

VESITALOUS

3/2005

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.

Materiaalipalvelun ykköskumppani

ENERGIA- JA TIETOVERKOT

ULKOVALAISTUS

VESIHUOLTO JA KAUKOLÄMPÖ

PUMPPAAMOT

MAA- JA VESIRAKENNUS

onninen

www.onninen.fi

puh. 0204 85 5111



VESITALOUS

3 2005

Vol. XLVI

Julkaisija
YMPÄRISTÖVIESTINTÄ YVT OY

Kustantaja
TALOTEKNIikka-JULKAISET OY
Harri Mannila

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

Päätoimittaja
TIMO MAASILTA, dipl.ins.
E-mail: timo.maasilta@mvtt.fi

Toimitussihteeri
TUOMO HÄYRYNEN
Puustopiha 4 A 11
02610 Espoo
Puhelin 050-585 7996
E-mail: tuomo.hayrynen@talotekniikka-julkaisut.fi

Talous ja tilaukset
TAINA HIIKKIÖ
Puhelin (09) 694 0622
Faksi (09) 694 9772
Nordea 120030-29108
E-mail: vesitalous@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
JUKKA NISSINEN

Painopaikka
FORSSAN KIRJAPAINO OY
ISO 9002

ISSN 0505-3838

Ilmestyy kuusi kertaa vuodessa.
Vuosikerran hinta 50 €.

www.vesitalous.com

Tämän numeron kokosi
RIKU VAHALA
E-mail: riku.vahala@vvy.fi

VESITALOUS 4/2005

ilmestyy 24.8. Teemana on vesihygienia. Lehdessä julkaistaan mm. Tampereen vesiepidemiaseminaarin esitelmää. Ilmoitusvaraukset 3.8. mennessä.

www.vesitalous.com

Pyydä vesihuollon tarvitsetarjous Vesitalouden markkinapaikan kautta!

SISÄLTÖ

Yhdyskuntatekniikka 2005 -näyttely Lahdessa on vesihuollon ammattilaisten kohtaamispaikka

Mika Rontu

5

Putkimateriaalin vaikutukset veden laatuun

Markku Lehtola, Ilkka Miettinen, Arja Hirvonen, Terttu Vartiainen ja Pertti Martikainen

Kuopioon, Savonia-ammattikorkeakoulun tiloihin on rakennettu korkeatasoinen pilot-mittakaavan vesilaitos ja vesijohtoverkosto, jonka materiaaleina on käytetty kuparia ja muovia. Tutkimuksissa on saatu mielenkiintoisia ja yllättäviä tuloksia.

6

Tasauksen vaikutus aktiivilieteprosessiin ja biologiseen ravinteiden poistoon

Anna Mikola

Savonlinnan Pihlajaniemen puhdistamolla tutkittiin TAVARA-projektissa, voidaanko esiselkeytyslaitteita käyttää myös tasaukseen.

12

Korkeapaineflotaatio ja peretikkahappodesinfiointi jäteveden käsittelyssä

Jari Koivunen ja Helvi Heinonen-Tanski

Kuopion yliopistossa tutkittiin jäteveden jälkikäsittelyä sekä ohijuoksuvesien käsittelyä korkeapaineflotaatiolla ja peretikkahappodesinfioinnilla.

18

Typenpoiston tehostaminen luonnon zeoliittien avulla

Reetta Kuronen

Lisäämällä luonnon zeoliittia jauheena laboratoriomittakaavan aktiivilieteprosessiin saatiin tehostettua nitrifikaatiovaihetta eli ammoniuminpoistoa jätevedestä.

24

Vesihuoltolaitosten liiketaloudellinen analyysi

Teemu Vehmaskoski

Maa- ja metsätalousministeriö teetti vesihuoltolaitosten vuoden 2003 tilinpäätöstietoihin perustuvan analyysin osaksi vesihuoltolain toimeenpanon seurantaa. Analyysia työstettiin eteenpäin tilinpäätösanalyysin keinoin.

30

Vuorovaikutteinen suunnittelu vesistöjen säännöstelyn kehittämisessä

Marika Palosaari

34

Peltojen ylijäämäravinteet ja vesistöjen ravinnekuorma

Irmeli Ahtela, Jaana Marttila, Heli Vahtera ja Kirsti Granlund

38

Suurakylvöstäkö apu rehevöitymisen estämiseen?

Paula Muukkonen

42

Kolme vuosikymmentä vesihuoltoalan pyörteissä

Eeva Hörkkö

47

Liikehakemisto

50

Abstracts

57

Merikin tarvitsee suojelun alueita

Sari Tolvanen

58

Asiantuntijat ovat tarkastaneet lehden artikkelit.

TOIMITUSKUNTA

MINNA HANSKI

dipl.ins.
Maa- ja metsätalousministeriö

EEVA HÖRKKÖ

tiedottaja
Vesi- ja viemärlaitosyhdistys

ESKO KUUSISTO

fil.tri, hydrologi
Suomen ympäristökeskus,
hydrologian yksikkö

HANNELE KÄRKINEN

dipl.ins., ympäristöinsinööri
Uudenmaan ympäristökeskus

MARJA LUNTAMO

dipl.ins., johtaja
Porin Vesi

PIPSA POIKOLAINEN

dipl.ins., maat.metsät.kand
Uudenmaan ympäristökeskus

RIKU VAHALA

dipl.ins. (väit.)
Vesi- ja viemärlaitosyhdistys

OLLI VARIS

tekn.tri, dosentti,
akatemiaturkija
Teknillinen korkeakoulu

ERKKI VUORI

lääket.kir.tri,
oikeuskemian professori
Helsingin yliopisto,
oikeuslääketieteen laitos



KUKA MUU PANOSTAISII YHTÄ PALJON TUTKIMUKSEEN JA TUOTEKEHITYKSEEN?

Kemira Kemwater panostaa vuosittain tutkimukseen ja tuotekehitykseen yli 70 miestyövuoden verran. Siksi pystymme valmistamaan paitsi kymmenittäin jo merkkituotteiksi vakiintuneita vedenpuhdistuskemikaaleja, myös jopa täysin asiakaskohtaisia tuotteita.

PIX ferrikoagulantit • FERROSUL ja COP ferrosulfaatit
• FIN ferrinitraatti • FERIX rakeinen ferrisulfaatti • PAX
polyalumiinikoagulantit • PAX-XL erikoistuotteet • ALS
alumiinisulfaatti • ALG rakeinen alumiinisulfaatti • ALF
rakeinen alumiini- ja ferrisulfaatin seos • FENNOPOL
polymeerit • Rikkihappo • Hapettimet • Ravinteet •
Ammoniakkivesi • Sooda

kemira

Kemira Kemwater, PL 330, 00101 HELSINKI
Puh. 010 86 1211, Fax 010 862 1968
www.kemira.com

Yhdyskuntatekniikka 2005 -näyttely Lahdessa on vesihuollon ammattilaisten kohtaamispaikka



Mika Rontu

apulaisjohtaja, dipl.ins.

Vesi- ja viemärilaitosyhdistys

E-mail: mika.rontu@vvy.fi

Kirjoittaja on Yhdyskuntatekniikka 2005 näyttelypäällikkö.

Yhdyskuntatekniikka -näyttely on parittomina vuosina järjestetty jo vuodesta 1983 lähtien. Näyttely on viiden järjestön yhteinen voimainpönistus. Järjestäjinä ovat infra-alan keskeiset järjestöt: Jätelaitosyhdistys, Suomen kuntatekniikan yhdistys, Suomen Maarakentäjien Keskusliitto, Suomen Tieyhdistys sekä pää toteuttajana Vesi- ja viemärilaitosyhdistys. YT05 -näyttely järjestetään Lahden Messukeskuksessa 25.–27.5.2005 osana 12. Yhdyskuntatekniikan viikkoa.

Yhdyskuntatekniikka 2005 -näyttely on vuosien saatossa vakiinnuttanut ase-

mansa alan suurimpana näyttelynä Suomessa. Näyttelyn kulmakiviä ovat olleet järjestäjien omat koulutustilaisuudet näyttelyn yhteydessä. Koulutustilaisuuksia ovat tänä vuonna mm. Vesihuolto 2005 -päivät, Jätelaitospäivät, Kesätiepäivät ja Kuntatekniikan päivät. Myös muut tahot, kuten Tekes ja Suomen Kuntaliitto, tuovat omia tilaisuuksiaan Lahteen YT05 -näyttelyn yhteyteen.

Vesihuolto 2005 -päivät ovat selkeästi suurin koulutustilaisuus YT05 -näyttelyn yhteydessä. Se kokoaa 400–500 vesihuollon ammattilaista kuuntelemaan esitelmää ajankohtaisista aiheista sekä tutkimus- ja kehittämishankkeista. ”Virallisten” esitelmien lisäksi päivien yhteydessä käydään paljon epävirallisia käytäväkeskusteluja kollegoiden kanssa ja nämä onkin usein mainittu tärkeäksi osaksi vesihuoltopäiviä. Ammatillista ohjelmaa edustavat myös tekniset ekskursiot joko LV Lahti Vesi Oy:n Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamon laajennus- ja saneerauskohteeseen tai vaihtoehtoisesti uudisrakennuskohteeseen Kujalan Komposti Oy:n kompostointilaitokseen.

Messujen ja näyttelyiden tulevaisuutta on aika ajoin väitetty synkäksi. Sähköisten viestimien on väitetty syrjäyttävän messut markkinointivälineenä. Toteutunut kehitys ei kuitenkaan tue

näitä väitteitä. Esimerkiksi Yhdyskuntatekniikka -näyttelyn osalta suosio on pikemminkin riippunut alan ostajien taloudellisesta tilanteesta kuin muista kehitystrendeistä. Lahden näyttelystä varatun näyttelytilan perusteella voidaan alan yritysten taloudellisia näkymiä pitää suotuisina.

Yhdyskuntatekniikka -näyttelyn tulevaisuus ei perustu pelkästään näyttelleasettajien tai näyttelyvieraiden lukumäärään. Tärkeimmäksi menestystekijäksi on muodostunut myyjien ja oikeiden asiakkaiden kohtaaminen. Tehtyjen selvitysten perusteella YT-näyttely onkin todellinen alan ammattilaisten kohtaamispaikka – eräänlainen yhdyskuntatekniikan moderni markkina- paikka.

Vesihuoltotekniikka on YT-näyttelyissä aina ollut selkeästi suurin tuoter ryhmä. Tänäkin vuonna yli puolet näyttelytilasta edustaa vesihuoltotekniikkaa. Mukana on lähes 100 vesihuoltoalan yritystä. Eikä ihme, sillä onhan Suomen vesihuoltolaitosten vuotuiset investoinnit noin 250 miljoonaa euroa ja liikevaihto lähes miljardi euroa.

Yhdyskuntatekniikka -näyttelyn tulevaisuus näyttää poutaiselta. Toivotan kaikki Vesitalous -lehden lukijat tervetulleiksi tutustumaan Yhdyskuntatekniikka 2005 -näyttelyyn Lahden Messukeskukseen 25.–27.5.2005!

Putkimateriaalin vaikutukset veden laatuun



Markku Lehtola

FT, tutkija

Kansanterveyslaitos

Ympäristöterveyden osasto, Kuopio

Kirjoittaja tutkii biofilmien muodostumista ja mikrobikasvua talousvedessä. Tutkimuksen painopisteitä ovat erityisesti olleet vedessä olevat mikrobiravinteet, putkimateriaalit ja vedenkäsittelyprosessit.

Ilkka Miettinen

FT, dosentti, erikoistutkija

Kansanterveyslaitos

Ympäristöterveyden osasto, Kuopio

Arja Hirvonen

FT, yliassistentti

Kuopion Yliopisto

Ympäristötieteiden laitos, Kuopio

Terttu Vartiainen

FT, professori, osastonjohtaja

Kansanterveyslaitos

Ympäristöterveyden osasto, Kuopio

Pertti Martikainen

FT, professori

Kuopion Yliopisto

Ympäristötieteiden laitos, Kuopio

Kuopioon, Savonia-ammattikorkeakoulun tiloihin, on rakennettu korkeatasoinen pilot-mittakaavan vesilaitos ja vesijohtoverkosto. Tämä tulee edistämään ratkaisevasti Suomen ja myös koko Euroopan juomaveden valmistukseen ja jakeluun liittyvää teknistä ja hygieenistä tutkimusta. Pilotin verkostomateriaaleina on kaksi yleisesti kiinteistöissä käytettyä putkimateriaalia; kupari ja polyeteeni (PE)-muovi. Jo ensimmäisessä tutkimuksemme saimme monia mielenkiintoisia ja jopa yllättäviä tuloksia.

Talovesiasetuksen mukaan talousveden tulee täyttää veden laatuvaatimukset kuluttajan käyttöpisteessä (STM asetus 461/2000). Talousveden kemialliseen ja mikrobiologiseen laatuun vaikuttavat mm. veden käsittely, desinfiointi, veden viipymä verkostossa, lämpötila, sekä putkimateriaali. Kiinteistöjen sisällä yleisimpiä putkimateriaaleja ovat kupari ja muovi. Putkimateriaalista voi liueta veteen mikrobikasvua edistäviä tai vaikeuttavia metalleja ja kemiallisia yhdisteitä. Liuenneiden aineiden lisäksi myös putkimateriaalin pinnan rakenne voi edistää tai estää biofilmien muodostumista.

Bakteereilla on taipumus muodostaa biofilmejä aina kun ne pääsevät kosketuksiin pintojen kanssa. Muodostamalla biofilmejä bakteerit saavuttavat merkittäviä kasvuetuja suhteessa vapaasti eläviin yksilöihin. Biofilmeissä niiden ravinnon saanti on paremmin turvattu ja bakteerit ovat paremmin suojassa de-

sinfiointia vastaan. Biofilmit voivat olla myös hyvä suojapaikka vesijohtoverkostoon päässeille patogeenisille mikrobeille.

Aikaisemmissa tutkimuksissa on osoitettu, että suurin osa verkoston bakteereista esiintyy biofilmeissä ja valtaosa verkostoveden bakteereista on peräisin biofilmeiltä. Merkittävää on, että biofilmien muodostumisen estäminen voi vaatia hyvinkin korkeita klooripitoisuuksia. Myös jo kehittyneiden biofilmien tuhoaminen kloorilla voi olla vaikeaa. Mikrobiravinteiden osalta on yleistä, että mm. Keski-Euroopassa ja Yhdysvalloissa sekä veden, että biofilmien mikrobin kasvua rajoittava ravinne on orgaaninen hiili. Suomalainen tutkimus on osoittanut, että meikäläisissä talousvesissä mikrobikasvua rajoittava minimiravinne onkin useimmiten fosfori (Miettinen ym. 1996; Lehtola ym. 2002). Myöhemmin vastaavia tuloksia on raportoitu myös muualta (esim. Japani) missä raakaveden orgaan-



Kuva 1. Koevesijohtoverkosto koostuu kahdesta rinnakkaisesta muovi- ja kahdesta rinnakkaisesta kupariputkilinjastosta. Verkostoon asennetut biofilmikeräimet ovat osa verkostoa.

nisen aineksen määrä on korkea (Sathasivan ym. 1999).

Koevesijohtoverkosto

Kuopioon, Savonia ammattikorkeakoulun tutkimushalliin rakennettiin vuonna 2002 koevesijohtoverkosto tutkimuskäyttöön. Koeverkosto koostuu kahdesta rinnakkaisesta 100 m pitkästä komposiittiputkistosta, sekä kahdesta rinnakkaisesta 100 m pitkästä kupariputkista. Komposiittiputki on alumiinivaipalla vahvistettu monikerroksinen PE-RT muoviputki sisähalkaisijaltaan 12 mm (ulkohalkaisija 16 mm). Kupariputkisto on malliltaan: Tub-e by Outokumpu, SFS-EN 1057:1996, uh x s = 12 mm x 1 mm, vedetty R290, suora 5 m, tyyppi hyväksytty (kuva 1). Putket voidaan myös tarvittaessa liittää niitä edeltäviin halkaisijaltaan suurempiin (sisähalkaisija 50 mm) PE-muoviputkiin, jolloin veden viipymää verkostossa voidaan kasvattaa. Tässä artikkelissa kuvatuissa kokeissa 50 mm putket eivät olleet käytössä, jolloin vesi pumpattiin suoraan em. ohuempiin putkiin.

Verkosto mahdollistaa erilaisten virtaustilanteiden ja veden laatumuutos-

ten vaikutusten tutkimisen kahdella putkimateriaalilla. Tutkimuksissa voidaan seurata läpimenneen veden laatua ja putkistoihin kertyvien biofilmien määrää ja laatua. Verkostoon voidaan syöttää vaihtoehtoisesti joko Kuopion kaupungin vesijohtovettä tai vesi voi-

daan tuottaa itse pilot-mittakaavan vesilaitoksella järvivedestä. Pilot-vesilaitoksen vedenkäsittelyprosessi koostuu saostuksesta, flotaatiosta ja hiekkasuo- datuksesta. Vedenkäsittelyyn voidaan myös liittää erilaisia desinfiointivaihtoehtoja kuten klooraus, otsonointi ja UV-desinfiointi.

Ensimmäisessä vaiheessa tavoitteena oli suunnitella ja rakentaa em. koeverkosto ja tutkia talousveden laadun muutoksia, sekä biofilmien muodostumista uusille vasta-asennetuille putkimateriaaleille. Tutkimuksen pääasiallinen rahoittaja oli Tekes/EAKR, mutta mukana oli myös useita suomalaisia vesialan yrityksiä. Pilot-laitoksen ylläpito ja tutkimustoiminta toteutetaan yhteistyönä Savonia ammattikorkeakoulun, Kuopion yliopiston sekä Kansanterveyslaitoksen kanssa.

