välppäys, välppeen kuljetus, -pesu ja -puristus
- asennuskulma 35°-48°
- asennus kanavaan tai virtauslaatikkoon
- välppeenpesuri IRGA pesee pois ulosteperäisen ja orgaanisen aineksen
- pestyn välppeen kiitoaine pitoisuus > 35 % TS



UUTUUSTUOTE ROTAMAT® Ro3 Q

Lietteenkuivain on kehitetty kuivaamaan pieniä lietemääriä. Kapasiteetti 70-150 kgTS/h.. Pienikokoinen, alhainen pyörimisnopeus, ei melua. Suljettu rakenne, ei pölyä eikä hajuhaittoja.

Hydropress Huber Ab

Sinikalliontie 1
02630 Espoo

Puh. 09-2705 2656
Fax 09-2705 2657

info@hydropresshuber.fi
www.hydropresshuber.fi

lyysitulokset (lietenäytteitä 12 kpl). Suurin virhe oli kadmiumin kohdalla, mikä selittyy analyttisillä ongelmilla: kadmiumpitoisuudet olivat lähellä analyysimenetelmien havaittavuusrajoja. Elohopeatsetta tarkasteltaessa on otettava huomioon, ettei laskelmissa ollut mukana ilmastuksessa haihtuvan metallin osuutta.

Taulukon 4 arvoista voi päätellä, että lähinnä vain nikkelin osalta saostuskemikaalin sisältämällä epäpuh-

tauksilla on mainittavaa merkitystä puhdistamolietteen raskasmetallijäämien kannalta. Lietteiden nikkeli- ja kadmiumpitoisuudet alittivat kuitenkin selvästi lietteen maatalouskäytölle asetetun suurimman sallitun pitoisuuden. Muiden haitallisten raskasmetallien osalta saostuskemikaalien aiheuttama kuorma oli pienempi kuin 10 % kuivatun lietteen raskasmetallimäärästä. Kalkin epäpuh-
tauksilla ei näyttäisi olevan juurikaan merkitystä lietteiden raskasmetallipitoisuuksiin.

Fosfori- ja typpitaselaskelmien keskeiset tulokset

Tutkimuksessa käytetty fosforitase-malli oli samankaltainen kuin raskasmetallimalli. Tosin fosforitaseisiin, samoin kuin typpitaseisiin, lisättiin sakoja umpikaivolietteiden aiheuttama kuorma, siltä osin kun lietteitä purettiin tulevan veden näytteenottopisteen jälkeen. Tämä kuorma arvioitiin purettujen lietteiden määrien ja Oksjoen (2004) esittämien lietteille tyypillisten pitoisuusarvojen perusteella. Kemikaalien ei oletettu sisältävän mainittavasti fosforia tai typpeä. Typpitase-mallissa denitrifikaatiossa ja ammoniakkin haihtumisessa poistuva typpi arvioitiin vähentämällä jäteveden ja lietteiden mukana tulevasta typpimäärästä käsitellyn veden, ohitusten ja lietteiden mukana poistuva typpimäärä.

Tarkastelun kohteena olevista yhdeksästä puhdistamosta viidessä tasevirhe (=taseeseen tulevien ja siitä poistuvien ainevirtojen erotus) oli alle $\pm 10\%$, joten näiden osalta taselaskenta ei paljastanut puhdistamojen seurantatiedoissa merkittäviä virheitä. Joissakin puhdistamoissa virhe oli kymmeniä prosentteja, jolloin merkittävin virhelähde oli todennäköisesti lietemäärän arvioinnissa ja/tai analysoitujen lietenäytteiden edustavuudessa. Fosforianalytiikka on vakiintunutta ja melko ongelmatonta, joten se tuskin on mainittava virhelähde. Tulevan veden näytteenotossa voi muodostua systemaattista virhettä, jos kiintoainetta pääsi erotumaan näytteenoton yhteydessä taikka, jos näytepäivät eivät jakaantuneet sattumanvaraisesti esim. tulopumppaamon tyhjennyspäivien suhteen. Kymmenien prosenttien virheet tuskin kuitenkaan selittyivät tulevan veden näytteenottovirheillä. Käsitellyn veden mukana poistuvan fosforin määrä oli niin pieni, etteivät sen arvioinnissa syntyneet virheet paljoa vaikuttaneet taselaskennan tuloksiin. Tulevan veden näytteenottopisteen jälkeen purettujen lietteiden aiheuttama kuorma oli arvioitavissa vain karkeasti, mutta niiden osuus tarkastelun kohteena olevissa puhdistamojen ainevirroissa oli melko vähäinen.

Taulukko 3. Kolmen jätevedenpuhdistamon raskasmetallitaseet. Luvut ovat prosenttiosuuksia (tuleva kuorma + kemikaalit = 100 %). Viimeisessä sarakeessa on taseen erotus eli taseeseen lasketun tulevan ja siitä poistuvan metallimäärän erotus. Puhdistamossa nro 1 ei käytetty alkalin lisäykseen kalkkia vaan soodaa, jonka raskasmetallisisällöstä ei ole tietoa.

puhdistamon nro	tuleva jätevesi %	saostus-kemikaali %	kalkki %	käsitelty jätevesi %	kuivattu liete %	tulevat – poistuvat %
Kadmium (Cd)						
1	100	< 1		11	78	10
2	99	< 1	< 0,4	47	89	-37
Kromi (Cr)						
1	95	5		20	78	2
2	98	2	0,2	20	107	-27
3	95	4	1	0	89	11
Kupari (Cu)						
1	100	0,05		11	97	-8
2	100	0,03	0,04	13	89	-2
Nikkeli (Ni)						
1	70	30	65	34	2	
2	73	26	0,3	61	43	-4
3	66	33	1	60	42	-1
Lyijy (Pb)						
1	100	< 0,5		10	83	7
2	100	< 0,3	0,3	43	76	-19
Sinkki (Zn)						
1	96	4		19	65	16
2	97	3	0,1	26	62	12
3	93	7	0,2	25	66	9
Mangaani (Mn)						
1	63	37		63	32	4
3	68	26	7	38	77	-21
Elohopea (Hg)						
2	100	< 0,2	< 0,1	35	58	8

Taulukko 4. Kahdeksan jätevedenpuhdistamon kuivatun mädätetyn lietteen raskasmetallipitoisuudet ja puhdistamoissa käytettyjen saostuskemikaalien ja kalkin mukana tulleiden raskasmetallien osuus suhteutettuna kuivatun lietteen raskasmetallimääriin. Suluissa on sallitut ja tavoitteelliset pitoisuudet lietteen maaviljelykäytössä (VNp 282/94). Yhdessä puhdistamossa käytettiin kalkin sijasta soodaa, jonka raskasmetallisällöstä ei ole tietoa.

Metalli (suositus)	kuivattu liete mg/kg	saostuskemikaali %	kalkki %
Cd (1,5 mg/kg)	0,5–1,0	< 0,4–< 2,2	< 0,5–< 2,1
Cr (300 mg/kg)	21–53	2–7	0,2–0,7
Cu (600 mg/kg)	143–498	< 0,03–0,15	0,05–0,34
Ni (100 mg/kg)	16–44	30–136	1–3
Pb (100 mg/kg)	19–47	0,2–1,1	0,4–6,3
Zn (1500 mg/kg)	330–2495	1,2–10,7	0,1–0,5
Hg (1,0 mg/kg)	0,41–0,80	< 0,3–<0,8	< 0,2–< 1

Tarkastelun kohteissa olevissa puhdistamoissa oli osassa käytössä tyypeä poistava denitrifikaatio-nitrifikaatio-prosessi (DN-prosessi) läpi vuoden ja yhdessä vain kesäkausina. Muutamassa puhdistamossa korkean kuormituksen takia ei ollut denitrifikaatiovaihetta lainkaan. Näin ollen puhdistustulokset tyyden osalta vaihtelivat puhdistamojen välillä paljon: kokonaistyyppi-reduktiot olivat 20–78 %. Taselaskelmien perusteella voidaan arvioida, että noin puolet puhdistamoon tulevasta tyypestä poistuu denitrifikaatiossa DN-prosessissa ja kaksi kolmasosaa, jos tehokkaasti nitrifioivan prosessin lopussa on denitrifikaatiovaihe. Denitrifikaatiota ei juuri ilmene, jos sitä ei erikseen ole järjestetty.

Yhteenvedo ja johtopäätökset

Jätevedenpuhdistamojen rutiinimitausten perusteella voidaan vuoden ainetaseita laskea tarkkuudella, jossa taseen virhe, eli tulevien ja poistuvien ainevirtojen erotus, voi olla alle kymmenen prosenttia, jopa vain muutama prosentti. Toisaalta tasetarkastelu voi paljastaa systemaattisia mittaus- tai arviointivirheitä, joiden seurauksena tasevirhe voi olla jopa kymmeniä prosentteja. Keskeisimmät virhelähteet taselaskelmissa liittyvät ilmeisesti lietteen määrän ja laadun arvioimiseen. Monissa

puhdistamoissa lietemääriä arvioidaan tilavuuksina, joiden mittaaminen ja muuttaminen massavirroiksi sisältävät ilmeisen systemaattisen virheen lähteen. Tarkkojen ainetaseiden tekeminen näyttäisi edellyttävän lietemäärien seuranta punnitsemalla tai ainakin tilavuusarvioiden ja tilavuuspainojen säännöllistä tarkistamista. Kuivatun lietteen kosteus ja muu laatu voivat vaihdella paljon, jolloin muutamien lietenäytteiden analysointi vuodessa ei tuota aina riittävää edustavuutta tarkkaan taselaskentaan.

Myös tulevien ainevirtojen arviointiin sisältyy systemaattisten ja satunnaisten virheiden mahdollisuuksia. Tulevan vesinäytteen edustavuus voi heikentyä, jos näytteenottopäivät eivät ole jakaantuneet tasaisesti eri viikonpäiville tai puhdistamon hoitorutiinien suhteen taikka jos kiintoainetta pääsee kerääntymään näytteenottolinjoihin. Tulevan jäteveden näytteenotto pisteeseen tai suoraan lietteenkäsittelyyn puretaan monessa puhdistamossa sako- ja umpikaivojen sekä rasvanerotuskaivojen lietteitä, joiden aiheuttama kuorma voidaan yleensä arvioida vain karkeasti. Fosfori- ja rautataseiden laskenta on melko yksinkertainen tapa tarkistaa ainevirtojen seurannan osuvuutta, mutta virhelähteiden tarkempi selvittäminen edellyttää puhdistamokohtaista näytteenotto- ja mittausjärjestelmien ja -käytäntöjen läpikäyntiä.

Tässä esitetty tasetarkastelu osoittaa, että melko pienelläkin näytemäärällä voi saada hyvän kuvan raskasmetallien käyttäytymisestä jätevedenpuhdistusprosessissa. Useimmat raskasmetalleista sitoutuvat melko tehokkaasti lietteeseen. Raskasmetallit ovat lähes täysin peräisin tulevasta jätevedestä ja ainoastaan nikkeliä tulee mainittavia määriä saostuskemikaalista. Suomessa yleisesti käytettyjen rautapohjaisten saostuskemikaalien tai kalkin epäpuhtaudet eivät näyttäisi vaarantavan lietteiden hyötykäyttöä maataloudessa.

Rinnakkaissaostuksen vaikutus lietteen raskasmetallipitoisuuteen ei riipu vain saostuskemikaalin epäpuhtauksista. Osa jäteveden metalli-ioneista saostuu yhdessä saostuskemikaalin raudan kanssa tai muuten sitoutuu rautasaostumaan. On todettu (Laukkanen 1997 s. 84–5), että rinnakkaissaostus tehostaa haitallisista raskasmetalleista erityisesti kuparin ja lyijyn sitoutumista lietteeseen. Samalla kun haitta-ainesten tehokkaampi sitoutuminen heikentää lietteen laatua, se vähentää jäteveden aiheuttamaa ympäristökuormitusta.

Kirjallisuus:

- Kangas, A.** 2004. Jätevedenpuhdistamojen toiminta ja toteutukset. Vesi- ja viemäriolosuhteiden monistesarja Nro 15, Helsinki, 161 s. ISBN 952-5000-46-X
- Laukkanen, T.** 1997. Rauta hivenaineena, myrkyneä ja myrkyllisten raskasmetallien sitojana aktiiviliete-prosessissa ja rinnakkaissaostuksessa. Espoo: Teknillinen korkeakoulu, Ympäristönsuojelutekniikan laboratorio. Väitöskirja. 154 s. ISBN 951-22-2817-3
- Oksjoki, J.** 2004. Sakokaivolietteiden käsittely. Ympäristö ja terveys 35(5):32–33.