Ensimmäisessä tutkimuksessa verkostoon johdettiin Kuopion kaupungin vesijohtovettä. Veden virtaus oli jatkuva, n. 130 ml/min, verkoston paineen ollessa 2 bar. Putkistoa ei koeponnistusta lukuunottamatta huuhdeltu erikseen ennen käyttöönottoa, koska halusimme kokeiden aikana tutkia putkistosta mahdollisesti irtoavia kemiallisia yhdisteitä. Vesinäytteiden otto aloitettiin välittömästi kokeiden alettua ja näytteitä otettiin keskimää-

Taulukko 1. Syöttöveden laatu tutkimuksen aikana.

muuttuja	yksikkö	keskiarvo	keskihajonta
pH		8.0	0.1
Cl ⁻	mg/l	7.3	0.9
SO ₄ ²⁻	mg/l	30.2	1.3
Sähkönjohtavuus	µS/cm	166	18
HCO ₃ ⁻	mg/l	59	7
Ca	mg/l	18.7	1.5
Mg	mg/l	3.6	1.3
Na	mg/l	8.2	1.4
Fe	mg/l	0.05	0.02
Mn	mg/l	0.02	0.00
Al	mg/l	0.12	0.02
Zn	mg/l	0.03	0.01
SiO ₂	mg/l	7.5	2.1
TOC	mg/l	3.2	0.5
AOC	µg/l	41	20
Kokonaisfosfori	µg/l	<2	
MAP	µg/l	0.20	0.17
HPC	pmy/ml	42,200	50,600

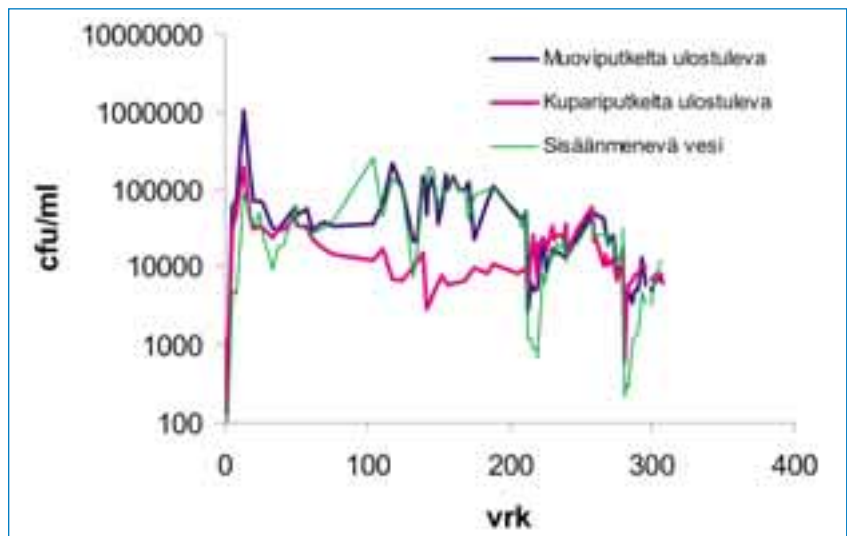
Lyhenteet: TOC, kokonais orgaaninen hiili; AOC, mikrobeille käyttökelpoinen hiili; MAP, mikrobeille käyttökelpoinen fosfori; HPC, heterotrofisten bakteerien lukumäärä.

rin joka kolmas päivä yhteensä noin vuoden ajan. Erityistä huomiota tutkimuksessa kiinnitettiin veden mikrobiologiseen laatuun ja veden mikrobiravinteisiin (orgaaninen hiili ja fosfori). Kupariputkiston läpimenneen veden kuparipitoisuutta seurattiin koko tutkimuksen ajan. Myös sisään menevän veden laatua seurattiin tutkimuksen aikana (taulukko 1). Syöttöveden lämpötila oli keskimäärin 14.7 °C (vaihteluväli 11.9–18.7 °C). Verkostossa vesi lämpeni erityisesti kesällä, ulos tulleen veden lämpötila oli keskimäärin 19.8 °C (vaihteluväli 15.2–24.9 °C). Lämpötila ja veden seisominen varastoaltaassa vaikutti voimakkaasti myös syöttöveden bakteeripitoisuuteen ja sen vaihteluun.

Biofilmien tutkimista varten verkoston osaksi asennettiin irrotettavia biofilmikeräimiä, joilla tutkittiin sekä biofilmin laadullista, että määrällistä kehittymistä ajan myötä. Biofilmikeräimillä voitiin toteuttaa mahdollisimman häiriötön näytteenotto biofilmitutkimuksiin. Analyysia varten biofilmit irrotettiin putkikeräimiltä lasikuularavistelulla. Biofilmien muodostumista seurattiin muoviputkilla noin 6 kuukauden ajan ja kupariputkilla noin 8 kuukauden ajan.

Veden laatu muuttui putkistossa

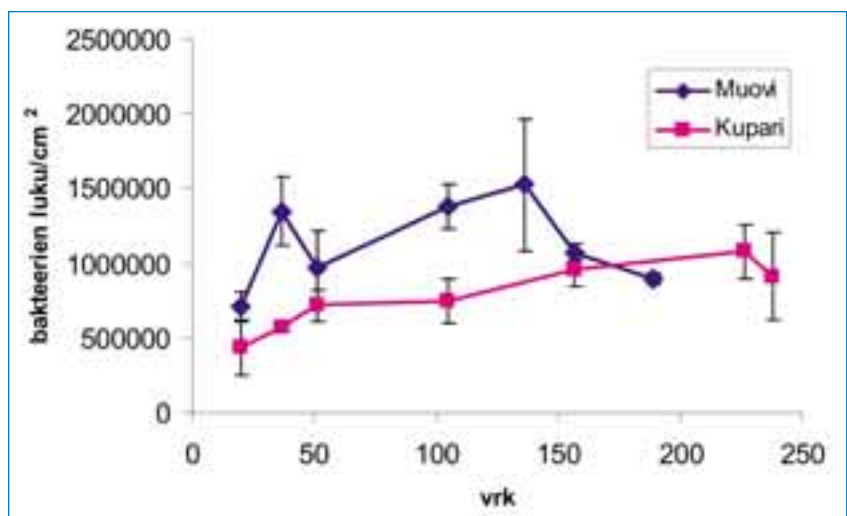
Kupariputkiston liitostyöt oli tehty kovajuotoksin ja taivutukset putkia kuumentamalla. Putkivalmistajan mukaan kuumennusta ei enää suositella pieniä kupariputkimittoja taivutettaessa, koska työ voidaan tehdä paloturvallisesti taivutustyökaluilla ilman irtoilevien termisten hapettumien muodostumista putken ulko- ja sisäpinnoille. Putkivalmistajan mukaan myös kovajuotosalueen laaja-alaista kuumentamista tulisi välttää pintojen termisen hapettumisen minimoimiseksi, koska tällaiset juotosalueen irtoilevat hapettumakerrokset voivat vaikuttaa putken mikrobiologiseen kontaminoitumiseen ja jonkin aikaa myös veden kuparipitoisuuteen. Muoviputkien liitokset oli tehty mekaanisesti puristusliitoksin. Tässä tutkimuksessa emme kuitenkaan tutkineet liitoskohtia tai niiden vaikutusta veden laatuun erikseen.



Kuva 2. Verkostoon syötetyn veden, ja kupari- ja muoviputkistoista ulos tulleen veden heterotrofisten bakteerien lukumäärät. Pitoisuus on määritetty käyttäen R2A-kasvualustaa 7 vrk kasvatusajalla. Ulos tulleen veden tulokset ovat keskiarvo kahdesta rinnakkaisesta linjastosta.

Kupariputkien läpimenneen veden kuparipitoisuus pysytteli tutkimuksen aikana alle 0.5 mg/l tasossa. Talousvesiasetuksen mukainen laatuvaatimus kuparipitoisuudelle on enintään 2 mg/l. Tutkimuksessa havaittiin, että verkostoon menevän veden bakteerien lukumäärä laski kupariputkistossa ensimmäisen puolen vuoden ajan. Tämän jälkeen bakteerien lukumäärä kupariput-

kiston läpäisessä vedessä alkoi kuitenkin nousta, saavuttaen lopulta saman tason kuin putkistoon syötetyssä vedessä ja muoviputkiston läpäisessä vedessä (kuva 2). Vesistä tutkittiin myös Sybr Green-värijäykseillä mikroskooppisesti viruspartikkelien lukumäärät. Nämä tulokset osoittivat, että kupariputkiston läpäisessä vedessä oli vähemmän viruspartikkeleita kuin



Kuva 3. Biofilmien kehittyminen muovi- ja kupariputkille. Bakteeripitoisuudet on määritetty mikroskooppisesti käyttäen akridiinioranssivärijäystä. Tuloksissa on esitetty kahden rinnakkaisen linjaston kahdesta eri pisteestä otettujen (n=4) biofilmien keskiarvo ja keskihajonta.

vedessä, joka läpäisi muoviputkiston. Viruspartikkeleita ei tällä menetelmällä pystytty tunnistamaan lajitasolla, mutta käytännössä kaikki partikkelit ovat todennäköisesti bakteerifaageja eli bakteereissa lisääntyviä, mutta muille organismeille kuin bakteereille haitattomia viruksia.

Muoviputkien osalta yllättävä havainto oli se, että uusista PE-komposiittimuoviputkista liukeni veteen fosforia. Fosforipitoisuus muoviputkiston läpäisessä vedessä laski ajan myötä, eikä kolmen viikon kuluttua enää poikennut syötetyn veden fosforipitoisuudesta. Koska fosfori on usein talousveden mikrobikasvun minimiravinne Suomessa, tulee putkistosta irtoavaan fosforiin kiinnittää erityistä huomiota. Käytännössä tämä tarkoittaa putkiston huolellista huuhtelua ennen käyttöönottoa ja mahdollisesti fosforipitoisuuden seuraamista. Mikrobeille käyttökelpoisen hiilen liukeneminen muoviputkesta veteen oli vähäistä.

Biofilmejä kertyi molemmille putkimateriaaleille

Kupariputkeen muodostui biofilmejä muoviputkea hitaammin. Kuitenkin biofilmin mikrobien lukumäärä pinta-alayksikköä kohti saavutti reilun puolen vuoden jälkeen kupariputkessa lähes saman tason kuin muoviputkessa. Tämä tilanne ja kupariputkiston läpäisseen veden bakteeripitoisuuden nousu ajoittuivat samaan ajankohtaan. PE-komposiittimuoviputkilla biofilmin kasvu saavutti tasapainotilan jo ensimmäisen kuukauden aikana. Viruspartikkelien määrä oli kupariputkien biofilmeissä alhaisempi kuin muoviputkien biofilmeissä (kuva 3).

Veden ja biofilmien mikrobiyhteisöjen rakennetta tutkittiin rasvahappoanalytiikalla. Tutkimuksen alussa kupari- ja muoviputkien mikrobistot erosivat vähän toisistaan, mutta vuoden jälkeen ero oli jo selkeä. Biofilmien mikrobiston erot heijastuivat myös putkis-

ton läpäisseen veden mikrobiston ominaisuuksiin.

Aikaisempien tutkimusten perusteella kupariputkia on pidetty epäsuotuisana ympäristönä mikrobikasvulle. Erityisesti kuparin toksinen vaikutus *Legionella* bakteerille on ollut pitkään tiedossa (Rogers ym. 1994; Kim ym. 2002; Leoni ym. 2005). Tutkimuksemme mukaan molemmille materiaaleille muodostui biofilmiä lähes yhtä paljon, mutta kuparipinnalla biofilmin kasvu oli hitaampaa kuin muovipinnalla. Tämä johtuu luultavasti siitä, että kupariputkille valikoitui ajan myötä mikrobeja, jotka sietävät kuparia niin hyvin, että biofilmien kasvu oli mahdollista. Kuparin toksinen vaikutus yksittäisille bakteereille tuli hyvin esiin myös tässä tutkimuksessa, sillä mikrobeille käyttökelpoisen hiilen (AOC)- ja mikrobeille käyttökelpoisen fosforin (MAP)-analyyseissä käytetty *Pseudomonas fluorescens* bakteerikanta ei pystynyt kasvamaan kupariputken läpi-

Laatuventtiilit kaikkiin vesitekniisiin ratkaisuihin



- Vedenottamot
- Padot
- Siirtolinjat
- Pumppaamot
- Jäteveden käsittely
- Veden käsittely
- Varastointi
- Jakelu





Yhdyskuntatekniikka
25.-27.5.2005, Lahti
Tervetuloa osastollemme X1

Maahantuojat
Tecalemit
INDUSTRAL GROUP

Hankasuontie 13, 00390 Helsinki. Vaihde (09) 547 701, fax (09) 547 1779. www.tecalemit.fi

menneessä vedessä. Tästä toksisuudesta johtuen emme voineet tehdä lainkaan mikrobiologisia ravinneanalyyssejä kupariputkiston läpäisystä vedestä.

Vaikka tämän tyyppinen jatkuvan virtauksen koejärjestelmä ei vastaa täysin todellista tilannetta verkostossa, tutkimuksessa voitiin hyvin vertailla näiden kahden putkimateriaalin merkitystä mikrobien kasvukykyyn jakeluverkostossa. Vastarakennettu verkosto antoi ainutlaatuisen mahdollisuuden seurata kontrolloiduissa olosuhteissa veden laadun muuttumista ja biofilmien kertymistä uusien putkien sisäpinnoille varsin pitkällä seuranta-ajanjaksoilla. Usein aiemmissa biofilmitutkimuksissa biofilmien kertymistä on seurattu vain muutamia viikkoja (Rogers ym. 1994; Schwartz ym. 1998). Tämä voi myös osaltaan selittää sen, että näissä tutkimuksissa kupariputkella on havaittu olevan vähemmän biofilmejä kuin esim. muovi- tai teräsputkilla. Koska kupariputkilla biofilmien muodostuminen on hitaampaa kuin muoviputkella, eivät kaikki erot materiaalien välillä tule esille lyhytaikaisissa kokeissa – tämän vuoksi pitkäaikaiset biofilmitutkimukset ovat välttämättömiä. Tuloksiamme tukee tuore, Saksassa tehty, 18 kuukautta kestänyt seuranta, jossa kupariputkella todettiin olevan bakteereita vähintään saman verran kuin muilla tutkituilla (ruostumaton teräs, PVC, PE) putkimateriaaleilla (Wingender ja Flemming, 2004).

Tulevia haasteita verkostotutkimuksessa

Mielenkiintoinen ja uusi havainto, ai-

nakin talousvesipuolella, oli kuparin vaikutus viruspartikkelien määrään. Kupari näytti vähentävän virusten määrää tehokkaasti. Tämän tuloksen merkitys jakeluverkoston bakteerien ekologiaan, tai ihmisille tauteja aiheuttavien virusten säilymiseen/tuhoutumiseen kupariputkissa, antaa monia uusia aiheita jatkotutkimukselle. Ensimmäisen tutkimusvuoden jälkeen keskityimme erilaisten desinfiointivaihtoehtojen tehon tutkimiseen kuparilla ja muovilla. Näiden tulosten käsittely on vielä kesken, mutta monia mielenkiintoisia tuloksia olemme myös siltä puolelta saamassa.

Vuoden 2004 loppupuolella käynnistyi Tekesin tukemana uusi tutkimushanke, jossa on myös mukana suurin osa jo tässä hankkeessa olleista yrityskumppaneista. Tässä kaksivuotisessa ns. VAINU-hankkeessa verkostoon asennetaan jatkuvatoimisia vedenlaatumittareita ja verkostossa tullaan testaamaan erilaisten virtausolosuhteiden ja paineiskujen vaikutusta biofilmien kertymään ja veden laatuun.

Tässä kirjoituksessa esitelyihin tuloksiin voi tutustua yksityiskohtaisemmin vuonna 2004 Water Research-lehdessä julkaisemassamme artikkelissa (Lehtola ym. 2004).

Kirjallisuus

Kim B. R., Anderson J. E., Mueller S. A., Gaines W. A. and Kendall A. M. 2002. Literature review – efficacy of various disinfectants against Legionella in water systems. *Water Research* 36(18): 4433–4444.

Lehtola M. J., Miettinen I. T., and Martikainen P. J. 2002. Biofilm formation in drinking water affected by low concentrations of phosphorus. *Canadian Journal of Microbiology*. 48(6): 494–499.

Lehtola M. J., Miettinen I. T., Keinänen M. M., Kekki T., Laine O., Hirvonen A., Vartiainen T. and Martikainen P. J. 2004. Microbiology, chemistry and biofilm development in a pilot drinking water distribution system with copper and plastic pipes. *Water Research*. 38(17):3769–3779.

Leoni E., De Luca P. P., Legnani R., Sacchetti R., Stampi S. and Zanetti F. 2005. Legionella waterline colonization in domestic, hotel and hospital hot water systems. *Journal of Applied Microbiology*. 98:373–379.

Miettinen, I. T., Vartiainen T., and Martikainen P. J. 1996. Contamination of drinking water. *Nature* 381:654–655.

Rogers J., Dowsett A. B., Dennis P. J., Lee J. V. and Keevil C. W. 1994. Influence of temperature and plumbing material selection on biofilm formation and growth of Legionella pneumophila in a model potable water system containing complex microbial flora. *Applied and Environmental Microbiology*. 60 (5):1585–1592.

Sathasivan A. and Ohgaki S. 1999. Application of new bacterial regrowth potential method for water distribution system – A clear evidence of phosphorus limitation. *Water Research* 33:137–144.

Schwartz T., Hoffman S., and Obst U. 1998. Formation and bacterial composition of young, natural biofilms obtained from public bank-filtered drinking water systems. *Water Research* 32 (9): 2787–2797.

Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö. 2000. Asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista Suomen säädöskokoelma 461/2000.

Wingender J. and Flemming H.-C. 2004. Contamination potential of drinking water distribution network biofilms. *Water Science and Technology*. 49 (11-12):277–286.



**Tervetuloa osastollemme N4
YT05 -näyttelyyn Lahteen**

SUUNNITTELUKESKUS OY • www.suunnittelukeskus.fi • (09) 156 41



Pumppaamoperhe Liningilta

PROLINING

- linjapumppaamo PRO 1400
- kiinteistö- ja linja-
pumppaamo PRO 1100
- kiinteistö-
pumppaamo PRO 800
- perusvesi-
pumppaamo PRO 700



**kierteetön
liitos-
järjestelmä**

DN 32-300



KYSY LISÄÄ!

 **Lining**
INDUTRADE GROUP

Oy Lining Ab
Riihikuja 5 • 01720 Vantaa • puh. 09-4764 611
Fax 09-4764 6220 • E-mail: lining.info@lining.fi

Tasauksen vaikutus aktiiviliete-prosessiin ja biologiseen ravinteiden poistoon



Anna Mikola

dipl.ins.

E-mail: anna.mikola@hut.fi

Kirjoittaja valmistelee tasauksesta lisensiaatin tutkintoa TKK:n Vesihuoltotekniikan laboratoriossa. Hän toimii myös projekti-insinöörinä Kiuru&Rautiainen Oy:ssä.

Savonlinnan Pihlajaniemen puhdistamolla tutkittiin TAVARA-projektissa, voidaanko esiselkeytysaltaita käyttää myös tasaukseen. Tutkimuksen kokemuksista syntyi ajatus monipuolisesta esikäsitelyaltaasta, jossa tasataan virtaamaa ja kuormaa sekä tarvittaessa leikataan kuormaa poistamalla raakalietettä ja hydrolysoidaan orgaanista ainetta.

Jätevedenpuhdistamoille tuleva virtaama ja kuorma vaihtelevat runsaasti. Suurin virtaamavaihtelu muodostuu sade- ja sulamisvesistä ns. vuossittais- ja vuodenaikaisvaihteluna. Virtaamassa ja kuormituksessa on myös päiväkohtaisia eroja, erityisesti arkipäivien ja viikonloppujen välillä. Lisäksi kotitalouksien ja elinkeinojen vedenkäyttö aiheuttaa vuorokauden sisällä esiintyvää tuntivaihtelua niin, että päivällä jätevesivirtaama on suurempi kuin yöllä.

Virtaaman ja kuormituksen vaihteluun käsittelyprosessissa voidaan vastata pyrkimällä tasaamaan tulovirtaamaa ja -kuormaa ennen prosessia. Tasausaltaalla pyritään pääasiassa vaikuttamaan tuntivaihteluun. Sen avulla voidaan eliminoida hyvin pienen virtaaman jaksot, jotka ovat erityisen hai-

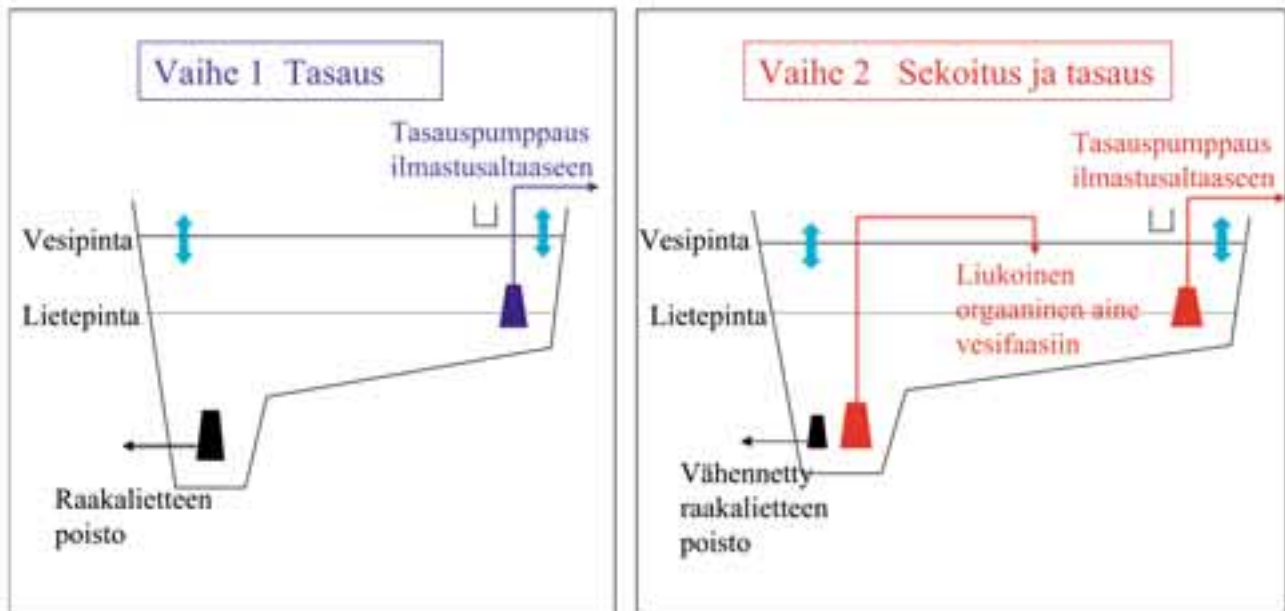
tallisia biologiselle toiminnalle (Pitman, 1991). Tasausaltaassa voidaan myös hydrolyysin avulla kasvattaa liukoisien aineksen osuutta jätevedessä. Uuden altaan rakentaminen on kallista, mutta suurella osalla isoista suomalaisista yhdyskuntajätevesiä käsittelevistä puhdistamoista on esiselkeytysaltaat (Kangas, 2004). TAVARA-projektissa tutkittiin, voidaanko olemassa olevaa esiselkeytystilavuutta hyödyntää tasaukseen.

Tasaustilavuutta neljän tunnin jätevesille

TKK:n Vesihuoltotekniikan laboratorion vuosina 2002–2005 Savonlinnan Pihlajaniemen puhdistamolla toteuttamassa tutkimuksessa esiselkeytysaltaitiin lisättiin tasauspumppu ja samalla jatket-

tiin raakalietteen poistoa. Tasausaltaan kautta johdetun jäteveden ominaisuuksia ja vaikutuksia aktiiviliete-prosessiin ja biologiseen ravinteiden poistoon tutkittiin. Tutkimusta rahoittivat ABS Nopon, Grundfos Oy, Kiteen Vesikunta, Kiuru & Rautiainen Oy, Maa- ja vesitekniiikan tuki ry, Savonlinnan Vesi, Tekes ja VVY.

Pihlajaniemen puhdistamolla on käytössä biologinen ravinteiden poisto. Puhdistamo on kaksilinjainen, ja siellä käsitellään lähes 30000 asukkaan jätevedet. Keskimääräinen tulovirtaama on noin 7000 m³/d. Esiselkeytyksen pinta-ala yhteensä on 580 m² ja tilavuus 1400 m³. Ilmastustilavuutta puhdistamolla on yhteensä 3000 m³ ja jälkiselkeytyksen pinta-alaa 1120 m². Tutkimuksen aikana pintakuorma esiselkeytyksessä oli



Kuva 1. Tasausaltaan toimintaperiaate tutkimusvaiheissa 1 ja 2.

keskimäärin 0,51 m/h, tilakuorma ilmastuksessa 0,4 kg BHK₇/m³/d ja jälkiselkeytyksen pintakuorma 0,25 m/h. Fosforinpoisto tapahtuu osin biologisesti, osin saostamalla. Ferrosulfaattia lisätään ennen jälkiselkeytyksallasta. Jälkiselkeytyksen lisäksi tertiäärikäsittelynä on flotaatio-suodatus, jossa flotaatioilmansyöttö käynnistyy sameusmittauksen perusteella. Kaikki altaat ovat lämmitettyssä ja katetussa tilassa.

Tasausallasjärjestelyt toteutettiin toisella linjalla, joka toimi itsenäisenä aktiivilieteprosessina. Tätä linjaa kutsuttiin koelinjaksi. Tasausaltaaseen (tasaustilavuus 410 m³) voitiin varastoida noin neljän tunnin jätevedet. Tasauspumpun ohjaus perustui pinnanmittaukseen tasausaltaassa. Tasausaltaassa käynnistyi

jäteveden hydrolyysi eli orgaanisen aineen hajoaminen liukoiseen muotoon. Toisella linjalla osa jätevedestä (noin 10–20 % linjan virtaamasta) ohjattiin esiselkeytyksen ohi. Näin tasattiin kuormaa ja lisättiin orgaanisen aineen ja kiintoaineen kuormaa ilmastukseen, mutta jätevesi ei hydrolysoitunut. Ajotapa oli ollut käytössä puhdistamolla jo aikaisempina vuosina. Toista linjaa kutsuttiin vertailulinjaksi.

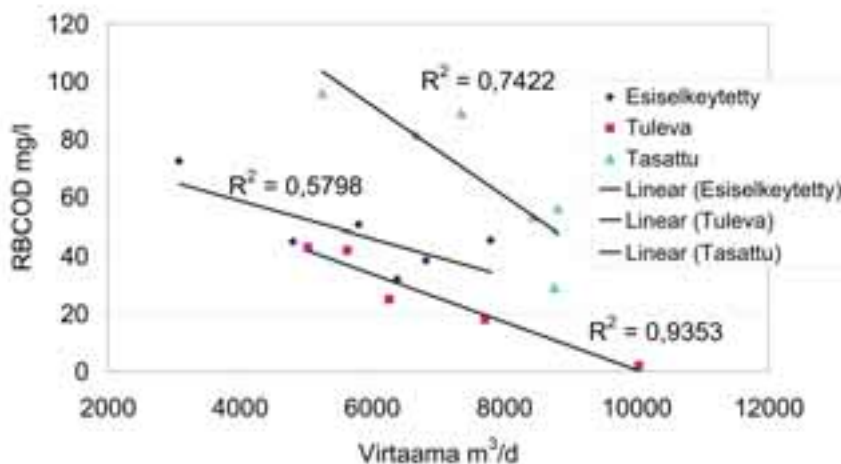
Tutkimuksen toisessa vaiheessa sekoitettiin koelinjalla tasausaltaassa olevaa lietettä pumpaamalla sitä lietepoteroita tasausaltaan puoliväliin. Samalla raakalietteen poistoa vähennettiin. Sekoitusjärjestelyllä pyrittiin vapauttamaan lietepatjassa muodostuneet liukoiset aineet veteen, mutta kuitenkin minimoi-

maan inertin orgaanisen aineen pumpaaminen tasausaltaasta ilmastukseen. Kuvassa 1 on esitetty tasausaltaan toimintaperiaate eri tutkimusvaiheissa.

Tulevan veden vaihtelua saatiin vaimennettua 1,5 vuoden tutkimuksen aikana koelinjalla keskimäärin 38 % huolimatta siitä, että kuuden viimeisen kuukauden aikana tasausallas ei juurikaan toiminut erittäin runsaista sateista johtuen. Paras kuukausi tasausaltaan toiminnan kannalta oli syyskuu 2003, jolloin tulevan veden virtaaman vaihtelua pystyttiin vaimentamaan 92 %. Vertailulinjalla virtaama tasaantui keskimäärin 19 % lähinnä puhdistamon sisäisten kierrätysten ansiosta.

Hydrolyysi tasausaltaassa

Orgaaninen aine hydrolysoitui tasausaltaassa. Taulukosta 1 nähdään, että kylmänä aikana tasatun veden liukoisen orgaanisen aineen pitoisuudet olivat noin 10 % suurempia kuin esiselkeytetyn veden pitoisuudet. Lämpimä-



Kuva 2. Helposti hajoavan orgaanisen aineen (RBCOD) pitoisuudet kasvoivat merkittävästi tasausaltaassa. Myös viipymällä sekä tasausaltaassa että viemäriverkostossa oli selvä vaikutus RBCOD:n määrään.

nä aikana ero oli jopa yli 30 %. Tulok-
sista nähdään myös, ettei sekoitusjärjes-
telyillä tasausaltaassa saatu kasvatet-
tua liukoisen orgaanisen aineen pitoi-
suutta, vaan tavoitteiden vastaisesti itse
asiassa kasvatettiin ilmastukseen pum-
pattavan kiintoaineen määrää. Tutki-
muksessa analysoitiin myös helposti ha-
joavan orgaanisen aineen (RBCOD) pi-
toisuutta jätevedessä. Menetelmänä
käytettiin UCT:n (University of Cape
Town) kehittämää menetelmää, jota
on kehitetty Suomen oloihin sopivaksi
TKK:n Vesihuoltolaboratoriossa. Men-
etelmä perustuu jäteveden ilmastami-
seen ja hapenkulutusnopeuden (OUR)
määrittämiseen. Jäteveeseen ei lisätä
ympyviä, vaan jätevedessä oleva mikro-
bikanta käyttää jäteveden orgaanista ai-
netta. (Wentzel *et al.* 1995) Kuvasta 2
nähdään, että tasausaltaasta lähtevässä
vedessä oli noin kolme kertaa suurem-
pi määrä helposti hajoavaa orgaanista
ainetta kuin tulevassa jätevedessä. Esi-
selkeytetyn jäteveden pitoisuudet oli-
vat tulevan jäteveden tasolla. Nähdään
myös, että virtaama ja toisin sanoen vii-
pymä vaikuttivat RBCOD:n muodos-
tumiseen sekä tasausaltaassa että vie-
märiverkostossa. Myös haihtuvien ras-
vahappojen (VFA) pitoisuus oli tasa-
tussa vedessä selvästi suurempi kuin
tulevassa jätevedessä.

Tasauksen vaikutukset prosessiin

Koelinjalla saavutettiin vertailulinjaa
merkittävästi parempi reduktio ja jälki-
selkeytetyn veden pitoisuudet olivat
pienempiä orgaanisen aineen, typen,
kokonaisfosforin ja kiintoaineen osalta.
Koelinjalle tullut kuorma oli virtaaman
epätasaisen jakautumisen vuoksi suu-
rempi. Taulukossa 2 on esitetty linjoit-
tain jälkiselkeytetyn veden pitoisuudet,
reduktiot ja myös puhdistettu kuorma,
jotta erot tulevassa kuormassa tulisivat

Kuva 3. $\text{NH}_4\text{-N}$ -reduktio koelinjalla ja
vertailulinjalla sekä lieteikä linjoittain
ja jäteveden lämpötila ilmastuksessa.
Lieteikä on laskettu huomioiden
ilmastus- ja jälkiselkeytysaltaiden
lietemääriä. Myös karkaava liete on
huomioitu.

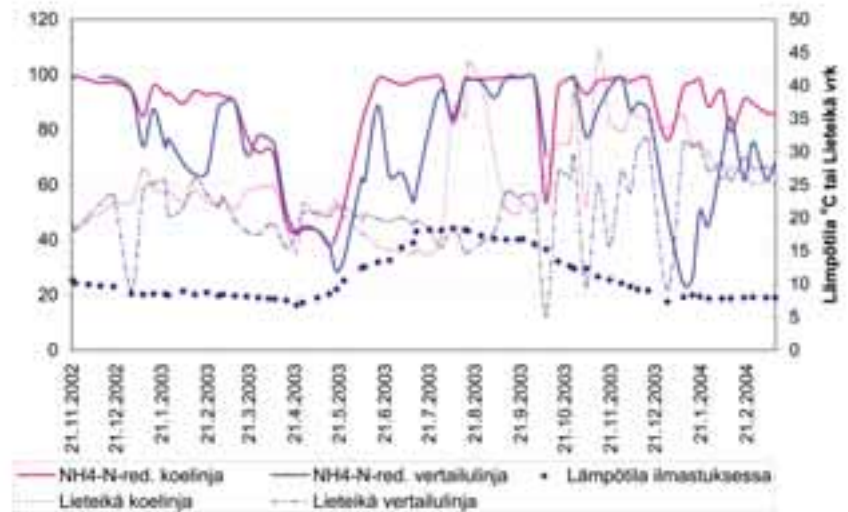
Taulukko 1. Orgaanisen aineen pitoisuudet tulevassa, tasatussa ja
esiselkeytetystä vedessä.

				BOD ₇ (ATU)	BOD ₇ (ATU)	COD _{Cr}	COD _{Cr}
					liukoinen		liukoinen
Koejakso 1		21.11.02– 7.4.03	Pit. ka tuleva	265	84	769	180
			Pit. ka koe	177	98	433	223
			Pit. ka vertailu	186	86	468	205
			%-ero koe/vertailu	-5%	+14%	-8%	+8%
Koejakso 2	kylmä, ei sekoitusta	1.6.03– 26.8.03	ka tuleva	164	26	495	104
			ka koe	106	49	319	137
			ka vertailu	112	37	348	106
			%-ero koe/vertailu	-6%	+33%	-8%	+30%
Koejakso 3	lämmin, ei sekoitusta	26.8.04– 16.10.03	ka tuleva	177	34	547	110
			ka koe	121	53	374	164
			ka vertailu	112	39	336	140
			%-ero koe/vertailu	+8%	+37%	+11%	+18%
Koejakso 4	lämmin sekoitus	1.1.04– 15.3.04	ka tuleva	207	–	579	–
			ka koe	147	61	381	169
			ka vertailu	146	56	395	162
			%-ero koe/vertailu	0%	+8%	-4%	+4%
Koko tutkimus	kylmä, sekoitus	21.11.02– 15.3.04	ka tuleva	200	35	582	115
			ka koe	135	63	360	164
			ka vertailu	133	53	363	147
			%-ero koe/vertailu	0%	+18%	-1%	+12%

huomioitua. Puhdistettu kuorma oli
kaikilta osin suurempi koelinjalla.