Mikko Kajanus

Tekniikan yo

Oulun yliopisto, vesi- ja ympäristötekniikan laboratorio

E-mail: mkajanus@paju.oulu.fi



Varpu Rajala

Tekniikan yo

Oulun yliopisto, vesi- ja ympäristötekniikan laboratorio

E-mail: vrajala@paju.oulu.fi

Bjorn Klove

Professori, Oulun yliopisto

Vesi- ja ympäristötekniikan laboratorio

E-mail: bjorn.klove@oulu.fi

Esko Lakso

Professori, Oulun yliopisto

Vesi- ja ympäristötekniikan laboratorio

E-mail: esko.lakso@oulu.fi

Artikkeli perustuu Mikko Kajanuksen ja Varpu Rajalan diplomitöihin Oulun yliopiston vesi- ja ympäristötekniikan laboratoriossa.

Ylivieskan kaupunkitulva

Voimakas rankkasade aiheutti Ylivieskassa kaupunkitulvan 4.–5.8.2004, jolloin suuret hulevesimäärät aiheuttivat runsaasti vahinkoja. Ilmastomuutoksen myötä voimakkaiden rankkasateiden on ennustettu yleistyvän, joten kaupunkitulvienkin todennäköisyys kasvaa. Tutkimusten tavoitteena oli etsiä ratkaisuja, joilla vastaavia vahinkoja voidaan tulevaisuudessa ehkäistä. Tutkimustyöt aloitettiin keväällä 2005 yhteistyössä Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen ja Ylivieskan kaupungin kanssa.

Elokuussa 2004 Ylivieskassa sattuneen rankkasateen seurauksena kaupungin jätevesiviemäriin joutui runsaasti sadevesiä. Jätevesiviemäriverkoston kapasiteetti ei ollut riittävän suuri, jolloin veden pinta nousi viemäreissä, kunnes se purkautui kellareihin lattiakaivojen ja vessanpönttöjen kautta. Tulvivaa vettä virtasi kiinteistöihin myös kellariin johtavien ajoluiskien kautta. Tulviva vesi aiheutti vahinkoja 48 kiinteistössä. Jätevesi nousi kellareissa jopa 80 cm korkeudelle ja tärveli huomattavan määrän irtaimistoa, kodinkoneita ja kiinteistöjen sisäisiä rakenteita. Viemärivettä jouduttiin ohittamaan melko runsaasti suoraan Kalajokeen. Lisäksi joitakin alikulkutunneleita täyttyi vedestä (kuva 1) ja keskustaluon läpi virtaavat kaupunkiojat tulvivat. Kaupunkitulvan aiheuttamat vahingot yksityisille kiinteistöille ja taloyhtiöille olivat satojatuhansia euroja.

Lisäksi Ylivieskan kaupungille koitui merkittäviä kustannuksia tulvan aiheuttamista korjaus- ja kunnossapitotoista.

Sademäärä

Ilmatieteen laitoksen Ylivieskan havaintoasemalla 3.8. havaittu sadanta oli 41 mm ja 4.8. sadanta oli 27,5 mm. Kaupunkitulvan aikainen sadesumma oli siis 68,5 mm:ä. Ilmatieteen laitoksen mittauksista arvioitu sateen rankkuus oli keskimäärin 24,5 l/s*ha. Pakolan asuntoalueen virtaamatietojen ja valumiskertoimen avulla sadannaksi arvioitiin 78 mm ja sateen rankkuudeksi 33,1 l/s*ha. Pakolan asuntoalue sijaitsee rankemman sateen alueelle kuin Ilmatieteen laitoksen havaintopiste, mikä voi selittää sateen rankkuuden arvioinnissa syntyneet erot. Epävirallisten, yksityisten ihmisten omilla sademittareil-



Kuva 1.
Tulviva Ouluntien
alikulutunneli
(Kuva: Ylivieskan
kaupunki)

It's clear!

Kirkkaasti parempi
Puhdasta vettä yli 40 vuotta!

Käänteisosmoosi ja nanosuodatus
UV-sterilisaattorit
Talovesisuodattimet Teollisuussuodattimet
Uraanin ja radonin poistolaitteet
Arseenin poistolaitteet
Uima-allaslaitteet
Kemikaalien poistolaitteet

HOH **Separtec OY** 

Varpeenkatu 28, PL 19, 21201 RAISIO puh. (02) 436 7300, fax (02) 436 7355, hoh@hoh.fi

www.hoh.fi

laan tekemien mittausten mukaan tulvan aiheuttanut sadesumma oli jopa yli 100 mm.

Hulevesiverkosto

Hulevesien hallinnan ongelmana on usein se, ettei kaavoituksessa ja rakentamisen ohjauksessa ole riittävästi otettu huomioon pintavesien tulvareittejä, joita myöten mitoituksen ylittävät vesimäärät johdetaan. Tutkimuksessa tarkasteltujen hulevesiviemäreiden kapasiteetit olivat kuitenkin riittäviä kaupunkitulvan aikaisille virtaamille. Rankkasateiden aikana ongelmana oli se, että kaikki sadevedet eivät virranneet hulevesiviemäriin. Tämä johtui siitä, että ritiläkaivojen kannet olivat tukossa (kuva 2) tai kaivojen hiekkapesät olivat täynnä, jolloin hiekka tukki poistoputken. Kaivojen kannet olivat paikoitellen myös tienpintaa korkeammalla. Tällöin hulevedet kertyivät kaduille ja pihoihin hallitsemattomasti aiheuttaen vahinkoja. Varsinkin tukkeutuneet hulevesikaivojen kannet olivat laaja-alainen ongelma, ja niitä havaittiin erityisesti asuntoalueilla sekä kaikissa tulvineissa alikulutunneleissa. Täysinäiset hiekkapesät lisäävät

myös viemäriin huuhtoutuvan hiekan määrää.

Alikulktunneleiden ongelmia

Alikulktunneleiden tulvat johtuivat siitä, että alikulkuihin virtasi vettä suunniteltua laajemmilta alueilta, jolloin pumppaamoiden kapasiteetit ylittyivät ja alikulkuihin kertyi vettä. Ratkadun alikulktunnelin suurin ongelma oli veden virtaaminen hulevesikaivojen ohi alikulkuun. Ouluntien alikulktunnelin tulviminen johtui kontrolloimattomasti toteutetusta rummun supistuksesta: 800 mm:n rumpuputkea oli jatkettu sisähalkaisijaltaan 272 mm:n putkella, jolloin rummun kapasiteetti ylittyi ja vesi virtasi suoraan alikulktunneliin. Kiviojantien alikulktunnelin tulva johtui taas penkkojen sortumisesta, joka lisäsi ylimääräisen veden virtaamista alikulktunneliin. Penkkojen sortuminen johti myös maan vierimiseen alikulkuun, mikä tukki hulevesikaivot. Lisäksi kaikissa muissakin tulvineissa alikulktunneleissa havaittiin tukkeutuneita hulevesikaivoja.

Tukkeutuneet avouomat

Ylivirtaamien aikana avouomia padottivat kasvillisuus ja muut virtausesteet. Varsinkin Ylivieskan keskusta-alueen läpi virtaavien Kataja- ja Salmelanojan alajuoksuilla roskat ja virtausesteet (kuva 3) padottavat niin pahoin, että uomien vedenjohtokyvyt ylittyivät. Ongelmia aiheuttavat myös rummut, joiden virtausalat ovat valuma-alueiden kokoon nähden liian pieniä. Lisäksi Kirjastonpuiston kevyenliikenteen silta on painunut, ja sillan kansi on laskeutunut alkuperäisestä tasosta noin 0,6 metriä, jolloin uoman virtausala on supistunut 40 prosenttiin alkuperäisestä ja padotus on kasvanut liian suureksi.

Jätevesiviemärin vuotovedet

Ylivieskan viemäriverkostossa on normaalitilanteessakin runsaasti vuotovesiä, vaikka käytössä on erillisviemäröinti. Vuonna 2004 Ylivieskan keskus- ja maan viemäriverkostosta keskus-



Kuva 2. Kasvillisuuden tukkima hulevesikaivo (Kuva: Mikko Kajanus)

puhdistamolle tulleesta viemäriverdestä keskimäärin 54 % oli vuotovesiä. Keskuspuhdistamon tulovirtaama kaksinkertaistuu keväisin huhtikuussa sekä runsaiden sateiden jälkeen kesällä. Elokuun kaupunkitulvan aikaan tulovirtaama oli suurimmillaan 6 700 m³/vrk, kun normaalivirtaama on 2 000–4 000 m³/vrk. Noin 5 000 m³:n virtaama päivittäin useamman vuorokauden ajan on todettu aiheuttavan häiriöitä puhdistamon toiminnassa, ja kaupunkitulvan aikaan viemäriveresiä jouduttiinkin ohittamaan melko runsaasti. Keskuspuhdistamon lisäksi viemäriveresiä jouduttiin kaupunkitulvan aikana ohittamaan myös suoraan Kalajokeen Niemenrannan pumppaamolta ja ylivuotoputkia pitkin.

Jätevesiviemäriverkoston kapasiteetin tarkistus

Tutkimuksessa selvitettiin jätevesiviemäriverkoston kapasiteettiä ja verrattiin sitä teoreettisiin mitoitusvirtaamiin. Jätevedenpumppaamoiden kapasiteetti tutkittiin maastossa mittauksin. Samalla pumppujen kuntoa seurattiin virrankulutuksen avulla. Jätevesiviemäriputkien kapasiteetti arvioitiin laskennallisesti putkikaltevuuden, -koon ja -materiaalin perusteella. Tutkimusten perusteella jätevesiviemäriverkoston kapasiteetin kannalta kriittisimpiä kohtia ovat kolme suurinta pumppaamaa, joiden kapasiteetti ei riitä tulvatilanteissa. Erityisesti ennen puhdistamaa sijaitsevan Allaspumppaamon ja



Kuva 3. Virtausesteitä ja kasvillisuutta Katajaojassa (Kuva: Mikko Kajanus)

Kalajoen varressa sijaitsevan Niemenrannan pumppaamon kapasiteetit ovat liian pieniä. Niemenrannan pumppaamolta lähtevät paineputket tuleekin puhdistaa pumppaamon kapasiteetin suurentamiseksi. Pääviemäreiden putkien kapasiteetit ovat laskennan mukaan riittäviä. Jätevesiviemäriputkien ongelmana on, että suurin osa on rakennettu liian pienellä kaltevuudella, jolloin ne eivät ole itsepuhdistuvia. Pohjalle saostuva kiintoaines pienentää putken virtausalaa.

Vuotovesilähteiden kartoitus

Jätevesiviemäriverkoston kuntoa kartoitettaessa tutkimus kohdistettiin viemärikaivojen kuntojen selvittämiseen, sillä tarkastuskaivojen aiheuttamia vuotoja on syytä epäillä varsinkin silloin, kun viemäriverkossa on runsaasti vuotovesiä etenkin märkänä kautena, esim. kevään sulamishuipun aikaan. Maastotöinä tutkittiin ensisijaisesti vanhojen betoniviemäriinjojen kaivoja, joissa epäiltiin olevan ongelmia sekä alueita,

joille kesän 2004 kaupunkitulva oli aiheuttanut vahinkoja. Huonokuntoisia jätevesiviemärikaivoja löytyikin paikoin runsaasti.

Rankkasateen aikaan hulevettä kertyi kaduille runsaasti ja se valui jätevesiviemärikaivoihin luultavasti suoraan kaivon kannen raoista sekä kannessa olevan reiän kautta. Viemärikaivojen kannen läheisyydessä tulisikin aina huolehtia hulevesien tehokkaasta poisto- ja kuivatusvesiä ei saisi johtaa jäte-



- Räätelöidyt toiminta- ja laatu järjestelmät
- Vesihuollon käyttökonsultointipalvelut

SUUNNITTELUKESKUS OY • www.fcg.fi • puh. 010 409 5000

vesiviemäriin. Tutkimuksessa tehdyn kiinteistöjen vesilojen tarkastelun perusteella kattovedet johdetaan usein suoraan kadulle tai piha-alueelle eikä niitä ole johdettu ojaan tai hulevesiviemäriin. Muutamassa tapauksessa kattovedet johdettiin suoraan jätevesiviemäriin.

Jätevesiviemäriverkoston virtaamien tasaus

Jätevesiviemäriverkoston huippuvirtaamia tasaamalla saadaan viemäriverkoston kapasiteetti riittämään paremmin tulvatilanteissa sekä parannettua jätevedenpuhdistamon puhdistustulosta. Ylivieskan jätevesiviemäriverkoston virtaamia saadaan tasattua parhaiten muuttamalla Sievistä siirtoviemäriä pitkin tulevien viemäri-vesien pumppausrytmiä. Sievin entisen jätevedenpuhdistamon tasausaltaan avulla viemäri-veden virtaamia voitaisiin tasata niin, että suuremmilla virtaamilla viemäri-vedettä ohitettaisiin altaaseen ja pumpattaisiin viemäriverkostoon vasta yöllä, kun jätevettä muodostuu vähemmän. Keskuspuhdistamon hydraulista kapasiteettia voitaisiin parantaa rakentamalla puhdistamon yhteyteen ohitusallas, jonne ylimenevä viemäri-vesi voitaisiin johtaa odottamaan myöhempää käsittelyä.