Selkein parannus saavutettiin ammo-
niumtypen poistossa, jossa koelinjalla
ennen flotaatiosuodatusta saavutettiin
87 %:n reduktio, kun vertailulinjalla jää-
tiin 75 %:in. Alkuvuodesta 2003 ja syk-
sillä 2003 virtaamapiikit ja huonolaa-
tuinen liete vertailulinjalla johtivat liet-
teen karkaamiseen ja lieteiän pienene-
miseen. Kuvassa 3 näkyy selvästi, kuin-
ka lietteen karkaaminen heikensi am-

moniumtypireduktiota vertailulinjalla.
Tasaisen kuorman vaikutus näkyi nitri-
fikaatioissa siinä, että tulvakauden jäl-
keen koelinjalla ammoniumtyppipitoi-
suuksissa päästiin alle 1 mg/l jo kesä-
kuun puolivälissä, kun vertailulinjalla
hyvän nitrifikaation saavuttamiseen ku-
lui kaksi kuukautta kauemmin. Koko-
naistypenpoistoa rajoitti nitrifikaatio.
Loppukesällä 2003, jolloin molemmat
linjat nitrifioivat lähes täydellisesti, ei
eroja kokonaistypenpoistossa ollut.



Taulukko 2. Puhdistustulokset tutkimuksen ajalta (keskiarvoja). Reduktio ja poistettu kuorma on laskettu jälkiselkeytetyn ja esiselkeytetyn/tasatun veden arvoista.

			Koelinja	Vertailulinja
BOD ₇ (ATU)	Jälkiselkeytetyn veden pitoisuus	mg/l	7,9	10,7
	Reduktio	%	93,6	91,2
	Poistettu kuorma	kg/d	488	395
COD _{Cr}	Jälkiselkeytetyn veden pitoisuus	mg/l	56,0	71,1
	Reduktio	%	84,1	80,2
	Poistettu kuorma	kg/d	1200	942
NH ₄ -N	Jälkiselkeytetyn veden pitoisuus	mg/l	5,1	9,4
	Reduktio	%	87,1	74,5
	Poistettu kuorma	kg/d	145	95
N _{kok}	Jälkiselkeytetyn veden pitoisuus	mg/l	18,4	20,1
	Reduktio	%	59,6	54,4
	Poistettu kuorma	kg/d	109	81
PO ₄ -P	Jälkiselkeytetyn veden pitoisuus	mg/l	0,8	0,3
	Reduktio	%	73,7	93,5
	Poistettu kuorma	kg/d	14,1	12,7
P _{kok}	Jälkiselkeytetyn veden pitoisuus	mg/l	1,6	1,6
	Reduktio	%	77,0	74,6
	Poistettu kuorma	kg/d	14,9	11,3
Kiintoaine	Jälkiselkeytetyn veden pitoisuus	mg/l	14,1	31,7
	Reduktio	%	92,2	86,7
	Poistettu kuorma	kg/d	500	386

Tasausaltaan hydrolyysin seurauksena lisääntynyt helposti hajoava orgaaninen aine tehosti biologista fosforinpoistoa. Kuvassa 4 näkyy, että koelinjalla anaerobilohkossa vapautui noin kaksi kertaa enemmän fosfaattifosforia kuin vertailulinjalla, vaikka kuorma linjoille tänä aikana oli sama. Jälkiselkeytetyn veden fosfaattifosforin puhdistustuloksia

heikensi koelinjalla ilmeisesti se, että ajoittain fosfori pääsi liukenemaan uudelleen jälkiselkeytysaltaassa. Saostuskemikaalin syöttömäärää ei voitu säätää linjoittain. Vertailulinjalta suurempi osa fosfaattifosforista poistui saostamalla, koska kuormitus oli pienempi. Toisaalta vertailulinjalla kokonaisfosforin poistoa heikensi se, että karkaavaan liettee-

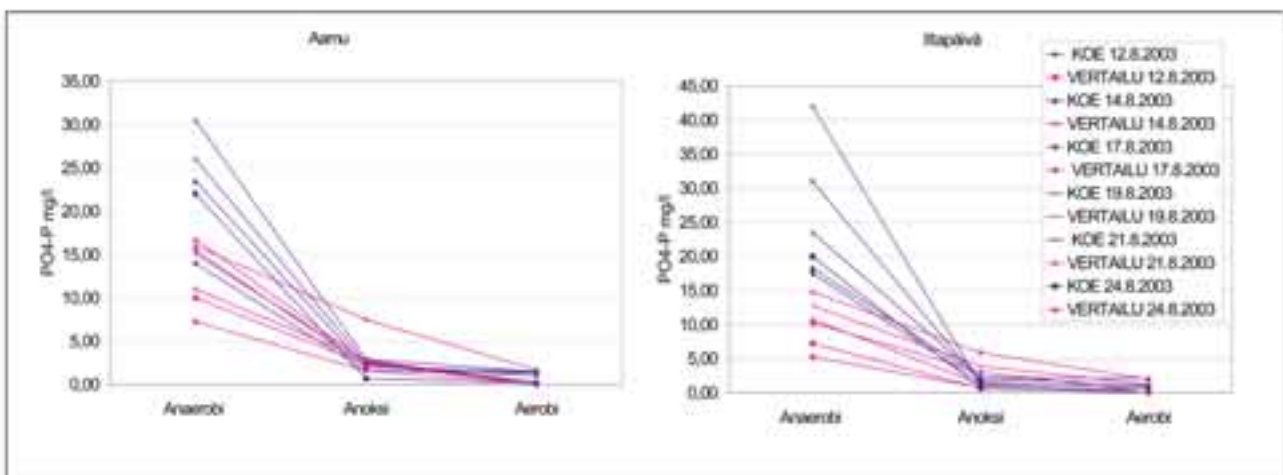
seen oli sitoutunut runsaasti fosforia. Ylijäämälietteen tuotto koelinjalla oli keskimäärin 0,96 kg lietettä/linjalle tuleva BHK₇-kuorma, kun vertailulinjalla lietteentuotto oli 1,28. Koelinjalla syntynyt ylijäämälietteen määrä oli noin 15 % pienempi kuin vertailulinjalla.

Lietteen laskeutuvuutta tutkittiin laimennetun lieteindeksin (DSVI) avulla. DSVI:n arvot olivat merkittävästi pienempiä koelinjalla eli liete oli paremmin laskeutuvaa. Liete oli hyvin laskeutuvaa koelinjalla erityisesti sinä aikana, jolloin tasausallasta sekoitettiin. Hyvä laskeutuvuus näyttäisikin olevan sidoksissa biologiseen prosessiin menevän kiintoaineen määrään. Laskeutuvuus oli hyvää myös silloin, kun biologinen hajoaminen meni mahdollisimman pitkälle.

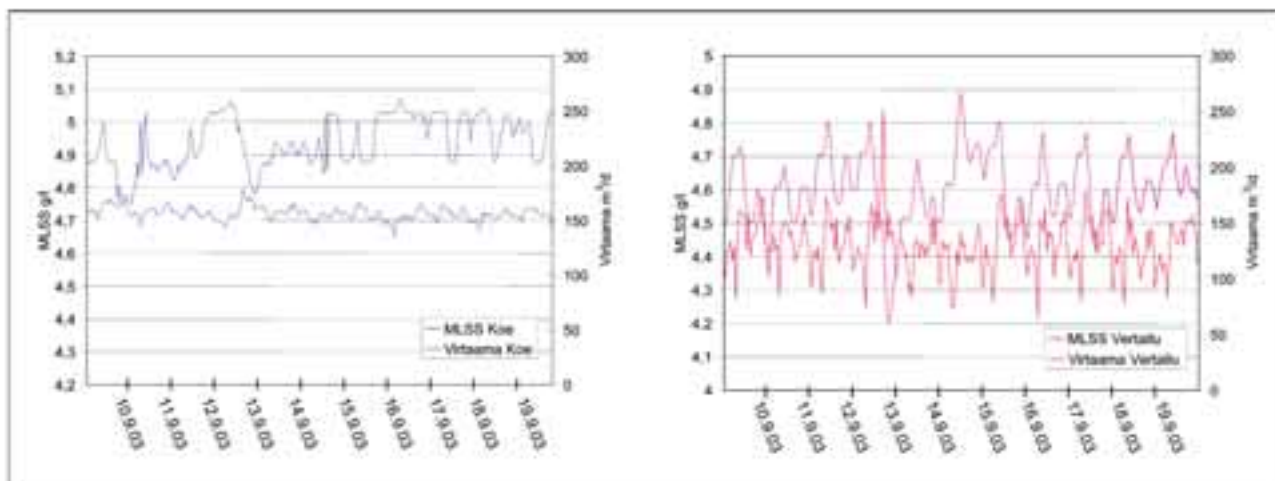
Tasauksen vaikutus näkyi jälkiselkeytyksessä siten, että koelinjan liete-
patjankorkeuden muutokset vuorokauden aikana olivat vähäisempiä kuin vertailulinjalla, jossa aamun ja iltapäivän ero oli 80–100 cm. Korkeimmillaan liete-
patja oli illalla. Myös liete-
pitoisuuden ja virtaaman tuntivaihtelua koelinjalla. Kuvassa 5 on esitetty liete-
pitoisuuden ja virtaaman tuntivaihtelua koelinjalla ja vertailulinjalla.

Johtopäätökset

Virtaaman tasaus onnistui esiselkeytysaltaassa hyvin. Altaan käyttö samanaikaisesti tasaukseen ja raakalietteen poistoon ei aiheuttanut ongelmia. Tasauksikäytössä ollut allas poisti kuor-



Kuva 4. Fosfaatin vapautuminen anaerobilohkossa elokuussa 2003 koelinjalla (sininen) ja vertailulinjalla (pinkki). Linjoille tulevan veden fosfaattifosforipitoisuus oli noin 4 mg PO₄-P/l.



Kuva 5. Lietepitoisuus ilmastusaltaassa sekä virtaama koe- ja vertailulinjalla 9.-19.9.2003.

maa yhtä tehokkaasti kuin tavallinen esiselkeytysallas. Orgaaninen aine muuttui tasausaltaassa liukoiseen muotoon eli paremmin bakteerien käytössä olevaan muotoon. Hydrolyysi käynnistyi talvellakin, kun jäteveden lämpötila ilmastusaltaassa oli 8–10 °C, mutta talviaikana liukoisen orgaanisen aineen lisäys jäi noin 10 %:iin verrattuna esiselkeytyksellä ajettuun linjaan. Kesällä ja syksyllä lisäys oli jopa 30 %. Viipymä tasausaltaassa oli 4–5 tuntia.

Tasausaltaan käyttö vaikutti prosessiin kolmella tavalla: 1) parantamalla prosessin hydraulista hallintaa ja vähentämällä karkaavan lietteen määrää, 2) lisäämällä mikrobien helposti käytettävissä olevan orgaanisen aineen määrää sekä 3) tasaamalla kuormaa ja olosuhteita biologisessa prosessissa. Puhdistustuloksia tarkastellessa ei voida varmuudella sanoa, mikä näistä kolmesta vaikutustavasta näytteli suurinta osaa.

Kiintoaineen ja orgaanisen aineen parempi poisto tasatulla linjalla perustui pääasiassa parempaan selkeytyksen onnistumiseen. Myös kokonaisfosforituloksiin selkeytyksen toiminnalla oli suuri vaikutus, sillä tasaamattoman linjan tulosta heikensi karkaavaan lietteeseen sitoutunut fosfori. Karkaava liete heikensi vertailulinjan tuloksia myös ammoniumtyypen osalta, koska nitrifioiva biomassassa vähentyi.

Liukoisen orgaanisen aineen lisääntyminen tuli esiin biologisen fosforin poiston tehostumisena. Koelinjalla anaerobilohkossa vapautui lämpimänä aikana lähes kaksi kertaa enemmän fos-

faattia kuin vertailulinjalla. Denitrifikaatiossa ei tässä tutkimuksessa löydetty eroja linjojen välillä.

Kuorman ja olosuhteiden tasaisuuden vaikutus tuli esiin nitrifikaation siten, että tasatulla linjalla nitrifikaatio käynnistyi paljon vertailulinjaa nopeammin kevään tulvakauden jälkeen. Lietteen laskeutuvuus oli myös parempi koelinjalla ja ylijäämälietteen tuotto pienempi. Molemmat olivat ilmeisesti lähinnä seurausta siitä, että biologinen prosessi koelinjalla meni loppuun asti.

Suositukset

Esiselkeytysaltaat voidaan muuttaa tasaaviksi altaiksi. Vanhat lieteakaupit ja raakalietepumput voidaan säilyttää, mutta ulkoaltaissa täytyy talviolosuhteet kuitenkin huomioida. Muutostyön investointikustannukset ovat hyvin alhaiset, parhaassa tapauksessa pelkkä pumppu riittää. Pumpppauskustannukset ovat myös pienet. Savonlinnassa ne jäivät alle 0,5 %:in koko laitoksen energiakustannuksista.

Tasausohjaus voidaan tehdä pelkästään pinnanmittaukseen perustuvalla ohjausjärjestelmällä. Kun tasauspumppu on valittu oikein, voidaan kuivan ajan virtaama tasata hyvin. Ohjaus toimii automaattisesti, ja se voidaan toteuttaa muusta automaatiosta erillisenä järjestelmänä.

Prosessiolosuhteet ja kuorma, jonka biologinen prosessi pystyy käsittelemään, vaihtelevat eri vuodenaikoina. Raakalietteen poistomahdollisuus ta-

sausaltaasta tekee altaasta monikäyttöisen, ja allasta voidaan ohjata niin, että talvella ja keväällä poistetaan suurempi osa kuormasta raakalietteenä ja kesällä ja syksyllä pyritään syöttämään mahdollisimman suuri osa prosessiin riittävän hiilikuorman varmistamiseksi. Samalla huolehditaan siitä, että lietettä ei pääse kertymään altaaseen.

Tasaustilavuudella tulisi voida tasata biologisen prosessin kapasiteettia vastaava vuorokausivirtaama. Yleensä tasausaltaan kooksi riittää noin 4–6 tunnin keskivuorokausivirtaamaa vastaava tilavuus. Tämä tilavuus riittää myös hydrolyysin käynnistymiseen. Talvella ja keväällä tasausaltaassa voidaan maksimoida liukoisen aineen tuotto rajoittamalla tasausaltaaseen johdettavaa virtaamaa, kesällä ja syksyllä voidaan taas kasvattaa tasauskapasiteettia ohittamalla tasausallasta osittain ja tinkimällä hydrolyysistä. Suurimmat virtaamat tulisi ohjata sekä tasausaltaan että aktiivilieteprosessin ohi ja käsitellä erikseen.

Kirjallisuus:

Kangas, Ari. 2004. Jätevedenpuhdistamojen toiminta ja toteutukset. Vesi- ja viemärlaitosyhdistyksen monistesarja Nro 15. 161.

Pitman A. R. 1991. Design considerations for nutrient removal plants; Wat. Sci. Tech. 23 (4/6): 781–790.

Wentzel M.C., Mbewe A. & Ekama G.A. 1995. Batch test measurement of readily biodegradable COD and active organism concentrations in municipal waste waters, Water SA 21(2).

Hanki kerralla kunnollista.



Olemme mukana
Yhdyskuntatekniikkamessuilla,
tervetuloa osastollemme 12.



Yhdenkin heikkolaatuisen komponentin vaihto uuteen syö miestä ja katetta. Kun toteutat moottorilähdön ABB:n laatukomponenteilla vältyt turhalta ravaamiselta ja ylimääräiseltä työltä. Aikaa säästyy projektin kaikissa vaiheissa: suunnittelussa, komponenttien hankinnassa, asennuksessa – ja ehkä kaikkein eniten, kun vältät turhat korjaustyöt ja -käynnit. Hankimalla kaikki laatukomponentit kerralla, paikalliselta ABB tukkurilta tai jälleenmyyjältä säästät aikaa ja rahaa. **Lue lisää aiheesta ABB:n energiansäästön teemasivuilta: www.abb.fi**

Korkeapaine-flotaatio ja peretikkahappodesinfiointi jäteveden käsittelyssä



Jari Koivunen

FM, tutkija
Kuopion yliopisto,
ympäristötieteiden laitos
E-mail: jari.koivunen@uku.fi

Kirjoittaja työskentelee tutkijana ja väitöskirjatyöntekijänä Kuopion yliopistossa ympäristötieteiden laitoksella, tutkimusalueena jätevesien jälkikäsittely ja desinfiointi.

Helvi Heinonen-Tanski

dosentti
Kuopion yliopisto,
ympäristötieteiden laitos
E-mail: helvi.heinonentanski@uku.fi

Kuopion yliopistossa tutkittiin jäteveden jälkikäsittelyä sekä ohijuoksu- ja jätevesien käsittelyä korkeapaine-flotaatiolla ja peretikkahappodesinfiointilla. Tavoitteena oli selvittää prosessien soveltuvuutta erilaisten jätevesien käsittelymenetelmiksi, tehostamaan fosforin ja orgaanisen aineksen poistoa sekä vähentämään suolistomikrobien kuormitusta ympäristöön. Prosessien investointi- ja käyttökustannuksia erikokoisille jätevedenpuhdistamoille arvioitiin, sekä verrattiin niitä vaihtoehtoisten puhdistusmenetelmien, hiekkapikasuodatuksen ja UV-desinfiointin kustannuksiin.

Jätevesien puhdistusvaatimukset fosforin poiston suhteen ovat tiukkenemassa, mikä tulee vaatimaan jätevedenpuhdistamoilla puhdistustulosten parantamista. Tiukentuviin lupaehtoihin ei aina pystytä vastaamaan olemassa olevia prosesseja tehostamalla, vaan parempien puhdistustulosten saavuttamiseksi tarvitaan tertiäärisiä puhdistusprosesseja, eli jäteveden jälkikäsittelyä.

Ravinteiden poiston lisäksi myös jätevesien hygieeninen laatu on saanut osakseen kasvavaa huomiota. Jäteveden biologis-kemialliset puhdistusprosessit, kuten rinnakkaisaostus, poistavat yleensä 90–99,9% mikrobeista, mut-

ta puhdistettukin jätevesi sisältää runsaasti käsittelyprosessit läpäisseitä bakteereja, viruksia ja parasiitteja. Mikrobin tehokkaampi poistaminen jätevedestä voidaan saavuttaa tertiäärisellä puhdistusvaiheella ja/tai desinfiointilla. Tulvatilanteissa ohijuoksu- ja jätevesien seurauksena mikrobin, fosforin ja orgaanisen aineksen kuormitus ympäristöön on huomattavasti normaalia suurempaa, minkä seurauksena luonnonvesien laatu voi heikentyä.