Erityistilanteisiin varautuminen

Ylivuotojen ja ohitusten käyttö tulisi vesiensuojelullisista syistä karsia mahdollisimman vähäiseksi. Kriisitilanteita varten tulisi kuitenkin säilyttää viemäri-veden ohitusmahdollisuus viemäritulvien välttämiseksi. Ylivuotona toimivat ohitusputket eivät kuitenkaan toimi, jos Kalajoen vedenpinta nousee korkealle. Ylivuotoputkien sulkuluukkujen tiiviys ja toimivuus tulisikin tarkistaa parin vuoden välein, että luukut toimisivat tarvittaessa ja ettei jokivesi pääsisi valumaan verkostoon putkea pitkin. Sähkökatkoksiin tulisi varautua suurimmilla pumppaamoilla siirrettävillä aggregaateilla. Tulvavaarassa olevien kiinteistöjen tulee varautua jätevesiviemäritulviin varustamalla kiinteistöviemäri sulkuventtiilillä. Lisäksi kiinteistöt voivat hankkia mm. suljetta-

via lattiakaivoja, hälytyslaitteita ja häätöpumppuja.

Toimenpide-ehdotukset

Erityisesti vanhoilla, jo rakennetuilla alueilla tarvittavien tulvareittien rakentaminen on vaikeaa, joten ensisijaisena tehtävänä on varmistaa jo olemassa olevan hulevesiverkoston mahdollisimman hyvä toimivuus. Hulevesiverkoston toimivuutta voidaan parantaa puhdistamalla kaivojen kannet ja hiekkapesät säännöllisesti sekä laskemalla kaivojen kannet oikeaan korkeusasmaan. Lisäksi ongelmallisille alueille voidaan rakentaa lisää hulevesikaivoja. On myös suositeltavaa laatia yhtenäinen ja ajan tasalla oleva hulevesiviemärikartta, joka mahdollistaa verkoston nopeammat ja paremmat huoltotoimet

Alikulikutunneleiden tulvimista voi-

daan vähentää parantamalla hulevesiverkoston toimivuutta sekä poistamalla omatoimisesti rakennettu rummun supistus. Avouomien tulvimisen estämiseksi padottavien rumpujen ja siltojen virtausaukkoja on suurennettava. Katajaojan ja Salmelanojan vedenjohtokykyä täytyisi myös parantaa poistamalla uomasta kasvillisuutta ja virtausesteitä. Salmelanojaa on lisäksi ruopattava, koska uoman vedenjohtokyky ei saada muuten riittäväksi

Jätevesiviemäriin kunnosta tulee huolehtia saneerauksilla ja vuotovesimäärä on pyrittävä aktiivisesti vähentämään. Verkoston kapasiteetin tarkistamisella voidaan löytää verkoston virtaamaa padottavat kohdat. Jätevesiviemäriverkoston virtaamahuippuja voidaan tasata tasausalaiden avulla. Kiinteistöjä tulisi ohjeistaa viemäritulviin varautumisessa ja toimintaan tulvatilanteessa.

Jita jälleen askeleen edellä!

JITA ISOTUPLA

Uuden sukupolven sadevesiputki:

- kestävä ja kevyt profiili
- jatkomuovi suoraan valmistuksen yhteydessä >tiivis ja kestävä liitos
- saatavana: lujuusluokka Sn4 6 m muhvilla, Sn8 6 m muhvilla ja 8 m muhviton
- koot 400/450, 500/560, 600/672 ja 800/893
- myös sv-kaivot



!Kysy ihmeessä lisää!
tai tutustu www.jita.fi sivuihin!

Ja muista myös muut Jita -tuotteet:

- sadevesi-, salaoja- ja rumpuputket
- kaapelisuojaus
- kuivatustarvikkeet
- jäteveden käsittely
- tieturvallisuustuotteet

Jita Oy, Virrat, puh. (03) 475 6100, fax (03) 475 4040, info@jita.fi

JITA OY

www.jita.fi

New Yorkin vesijärjestelmä valokuvina



Katriina Etholén

fil.maist.

E-mail: ketholen@saunalahti.fi

Kirjoittaja on teollisuusperinteestä ja valokuvasta kirjoittava vapaa toimittaja.

New Yorkissa on maailman vanhin keskeytyksettä toiminut urbaani vesihuoltojärjestelmä, joka on pääosin rakennettu 130 vuoden aikana. Monet rakennelmista ovat valmistumisaikanaan olleet suurimpia tai pisimpiä maailmassa. Valokuvaaja Stanley Greenbergin kuvat kertovat tästä järjestelmästä.

New Yorkin vesihuoltojärjestelmä palvelee kaupungin kahdeksaa miljoonaa asukasta ja miljoonaa Westchesterin, Putnamin, Orangen ja Ulsterin piirikunnan asukasta. Lähes kaikki tämä vesi tuodaan kaupungin pohjoispuolen 2000 neliömailin vesistöalueilta. Pieni osa Queensin kaupunginosan asukkaista saa vetensä pohjavesikaivoista.

New Yorkin puhtaan veden saannista huolehtii järjestelmä, johon kuuluu 19 tekoallasta, kolme vesistöalueiden keräysaltaalta kaupunkiin vettä tuovaa tunnelia ja ympäri kaupunkia sitä edelleen jakavat kaupunkitunnelit, joista uusin on yhä rakenteilla. Pienemmät tunnelit liittävät Crotonin, Delawaren ja Catskillin vesistöalueiden altaat verkostoksi. Tekoaltaiden lisäksi kaupungin veden saantia on turvaamassa kolme säännösteltävää järveä. Vesi liikkuu järjestelmässä lähes täysin painovoiman avulla.

Newyorkilainen valokuvaaja Stanley

Greenberg oli aiemmassa työssään kaupungin palveluksessa tutustunut kaupungin infrastruktuuriin, mutta tuolloin hän ei vielä tiennyt, että myöhemmin alkaisi kuvata New Yorkin salaista puolta. Hän kertoo aina olleensa kiinnostunut siitä, miten asiat toimivat. Vuonna 1998 ilmestyneessä valokuvateoksessa "Invisible New York" julkaistiin jo monia vesihuoltoon liittyviä kuvia. Greenberg totesi järjestelmän olevan kuitenkin niin laajan ja monimutkaisen, että se tarvitsi oman kirjan.

Greenberg aloitti New Yorkin vesihuoltojärjestelmän kuvaukset vuonna 1992 ja päätti ne vuoden 2001 alussa. Syyskuun 2001 tapahtumien jälkeen kuvaaminen ei olisi enää ollut mahdollistakaan. Kirjan julkaiseminenkin oli vaarassa, sillä kaupungin päättäjät näkivät Greenbergin kirjan olevan oiva lähde- teos terroristeille. Kirja "Waterworks. A Photographic Journey through New York's Hidden Water System" julkais-

tiin vuonna 2003 ja se sisältää Greenbergin mustavalkoisten kuvien lisäksi Matthew Gandyn kirjoittaman johdatus- kaupun- gin vesihuollon historiaan. Kirjaa on yhä saatavilla.

Kuvauskohteet

Historia- ja opaskirjojen lisäksi hän tutki DEP:n (Department of Environmental Protection) arkistoja, tiekarttoja ja topograafisia karttoja. Tämän jälkeen hän oli valmis lähtemään maastoon. DEP:n työntekijät olivat tässä suurena apuna.

Ensimmäinen paikka, jossa hän projektin alkaessa vuonna 1992 vieraili, oli yksi uuden kaupunkitunnelin venttiilikammioista, johon hän oli jo tutustunut aiemmin sen ollessa vielä rakennusvaiheessa. Nyt paikka oli valmis, mutta ei vielä käytössä. Tuo käynti sai hänet haluamaan nähdä tunnelista lisää samoin kuin tietää enemmän koko vesijärjestelmän historiasta. Kuusi vuotta myö-

Kuva 1:
Old Croton
Aqueduct,
Ossining,
New York, 1997



hemmin hän sai luvan DEP:ltä kuvata uutta tunnelia ja myös joitakin muita paikkoja. Vuonna 2000 hän vihdoinkin sai luvan kuvata lähes kaikkialla haluamissaan paikoissa. Monia Steenbergin kuvaamia paikkoja oli aiemmin kuvattu vain niiden rakennusvaiheessa tai ei lainkaan. Kuvaaminen oli usein fyysisesti ja kuvausteknisesti vaativaa.

Kirjan kohteet ovat suurimmaksi osaksi kolmesta tärkeimmästä allasjärjestelmästä – Crotonin, Catskillin ja Delawarein järjestelmistä – mutta Greenberg on tallentanut myös muita, nyt jo käytöstä poistettuja kohteita, kuten Long Islandin Brooklynia palvellutta ja 1960-luvulla poistettua vesihuoltojärjestelmää. Greenberg kuvasi myös ns. vanhan Crotonin järjestelmän nyt jo käytöstä poistettuja kohteita. Catskillin järjestelmästä kirjan kuvat ovat kaikki Ashokanin altaalta ja sen padosta. Delawarein järjestelmästä kirja esittelee kaikki neljä allasta lähinnä niiden ylijuuksukynnyksien kautta.

Kuvauskohteisiin ovat kuuluneet altaat ja padot yksityiskohtaiseen, tunnelit, venttiileijä ja vedenohjausjärjestelmiä sisällään pitävät rakennukset sekä ve-

sihuoltoon liittyvät muut laitteet. Monet näistä ovat sellaisia, että tavallinen yleisö ei niitä koskaan näe. Hän kuvasi mm. ensimmäisen kaupunkitunnelin vedenpoistolaitteen, jota ei koskaan käytetty. Greenberg odotti viisi vuotta päästäkseen kuvaamaan sitä. Laite on nykyään purettu ja tilalle ovat tulleet liikuteltavat koneet. Uusinta kaupunkitunnelia Greenberg kuvasi useasti vuosien 1992 ja 2000 välillä.

Vaikka Greenberg on dokumentoinut kohteitaan, hän ei pidä itseään dokumenttikuvaajana. Teknisesti hän on sitä kuvatessaan näkemäänsä sitä muuttamatta, mutta hänen mukaansa dokumentaatio ei silti ole hänen päämääränsä.

Manhattan ja vesi

Vesi on näytellyt tärkeää osaa New Yorkin kaupungissa sen historian alkua ajoista saakka. Manhattanilla oli tarpeeksi vettä saarelle metsästäämään ja kalastamaan tulleeille alkuperäisasukkaille, mutta ei pysyvälle väestölle. Pysyvää asutusta Manhattanin eteläkärkeen alkoivat muodostaa hollantilaiset 1600-luvun al-

kupuoella. Syyskuussa 1664 Uuteen Amsterdamiin saapuivat britit, jotka pian mursivat hollantilaisten puolustuksen. Erääksi helpon voiton syyksi on mainittu se, että hollantilaisten rakentaman linnoituksen sisäpuolella ei ollut kaivoa.

1600-luvulla vesilähteinä toimivat luonnollisten lähteiden lisäksi julkiset kaivot ja pumput. Väestön lisääntymisen myötä likavedet saastuttivat kaivot. Vuonna 1748 kaupungissa vierailut Pietari Kalm totesi kaivojen veden niin huonolaatuisiksi, etteivät edes hevoset sitä juoneet. 1700-luvun jälkipuoliskolla kaupungin ulkopuolella sijainnut tärkein vesilähdekin oli muuttunut likaviemäriksi. Tautiepidemiat ja tulipalot tekivät tuhojaan.

Vuonna 1774 irlantilaisyntyinen insinööri Christopher Colles teki ensimmäisen suunnitelman kunnalliseksi vesilaitokseksi. New York Water Worksin rakentaminen alkoi, mutta vallankumouksen syttyminen katkaisi projektin vuonna 1776.

Vuosisadan lopulla perustettiin yksityinen Manhattan Company, jonka toiminta oli kuitenkin vajavaista ja veden laatu huonoa. Yhtiö oli enemmän kiin-



Kuva 2:
Spillway, Croton
Falls Reservoir,
Putnam County,
New York, 2000



GALVATEK
SERVICE OY



Y-LAITE OY



GALVATEK
SURFACE AND WATER TREATMENT PLANTS

Toteutuneen fuusion jälkeen toimimme nyt Galvatek-nimellä.



Asiantuntijanne ja luotettava yhteistyökumppaninne teollisten ja kunnallisten jätevesien puhdistuslaitoksissa.

Tuotevalikoimaamme kuuluvat:

- Kiertomäntäpuhaltimet ja niiden huolto
- Annostelupumput
- Hoito- ja mittausvälineet
- Kemikaalit
- Varaosapalvelut
- Kunnossapitopalvelut
- Veden- ja jätevedenkäsittelylaitokset

Meiltä myös EU-jätteenpuhdistusdirektiivin 2000/76/EC mukaiset jätteenpolttolaitoksiin tarvittavat korkealaatuiset jätevedenpuhdistamot.

Galvatek OY
Vesijärvenkatu 38
15140 LAHTI

www.galvatek.fi
(03) 526 6600

Kuva 3:
New Croton Dam,
Westchester
County,
New York, 1999



nostunut pankkitoiminnasta ja nykyään se tunnetaan nimellä Chase-Manhattan Bank.