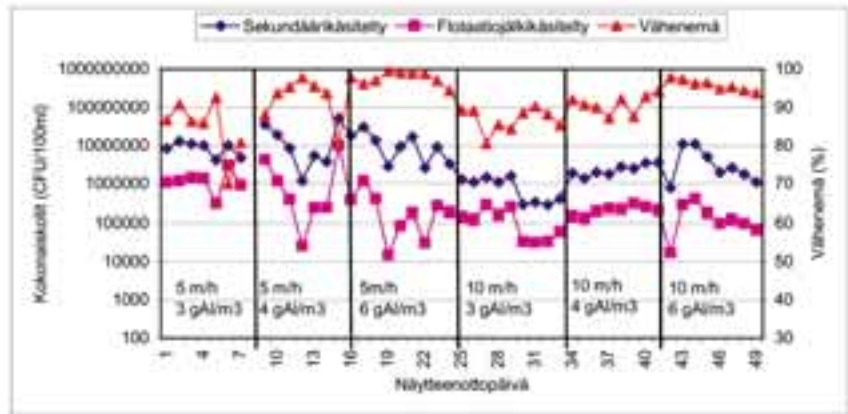
Melko harvoilla suomalaisilla jätevedenpuhdistamoilla on tertiäärisiä puhdistusprosesseja. Jätevesien jälkikäsittely maailmalla on usein toteutettu hiekkapikasuodatuksella, joka kontak-

tisuodatuksena poistaa jätevedestä tehokkaasti kiintoainesta ja ravinteita sekä mikrobeja. Myös korkeapaineflotaatio soveltuu jätevesien jälkikäsitteilyyn, ja sitä onkin sovellettu joillakin suomalaisilla jätevedenpuhdistamoilla. Flotaatio on hiekkasuodatusta kompaktimpi prosessi ja kestää paremmin kuormituksen muutoksia. Se on myös kustannuksiltaan hiekkapikasuodatusta edullisempi prosessi.

Suomalaisilla jätevedenpuhdistamoilla jätevesien desinfiointia ei yleensä tehdä, mutta maailmalla jätevesien desinfiointi on usein normaali käytäntö. Yleisin jätevesien desinfiointimenetelmä on klooraus. Siitä on kuitenkin monin paikoin pyritty luopumaan ja korvaamaan se vaihtoehtoisilla menetelmillä, lähinnä kloorauksen haitallisten ympäristövaikutusten (kemikaalijäämät, sivutuotteet) vuoksi. UV-desinfiointi onkin kasvattanut osuuttaan jätevesien desinfiointimenetelmänä. Sen etuina on pidetty hyvää desinfiointitehoa sekä sitä, että menetelmä ei tuota haitallisia kemikaalijäämiä tai desinfiointin sivutuotteita. Kemiallisista desinfiointimenetelmistä on viime vuosina tutkittu, ja joillakin jätevedenpuhdistamoilla jo käytettykin peretikkahappoa. Se on orgaaninen peroksidi, joka on voimakas hapetin ja tuhoaa tehokkaasti monia mikrobeja, mutta ei tutkimusten mukaan tuota merkittävästi haitallisia kemikaalijäämiä tai desinfiointin sivutuotteita. Peretikkahappoa on käytetty myös mm. valkaisu-kemikaalina, teollisuuden prosessivesien desinfiointiin sekä rihmantorjuntaan jätevedenpuhdistamoilla.

Menetelmiä testattiin pilot-mittakaavassa

Korkeapaineflotaation soveltuvuutta jäteveden jälkikäsitteilymenetelmäksi tutkittiin pilot-mittakaavassa Kuopion Lehtoniemen jätevedenpuhdistamolla. Tavoitteena oli tuottaa mikrobiologiselta ja fysikaalis-kemialliselta laadultaan korkealaatuista jätevettä, joka täyttäisi tiukatkin laatuvaatimukset (kokonaisfosfori <0,3 mg/l, suolistomikrobien pitoisuudet alle uimaveden suositusarvojen: kokonaiskolit 500 CFU/100 ml, enterokokit 100 CFU/



Kuva 1. Kokonaiskoliformisten bakteerien pitoisuudet ennen käsittelyä ja sen jälkeen sekä vähenemä flotaatiojälkikäsitelyssä. Koagulanttiannos 3–6 gAl³⁺/m³ (40–85 g/m³ Kemwater PAX-XL60), hydraulinen pintakuorma 5 ja 10 m/h.

100 ml). Tutkimuksessa selvitettiin mm. koagulanttikemikaalien annostuksen, koagulaatio-flokku-laatio-prosessin parametrien (viipymäaika, flokkaustapa) ja flotaatioprosessin parametrien (dispersiovesimäärä, hydraulinen pintakuorma) vaikutusta puhdistustuloksiin. Pilot-kokeiden lisäksi tutkimuksessa selvitettiin vertailun vuoksi täyden mittakaavan tertiäärin flotaatioprosessin toimivuutta Heinäveden ja Pieksämäen jätevedenpuhdistamoilla.

Pilot-mittakaavassa tutkittiin myös flotaatioprosessin toimivuutta mekaanisesti esikäsitellyn jäteveden puhdistuksessa. Tällä simuloitiin tilannetta, jossa kuormitushuipun vuoksi kaikkea jätevettä ei voida käsitellä jätevedenpuhdistamoilla biologisesti, vaan osa on ohjattava biologisen prosessin ohi. Normaalisti ohitusvirtaama johdettaisiin heikosti puhdistettuna vesistöön, mutta tässä tutkimuksessa jätevettä käsiteltiin flotaatioprosessissa.

Jäteveden desinfiointi peretikkahapolla tehtiin pilot-mittakaavassa sekä sekundäärisesti puhdistetulle että flotaatiojälkikäsitteilylle jätevedelle. Tutkimuksessa selvitettiin eri prosessiparametrien, kuten peretikkahappoannoksen ja desinfiointin kontaktiajan vaikutusta mikrobiväheneisiin. Peretikkahappoa testattiin myös esikäsitellyn jäteveden desinfiointissa, tarkoituksena saada tietoa peretikkahapon soveltuvuudesta jätevedenpuhdistamoiden kuormitushuippujen aikaisten ohitus-jätevesien desinfiointiin.

Flotaatio kesti hyvin kuormituksen vaihtelun

Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon biologis-kemiallinen puhdistusprosessi toimi tutkimusajanjaksolla nykyisten lupaehtojensa rajoissa. Puhdistetun jäteveden laadussa esiintyi kuitenkin ajoittain huomattavaa vaihtelua. Pilot-kokeissa flotaatiojälkikäsitely tasasi tehokkaasti puhdistetun jäteveden laatua, ja puhdistustulokset pysyivät hyvinä myös silloin, kun sekundäärisen puhdistusprosessin toimivuus heikkeni. Flotaatioprosessissa käytettiin koagulanttiannoksena yleensä 3–6 g Al³⁺/m³ (40–85 g/m³ Kemwater PAX-XL60) ja prosessin hydraulinen pintakuorma oli 5 ja 10 m/h.

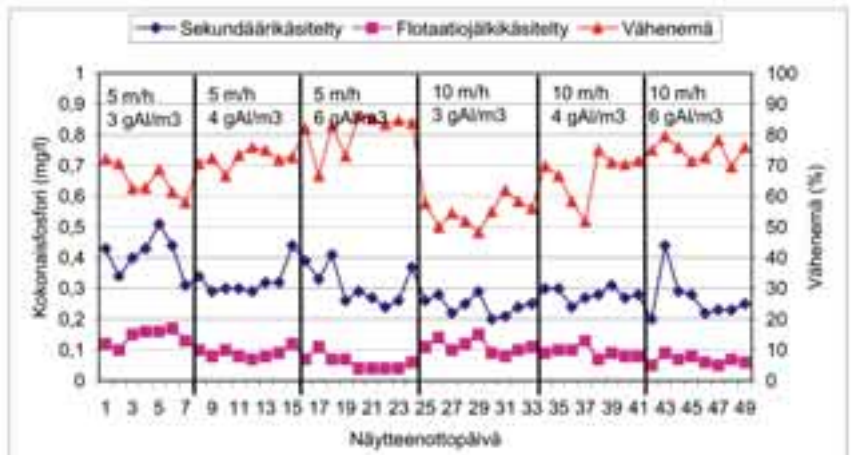
Flotaatioprosessissa saavutetut puhdistustulokset paranivat koagulanttiannoksen kasvaessa. Suolistomikrobien (kokonaiskoliformiset bakteerit, enterokokit, kolifaagivirukset) vähenemät olivat välillä 80–99% (kuva 1). Vaikka mikrobivähennemät olivatkin varsin hyviä, puhdistettuun jäteveeseen jäi yleensä uimaveden suositusarvot ylittäviä määriä suolistomikrobeja. Kokonaisfosforin vähenemät flotaatioprosessissa olivat 50–85% ja jäännöspitoisuudet tasolla 0,05–0,15 mgP_{kok}/l, kun sekundäärisesti puhdistetun jäteveden pitoisuudet olivat yleensä 0,30–0,50 mgP_{kok}/l (kuva 2). Myös silloin, kun sekundäärikäsitellyn jäteveden pitoisuudet kohosivat jopa tasolle 1 mgP_{kok}/l, flotaatiojälkikäsitellyn jäteveden pitoi-

suudet olivat alle 0,2 mg/l. Jäteveden kemiallisen hapenkulutuksen (CODCr) vähenemät vaihtelivat yleensä välillä 10–50%.

Tulokset osoittivat, että flotaatioprosessi kestää hyvin kuormituksen muutoksia, sillä hydraulisen pintakuorman lisäys 5 m/h:sta 10 m/h:iin ei juuri heikentänyt puhdistustuloksia. Lisääntynyt jäteveden virtaus lyhensi myös kemiallisen saostuksen flokkausaika kahdeksasta minuutista neljään minuuttiin, mikä osoittaa että flotaatioprosessin yhteydessä voidaan käyttää hyvin lyhyitä flokkausaikoja prosessin tehokkuuden kärsimättä. Suurella kuormitettavuudella voidaan saavuttaa säästöjä, kun prosessi voidaan mitoittaa suuremmille pintakuormille. Flokkaustavan muutoksen vaikutus flotaatiolla saavutettuihin puhdistustuloksiin oli vähäinen, kun flokkauksen G-arvot olivat välillä 10–55 1/s (G-arvo, eli keskimääräinen nopeusgradientti, on flokkauksen sekoitustehokkuuden mitta, johon vaikuttavat hämmentimien lapojen muoto, pinta-ala ja pyörimisnopeus sekä hämmennysaltaan tilavuus ja lämpötilan mukaan vaihteleva veden viskositeetti). Optimaalisen dispersioveden määrän arvioitiin olevan tasolla 15–20% tulevan jäteveden virtaamasta. Pienemmällä dispersiovesimäärällä prosessista alkoi karata hieman enemmän kiintoainetta, kun taas suuremmat määrät eivät merkittävästi parantaneet puhdistustuloksia. Tarpeettoman suuret dispersiovesivirtaamat lisäisivät prosessista aiheutuvia pumppauskustannuksia.

Tutkimuksen aikana seurattiin myös kahden täyden mittakaavan tertiäärisen flotaatioprosessin toimivuutta Heinäveden ja Pieksämäen jätevedenpuhdistamoilla. Näiden prosessien saavuttamat puhdistustulokset olivat varsin samanlaisia pilot-kokeissa saavutettuihin tuloksiin verrattuna. Suolistomikrobien vähenemät olivat yleensä 90–99% ja CODCr vähenemät 36–47%. Kokonaisfosforin vähenemät olivat yleensä 63–95% ja jäännöspitoisuudet flotaatiokäsittelyssä jätevedessä 0,09–0,14 mgP_{kok}/l.

Tulokset osoittavat, että flotaatiojälkikäsittelyllä voidaan saavuttaa huomattava jäteveden laadun paraneminen. Puhdistetun jäteveden kokonais-



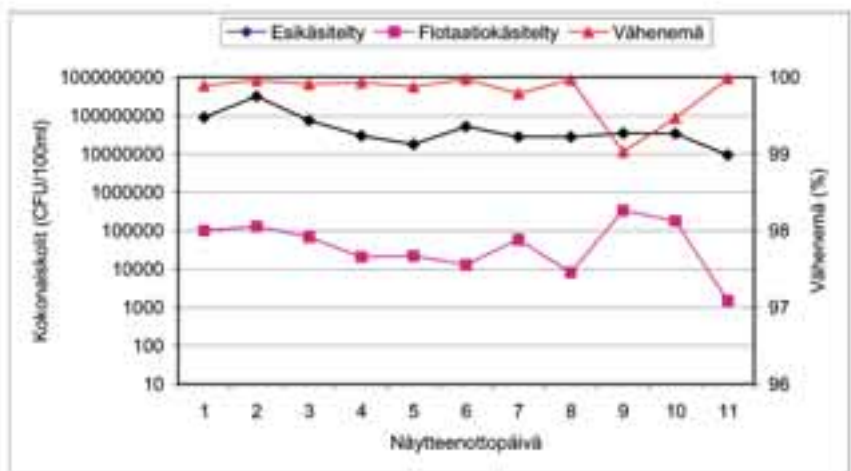
Kuva 2. Kokonaisfosforipitoisuudet ennen käsittelyä ja sen jälkeen sekä vähennelmä flotaatiojälkikäsittelyssä. Koagulanttiansios 3–6 gAl³⁺/m³ (40–85 g/m³ Kemwater PAX-XL60), hydraulinen pintakuorma 5 ja 10 m/h.

fosforipitoisuudessa voidaan helposti päästä alle 0,3 mgP_{kok}/l pitoisuuksiin, eli prosessilla voitaisiin vastata tulevaisuudessa jätevedenpuhdistamoille asetettaviin tiukempiin lupaehtoihin fosforin suhteen. Mikrobipitoisuuksia flotaatioprosessilla voidaan vähentää yleensä noin 90–99%, millä olisi jo merkitystä luonnonvesien hygieenisen laadun kannalta, erityisesti pienten järvi- ja jokivesistöjen kohdalla. Myös orgaanisen aineksen jäämiä saadaan pienennettyä. Flotaatioprosessissa saavutetut puhdistustulokset olivat hyvin lähellä aiemmissa tutkimuksissamme

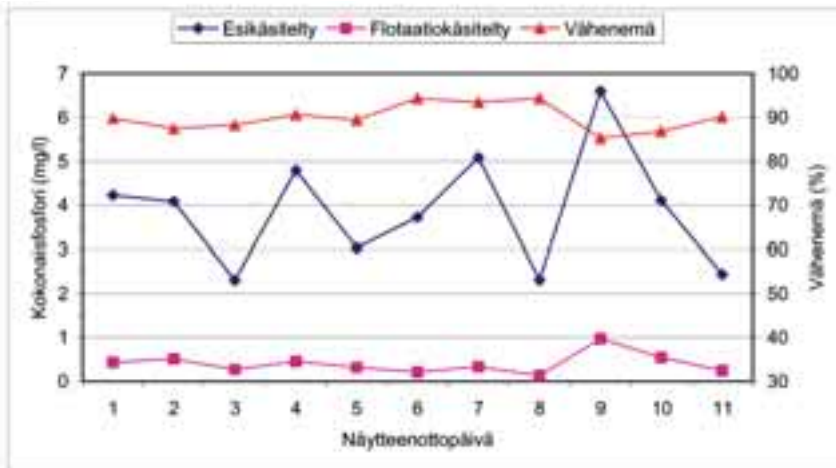
hiekkapikasuodatuksella saavutettuja tuloksia. Korkeapaineflotaatio kuitenkin yleensä kestää hiekkapikasuodatusta paremmin kuormituksen vaihteita.

Flotaatio soveltuu myös ohjuoksutusvesille

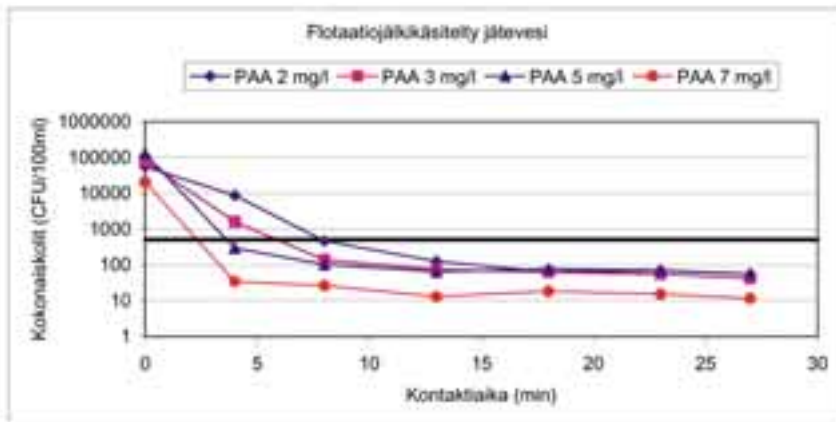
Flotaatioprosessia tutkittiin myös esikäsittelyn (välppäys, ilmastettu hiekanerotus, esisaostus, esiselkeytys) jäteveden puhdistusmenetelmänä. Tällä pyrittiin simuloimaan tilannetta, jossa suurten jätevesivirtaamien aikana esi-



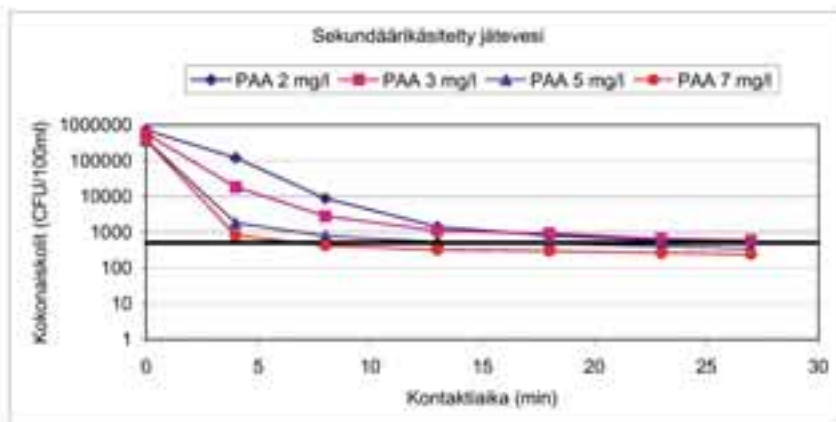
Kuva 3. Kokonaiskoliformisten bakteerien pitoisuudet ennen käsittelyä ja sen jälkeen sekä vähennelmä esikäsittelyn jäteveden flotaatiokäsittelyssä. Koagulanttiansios 12 gAl³⁺/m³ (166 g/m³ Kemwater PAX-14), hydraulinen pintakuorma 5 m/h.



Kuva 4. Kokonaisfosforipitoisuudet ennen käsittelyä ja sen jälkeen sekä vähenemä esikäsitellyn jäteveden flotaatiokäsittelyssä. Koagulanttiannos $12 \text{ gAl}^{3+}/\text{m}^3$ ($166 \text{ g}/\text{m}^3$ Kemwater PAX-14), hydraulinen pintakuorma $5 \text{ m}/\text{h}$.



Kuva 5. Kokonaiskoliformisten bakteerien pitoisuudet flotaatiojälkikäsitellyn jäteveden peretikkahappodesinfioinnin jälkeen kontaktiajan funktiona. Peretikkahapon (PAA) annokset 2–7 mg/l.



Kuva 6. Kokonaiskoliformisten bakteerien pitoisuudet sekundäärikäsitellyn jäteveden peretikkahappodesinfioinnin jälkeen kontaktiajan funktiona. Peretikkahapon (PAA) annokset 2–7 mg/l.

käsiteltä jätevettä puhdistettaisiin kemiallisella saostuksella ja flotaatiolla sen sijaan, että heikosti käsiteltä jätevettä johdetaan vesistöihin. Prosessissa käytettiin koagulanttiannosta $12 \text{ gAl}^{3+}/\text{m}^3$ ($166 \text{ g}/\text{m}^3$ Kemwater PAX-14) ja hydraulista pintakuormaa $5 \text{ m}/\text{h}$.

Flotaatioprosessissa suolistomikrobien vähenemät olivat yleensä 98,0–99,8% (kuva 3). Kokonaisfosforin vähenemä oli keskimäärin 90% ja jäännöspitoisuus flotaatiokäsitellyssä jätevedessä $0,40 \text{ mgP}_{\text{kok}}/\text{l}$ (kuva 4). Jäteveden COD_{Cr} vähenemät olivat 36–60% ja kiintoaineen vähenemät 65–95%. Flotaatioprosessilla saavutettiin siis jäteveden laadun huomattava paraneminen esikäsitellyn jälkeen. Prosessilla voitiin saavuttaa parhaimmillaan jopa samanlaisia puhdistustehoja kuin rinnakkaissaostusprosessissa. Ohijuoksuusjätevesien tehokkaampi käsittely parantaisi osaltaan mahdollisuuksia saavuttaa tiukentuvia lupaehtoja fosforin suhteen. Käsittely vähentäisi myös vesistöjen hygieniahaittoja sekä kuormituksen vaikutuksia vesistöjen happitilanteeseen tulvatilanteissa. Flotaatioprosessilla voitaisiin tarvittaessa myös keventää biologiseen prosessiin menevää kuormitusta.

Peretikkahappo desinfioi tehokkaasti

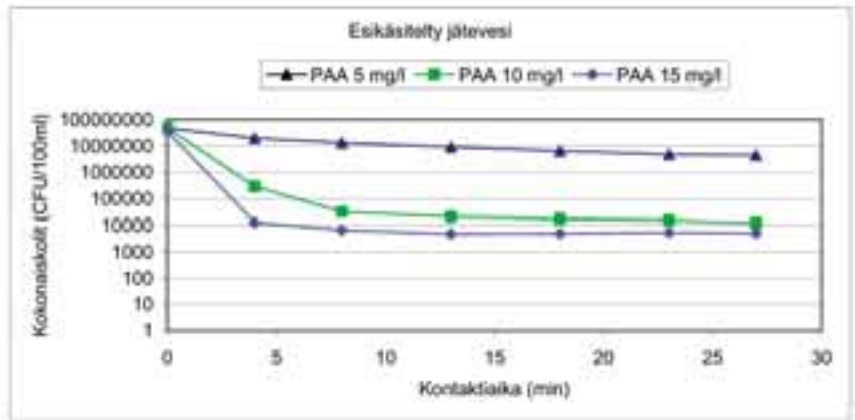
Desinfiointikokeita peretikkahapolla tehtiin sekä esi-, sekundääri- että tertiäärikäsitellyille jätevesille. Tarkoituksena oli tuottaa jätevettä, joka täyttäisi uimavesille asetetut laatusuositukset.

Sekundäärisesti ja tertiäärisesti puhdistettujen jätevesien peretikkahappodesinfioinnissa saavutettiin 99–99,99% kokonaiskoliformisten bakteerien ja enterokokkien vähenemiä peretikkahapon (Kemirox Peretikkahappo 10–20%) annoksella 2–7 mg/l (puhdas peretikkahappo) ja 27 minuutin kontaktiajalla (kuva 5 ja 6). Kolifaagivirukset odotetusti osoittautuivat bakteereja kestävämmiksi desinfiointia vastaan ja niiden reduktiot olivat hieman alle 90%. Molempien jätevesien desinfioinnissa suolistobakteerien jäännöspitoisuudet yleensä alittivat uimavesien suositusarvot, jopa annostuksella 2 mg/l peretikkahappo.

Esikäsitellyn jäteveden desinfiointin la selvitettiin peretikkahapon soveltuvuutta ohijuokutusjätevesien hygienisointiin. Prosessissa saavutettiin 99,9–99,99% vähenemiä kokonaiskoliformisten bakteerien ja enterokokkien määrissä, kun annostuksena käytettiin 10–15 mg/l peretikkahappoa ja kontaktiaikana 27 minuuttia (kuva 7). Kolifaagivirukset olivat näissäkin kokeissa bakteereja kestävämpiä ja niiden vähenemät hieman alle 90%. Käsitelyillä ei saavutettu uimaveden suositusarvot täyttävää jätevettä, mutta voitiin saavuttaa uimavesien raja-arvot alittavia kokonaiskoliformisten bakteerien pitoisuuksia (<10000 CFU/100ml).

Esikäsitellyn jäteveden desinfiointissa tarvittiin huomattavasti korkeampia peretikkahappoannoksia kuin sekundääri- ja tertiäärikäsiteltyjen jätevesien desinfiointissa. Tämä johtuu lähinnä suurista eroista jäteveden laadussa, kuten mikrobimäärissä ja jäteveden fysikaalis-kemiallisissa ominaisuuksissa. Korkeammat orgaanisen aineksen ja kiintoaineen pitoisuudet primäärikäsitelyissä jätevesissä aiheuttivat lisääntyneitä desinfiointikemikaalin kulutusta ja suojasivat mikrobeja. Kaikissa jätevesissä peretikkahappodesinfiointin optimaalinen kontaktiaika oli noin 10–15 minuuttia, joskin kontaktiajan nostaminen noin 27 minuuttiin toisinaan hieman paransi desinfiointitehoa.

Peretikkahappodesinfiointilla voidaan huomattavasti parantaa jätevesien mikrobiologista laatua ennen niiden johtamista vastaanottavaan vesistöön. Todennäköisesti tulokset ovat hyvin samankaltaisia, jopa parempia, kuin olisi saavutettavissa kloorilla, joka on hyvin reaktiivinen jäteveden orgaanista aineesta vastaan. Klooraus, toisin kuin peretikkahappodesinfiointi, muodostaa myös huomattavasti haitallisia desinfiointin sivutuotteita. Peretikkahappo ja UV-desinfiointin tehokkuudet tertiäärisesti käsiteltyjen jätevesien desinfiointissa ovat varsin samankaltaisia, joskin UV-säteilytys yleensä tuhoaa hieman tehokkaammin kestävämpiä viruksia ja parasitteja. UV-desinfiointin teho todennäköisesti heikkenisi selvästi sekundäärisesti käsitellyissä jätevesissä, sillä ne sisältävät enemmän mik-



Kuva 7. Kokonaiskoliformisten bakteerien pitoisuudet esikäsitellyn jäteveden peretikkahappodesinfiointin jälkeen kontaktiajan funktiona. Peretikkahapon (PAA) annokset 5–15 mg/l.

robeja suojaavaa ja UV-säteilyn läpäisevyyttä heikentävää kiintoainetta ja orgaanista ainesta. Samasta syystä UV-käsitely ei tule kysymykseen myöskään ohijuokutusjätevesien desinfiointissa. UV-desinfiointi vaatii aina eteensä jonkin tertiäärisen puhdistusprosessin takaamaan desinfioitavan jäteveden hyvän fysikaalis-kemiallisen laadun, jotta desinfiointi olisi tehokasta ja lampujen puhdistusväli olisi riittävän pitkä.

Prosessien kustannukset

Flotaation ja peretikkahappodesinfiointin kustannukset ovat samalla tasolla hiekkapikasuodatuksen ja UV-desinfiointin kustannusten kanssa. Kokonaisuutena flotaatioprosessi on hieman edullisempi kuin hiekkapikasuodatus, kun verrataan molempien menetelmien kustannuksia (investointi- ja käyttökustannukset) käsiteltyä jäteve-

Määritelmät:

Korkeapaineflotaatio: Vedenkäsittelyprosessi, jossa käsiteltävään veteen lisätään korkeassa paineessa ilmalla kyllästettyä vettä (dispersioivettä). Flotaatioaltaassa dispersioveden paineen laskiessa vapautuu pieniä ilmapuolia, jotka tarttuvat käsiteltävässä vedessä olevaan kiintoaineeseen ja nostavat sen veden pinnalle. Hydraulinen pintakuorma tyypillisesti yli 5 m/h (>5 m³/m²/h).

Hiekkapikasuodatus: Vedenkäsittelyprosessi, jossa vettä suodatetaan hiekkasuodattimen läpi tyypillisesti hydraulisella pintakuormalla 5–10 m/h (5–10 m³/m²/h). Kontaktisuodatuksessa puhdistusta tehostetaan koagulanttikemikaalin lisäyksellä.

Hiekkahidassuodatus: Vedenkäsittelyprosessi, jossa vettä suodatetaan hiekkasuodattimen läpi tyypillisesti alle 0,3 m/h (<0,3 m³/m²/h) hydraulisella pintakuormalla, jolloin suodattimen pinnalle kehittyy puhdistusta tehostava biologisesti aktiivinen kerros.

Peretikkahappodesinfiointi: Infektiivisten mikrobin tuhoaminen vedestä kemiallisen peretikkahappokäsittelyn avulla.

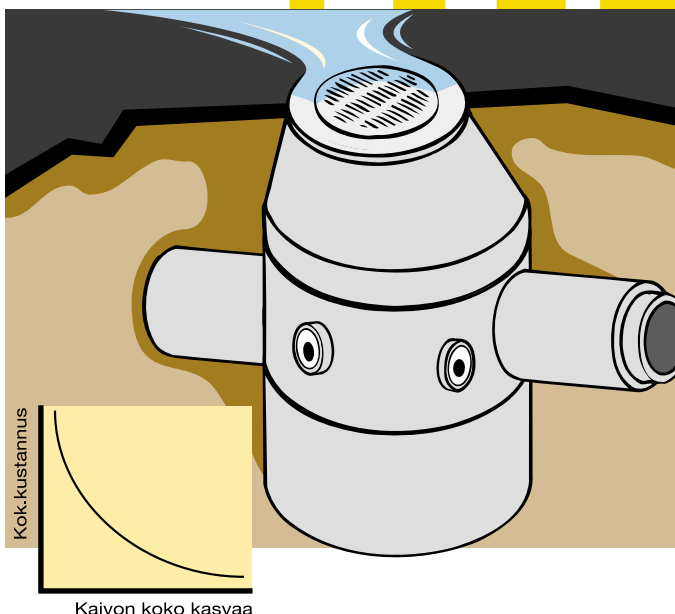
UV-desinfiointi: Infektiivisten mikrobin tuhoaminen vedestä fysikaalisesti ultravioletisäteilytyksen avulla.

Hyvää päivää!

Olen perinteinen betoninen sadevesikaivo. Minulla on laaja syli, jota rannatkaan sateet eivät hätkäytä. Suuni on laaja ja kansistoni läpäisee vettä nopeammin ja enemmän. Olen tanakkaa tekoa, mikä on eduksi myös asennuksen aikana, ja nosteensietokyky on hervahtamaton.

Tulen Abetonin tehtaalta, missä kylkeni reijitetään Sinun tilauksesi mukaan. Eri tyyppiset putket liittyvät minuun saumattomasti.

Kärsin joskus yksinäisyydestä, kun meitä perinteisiä, tilavampia betonikaivoja tarvitsee asentaa niin harvaan. No - mielialaa nostaa se, kun voi hoitaa hommansa luotettavasti!



Myynti:

- Hamina
- Kurikka
- Lahti
- Lappeenranta
- Lohja

Puhelin:

020 4474 340
020 4474 350
020 4474 360
020 4474 370
020 4474 201

- Oulu
 - Tampere
 - Tornio
 - Turku
 - Tuusula
- 020 4474 390
020 4474 410
020 4474 420
020 4474 430
020 4474 300

ABETONI

www.abetoni.fi

sikuutiota kohti: Kokoluokassa $Q=1000 \text{ m}^3/\text{h}$ flotaatioprosessin kustannuksiksi arvioitiin $2,5 \text{ snt}/\text{m}^3$ ja hiekkapikasuodatuksen kustannuksiksi $3,2 \text{ snt}/\text{m}^3$. Kokoluokassa $Q=100 \text{ m}^3/\text{h}$ flotaation kustannukset olisivat $4,3 \text{ snt}/\text{m}^3$ ja hiekkapikasuodatuksen kustannukset $6,6 \text{ snt}/\text{m}^3$. Flotaatioprosessin investointikustannukset ovat huomattavasti pienemmät, mutta vastaavasti käyttökustannukset ovat hieman korkeammat kuin hiekkapikasuodatuksella, johtuen lähinnä flotaatioprosessin suuremmasta kemikaalikulutuksesta.

Peretikkahappodesinfioinnin kustannukset jatkuvatoimisessa käytössä (annostuksella $2 \text{ mg}/\text{l}$ peretikkahappoa) ovat noin $2,1 \text{ snt}/\text{m}^3$, mikä on hieman korkeampi kuin vastaava UV-desinfioinnin kustannus $1,5 \text{ snt}/\text{m}^3$. Peretikkahappodesinfioinnin kustannuksia voitaisiin kuitenkin huomattavasti pienentää, mikäli desinfioinnin ei tarvitsisi olla jatkuvaa ympäri vuoden, sil-

lä vuotuiset kustannukset johtuvat pääasiassa kemikaalikustannuksista. Jo valmiina olevat rakenteet klooridesinfointia varten voivat pienentää peretikkahappodesinfioinnin kustannuksia, sillä klooraus voidaan varsin pienillä muutoksilla korvata peretikkahappodesinfioinnilla.

Johtopäätökset

Jätevedenpuhdistusta voidaan Suomen olosuhteissa tarvittaessa tehostaa tertiärisellä flotaatioprosessilla tai hiekkapikasuodatuksella. Näillä prosesseilla on saavutettavissa tehokas fosforin poisto sekä selviä vähenemisiä orgaanisen aineksen ja suolistomikrobien määrissä. Näin voidaan vastata tulevaisuudessa yhä kiristyviin lupaehtoihin niin fosforin kuin mahdollisesti myös mikrobikuormituksen suhteen.

Peretikkahappo- ja UV-desinfioinnilla voidaan huomattavasti parantaa jä-

teveden mikrobiologista laatua sekä saavuttaa jäteveden mikrobiologisten riskien pienentäminen ennen puhdistettujen jätevesien laskemista vastaanottavaan vesistöön. Vaikka Suomessa ei nykyisin olekaan velvoitteita jätevesien desinfiointimiseksi, tulevaisuudessa tällaisiakin velvoitteita voidaan ainakin paikallisesti asettaa, jos puhdistetut jätevedet johdetaan virkistyskäyttö-, talousveden raakavesi- tai muuta erityistä arvoa omaavaan vesistöön. Toistuvasti tulvatilanteissa esiintyvät ohijuoksutukset voivat myös vaikuttaa desinfiointivelvoitteiden asettamiseen, mikäli vesistöjen hygieniahaitat todetaan merkittäviksi.

Typenpoiston tehostaminen luonnon zeoliittien avulla



Reetta Kuronen

dipl. ins.

Nordkalk Oyj Abp

E-mail: reetta.kuronen@nordkalk.com

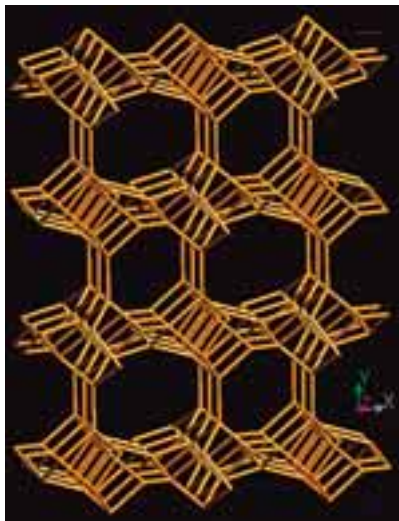
Artikkeli perustuu kirjoittajan diplomityöhön.