1828 kaupungissa riehui jälleen iso tulipalo. Sen seurauksena rakennettiin vesisäiliö sammutusvettä varten. Talousvesiongelma oli kuitenkin yhä ratkaisematta.

Vesihuolto saa alkunsa

Vuoden 1832 koleraepidemia vauhditti vesihuolto-ongelman ratkaisua. Sopivaksi vesilähteeksi valittiin 40 mailia kaupungista pohjoiseen sijaitseva Crotonjoki. Crotonin järjestelmän rakentaminen alkoi 1837.

Pääinsinöörinä toiminut John Bloomfield Jervis oli saanut oppinsa käytännön töissä kanava- ja ratatyömailla. Järjestelmään kuului Crotonjokeen rakennettu pato, jonka rakennusteknisiä ratkaisuja on myöhemmin käytetty yleisesti padonrakennuksessa. Täältä vesi johdettiin kaupunkiin tiilestä ja kivistä rakennettua vesijohtoa myöten York Hillin vastaanottavaan altaaseen ja edelleen egyptiläistyyliin Murray Hillin jakelualtaaseen. Viralliset avajaiset pi-

dettiin 1842. Vesijohdon Harlemjoen yli vievä High Bridge valmistui tosin vasta kuusi vuotta myöhemmin. Puhtaan veden saaminen merkitsi uutta askelta New Yorkin kaupungistumiselle.

Pian kuitenkin vesihuoltojärjestelmää oli tarve laajentaa. Useita yhä käytössä olevia keräysaltaita rakennettiin Putnamiin ja Westchesteriin, ja York Hillin altaan viereen valmistui toinen allas 1862. Tämä Central Park Reservoir oli käytössä aina vuoteen 1993 asti. Allas tunnetaan nykyään uudella nimellään Jacqueline Kennedy Onassis Reservoir.

Jervis suunnitteli vielä keskiaikaisen kellotornin muotoisen High Bridge Towerin, joka valmistui 1872. Se rakennettiin lisäämään keinotekoisesti vedenpainetta, jotta vesi saataisi johdettua Manhattanin korkeimmille alueille. Tornin yhteyteen rakennettu vesiallas oli Crotonin viimeinen suorakulmainen allas. 1930-luvulla se muutettiin yleiseksi uimalaksi.

Uutta tunnelia alettiin rakentaa 1885 vanhan Croton Aqueductin täydennykseksi ja se otettiin käyttöön töiden ollessa vielä kesken viitisen vuotta myöhemmin. Kooltaan se oli lähes kolmin-

kertainen vanhaan Crotonin tunneliin verrattuna. 1890-luvulla alkoi myös uuden padon rakentaminen. Sata vuotta sitten vanhan altaan korvannut New Croton Reservoir edusti uutta luonnottomuuden mukaisuuteen pyrkivää allasrakentamista. Valmistuessaan Cornell Dam (tai New Croton Dam) oli maailman korkein muurattu pato. Crotonin järjestelmä valmistui lopullisesti vuonna 1911.

Crotonin allasjärjestelmään kuuluvien altaiden vedet päätyvät New Croton Reservoiriin, joka lisäksi saa vettä myös omalta valuma-alueeltaan. Täältä vesi johdetaan Bronxissa sijaitsevaan Jerome Parkin jakelualtaaseen, joka oli alkujaan rakennettu palvelemaan sekä uutta että vanhaa Crotonin tunnelia.

Vedentarve kasvaa

Vanha tunneli otettiin pois käytöstä 1950-luvulla, mutta myöhemmin osa on avattu uudelleen palvelemaan Ossiningin asukkaiden tarpeita. Crotonin vanha tunneli on nykyään suojeltu, ja 26 mailia pitkä Old Croton Trailway State Historic Park tarjoaa Van Cortlandt Parkilta Crotonin uudelle padolle vanhaa tunnelin



Kuva 4: City Tunnel No.3, Queens, New York, 1998

linjaa seuraavan ulkoilureitin. Ilmanvaihtolaitteiden maan päälliset osat ym. rakennelmat muistuttavat ulkoilijaa siitä, mitä hänen jalkojensa alla on.

Kaupungin ensimmäisistä vesihuoltoon liittyvistä rakennelmista ei ole enää mitään jäljellä. Murray Hillin allas on purettu New Yorkin yleisen kirjaston päärakennuksen tieltä ja York Hillin altaan paikalla on nykyään Keskuspuiston Great Lawn. Crotonin vanhasta järjestelmästä on sen sijaan paljonkin jäljellä. Näitä ovat esimerkiksi nykyään suojellut tai uusiokäytössä olevat Manhattanilla sijaitsevat kolme veden kulkua sääteleviä laitteita sisällään pitävät rakennukset, Ossiningin piirikunnassa sijaitseva nykyisin turistinähtävyytenä oleva massiivinen kivinen akvedukti, High Bridgen silta sekä High Bridge Tower.

Crotonin järjestelmä ei kuitenkaan ratkaissut kaupungin vesihuolto-ongelmaa. Vuonna 1898 New Yorkin kaupunki kasvoi nykyisten viiden kaupunginosan liittyttyä yhteen. Crotonin laajennuskaan ei pystynyt enää palvelemaan kasvanutta väkimäärää. Katseet siirtyivät entistä kauemmaksi, kaupungista luoteeseen sijaitsevan Catskill Mountainsin suuntaan. Catskillin järjestelmää alettiin rakentaa vuonna 1907. Se valmistui kymmenen vuotta myöhemmin ja sitä laajennettiin 1920-luvun

jälkipuolella.

New Yorkin vedensaantia lisättiin entisestään Delawaren järjestelmällä. Rakentaminen alkoi vuonna 1937 ja päättyi vasta kolme vuosikymmentä myöhemmin. Delaware Aqueductista tuli maailman pisin yhtäjaksoinen maanalainen tunneli. Catskill ja Delaware tuottavat noin 90 prosenttia kaupungin



Kuva 5: City Tunnel No. 3, Queens, New York, 1998

veden tarpeesta. Loput 10 prosenttia tulee Croton-järjestelmästä.

Altaista tunneleihin

Crotonin allasjärjestelmään kuuluu 12 allasta, Delawaren neljä ja Catskillin järjestelmään kaksi. Sekä Delawaren että Catskillin allasjärjestelmien vedet sekoittuvat lopulta Kensicon altaassa, jonne vettä virtaa myös sen omalta valuma-alueelta. Arkkitehtoonisella ilmeellään jo rakennusaikanaan insinööreihin ja arkkitehteihin vaikutuksen tehneeltä Kensicon altaalta vesi johdetaan kaupungin rajalla sijaitsevaan pienempään Hillview'n altaaseen ja sieltä edelleen kahteen isoon kaupunkitunneliin sekä Staten Islandilla sijaitseviin maailman suurimpiin maanalaisiin Silver Laken tankkeihin.

Kaupunkitunnelit valmistuivat 1917 ja 1936. Kolmannen tunnelin rakentaminen alkoi 1970 ja sen odotetaan valmistuvan vuonna 2020. Se on New Yorkin kaupungin historian isoin rakennusprojekti ja eräs vaikeimmista koko maailmassa. Uusi tunneli mahdollistaa vanhempien tunnelien sulkemisen tarkistuksia, huoltoa ja korjauksia varten. Se lähtee myös Hillview'n altaalta, mutta kolmannessa vaiheessa rakennettava Kensico-City -tunneli mahdollistaa ve-



Kuva 6: New Croton Dam, Westchester County, New York, 2000

den kuljettamisen suoraan Kensicon altaalta Bronxissa sijaitsevaan Van Cortlandt Parkin venttiilikammioon.

Tunneli rakennetaan neljässä vai-

heessa, joista ensimmäinen – Hillview'n altaalta Queensiin – avattiin elokuussa 1998. Kakkosvaiheen odotetaan valmistuvan kokonaisuudessaan parin

vuoden päästä. Kun tunnelia alettiin rakentaa, käytettiin yhä räjäytysmenetelmää, mutta nykyään tunnelia porataan valtavalla tunnelinporauskoneella.

New Yorkin kaupungin vesihuoltojärjestelmän rakentaminen on vaatinut monia uhrauksia. Kyliä on jäänyt altaiden alle ja rakenteilla olevan kaupunkitunnelin rakentaminenkin on vaatinut jo yli 20 kuolonuhria.

Kirjallisuus:

Stanley Greenberg: Waterworks. 2003. A Photographic Journey through New York's Hidden Water System. Princeton Architectural Press, New York. ISBN: 1-56898-388-3.

Koeppel, G. T. Water for Gotham. A History. Princeton University Press. 2000.

Galusha, D. 1999. Liquid Assets. A History of New York City's Water System. Purple Mountain Press, 2002.

Jerome Park Conservancy Preservation Report. History and Evaluation of the Jerome Park Reservoir.

<http://www.nyc.gov/html/dep/html/about.html>



Vedenkäsittelyyn ratkaisut

TRQIAN UV

UV-desinfiointilaitteet



Analogilämpö



Karttipukien puhdistuslaitteita



UV anturi



UV reaktori



Ohjainkaappi

Ohjainventtiili

Automaattinen toiminta

.....Sarlinilta

- UV-desinfiointi
- Suodattimet
- Analysaattorit
- Piilovuotojen hallinta
- Instrumentointi
- Paineilma

Sarlin palvelut: • myynti • asennus • kalibrointi • huolto

SARLIN Oy Ab, Sarlin Automaatio

• PL 750, 00101 Helsinki • Vaihde: 010 550 4200 • Telefax: 010 550 4201

• myynti.automaatio@sarlin.com • www.sarlin.com



ISO 14001

Vuosisata vesihuoltoa Lahdessa



Petri Juuti

Dosentti, filosofian tohtori

Tampereen yliopiston historiatieteen laitos

E-mail: petri.juuti@uta.fi

Lahden kauppalassa väkiluvun kasvassa kaivovesi ei tahtonut riittää ja se oli huonolaatuista. Vuonna 1879 kauppalanhallitus päättikin teettää kaksi yleistä kaivoa "kauppalan vedensaannin turvaamista ja tulipalojen sammuttamista varten". Vapaapalokunta perustettiin kaupunkiin samana vuonna. Taustalla oli osaltaan molemmissa asioissa Lahden kylän suurpalo vuonna 1877, joka tuhosi liki koko kylän. Vuonna 1880 Kauppalanhallitus päätti vielä tehdä kaksipumppuisen kaivon entisen ns. Juustilan kaivon paikalle nykyiselle kauppatorille, koska kauppalan alueella olevat kaivot eivät riittäneet lisääntyvään kulutukseen. Kauppalan yleinen kokous käsitteli vuonna 1890 kaivokysymystä tutkimaan asetetun komitean ehdotuksia. Yleistä kaivoa torilla päätettiin syventää, mistä ei kuitenkaan ollut apua. Kokous jätti kauppalanhallituksen toimeksi hankkia pakkolunastuksella runsaasta ja kirkkaasta vedestä tunnetun Launeen lähteen kauppalan omistukseen. Keisarillisen

Lahden vesilaitos valmistui vuonna 1910. Vedenottoa paikkana oli Launeen lähde. Samaan aikaan koko asemakaavoitettu alue viemäroitiin ja kaikki alueelta kerätyt jätevedet myös puhdistettiin ensimmäisenä kaupunkina koko Pohjoismaissa. Miten laitoksen perustamiseen päädyttiin ja millainen vesilaitos oli tuolloin?

senaatin päätöksellä Iso-Saksalan tilasta irrotettu Launeen lähde tuli kauppalan omistukseen vuonna 1900.

Vuonna 1895 vesiasia tuotti edelleen päänvaivaa. Kauppalan järjestysmies ilmoitti yleisessä kokouksessa, että Helsingin vesijohtokonttori oli toimittanut putki-kaivokokeita kauppalassa, mutta ne eivät olleet onnistuneet. Tämän vuoksi jätti yleinen kokous kauppalanhallituksen "toimeksi jo seuraavan vuoden kuluessa pakkolunastuksella hankkia kauppalan eteläpuolella sijaitseva, runsaasta ja kirkkaasta vedestä tunnettu Launeen lähde". Kauppalanhallitus päätti teettää helsinkiläisellä insinööri W. O. Lillellä asemakaavan ja suunnitelmat kaavan mukaisista kaduista viemärintisuunnitelmiseen. Asemakaava ja suunnitelmat valmistuivatkin seuraavana vuonna. Suunnitelmien toteuttaminen jäi kuitenkin rahanpuutteen vuoksi viemäreiden osalta tässä vaiheessa toteuttamatta.

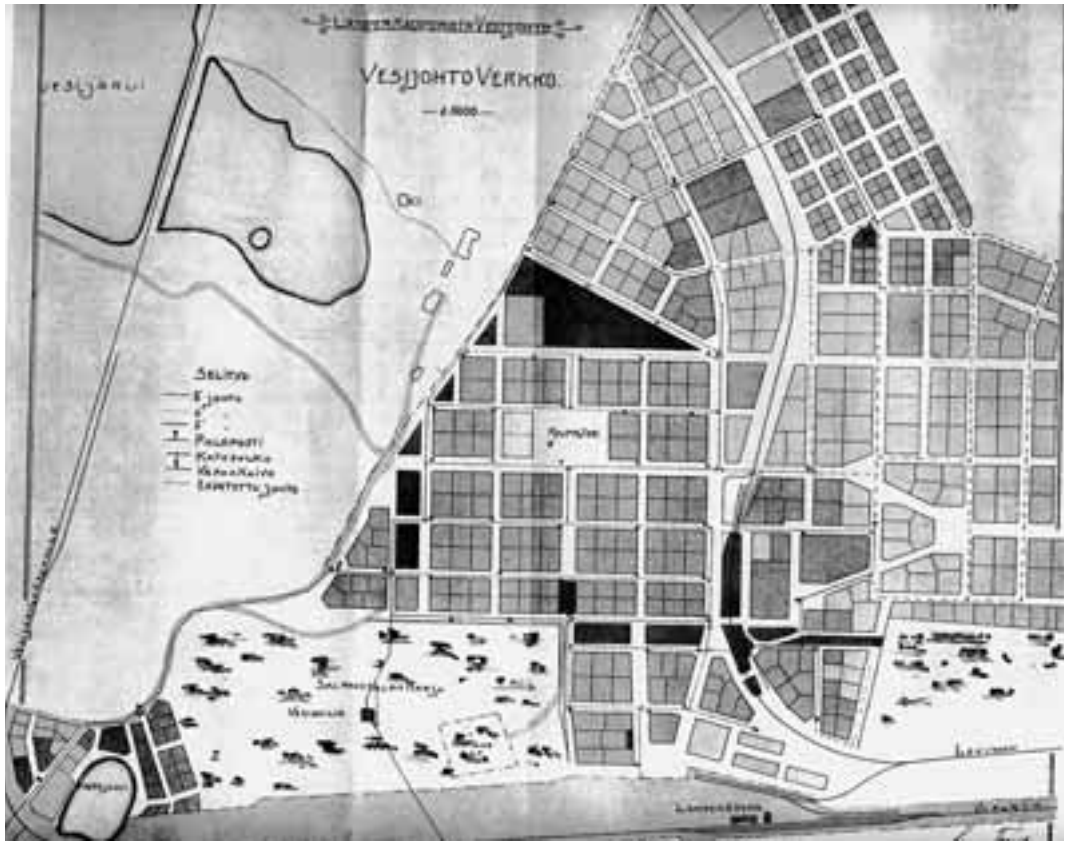
Kauppalasta kaupungiksi

Aikaa kuitenkin kului eikä vesilaitosta saatu perustetuksi. Lahdesta tuli kaupunki vuonna 1905, jolloin sen pinta-ala oli 8,9 km² ja asukkaita sillä oli 2 779. Vuonna 1908 Lahden kaupungin kes-

kustaan päätettiin rakentaa vesijohdot ja viemärit. Asiaa vauhditti tieto, että Valtion rautatiet aikoi rakentaa tarpeitaan varten vesijohdon Vesijärvestä ja hankkeeseen oli myönnetty jo varatkin. Kaupunginvaltuusto asetti rakennustoimikunnan, jonka puheenjohtajaksi valittiin insinööri J.Th. Lindroos. Hän oli aikaisemmin toiminut Viipurin kaupungin insinöörinä ja oli ollut rakentamassa Viipurin vesilaitosta. Lindroos yhdessä insinööri I. Meurmanin ja pormestari O. Lyytikäisen kanssa jätti kaupunginvaltuuston kokouksessa 7.5.1908 esityksen vesijohtolaitoksen perustamiseksi kaupunkiin. Ehdotuksen mukaan vesi johdettaisiin kaupunkiin Launeen lähteestä, jota "parempaa vettä ei Lahden kaupungilla mistään ole saatavana. Maultaan se on aivan puhdasta, väriltään kristallin kirkasta eikä sisältäne mitään suoloja tai happoja, jotka olisivat vaarallisia ihmisille tai haitallisia teollisuus-ym. yrityksiin vettä käytettäessä."

Valtuusto hyväksyi ehdotuksen yksimielisesti ja asetti vesilaitoksen rakentamista valmistelemaan ehdottajien muodostaman kolmimiehen komitean. Komitea pyysi Helsingin kaupungin vesilaitoksen johtajalta A. Skogilta lausuntoa asiasta. Tekemiensä mittauksen jälkeen Skog arvioi "virtavaa vettä ole-

Kaarlo Tavastin piirtämä kartta Lahden vesijohto-verkosta vuonna 1912. Lähde: Kunnalliskertomus 1912.



van" eli lähteen antoisuudeksi 30–40 l/s, mikä silloisen vedenkäytön mukaan las- kien vastasi 50 000–60 000 asukkaan tar- vetta. Tämän ja suorittamiensa fysikaalis-kemiallisten tutkimusten perusteella Skog kannatti Launeen lähdettä vaihto- ehtona olleen Vesijärven sijaan.

Perustamispäätös tehdään ja rakennustyöt alkavat

Heinäkuun 23. päivänä vuonna 1908 kokoontunut kaupunginvaltuusto päätti komitean esityksen pohjalta rakentaa vesi- ja viemärijohtot sekä vedenottamon Launeen lähteelle vielä tarkemmin laadittavan suunnitelman pohjalta. Samalla rakennustoimikuntaan nimettiin aikaisemmin nimetyn selvityskomitean lisäksi valtuusmies Hj. Fellman sekä rakennusmestari A. Teräsvaara. Toimikunnan sihteeriksi tuli joulukuun 12. päivänä kaupungininsinööri K. Tavast, joka tuli myös toimimaan vesilaitoksen ensimmäisenä johtajana. Huhtikuun 22. päivänä vuonna 1909 valtuusto hyväksyi rakennustoimikunnan esittämät rakennussuunnitelmat vesi- ja viemärijohtojen osalta sekä lähetti kaupungin-

insinööri Tavastin Ruotsiin ja Tanskaan perehtymään uusimpiin pumppuihin ja pumppuasemiin. Matkallaan hän tutustui myös Tanskan jätevedenpuhdistamoihin.

Vesijohtojen ja Launeen vedenottamon rakennustyöt aloitettiin kesäkuun 7. päivänä ja varsinaiset rakennustyöt teki kaupunki itse. Vesijohtoina käytettiin Mannesmann-teräsputkea, Haapakoski Oy:n nelimetrisiä valurautaputkia ja Zinovieffin tehtaalta Narvasta ostettuja valurautaputkia. Pääsulut olivat englantilaisia Schmidtin sulkuja. Verkosto toteutettiin "kierrejärjestelmänä" eli kiertöjärjestelmänä, joten verkostossa ei ollut "umpipäitä" eli umpiperiä. Alkuperäinen vedenottoaivo tehtiin neljästä metrin korkuisesta betonirenkaasta, joiden halkaisija oli kaksi metriä, ja kaivon alimmaiseksi asennetusta valurautaisesta nk. kenkärenkaasta ja päällimmäiseksi asennetusta laipparenkaasta. Kai- von kokonaissyvyys oli kuusi metriä ja vesipinta kaivossa oli noin kaksi metriä Vesijärven vesipinnan alapuolella. Pumppaamorakennukseen tuli paikka kahdelle pumpulle ja varaus kolman- nelle. Sähkömootorikäyttöiset mäntä-

pumput hankittiin Calvert & Co:n tarjouksen mukaisesti heidän edustamaltaan Nydqvist & Holmiltä Trollhättanista. Salpausselän harjulle, myöhemmälle Radiomäelle suunnitellun 560 m³ ylä- vesisäiliön urakoitsijaksi valittiin Martinsohn & Brandt Helsingistä.

Viimein vesilaitoksen vettä asiakkaille

Lokakuun 25. päivänä vuonna 1909 pitämässään kokouksessa rakennustoimikunta päätti esittää valtuustolle, että mitattuun kulutukseen perustuvat vesimaksut maksettaisiin neljännesvuositain siten, että 0–400 m³ vuotuisesta kulutuksesta korvaus oli 40 penniä/m³, seuraavilta 401–1 000 kuutiometriltä 35 penniä ja yli 1 000 kuutiometrinen vuotuisesta kulutuksesta 30 penniä. Valtuusto hyväksyi ehdotuksen. Samassa kokouksessa vahvistettiin myös vesimittarien vuokrat, jotka vaihtelivat mittarin koon mukaan 1,5–6 markkaan neljännesvuodessa. Joulukuun 23. päivänä vuonna 1909 vettä pumpattiin ensimmäisen kerran ylävesisäiliöön. Tammi- kuun 4. päivänä 1910 alettiin toimit-

taa vettä säännöllisesti Valtionrautateille, mutta pumppukoneet valmistuivat lopullisesti helmikuun 13. päivänä 1910.

Vuoden 1910 aikana vesijohtoverkosta rakennettiin kaikkiaan noin 13 km. Verkostoon asennettiin 58 palopostia ja viisi vapaakaivoa. Mannesmann-putkista tehdyt talojohdot asensi kaupunki ja aluksi myös toiminimi Rob Huber. Vesimittareiksi hankittiin 150 kappaletta Siemens & Holsken kuivalaskijoita ja kaksi kappaletta Meinelin kaksoismittaria. Ensimmäisenä toimintavuotena vettä pumpattiin kulutukseen noin 48 800 m³.

Vesilaitoksen näkyvin maamerkki eli ylävesisäiliö valmistui vuonna 1910 myöhemmin Radiomäkenä tunnetulle paikalle ja sen tilavuus oli 560 kuutiometriä.

Jätevedenpuhdistuksen edelläkävijä

Viemäreitä ryhdyttiin rakentamaan Lahden keskusta-alueelle vuonna 1909 ja työt saatiin päätökseen vuoden 1910 aikana. Viemäröintisuunnitelman mukaan viemäreiden oli määrä johtaa jätevedet Vesijärveen ja sadevedet Pikku-Vesijärveen. Rakennustoimikunta teki kuitenkin valtuustolle esityksen, jonka mukaan jätevesiviemärit johdettaisiin jätevedenpuhdistamon kautta Vesijärveen. Ehdotus perustui kaupungininsinööri Tavastin tekemään suunnitelmaan ja kustannusarvioon. Valtuusto tekikin toukokuun 19. päivänä päätöksen puhdistuslaitoksen rakentamisesta. Laitos oli biologinen puhdistamo, jossa oli ensimmäisenä vaiheena mädätykseen perustuvat saostuskaivot ja toisena vaiheena biologiset sepelisuotimet. Puhdistamon rakennustyöt teki The Scandinavian Septic Tank Company Tanskasta. Puhdistamo valmistui marraskuussa vuonna 1910 Lahden kartanon pohjoispuolelle, nykyisen Kisapuiston kohdalle. Se oli Pohjoismaiden ensimmäinen puhdistamo, jossa puhdistettiin koko asemakaavoitetun kaupunkialueen viemäroidyt jätevedet. Puhdistamo suunniteltiin 3 500 asukkaan jätevesille ja sitä rakennettaessa jätevesimäärä arvioitiin 60 litraksi henkeä kohden vuorokaudessa. Puhdistamo mitoitettiin kuitenkin nelinkertaiselle jätevesimäärälle eli 240 litralle.

Taulukko. Vesilaitosten käyttöön-otto Suomen kaupungeissa. Lahden vesilaitos valmistui seitsemäntenä maassa vuonna 1910. Lähde: Juuti P. 2001. Kaupunki ja vesi.

Kaupunki	Vesilaitos	Vedenotto
Helsinki	1876	joki
Viipuri	1892	pohjavesi
Tampere	1882	järvi
Oulu	1902	joki
Turku	1903	pohjavesi
Hanko	1909	pohjavesi
Lahti	1910	lähde

Helsinkiin oli valmistunut saman vuoden syksyllä yhtä suuri jätevedenpuhdistamo. Merkittävää oli, että Lahden ensimmäiselle puhdistamolle johdettiin koko asemakaavoitetun kaupunkialueen jätevedet. Ansoistaan mm. jätevedenpuhdistuksen alalla Lahdelle myönnettiin vuonna 1913 kunniakirja Pietarin yleisvenäläisessä terveydenhuoltoalan näyttelyssä. Muissa Suomen kaupungeissa ei kunnallisia jätevedenpuhdistamoja ollut vielä kymmeneen vuosiin, vaikka tällaisia tietoja onkin eri tutkimuksissa esiintynyt runsaasti.

Lahden puhdistamolla jätevesi esikäsiteltiin mekaanisesti. Puhdistus perustui jäteveden mädätykseen ”septic tankissa” eli saostuskaivossa ja sen jälkeen biologiseen suodatukseen. Vuonna 1912 puhdistamoon lisättiin vielä veden selkeyttämiseksi ”separaattori” eli jälkiselkeytysallas. Puhdistamon alavan sijaintipaikan ansiosta jätevedettä ei tarvinnut pumpata, vaan se valui sinne painovoimaisesti. Puhdistettu jätevesi johdettiin oja pitkin Pikku-Vesijärveen, Vesijärven pieneen lahdenpoukamaan. Ensimmäinen puhdistamo toimi Lahden ainoana jätevedenpuhdistamona vuoteen 1932 asti.