Typenpoistovaatimuksia asetetaan yhä useammalle jätevedenpuhdistamolle. Tehokas nitrifikaatio edellytetään jo monella laitoksella, jotta minimoitaisiin puhdistetun jäteveden aiheuttama hapenkulutus purkuvesistöissä. Nitrifikaatiossa ammoniumtyppi muutetaan biologisesti nitraattitypeksi. Talviaikaan prosessi- lämpötilan laskiessa nitrifikaatio heikkenee. Lisäämällä luonnon zeoliittia jauheena aktiivilieteprosessiin nitrifikaatiovaihetta saatiin tehostettua laboratoriomittakaavan pilot-prosessissa. Zeoliittijauhe lisäsi biomassan määrää lietteessä ja kasvatti nitrifikaationopeutta.

Luonnon zeoliitit ovat huokoisia louhittavia mineraaleja, jotka adsorboivat kationeja eli positiivisesti varautuneita ioneja. Tutkitut kaksi zeoliittia - klinoptiloliitti ja analsiimi – adsorboivat erityisesti ammoniumioneja. Ulkonäöltään ne muistuttavat kalkkia. Molekyyllitasolla zeoliitit rakentuvat happi-, pii- ja alumiiniatomien muodostamasta negatiivisesti varautuneesta ”häkistä” ja onteloissa varausta tasapainottavista positiivisista kationeista (kuva 1). Häkkirakenne on kemiallisesti hyvin kestävä, mutta kationeja zeoliitit vaihtavat herkästi ympäristönsä kanssa. Tätä mekanismia kutsutaan ioninvaihdoksi tai adsorptioksi.

Tutkimuksen tarkoitus oli selvittää, voisiko aktiivilieteprosessin typenpoistoa matalassa lämpötilassa parantaa lisäämällä luonnon zeoliittia jauheena prosessiin. Jäteveden lämpötila on Suomessa suuren osan vuodesta alle 12 °C. Tällöin nitrifikaatio tyypillisesti heikkenee huomattavasti mikrobitoiminnan hidastuessa. Ammoniumioneja adsorboivilla luonnon zeoliiteilla on mahdollista

vaikuttaa etenkin nitrifikaatiovaiheeseen, jossa ammoniumtyppi muutetaan nitriittitypeksi ja edelleen nitraattitypeksi. Samalla haluttiin selvittää alustavasti, miten zeoliittijauhe vaikuttaa prosessin muuhun toimintaan.



Kuva 1. Zeoliitin molekyyllirakenne. (Baerlocher ym., 2001)

Positiivisia zeoliittikokemuksia maailmalta

Useissa aiemmissa tutkimuksissa on havaittu zeoliittilisäyksen parantaneen aktiivilieteprosessin ammoniuminpoistoa, nitrifikaatiota ja lietteen laskeutuvuutta. Lisäksi myös orgaanisen aineen, kiintoaineen ja fosforin poistuminen on tehostunut lähinnä lietteen paremman laskeutuvuuden ansiosta. On myös havaittu pienemmän rauta-annostuksen riittävän saman fosforinpoistotehon säilyttämiseen zeoliitin läsnäollessa (Barr ym., 2003; Kalló, 2001). Täyden mittakaavan klinoptiloliittijauhetta käyttäviä aktiivilietelaitoksia on esimerkiksi Unkarissa, Sveitsissä, Saksassa ja Australiassa. Käyttökokemuksia niistä ja eräistä laboratoriomittakaavan prosesseista on esitetty taulukossa 1.

Zeoliittijauhe jää lietteeseen ja lisää lietteen kuiva-ainemäärää. Käsiteltävän lietteen tilavuus ei kuitenkaan kasva dramaattisesti, koska zeoliitin ansiosta laskeutunut liete on tiiviimpää. Zeoliitin ei ole raportoitu vaikeuttaneen liet-

Taulukko 1. Tuloksia aikaisemmista tutkimuksista.

Viite	Prosessin tyyppi	Zeoliittiprosessin edut
Park <i>ym.</i> , 2002 Lee <i>ym.</i> , 2002 Korea	Laboratoriomittakaava, jatkuvatoiminen aktiivilieteprosessi Zeoliittipitoisuus reaktorissa 4 g/l Lämpötila 20/25 °C	Nitrifikaatiotehokkuus zeoliittireaktorissa 97 %, vertailureaktorissa 88 % normaalikuormituksella. Korkealla C/N-suhteella ja ammoniumpiikki-kuormituksella nitrifikaatio häiriintyi selvästi vähemmän. Nopeampi palautuminen normaalitilaan piikkikuormituksen jälkeen. Zeoliittilietteessä enemmän nitrifikaatiobakteereja ja orgaanisen aineksen määrä (MLVSS) 1,5–2-kertainen. COD:n poistoteho 15 % parempi.
Jung <i>ym.</i> , 1999 Korea	Laboratoriomittakaava, SBR Zeoliittipitoisuus reaktorissa 5,5 g/l Lämpötila 25 °C	Typenpoistotehokkuus 70 % zeoliittireaktorissa ja vertailureaktorissa. Nitrifikaatio häiriintyi selvästi vähemmän ammoniumpiikkikuormituksella. Korkeampi lietteen MLVSS. Lietteiden laskeutumisnopeus 2...3 kertaa suurempi.
Papp, 1992 Lahr, Saksa	Aktiivilieteprosessi, 20 000 m ³ /d Ammoniuminpoisto zeoliittijälkisuodattimissa Zeoliittiansios 75 g/m ³ tulevaa vettä	Parantunut COD:n poisto (lähtevässä vedessä COD 120 mg/l → 50 mg/l). Lietteiden laskeutuvuus parantui huomattavasti, ylijäämälietteen kiintoainepitoisuus kasvoi 3–5 % → 8 %. Mädätyksessä saavutettiin alempi orgaanisen aineen pitoisuus eikä pH:n säätökemikaalia tarvittu enää. 35 % vähemmän COD ja NH ₄ -N rejektivedessä. Alentunut polyelektrolyyttitarve lietteiden kuivauksessa.
Barr <i>ym.</i> , 2003 Brisbane, Australia	Aktiivilieteprosessi, 54 000 m ³ /d Hydraulinen ylikuormitus 25 % Zeoliittiansios 50 g/m ³ tulevaa vettä MLSS noin 4 kg/m ³	Lietteiden laskeutuvuus zeoliittilinjalta parantui huomattavasti (SVI 125 → 60), minkä seurauksena voitiin käyttää korkeampaa liete-pitoisuutta ja pidempää lieteikää. Aiemmasta kontrolloimattomasta nitrifikaatiosta päästiin täyteen nitrifikaatioon, lähtevän veden NH ₄ -N oli selvästi alle 5 mg/l.

teen mädätystä ja kompostointia vaan päinvastoin monet ovat havainneet positiivisia vaikutuksia (esim. Papp, 1992; Zorpas *ym.*, 2000).

Analiisimateriaali ei ole aiemmin tutkittu jätevedenpuhdistuksessa. Teoriassa analiisimateriaali on korkeampi ammoniumadsorptiokapasiteetti kuin klinoptiloliittilla.

Laboratoriomittakaavan koejärjestelyt

Kokeet tehtiin kahdessa laboratoriomittakaavan puolijatkuvatoimisessa panosreaktorissa (kuva 2). Reaktorit ja niiden operointi olivat muuten identtisiä lukuunottamatta toiseen päivittäin lisättyä zeoliittijauhetta. Koska tutkimuksessa tahdottiin keskittyä nitrifikaatioon ja minimoida tulosten tulkintaa vaikeuttavat tekijät, prosessissa ei ollut denitrifikaatiota eikä fosforinpoistoa ja syöttövetenä käytettiin syntetisistä jätevedestä. Prosessin käyttöparametrit ja jäteveden koostumus valittiin Suomessa tyypillisiksi (taulukko 2). Tutkimuslämpötila oli 12°C. Zeoliittireaktoriin lisätty klinoptiloliittijauhe oli hyvin hienoa, sen keskimääräinen rae-koko oli 30 µm. Ensimmäisellä tutkimusjaksolla zeoliittipitoisuus reaktori-

ssa oli 0,2 g/l ja toisella 2 g/l. Lietteiden kuivapainon suhteen nämä zeoliittipitoisuudet olivat vastaavasti 10 % ja 50 %.

Reaktoreiden toimintaa seurattiin otamalla näytteitä säännöllisesti lähtevästä vedestä. Nitrifikaatioon pureuduttiin panoskokeissa, joissa seurattiin yhden operointisyklin ajan eri typenmuotojen pitoisuuksia tihein aikavälein. Panoskokeet tehtiin ilman orgaanista hiilenlähdettä. Kokeita tehtiin kahdella eri tulevan veden ammoniumpitoisuudella, 35 mg/l N ja 105 mg/l N. Reaktorissa ne vastasivat syklin alussa ammoniumpitoisuuksia 11 mg/l N ja 34 mg/l N, koska tulevan veden tilavuus oli noin kolmannes reaktoritilavuudesta. Lisäksi tehtiin alemmalla ammoniumpitoisuudella kokeita, joissa lisättiin keskellä ilmastusta zeoliittijauhetta tai ammoniumia.

Zeoliitti lisäsi biomassan määrää

Adsorptiokokeissa, joissa zeoliitteja sekoitettiin puhtaisiin ammoniumliuoksiin, todettiin, että fyysikaalisen kemian teorioiden mukaisesti zeoliittit adsorboivat sitä enemmän ammoniumia mitä korkeampi liuoksen ammoniumpi-

toisuus oli. Maksimikapasiteetti saavutetaan tyypillisesti selvästi yhdyskuntajäteveden ammoniumpitoisuuksia korkeammassa pitoisuudessa, esimerkiksi Turanin & Celikin (2003) mukaan vasta yli 400 mg/l N pitoisuudessa.

Jatkuvassa käytössä molemmissa reaktoreissa saavutettiin mitoituksen mukaisesti täydellinen nitrifikaatio. Orgaanisen aineen poistoteho oli yli 80 % eli reaktorit toimivat kuten jätevedenpuhdistusprosessin kuuluukin. Zeoliittilisäys kasvatti biomassan (VSS) määrää lietteessä. Korkeammalla zeoliittipitoisuudella zeoliittireaktorin VSS oli 25 % vertailureaktorin korkeampi (kuva 3). Zeoliittilisäys muutti aktiivilieteprosessin hybridiksi, joka muistutti myös biofilmi-prosessia. Zeoliittimuruset toimivat pieninä kantoainekappaleina, joiden ympärille mikrobiflokkit muodostuivat. Biomassan saanto zeoliittireaktorissa oli 0,23 g VSS/g COD ja vertailureaktorissa 0,19 g VSS/g COD.

Zeoliittireaktorissa tehokkaampi ammoniuminpoisto

Erot typenpoistossa reaktoreiden välillä tulivat esiin panoskokeissa. Pienemällä zeoliittipitoisuudella reaktorit toi-

www.nordkalk.com/watergroup



Tehokkaaseen typenpoistoon

Typenpoiston alkaliteetin säätöön toimivat ratkaisut erilaisilla kalkkikivi-pohjaisilla tuotteilla.

Nordkalk Filtra N - tehokas suodinmateriaali typenpoistoon viemäri-verkoston ulkopuolisille jätevesille.

Kysy räätälöityjä tuotepakettejamme.

Nordkalk Oyj Abp
21600 Parainen
Puh. 0204 55 6999

 **Nordkalk**

Kuva 2.
Käytetyt
laboratorio-
mittakaavan
panosreaktorit.

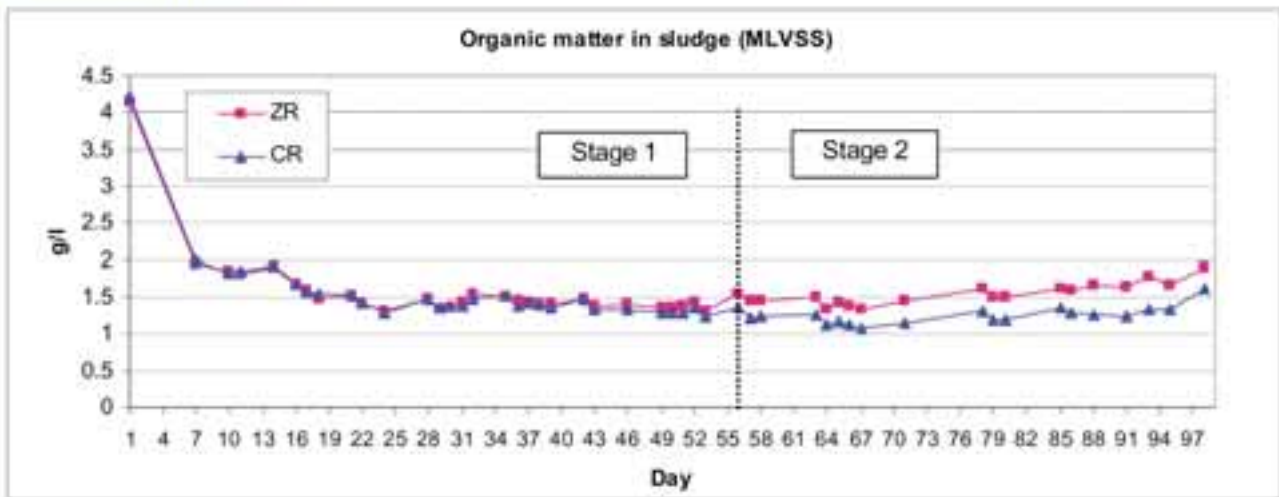


mivat lähes identtisesti, mutta suuremmalla pitoisuudella nitrifikaatiopanoskokeissa zeoliittireaktorin ammoniuminpoiston havaittiin olevan vertailureaktoria tehokkaampi ja nitrifikaationopeuden suurempi. Nitrifikaationopeus laskettiin nitraatin ja nitriitin

tuotosta. Reaktorin zeoliittipitoisuuden ollessa 2 g/l maksimaalinen volumetrinen nitrifikaationopeus (mg NO₂+NO₃-N/l/h) zeoliittireaktorissa oli 20 % suurempi kuin vertailureaktorissa, kun ammoniumpitoisuus reaktorissa kokeen alussa oli 34 mg/l N. Li-

Taulukko 2. Laboriomittakaavan panosprosessien käyttöparametrit.

Operointisykli	6 h (täyttö, ilmastus 4 h, laskeutus 1,5 h, tyhjennys)
Reaktorin tilavuus	10 l
Operointisyklin tuleva/poistettu vesi	3.3 l
Aerobinen lieteikä	10 d
Lämpötila	12 ± 0.5 °C
F/M suhde	0.21 g BOD ₇ / g MLVSS / d
Synteettinen jätevesi	COD 330 mg/l BOD 210 mg/l N _{tot} 33 mg/l
Zeoliittipitoisuus ilmastuslietteessä	Jakso 1: 0,22 g/l Jakso 2: 2,2 g/l (tulevassa vedessä 0,11 g/l ja 3,4 g / g N)



Kuva 3. Orgaanisen aineen (VSS) pitoisuus oli toisella tutkimusjaksolla zeoliittireaktorin (ZR) lietteessä selvästi korkeampi kuin vertailureaktorissa (CR).

säksi zeoliitti adsorboi heti ammoniumlisäyksen jälkeen 6 mg/l N ammoniumia (kuva 4). Kuvassa näkyy, että ilmastuksen alkuhetkellä yksi minuutti ammoniumlisäyksen jälkeen ammoniumpitoisuus zeoliittireaktorissa oli vertailureaktoria matalampi, vaikka molempiin reaktoreihin lisättiin sama määrä ammoniumia. Ammoniuminpoistoteho näissä korkean ammoniumpitoisuuden kokeissa oli keskimäärin 59 % zeoliittireaktorissa ja vain 35 % vertailureaktorissa.

Alemmilla ammoniumpitoisuuksilla nitrifikaationopeusero reaktoreiden välillä oli vähäinen. Ammoniumin alkupitoisuudella 11 mg/l N reaktorissa adsorboitu alkuhetkellä 3 mg/l N ammoniumia zeoliittiin. Ammoniumin-

poistoteho ei juuri eronnut – zeoliittireaktorissa ammoniumin vähentymä oli keskimäärin 97 % ja vertailureaktorissa 93 %. Zeoliitin vaikutus siis kasvoi ammoniumpitoisuuden kasvaessa.

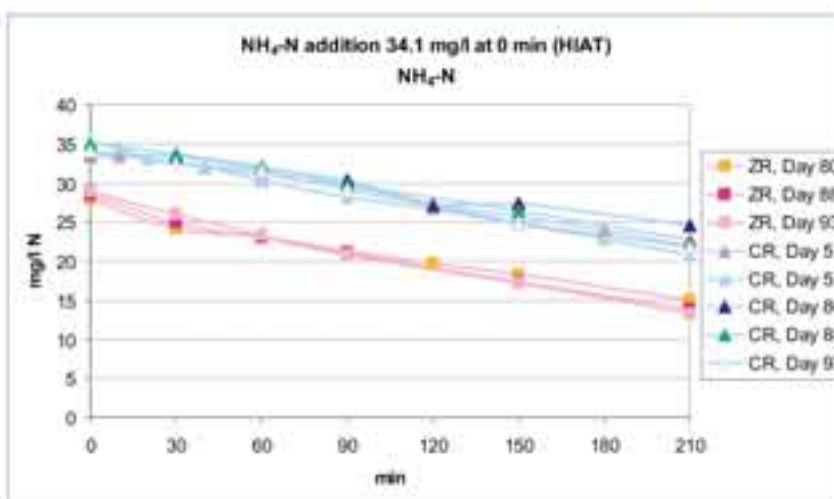
Zeoliitti regeneroitui prosessissa

Päivittäin reaktoriin lisätty lietteen mukana poistuvaa zeoliittimäärää vastaava zeoliittilisäys ei vaikuttanut havaittavasti nitrifikaatioon. Havaitut parannukset aiheutti lietteeseen jo sitoutunut syklistä toiseen reaktorissa oleva ”vanha” zeoliittimassa. Zeoliitti näytti regeneroituvan prosessissa jatkuvasti eli adsorboitu ammonium irtosi zeoliitista, ja se todennäköisimmin nitrifioitiin. Matalammalla ammoniumpitoi-

suudella regeneraatio vaikutti tapahtuvan seuratun saman syklin aikana ja korkealla ammoniumpitoisuudella, jolloin nitrifikaatio jäi vajaaksi, se tapahtui seuraavissa sykleissä. Regeneraatiosta kertoi esimerkiksi panoskokeen tulos, jossa lisättiin ammoniumia reaktoriin keskellä tarkkailtua ilmastusta puolet alussa lisätystä määrästä. Ammoniumpitoisuus nousi lisäyksen jälkeen selvästi vähemmän zeoliittireaktorissa. Zeoliitti siis adsorboi osan lisätystä ammoniumista, vaikka se oli adsorboinut ammoniumia jo kokeen alusakin. Ammoniumin lisäys ei nostanut pitoisuutta ammoniumin alkupitoisuutta korkeammaksi, koska suuri osa ammoniumista oli jo nitrifioitu ennen lisäystä. Adsorptio kokeen keskellä ei siten johtunut liuoksen korkeammasta pitoisuudesta.