Aikansa paras laitos

Lahdessa oli kokonaisuudessa selkeästi moderni ja toimiva järjestelmä mukaan luettuna viemärlaitos. Raakave-tenä käytettiin turvallista ja hyvää pohjavettä. Lahti oli Suomen moderneista

vesihuoltojärjestelmistä toimivin, varsinainen esimerkkiratkaisu, sillä se myös puhdisti koko asemakaavoitetun alueen jätevedet. Muissa kaupungeissa jätevedet aiheuttivatkin ongelmia asutuksen kasvaessa. Näin oli myös Helsingissä, jossa jätevedenpuhdistuksen alkuvaiheessa vain kahdeksan prosenttia asutuksen jätevesistä puhdistettiin. Viemärlaitos käytti kaikin puolin uusinta tietämystä hyväkseen. Ulkopuolista asiantuntemusta hyödynnettiin laajalti. Asiantuntijoita oli Helsingistä ja Viipurista, minkä lisäksi oppia haettiin myös Tanskasta ja Ruotsista.

Hyvien ja kestävien ratkaisujen ansiosta Lahdessa välttyttiin suurilta lavantautiepidemioilta, joita riehui varsinkin Tampereella. Lahtelaiset saivat myös hyvää vettä varsin edullisesti. Jätevedenpuhdistuksen kanssa oli myöhemmin ongelmia, mutta nekin pystyttiin ratkaisemaan ajan myötä tyydyttävästi.

Sata vuotta sitten tehtyjen ratkaisujen ansiosta lahtelaisen vesihuollon taitaval on ollut menestyksekkäs. Nyt päättäjien tehtävänä onkin huolehtia, että vesilaitos pysyy jatkossakin itsenäisenä kaupungin ja sen asukkaiden hyvinvoinnin ja terveyden takaajana.

Kirjallisuutta:

Juuti P. Kaupunki ja vesi. Tampereen vesihuollon ympäristöhistoria 1835–1921. Tampere. 2001. <http://www.uta.fi/laitokset/kirjasto/vaitokset/2001/2001081.html>

Juuti P. & Katko T. (eds.). Water, Time and European Cities History matters for the Futures. <http://www.watertime.net> 2005 European Commission / University of Greenwich, London.

Juuti P. (text) & **Wallenius K.** (translation and layout) Kaivot ja käymälät / Brief History of Wells and. 2005, Pieksämäki.

Juuti P., Rajala R. & Katko T. Aqua Borgoensis – Lähteet kertovat / Källorna berättar. (suomeksi ja ruotsiksi). 2003, Porvoo.

Juuti P. & Katko T. Ernomane vesitehras, Tampereen vesilaitos 1835–1998. 1998, Tampere.

Tavast K. 1914. Vesijohto- ja likajohtolaitos. s. 123–206 teoksessa: Kertomus Lahden kaupungin kunnallishallinnosta 1912. Lahti.

Torikka S. 1994. Kunnallisten jätevesien puhdistaminen Lahdessa 1900-luvulla Rakennus- ja maanmittaustekniikan osasto, diplomityö. TKK.

TKK:n uusi Sustainable Global Technologies ohjelma – painotuksena kestävä kehitys, yhdyskunnat ja tekniikka

Teknillisessä korkeakoulussa on keväällä 2006 käynnistynyt uusi Sustainable Global Technologies ohjelma, joka korostaa kansainvälisyyttä, kestävyyttä ja kehityskysymyksiä tekniikan opetuksessa ja tutkimuksessa. Ohjelman tarkoituksena on opetuksen ohella lisätä kehityskysymyksiin liittyvää yhteistyötä niin korkeakoulun sisällä kuin TKK:n ja suomalaisten sekä ulkomaisten korkeakoulujen välillä. Yhteistyötä YK:n yhdyskunta- ja ympäristöohjelmien sekä yliopistojen kestävä kehityksen yhteistyöverkoston (UniPID) kanssa painotetaan erityisesti.

Uusi ohjelma laajentaa ja päivittää korkeakoulun opetustarjontaa 20 opistopisteen sivuainemoduulilla, joka antaa tiiviissä paketissa opiskelijoille kuvan maailmasta, sen haasteista, tekniikan roolista ja kulttuurien välisestä viestinnästä. Opiskelijat saavat kurseilta eväitä toimia kansainvälisessä ympäristössä, minkä toivotaan parantavan suomalaisten diplomi-insinöörien ja tutkimusryhmien kilpailukykyä kansainvälisillä markkinoilla. Ohjelma kannustaa myös kehitysmaihin soveltuvien kestävien teknologioiden kehittämiseen ja yhtenä tavoitteena onkin kasvattaa TKK:n kansainvälistä roolia kestävien teknologioiden kehittämisen edelläkävijänä. Päävastuu ohjelmasta on TKK:n Vesitalouden laboratoriollla ja ohjelma linkittyikin voimakkaasti laboratorion Vesi- ja kehitys tutkimusryhmän toimintaan ja erityisesti ryhmän tutkimuksiin Mekong-joen alueella.

Ohjelma tulee järjestämään yhdessä Koulutuskeskus Dipolin ja YK:n ohjelmien kanssa myös täydennyskoulutusta. Kahden viikon periodikurssi – Sustainable Communities – järjestetään ensimmäistä kertaa kesällä 2007. Kurssi on suunnattu virkamiehille, suunnittelijoille ja päätöksentekijöille ympäri maailman, jotka painiskelevat yhdyskuntasuunnittelun parissa. Kurssi käsittelee tapauksia eri maailmankolkista ja kulttuureista, ja kehitysmaiden osallistujat voivat hakea kurssille stipendiä.

Lisää tietoa ohjelmasta ja täydennyskoulutuksesta löytyy internetsivuilta <http://global.tkk.fi>



Suunnittelu ja tutkimus

Vesihuolto
Maankäytön suunnittelu
Tie-, liikenne- ja aluetekniikka
Teollisuuden vesi- ja ympäristötekniikka
Suunnitteluohjelmistot (YTCAD, Paikkatietopalvelut)

AIR-IX
SUUNNITTELU

Air-ix Ympäristö Oy

PL 52, 20781 KAARINA, 02-515 9500
PL 453, 33101 TAMPERE, 03-244 2111
PL 82, 02631 ESPOO, 09-439 3050
Sepänkatu 9 A 7, 90100 OULU, 08-883 030
Närpesvägen 2, 64200 NÄRPIÖ, 06-211 0500

www.airix.fi
etunimi.sukunimi@airix.fi

Kala- ja Vesitutkimus Oy

- * kalatalous
- * vesistötutkimus
- * vesistökuunnostukset
- * kalatiet

Mekaanikonkatu 3 00810 HELSINKI
Puh. (09) 692 7100 Fax (09) 692 7124
etunimi.sukunimi@kalajavesitutkimus.fi
www.silakka.pp.fi

Etelä-Pohjanmaan
VESITUTKIJAT OY

Puh. (06) 424 2800, fax (06) 424 2888

- Akkreditoitu testauslaboratorio T153
- Julkisen valvonnan alainen vesilaboratorio.
- EELA:n hyväksymä vesilaboratorio.
- Sosiaali- ja terveysministeriön hyväksymä vesilaboratorio.

K&R Kiuru & Rautiainen Oy
Vesihuollon asiantuntijatoimisto

- Laitosten yleis- ja prosessisuunnittelu
- Vesihuollon kehittämissuunnitelmat
- Talous- ja organisaatioselvitykset
- Taksojen määritysenneustet
- Ympäristölupahakemukset

SAVONLINNA (015) 510 855
HELSINKI (09) 692 4482 www.kiuru-rautiainen.fi

Vesilaitokset
Jätevesilaitokset
Flotaatiolaitokset

INSINÖÖRITOIMISTO OY RICSON AB

Sibeliuksenkatu 9 B 00250 HELSINKI
Puh. 09-447 161 Fax 09-445 912

Knowledge taking people further---

Vesi- ja ympäristötutkimuksia

- Limnologia
- Kalatalous
- Vesikemia
- Hydrobiologia

Yhdyskuntatekniikan ratkaisuja

- Vedenhankinta
- Jätevedenpuhdistamot
- Vedenpuhdistuslaitokset
- Vesihuoltolinjat

RAMBOLL www.ramboll.fi
puhelin 020 755 611

R

- Ympäristötutkimus ja -suunnittelu
- Vesihuollon suunnittelu
- Yhdyskuntasuunnittelu
- Mittaus- ja laboratoriopalvelut

insinööritoimisto
PAAVO RISTOLA OY

www.ristola.com Terveystie 2, 15870 HOLLOLA
puh. (03) 52 351, faksi (03) 523 5252
Aluetoimistot: Jyväskylä, Savonlinna, Vantaa
proy@ristola.com

Flotaatiotekniikkaa yli 40 vuotta
Vesilaitokset
Jätevesilaitokset
Jäähdytysvesilaitokset

INSINÖÖRITOIMISTO OY RICTOR AB

SIBELIUKSENKATU 9 B 00250 HELSINKI
PUH. 09-440 164 FAX 09-445 912

Kunnallistekniikan osaamista

ALUETEKNIikka OY
www.aluetekniikka.com

Poutuntie 4 62100 Lapua Puh. 06-4374 350 Fax 06-4374 351
Rensselikuja 2 G 90630 OULU Puh. 08-377 908 Fax 08-377 910

PÖYRY

Pöyry Environment Oy
PL 50, Jaakonkatu 3
01621 VANTAA
Puh: 09 682 661
Fax: 09 682 6600
www.poyry.com

VESI- JA VIEMÄRILAITOKSET
VERKOSTOSUUNNITTELU JA -MALLINNUKSE
SUUNNITTELUYHTEISTYÖTÄ - PÄÄSUUNNITTELUKSE

SITO YS Sito Oy

MUSTIONKATU 10, 20750 TURKU PUH. 02-2766551
ESPOO TURKU KOUVOLA ROVANIEMI www.sito.fi

"Jos kaikki Suomen järvet..."

VESISTÖJEN KUNNOSTUS JA HOITO

SUUNNITTELU JA TUTKIMUS
-VE-LIMNO ravinnetasemallisto
-VE-EKOSIMU happimalli
-Kunnossuunnitelmat

TÖTEUTUS
MIXOX-happilaurakotti

**Yrittäjätie 12
70150 Kuopio**
Puh. (017) 279 8600
Fax (017) 279 8601

www.vesi-eko.fi tiedustelu@vesi-eko.fi

**VESI-EKO OY
WATER-ECO**

LIMNOLOGIT OIM: STO-VEDEN HOON JA KUNNOSTUKSEN ASIAINTILAT

TRITONET

Vesi- ja ympäristötekniikan
asiantuntemusta ja suunnittelua

Tritonet Oy
Pinninkatu 53 C
33100 Tampere
Puh. (03) 3141 4100
Fax (03) 3141 4140
www.tritonet.fi

YIT Environment Oy
PL 36, 00621 HELSINKI
Käyntiosoite: Panuntie 6
Puhelin 020 433 111, Faksi 020 433 2066
tuija.pohjolainen-hiltunen@yit.fi
www.yit.fi

Together we can do it. **YIT**

Vedenkäsittelylaitteet ja -laitokset

**AKVA FILTER -
PUHTAAN VEDEN PUOLESTA!**

-suunnittelua ja palvelua 40 vuoden kokemuksella.
-vedenkäsittelyratkaisut ja suodatusmateriaalit
raudan, mangaanin, orgaanisten aineiden, radonin,
raskasmetallien ja kloorin poistoon sekä veden
neutralointiin.
-suodattimet manuaalisena tai moottoriventtiili-
automaattikalla varustettuina.
-vedenottoa 10-1000 m³/vrk.
-omakotitalouksiin, maatiloille, laitoksiin.
-myös vesipistekohtaiset suodattimet.

AKVA FILTER OY
www.akvafilter.fi,
E-mail: info@akvafilter.fi

PL 33,
19650 Joutsa
Puh. 014-883 521
Fax 014-883 522

Boildec Oy www.boildec.fi
puh. 040 865 2019

Hach-Langen Evita-mittalaitteet veden laadun seurantaan
vesi- ja jätevesilaitoksilla

- OXY 4100 - Suomen käytetyin happimittari
- kiintoaine- ja sameusmittarit
- pH- ja redoxmittarit
- InSitu ravinneanalyysoittorit (NH₄, PO₄, NO₃)

Dosfil oy - Vedenkäsittelyn hallintaa -

- Automaattiset suotimet vedenkäsittelyyn
- Erilaiset säiliöt vaihteleviin prosesseihin
- RO-laitteistot ja Nanosuodatuslaitteet
- UV-lamput ja Otsoninkehityslaitteistot
- pH-, Cl₂- ja johtokykyssäätimet uima-allas- ja vesilaitoskäyttöön
- Vedenkäsittelyjärjestelmien komponentit
- Vedenkäsittelyn prosessisuunnittelu
- Aqua-Dos vesiautomaatit

Harkkorautantie 4, 00700 Helsinki, puh.042 494 7800, fax 042 494 7801
Email: dosfil@dosfil.com, internet: www.dosfil.com, Antti Jokinen GSM 0400 224777

KYSY MEILTÄ

KAIKO OY

**VEDEN-
KÄSITTELY**

Annostelu-
tekniikka

Veden-
mittaus

Yhteystiedot:
KAIKO OY
Henry Fontin katu 5 C
00130 HELSINKI
Puhelin: (09) 884 1010
Faksi: (09) 884 0120
Sähkö: kairo@kairo.fi

SK-TRADE OY

PINNINKATU 53 B PUH. (03) 35 95 400
33100 TAMPERE FAX (03) 35 95 444
www.sk-trade.com

UV-LAITTEET

- ◆ JUOMAVEDET ◆ JÄTEVEDET
- ◆ UIMA-ALTAAT ◆ PROSESSIVEDET

Hanovia
WORLD CLASS UV

Luotettavat mittaus- ja säätölaitteet
- ProMinentilta

Experts in Chem-Feed and Water Treatment

**Online-mittaukset
DULCOMETER**

- pH, redox/ORP, johtokyky, kloori
- klooridioksidi, kloriitti, bromi
- otsoni, liuenanut happi, vetyperoksidi
- peretikkahappo, fluori, lämpötila

www.prominent.fi

ProMinent Finland Oy
Orapihlajatie 39
00320 Helsinki

www.prominent.fi
puh. 09-4777 890
fax 09-4777 8947

Vesihuollon koneet ja laitteet



We know how water works

- pumppaamot
- jätevesipumput
- kaukolämpöpumput
- NOPOL/OKI ilmastimet
- epäkeskoruuvipumput
- työmaauppopumput
 - potkuripumput
 - tyhjöpumput
 - sekoittimet

ABS Finland Oy

Turvekuja 6, 00700 Helsinki
puh. 075 324 0300, fax (09) 558 053, www.absgroup.com



www.flygt.fi

Pumput, Sekoittimet ja Pumppaamot Myynti, Vuokraus, Huolto ja Koulutus

ITT Flygt-Pumput Oy
Yrittäjätie 28, 01800 Klaukkala
Puh (09) 8494111 Fax (09) 8524910



KaLVI Oy

- palopostit
- palovesilamemat
- seinäpalopostit
- erikoispostit

Keuruu 014 771551
info@kalvi.fi

SPC Vesitekniikka Oy

- verkostohuolto
- putkireparointi
- desinfiointi
- saneeraus työt

Tampere 03 2534446
spc.kalvitek@kolumbus.fi

PA-VE

Palo- ja Vesitekniikka PA-VE Oy

Kisakaarteentie 14, 42700 Keuruu
puh. 014-772 640, fax 014-772 649
info@pave.inet.fi

www.pa-ve.com

EDULLISET JA LUOTETTAVAT
VENTTIILIT JA VIRTAUSSÄÄTÖLAITTEET
VEDENKÄSITTELYYN

KEYFLOW OY

Paalukatu 1
53500 LAPPEENRANTA
Puh. (05) 614 6400, fax (05) 614 6464
www.keyflow.fi



Veeseadmed

VENTTIILIT - KARANJATKOT
KAIVOT - PALOPOSTIT

Veeseadmed Oy, LAHTI 03 - 730 4002

info@veeseadmed.fi www.veeseadmed.com

PUMPUT JA VEDENKÄSITTELYLAITTEET TEOLLISUUTEEN JA KUNNALLISEEN VESIHUOLTOON

Pumppaamot

- Keskikapopumput
- Paineenkorotuspumput
- Säiliöt 0,01–30 m³
- Mäntäpumput

Vedensuodattimet

- Puhdasvesilaitteet ja -laitokset
- Öljynerotuslaitteet ja -laitokset
- Neutralointilaitteet ja -laitokset



**PUMPPU
LOHJA OY**

www.pumppulohja.fi



Puh. 020 741 7220



www.watman.fi

Vesikemikaalit



ESIKÄSITTELYKEMIKAALIT • PINTAKÄSITTELYKEMIKAALIT • PERUSKEMIKAALIT
VEDENPUHDISTUSKEMIKAALIT • SAOSTUSKEMIKAALIT • RASKASMETALLIEN SAOSTUS

Algol Chemicals Oy • Karapellontie 6 • PL 13, 02611 Espoo • Puhelin (09) 50 991 • Faksi (09) 5099 254



www.algol.fi

Ciba Specialty Chemicals Oy

Polymeerit
juoma- ja jäteveden
käsittelyyn sekä
lietteenkuivaukseen

Ciba



Raisionkaari 60 Puh. 020 380 022
PL 250 customerservice.finland@cibasc.com
FI-21201 Raisio www.cibasc.com

**VESIKEMIKAALIEN
YKKÖNEN**

Kemira

Kemira Oyj
Kemwater Finland
PL 330, 00101 HELSINKI
Puh. 010 86 1211, fax 010 862 1968
<http://kemwater-fi.kemira.com>



Korkealaatuiset
kalkkituotteet
vesi- ja
viemärilaitoksille

SMA Saxo Mineral Oy

Selkenkatu
00400 Tuusula

Puh. 016-215 3225
Fax 016-215 3232

info@saxomineral.fi
www.saxomineral.fi

eka

an Akzo Nobel company

LAATUKEMIKAALEILLA
parhaisiin tuloksiin

Vedenkäsittelykemikaalit

- Polyalumiinikloridit • Natriumaluminaatti
- Natriumhypokloriitti • Kloori • Natronlipeä

Eka Chemicals Oy, PL 198, 90101 Oulu
Puh. 0207 515 600, Faksi 0207 515 630

www.nordkalk.com

**Tunnettemme
veden.**

Nordkalk

Jätevesien- ja lietteenkäsittely

Hydropress Huber Ab

HUBER
TECHNOLOGY

Kaikki laitteet mekaaniseen jäteveden-
käsittelyyn:

ROTAMAT® ja STEP SCREEN® välpät
HUBER WAP välpeen pesu/puristus
COANDA hiekkapesuri
ROTAMAT® lietteenkäsittelylaitteet
CONTIFLOW hiekkasuodatin

Sinikalliontie 1, 02630 Espoo,
puh. 09-2705 2656, fax 09-2705 2657
info@hydropresshuber.fi, www.hydropresshuber.fi

- RUMPUSIVILÄT
- HIEKANPESURIT
- RUUVIKULJETTIMIT
- DEKANTTERILINGOT
- SUOTONAUHAPURISTIMET
- VÄLPÄT JA PURISTIMET
- NESTESUODATTIMET
- POLYMEERILAITTEET

OY SLAMEX AB

Vernissakatu 8 A, 01300 Vantaa
Puh. (09) 343 6200, fax (09) 3436 2020

TURBO SUOMI

Oy HV-TURBO SUOMI Ab, PL 49, 02211 ESPOO
Puh (09) 884 5500, Faksi (09) 884 5600

HV-TURBO kompressorit
STAMO sekoittimet
LANDIA upposekoittimet ja pumput

tam

- KVR-, kokonais- ja koneistourakointi
- Laitetoimitukset: Porrasvälpät, bioroottorit etc.

T & A Mämmelä Oy

PL 85, 85101 KALAJOKI
Puh. 08 463 120, Fax. 08 462 720
info@tam.fi, www.tam.fi

KART OY KART AB

– urakoiva ja valmistava konepaja

Jätevedenpuhdistamot, -pumppaamot
Välpeenkäsittely

Raakavesipumppaamot
Kalkkirouhesäiliöt, -siilot, -suodattimet
Suodatussäiliöt

Kivenlahdenkatu 1, 02320 Espoo
puh. (09) 8190 440, fax (09) 8190 4410

Verkostot ja vuotoselvitykset



24 h (09) 855 30 40

Monipuolista viemärihuollon palvelua kaivon
tyhjennyksestä viemäreiden kuvauksiin ja
saneerauksiin asianmukaisella erikoiskalustolla!

OTA YHTEYTTÄ!

Puh. (09) 8553 040, fax (09) 852 1616
www.lokapalvelueerola.fi www.vesihuoltoeerola.fi

PIPELIFE

Muoviputket vesihuoltoon

Pipelife Finland Oy

Puh. 030 600 2200
www.pipelife.fi

ALITUS- PORAUKSET

- kaikilla menetelmillä
- kaikki halkaisijat Ø 50-2000 mm
- kaikkiin maalajeihin savesta kalliioon
- asennuspituudet jopa 1000 m

LÄNNEN ALITUSPALVELU OY

Läpikäytäväntie 103, 28400 Ulvila
Puh. (02) 538 3655, fax (02) 538 3093,
gsm 0400 593 928

sähköposti:
lannenalitus@lannenalitus.com
www.lannenalitus.com

Putket maahan. Kaivamatta.

Ympäristöystävällinen vaihtoehto avokaivuulle

 Vaakaporauspalvelu VPP Oy

Puhelin (02) 6743240 ■ www.vppoy.com

Nopeasti asennusvalmiit KOKKO-painot

www.jakobeton.fi

KOKKO S-10

Lukkopaino 90mm:stä ylöspäin

KOKKO S-20

Sidos 75mm:stä alaspäin

JA-KO Betoni Oy
Kokkobe
PL 202, 67101 KOKKOLA
PUH. 020 7154 100
FAX 020 7154 101

JA-KO
BETONI OY BETONG AB

SÄHKÖMUHVITSAUS

PE- putkille 20 – 500 mm.
Muhvit, osat, hitsauskoneet ja koulutus.

PUSKUHITSAUSKONEET

20 – 1600 mm ja koulutus.

PUTKISTOTULPAT 12 – 2000 mm.

OPTIPIPE OY

PL 1, 04201 KERAVA

puh. (09) 274 1314, 0400 735 735, fax (09) 274 1313
Email: jouko.hyttinen@optipipe.inet.fi

PAINEHUUHTELU OY PTV

Viemäriverkoston kuntokartoitus

- TV-tutkimus • savututkimus
 - zoom-tutkimus • digi-mittaus
- AVAUS
HUUHTELU
SULATUS**

Päivystysnumero 0400 910 989

Puh. 020 7500 320

Alhonnituntie 6, 01900 Nurmijärvi
info@painehuuhteluptv.fi

Putkistovuotojen selvittelyä



- vesijohtoverkostojen vuotojen selvittelyt
- viemäriverkostojen vuotojen haku
- vuodonhakulaitteet
- vesi- ja jätevesimittarit sekä järjestelmät
- korjausmuhvit sekä laippaporaajat
- PE-sähköhitsausmuhvit
- PE-pistoliliittimet

Tämä kaikki yli 15 vuoden kokemuksella

SPT SUOMEN
PUTKISTO
TARVIKE OY

Vaihtotie 9 • 33470 Ylöjärvi
puhelin 03-348 4688
telefaksi 03-348 4699
sptoy@sptoy.com • www.sptoy.com

Automaatiojärjestelmät

Vesi on hallinnassamme

- Ympäristönseurantajärjestelmät
- Vesihuollonseurantajärjestelmät
- Valvomotuotteet
- Instrumentointi
- UV-putket

BK-automation
Your Partner in Process Control

PL 901, Päivöläkatu 32, 60101 Seinäjoki
Puh. 010 2302 800, fax 010 2302 888 www.bk-automation.fi

Kiinteistön ylläpidon ja
rakentamisen tiedonhallinnan
asiantuntija



BUILDERCOM
www.buildercom.fi

Enviro Data Oy

- Biopert®-ohjelmat jätevedenkäsittelyn ohjaukseen
- puhdistamojen teknistä- ja muuta suunnittelua

Kaunismäenkuja 1,00430 Helsinki
gsm 0400 429 611, fax (09) 563 6435
www.envirodata.fi



MIPRO OY - VESIHUOLLON ASIAANTUNTIJA

- VESILAITOSTEN AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT
- VESIHUOLLON KAUOKÄYTTÖJÄRJESTELMÄT
- JÄTEVEDENPUHDISTAMOIDEN AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT
- KAUOKÄYTTÖLAITOSTEN JA -VERKOSTOJEN AUTOMAATIO

MIPRO OY
INFRA - Vesi- ja energiahuollon automaatio

Kunnanmäki 9, 50600 MIKKELI
Puh. (015) 200 11, faksi (015) 200 1333
www.mipro.fi

Oulun toimisto / Logi-Con
Paulaharjantie 22, 90530 OULU
Puh. (08) 555 5466, faksi (08) 555 5562

MODERNIA TEKNIKKAA VESIHUOLTOON

- Automatisointi - sähköistys - valvomoratkaisut
- Paineenkorotusasemat
- Suunnittelu - asennus - huolto



SLATEK

PL 333, 90401 Oulu (Tuotekuja 4)
puh. (08) 5620 200, fax (08) 5620 220
www.slatek.fi



Yhdyskuntatekniikka 2007

Infratech • Turku 23.-25.5.2007

Koko ala yhdessä näyttelyssä • www.yhdyskuntatekniikka.fi

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**

Organic pollutants in wastewater sludge

Minna Vikman,
Anu Kapanen and
Merja Itävaara

Organic pollutants are widespread in the environment. It is no wonder, then, that they have been found in high concentrations in wastewater sludge, too. A project dealing with the safe final use of municipal sludge has examined concentrations of organic pollutants in Finnish wastewater sludge. The project is also studying the effect of composting on the decomposition of organic compounds and on the use of biotests together with the chemical determination of pollutants.

Finland's small groundwater plants

Eija Isomäki

The problems faced by small groundwater plants in terms of planning, maintenance and monitoring were studied in a project launched by the Finnish Environment Institute in 2004. The aim was to collect information on the plants, to undertake supplementary research on the occurrence of pathogens at 20 selected plants and to produce a handbook for the managers of small groundwater plants. Cooperating in the projects are the Department of Food and Environmental Hygiene of the University of Helsinki, the National Public Health Institute (Kuopio) and The Water Protection Association of the River Vantaa and Helsinki Region.

Microwave technology-based measurement of the concentration of solids in sludge treatment

Antti Harinen

The solids content of the sludges produced during the purification of municipal sewage presents a challenge to the determination of solids in the sludge treatment process, as the measuring techniques used at the lower concentrations in the wastewater process are less suitable at the higher concentrations in sludge treatment applications. Measurement of the solids content of sludges is nevertheless crucial for sludge treatment both economically and

technically. In the future, knowledge of sludge treatment technologies and their optimisation will assume increasing importance both at wastewater treatment plants and at facilities for the final disposal of sludge.

Prospects for molecular biology in microbiological research on drinking water

Minna Keinänen-Toivola

Only a small proportion of the microbes in drinking water systems can be cultured on plates. Molecular methods have the advantage that they can provide information without the need to isolate microbes. The article examines the molecular methods used in drinking water systems today and discusses the applicability of the methods in the future. Further development is required if current problems are to be resolved. Even so, the methods have high potential for drinking water studies in years to come.

Mass balance of a wastewater treatment plant, with heavy metal balances as examples

Timo Laukkanen

Finnish wastewater treatment plants collect data continuously mainly to monitor their own performance. Little use has been made of this information in studies on treatment processes. The design parameters of treatment plants widely available are thus based largely on relatively old data. Studies generally make use of measuring and test data gathered for a specific research project. Based on mass balance calculations, the present study assesses the general usability of the routine data collected at treatment plants for investigations on the operation of these plants.

Ylivieska urban flood

Mikko Kajanus,
Varpu Rajala,
Bjørn Kløve and
Esko Lakso

Heavy rain lashed the town of Ylivieska on 4 and 5 August 2004, causing not only flooding but also severe damage from storm water. It

has been predicted that due to climate change the frequency of intense rainstorms will increase and that the probability of urban floods will thus also increase. Studies have been conducted to find ways of preventing similar damage in the future. The studies started in the spring of 2005 in cooperation with the North Ostrobothnia Regional Environment Centre and Ylivieska town.

New York's water system in photos

Katriina Etholén

In continuous operation for close on 130 years, the New York City water supply system is the oldest in the world. Moreover, when first constructed, many of the facilities were the biggest or longest in the world. The images of New York photographer Stanley Greenberg capture the infrastructure under our feet.

A century of water services in Lahti

Petri Juuti

Lahti waterworks was established in 1910, with the Laune spring as the source of water. Lahti was the first town in the Nordic countries to provide the entire planning area with drainage and to purify all the wastewater. How did the authorities come to establish the waterworks and what was it like in the early days?

Other articles

Water services 2006 – a venue for water supply personnel

Mika Rontu

Innovative wastewater decree

Anh Thu Tran Minh



Anh Thu Tran Minh

dipl.ins.

E-mail: tran.minh.anh.thu@elisanet.fi

Anh Thu Tran Minh on WaterFinns ry:n hallituksen puheenjohtaja (www.waterfinns.fi) ja työskentelee Wiser Oy:ssä. Hän on valmistunut vesihuoltotekniikan diplomi-insinööriksi Teknillisestä korkeakoulusta vuonna 1995, ja on ollut mukana toteuttamassa vesihuoltohankkeita Suomessa sekä Aasiassa, Afrikassa ja Itä-Euroopassa.

YK:n yhtenä vuosituhattavoitteena on puollittaa vuoteen 2015 mennessä niiden ihmisten lukumäärä, jotka ovat vaille kunnollista talousvettä – lähes 1,5 miljardia ihmistä, sekä vaille jätevesi- ja käymäläjätehuoltoa – 2,5 miljardia ihmistä. Tällainen tavoite tuntuu Suomen oloissa helposti kaukaiselta asialta. Järjestetyn vedenjakelun piirissä kun on jo mukana 90 % suomalaisista ja viemäriverkostossa 80 %. Suomen vesihuoltoalan yhtenä haasteena vuoteen 2014 mennessä onkin saada loput viemäriverkoston ulkopuolella olevat ihmiset järjestämään jätevetensä ja käymäläjäteensä käsittelyn jätevesiasetuksen vaatimusten mukaisesti.

Jätevesiasetus on esimerkillinen ja iso haaste. Velvoittamalla kiinteistöjen omistajia toimimaan oman ympäristönsä suojelemiseksi edistetään soveltuvaa pienimuotoista teknologiaa ja kuivakäymälöiden käyttöä sekä kokonaisen uuden suunnittelija- ja urakoitsija-ammattikunnan syntyä ja asenne muutoksia. Asetuksen myötä on havaittavissa Suomessa samantapaisia asenteita kuin köyhissä kehitysmaissa – haluttomuus maksaa, kun naapurikaan ei maksa, vesivessa mieluummin kuin kuivakäymälä. Mikä tärkeintä, asetus antaa myös aihetta uskoa, että Suomen kokemuksista on paljon ammentavaa maailmalle vietäväksi. Kenties Suomen vesihuoltoalan haasteet eivät

Trendikäs jätevesiasetus

olekaan niin kaukana YK:n vuosituhattavoitteesta kuin helposti ajatellaan.

Kuivakäymälän suosiminen tuntuu erityisen edistykselliseltä, kun ajattelee, että brittien koloniahallinto aikoinaan pyrki järjestelmällisesti poistamaan kuivakäymälät Intiasta osana pyrkimystä poistaa kastijärjestelmää. Kuivakäymälöiden tyhjentäminen kun kuului vain kaikkein alhaisimmille eli kastittomille. Tasa-arvoisessa Suomessa huussin tyhjentäminen on usein perheenpään kunniatehtävä. Monessa maassa kuivakäymälät saavat edelleen väistyä vesivesojen tieltä heti kun kotitalouksilla on varaa, vaikka viemäröintiä ei ole. Olenpa minäkin jonkin kerran yrittänyt selittää ihmisille maailmalla ollessani, että kuivakäymälän hygieniaongelman ratkaisu ei ole vesivessa vaan oikea kunnossapito. Vastaukseksi sain, että ei Suomessakaan suosita enää kuivakäymälää. Silloinpa ei ollut jätevesiasetusta, enkä myöskään tiennyt, että avaruussukkulassa käytettävä kuivakäymälä maksaa satoja tuhansia dollareita. Kuivakäymälää on siis turha pitää aikansa eläneenä tai vähempiarvoisena teknologiana.

Jätevesiasetuksen toteuttaminen edellyttää erityisesti ennen vuotta 2004 rakennettujen kiinteistöjen omistajilta korkeaa ympäristön arvostusta. Siirtymäaika on asetettu, mutta sanktioita ei ole määrätty. Lisäksi tarvitaan myös pienimuotoisten jätevesijärjestelmien kehitystä, suunnittelijoita, urakoitsijoita sekä kunnossapitopalvelujen tarjoajia. Jätevesiasetuksen tarkoittamia vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolella olevia kiinteistöjä on Suomessa vajaa miljoona. Työsarka on suuri, mahdollisuuksia on paljon, mutta löytyykö riittävästi innokkaita toimijoita vastaamaan pienimuotoisten takapihoilla toimivien jätevesijärjestelmien haasteisiin? Erityisesti niiden kunnossapito ja hoito on oleellista sille, että jätevesiasetuksen tavoitteet tullaan

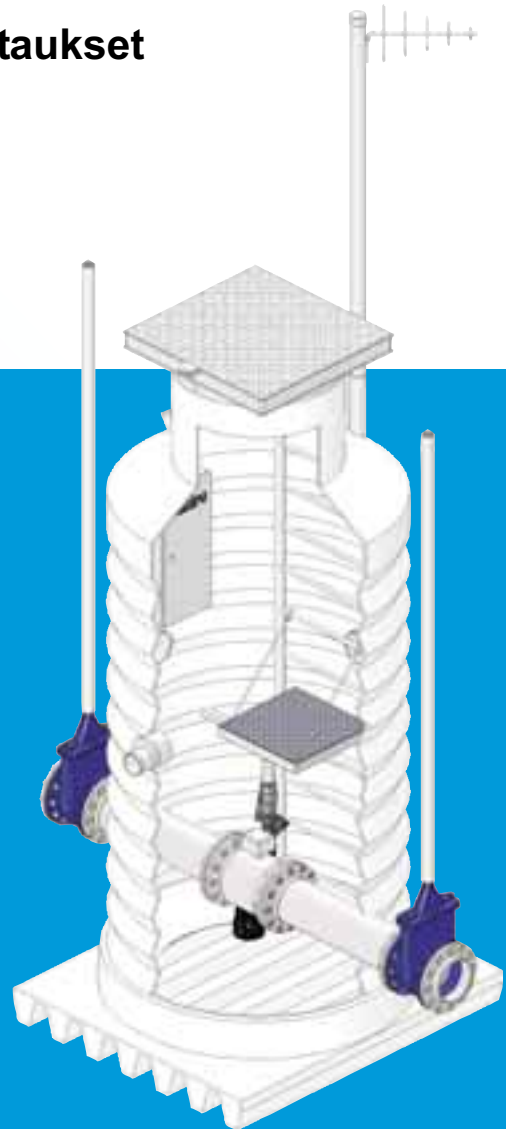
saavuttamaan. Tämä saattaa tarjota markkinoita maaseudun yrittäjille.

YK:n vuosituhattavoite vesihuollon suhteen tarvitsee esimerkkejä soveltuvien pienimuotoisten ja halpojen teknologioiden suosimisesta ja arvostamisesta. Kehitysmaiden ihmisillä on taipumus haluta samaa korkeaa teknologiaa kuin mitä teollistuneiden maiden ihmisillä on, vaikka olosuhteet ja mahdollisuudet ovat erilaisia, eivätkä ongelmat ole monestikaan teknisiä. Soveltuvista, pienimuotoisista ja halvoista teknologioista ei ole paljon kysyntää ja sen takia ei ole myöskään suurta tarjontaa. Kysyntä kehitysmaissa mitä luultavimmin lisääntyy, jos esimerkkejä löytyy myös teollistuneista maista. Tässä mielessä jätevesiasetus tarjoaa Suomelle oivallisia tilaisuuksia kunnostautua edelleen vesihyvinvoinnin mallimaana, joka voi niin osaamisellaan kuin esimerkillään edistää myös YK:n vuosituhattavoitteiden saavuttamista maailmalla.

Sen lisäksi, että asioita hoidetaan malikkaasti, niistä pitää myös rohkeasti tiedottaa sopivilla kansainvälisillä foorumeilla, jos haluaa edistää yhteisiä tavoitteita omilla esimerkeillään. On ilahduttavaa lukea Suomen asiapitoista, kattavaa ja hyvännäköistä esitystä "Finnish Water – Best Practices from Finland", jota painettiin varta vasten jaetavaksi Meksiko Cityssä neljättä kertaa järjestetyllä maailman vesifoorumilla 16.–22.3.2006. Toteutettavasta jätevesiasetuksesta on vain lyhyt ja ytimekäs kuvaus, mutta esitys ilahduttaa juuri sen takia, että se on hyvin tiivis ja samalla monipuolinen kertomus suomalaisista toimijoista, suomalaisten tavasta toimia vesialalla kotimaassa ja maailmalla. Lisäksi se antaa hyödyllisiä yhteystietoja asiasta enemmän kiinnostuneille. Pienikokoinen 70-sivuinen esitys sopii myös suomalaisille toimijoille käsikirjaksi.

VERKOSTO HALLINTAAN!

- Paine-, kohina- ja virtaamamittaukset
- Vuototilanteen seuranta



- Ilman poisto ja ilmaus
- Verkoston säätö

BE > THINK > INNOVATE >



PUMPUJA KAIKKIIN TARPEISIIN.

Oy Grundfos Pumput Ab
Mestarintie 11
01730 Vantaa
puh. 030 665 650
fax 030 6656 550

www.grundfos.com

GRUNDFOS 