Zeoliitti näytti parantavan myös lietteen laskeutuvuutta. Hyvin vähän zeoliittijauhetta karkasi poistoveden mukana. Jauhe näytti laskeutuvan paremmin lietteen mukana kuin pelkässä vedessä. Zeoliitti sekoittui helposti lietteeseen eikä jäänyt kokkareiksi, mutta tarvittiin tehokas sekoitus pitämään isoimmat zeoliittimuruset tasaisesti lietteessä.

Kilpailevat kationit heikensivät selvästi zeoliittien ammoniumadsorptiokapasiteettia synteettisessä jätevedessä. Suurin vaikutus aiempien tutkimusten mukaan on kaliumilla (esim. Park ym., 2002). Vähintään 40 % klinoptiloliitin puhtaassa ammoniumliuoksessa ha-



Kuva 4. Ammoniumpitoisuus reaktoreissa ilmastuksessa panoskokeissa, joissa alun ammoniumlisäys oli 34 mg/l N. (ZR = zeoliittireaktori, CR = vertailureaktori).

vaitusta kapasiteetista oli käytössä prosessissa. Tutkittujen analysiimin ja klinoptiloliitin ammoniumadsorptio-kapasiteetti ja fysikaaliset ominaisuudet havaittiin hyvin samanlaisiksi, joten analysiimia voidaan käyttää vastavasti kuin pilot-prosessissa kokeiltua klinoptiloliittia.

Johtopäätökset

Tutkimus oli vasta laboratoriomittakaavan esiselvitys, mutta saatujen tulosten perusteella näyttää olevan mahdollista tehostaa ammoniuminpoistoa aktiivilieteprosessissa jauhemaisten luonnon zeoliittien avulla. Nitrifikaation heikentyessä talviaikaan ammoniuminpoistoa voisi olla mahdollista parantaa zeoliittijauhetta prosessiin lisäämällä. Zeoliittia on tällöin syötettävä päivittäin, koska sitä poistuu lietteen mukana. Syöttö täytyy aloittaa hyvissä ajoin, jotta zeoliittipitoisuus lietteessä ehtii kasvaa riittävän suureksi. Ammoniuminpoisto näytti tehostuvan selvästi ammoniumpiikkikuormituksella

panosprosessissa. Jätevedenpuhdistamolla tämä voisi tarkoittaa esimerkiksi hydraulista piikkikuormitusta.

Jätevedenpuhdistamoiden typenpoistovaatimukset luultavasti kiristyvät tulevaisuudessa. Zeoliitti saattaa tarjota edullisen tavan tehostaa typenpoistoa ilman rakennustöitä.

Kirjallisuus

Baerlocher, Ch., Meier, W. & Olson, D. 2001. Atlas of Zeolite Framework Types. 5th Ed. Elsevier, Amsterdam. 308 s.

Barr, K. G., Balthes, C. A. & Cooksey, P. A. (1999). A low capital cost option for improved nitrogen removal – ZELfloc process. Final report [online]. Saatavilla: http://www.lgp.qld.gov.au/docs/local_govt/grants_subsidies/funding/awtt/zelawtt12november99.pdf

Jung, J. Y., Pak, D., Shin, H. S. Chung, Y. C. & Lee, S. M. (1999). Ammonium exchange and bio-regeneration of bio-flocculated zeolite in a sequencing batch reactor. *Biotechnology Letters* 21 (4): 289–292.

Kalló, D. 2001. Applications of natural zeolites in water and wastewater treatment. In: Bish, D. &

Ming, D. (Eds.) *Natural zeolites: Occurrence, properties, applications. Reviews in Mineralogy & Geochemistry*. 45: 519–550.

Lee, H. S., Park, S. J. & Yoon, T. I. 2002. Wastewater treatment in a hybrid biological reactor using powdered minerals: effects of organic loading rates on COD removal and nitrification. *Process Biochemistry* 38 (1): 81–88.

Papp, J. 1992. Einsatzmöglichkeiten von Zeolith in der Abwassertechnik. *Abwassertechnik*. 43 (2): 44–47.

Park, S. J., Lee, H. S. & Yoon, T. I. 2002. The evaluation of enhanced nitrification by immobilized biofilm on a clinoptilolite carrier. *Bioresource Technology* 82 (2): 183–189.

Turan, M. & Celik, M. S. 2003. Regenerability of Turkish clinoptilolite for use in ammonia removal from drinking water. *Journal of Water Supply: Research and Technology – AQUA*. 52 (1): 59–66.

Zorpas, A. A., Kapetanios, E., Zorpas, G. A., Karlis, P., Vlyssides, A., Haralambous, I. & Loizidou, M. 2000. Compost produced from organic fraction of municipal solid waste, primary stabilized sewage sludge and natural zeolite. *Journal of Hazardous Materials B77* (1–3): 149–159.



It's clear!

Vedenkäsittelylaitteita

UV-sterilisaattorit, käänteisosmoosi ja nanosuodatus, talous- ja teollisuussuodattimet, uraanin ja radonin poistolaitteet, arseenin poistolaitteet, uima-allaslaitteet, kemikaalien annostelulaitteet

HOH **Separtec OY** **orwa**

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

www.hoh.fi



Kirkkaasti parempaa vettä

Alkaliteetin nosto hiilidioksidilla on ratkaisu sameusongelmiin

Pohjoisen Euroopan vesivaraille on tyypillistä pehmeys ja alhainen puskurointikyky eli alkaliteetti. Tämä lisää valurautaputkien syöpymistä, mikä nostaa verkostossa veden rautapitoisuuksia ja lisää värjäävien rautasakkojen aiheuttamia sameusongelmia.

Alkaliteetin nosto onnistuu helposti liuottamalla veteen hiilidioksidia yhdessä alkalointikemikaalin kanssa. Kymmenet vesilaitokset Pohjoismaissa ovat menestyksekkäästi käyttäneet hiilidioksidia alkaliteetin nostoon jo yli 20 vuoden ajan. Talousvesiasetuksen soveltamisopas (VVY) suosittaa alkaliteetin nostoa vähintään tasolle 0,6 mmol/l, mielellään 0,8 – 1 mmol/l.

AGA - ideoista ratkaisuksi

Oy AGA Ab | puh. 010 2421 | www.aga.fi

Linde Gas] **AGA**

Vesihuoltolaitosten liiketaloudellinen analyysi



Teemu Vehmaskoski

dipl. ins.

Kiuru & Rautiainen Oy

E-mail: teemu.vehmaskoski@kiuru-rautiainen.inet.fi

Kirjoittaja on vesihuoltolaitosten talous- ja organisointikysymyksiin erikoistunut projektipäällikkö.

Vesihuoltolaitostoimintaan liittyen puhutaan usein mittakaavaeduista, mutta mikä on riittävä mittakaava ja kenen edusta on kyse? Kaikkien aikojen laajin selvitys Suomen vesihuoltolaitosten taloudellisesta tilasta vahvistaa vanhoja totuuksia ja herättää uusia kysymyksiä. Laitoksen asiakkaan eli vedenkuluttajan rooli sekoittuu veronmaksajan rooliin niin tappiollisilla kuin menestyvilläkin laitoksilla.

Maa- ja metsätalousministeriö teetti vesihuoltolaitosten vuoden 2003 tilinpäätöstietoihin perustuvan analyysin osaksi vesihuoltolain (119/2001) toimeenpanon seuranta. Aineisto kerättiin alun perin osaksi Suomessa tehtävää EU:n vesipolitiikan puitteiden direktiivin (2000/60/EY) mukaista veden käytön taloudellista analyysia. Koska sen vesienhoitoalueittainen jako ei kuitenkaan palvele nykyistä ympäristöhallinnon mukaista aluejakoa ja koska aineisto on laajuudessaan ainutlaatuinen, sitä oli aiheellista työstää eteenpäin tilinpäätösanalyysin keinoin.

Mukaan otettiin maamme kaikki vähittäislaitokset, jotka myyvät vettä tai käsittelevät jätevedtä keskimäärin yli 500 m³ päivässä. Tukkulaitoksia ei selvityksessä huomioitu. Mikäli vesi- ja viemärlaitos toimivat yhdessä, otettiin

ne kummatkin mukaan laskentaan, jos vähintään toinen niistä ylitti rajan 500 m³/d. Kaikkiaan tällaisia laitoksia tuli selvitykseen 262 kpl. Alueilla, joissa asutus on harvaa, laitoksia on vähän ja laituskoot ovat pieniä, rajaa voitiin alueellisen ympäristökeskuksen harkinnan mukaan pienentää tarvittaessa 200 m³:iin. Näitä laitoksia tuli lopulliseen laskentaan mukaan yhteensä 9 kpl.

Tarkastelunäkökulmana on vesihuoltolaitoksen tuloslaskelma pelkistettynä siten, että omistajalle maksettu korvaus on kunnallisten laitosten osalta siirretty tuloslaskelman ulkopuolelle. Tämä tekee laskennasta vertailukelpoista osakeyhtiöiden kirjanpitoon. Ilman omistajakorvausta saatavalle laskennalliselle ylijäämälle ei kuitenkaan ole erikseen laskettu veroa, koska sitä kunnallinen laitos ei todellisuudessa-kaan joudu maksamaan.

Toiminnan tehokkuus

Laitoskohtaiset olosuhteet osoittautuivat vesihuoltolaitosten tehokkuutta rajoittavaksi tekijäksi varsinkin verkostojen hyötysuhteen kautta. Kun tuottavuutta tarkasteltiin välitettynä vesimäärinä suhteessa verkostopituuksiin, suurimmissa yksiköissä päästiin keskimäärin yli nelinkertaiseen tuottavuuteen valtakunnalliseen keskiarvoon verrattuna ja pienimmissä jäätiin siitä puoleen. Kaupunkirakenteella voi olettaa olevan tässä osansa: pelkkä pienen laitoksen harvan verkostorakenteen monistaminen isoon mittakaavaan ei siis kasvattaisi tuottavuutta välttämättä yhtään. Suhteutettaessa suoritteita henkilötyövuosiin eri kokoluokkien väliset luvut eivät eronneetkaan yhtä radikaalisti toisistaan.

Pelkistetystä tuloslaskelmasta vesi-

huoltolaitos saa tulonsa asiakkailta kerättyinä maksuina eli liikevaihtona sekä liiketoiminnan muina tuottoina. Tarkastelussa nämä molemmat on yhdistetty nimikkeeseen liikevaihto alle, koska muut tuotot ylittivät vain muutamissa yksittäistapauksissa yhden prosentin varsinaisesta liikevaihdosta. Keskimäärin liikevaihtoa kertyi 1,14 €/m³ (alv 0 %).

Suhteuttamalla tuloslaskelman toimintakulut myydyin veden ja laskutetun jäteveden yhteismäärään saadaan vesihuoltolaitoksen käytön omakustannushinta. Keskimäärin käytön omakustannushinta oli 0,70 €/m³ (alv 0 %). Kun liikevaihdosta vähennetään omakustannushinta ja liiketoiminnan muut kulut, jäljelle jää käyttökate. Käyttökateeksi jäi keskimäärin 0,44 €/m³.

Investoinnit

Selvityksessä tarkasteltiin investointeja poistojen kautta. Tämä oli perusteltua, koska investointien vuosittaiset vaihtelut voivat olla hyvin suuria ja toisaalta niitä ei saanut lukuina esille kuin harvoista tilinpäätöksistä. Tutkituilla laitoksilla keskimääräinen poistotaso oli keskimäärin 9,3 % käyttöomaisuuden kirjanpitoarvosta. Yksittäisillä laitoksilla keskimääräinen poistotaso vaihteli varsin suurella välillä, erityisesti siten, että suurimmat laitokset poistivat selvästi nopeammin kuin pienempensä (12 % vs. 8 %). Eroa ei voi selittää pelkällä olosuhteiden erilai-

Taulukko 1. Vesihuoltolaitoksen tuloslaskelman rakenne.

€/m ³ (alv 0 %)	Pienin kokoluokka, < 100.00 m ³ /a	Suurin kokoluokka, > 6 milj. m ³ /a	Kaikkien keskiarvo	Kaikki yht., milj. €	Suomi yht., arvio milj. €
n, kpl	4	9	271	271	1 400
Liikevaihto (alv 0 %)	+ 1,23	+ 1,00	+ 1,14	+ 644	+ 800
Toimintakulut	- 0,93	- 0,40	- 0,70	- 337	- 420
Poistot	- 0,30	- 0,28	- 0,33	- 182	- 250
Rahoitus- ja po.kulut	- 0,03	- 0,06	- 0,02	- 40	- 50
Ylijäämä/alijäämä	- 0,03	+ 0,19	+ 0,09	+ 85	+ 80
Omistajatuloutus	- 0,03	- 0,17	- 0,08	- 80	- 80

suudella eikä oikein poistoista annetuilla suosituksillakaan. Kun poistoja tarkastellaan myytyjä kuutioita kohti, niiden kustannusvaikutus kuluttajalle on kokoluokasta riippumatta lähes sama eli mittakaavaedut eivät niissä toteudu. Keskimääräinen vaikutus on noin 0,33 €/m³ (alv 0 %).

Poistojen lisäksi kerättävät liittymismaksut voivat kasvavan kunnan laitoksella lisätä laitoksen investointivaraa lähes puolella. Vaikka kaikki laitokset eivät edelleenkään kerää liittymismaksua, kokoluokittain ja toimintamuodoittain tarkasteltuna sen merkitys suhteessa poistoihin näytti olevan melko vakio. Tutkituilla laitoksilla liittymismaksuja kerättiin yhteensä yli 22 % poistojen kokonaismäärästä. Liittymismaksuja ei vallitsevassa käytännössä merkitä tuloslaskelmaan vaan siirto- ja palautuskelpoiseksi vieraan pääoman eräksi taseeseen.

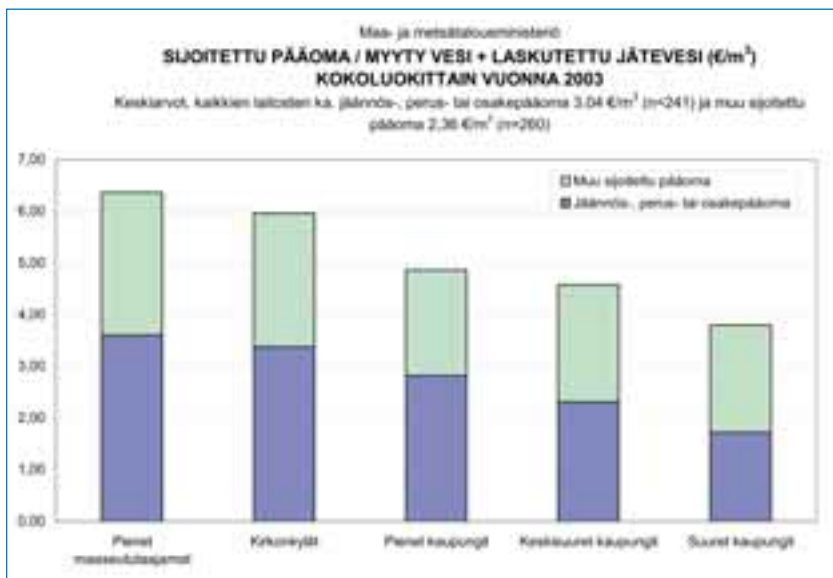
Pääoman tuotto

Laskutettuihin vesimääriin suhteutettu sijoitettu pääoma pienenee toiminnan volyymin kasvaessa, eli pienen laitoksen lähtökohdat ovat infrastruktuurin rahoituksen näkökulmasta suurta raskeammasta. Sama heijastuu myös oman pääoman ehtoihin sijoituksiin eli jäännös-, perus- tai osakepääomiin.

Tuloslaskelmassa näkyväksi pääoman hinnaksi tulkittiin vain vieraalle pääomalle maksetut rahoitus- ja pääomakulut. Kunnallisilla laitoksilla niistä jätettiin huomioimatta korvaus jäännös- tai peruspääomalle, koska ne tarkasteltiin osana omistajatuloutusta. Osalla kunnallisista laitoksista pääomakuluja kuitenkin nostivat samalle omistajalle maksettavat perustamislainan korot. Rahoitus- ja pääomakulujen kustannusvaikutus oli keskimäärin 0,02 €/m³ (alv 0 %) eli vain 1,8 % liikevaihdosta.

Kuntaomistajan näkökulmasta vesihuoltolaitoksen pääoman tuotolla tarkoitetaan yleensä jäännös- tai peruspääomalle maksettavaa korkoa. Kun inflaatio huomioidaan, vasta pienet kaupungit näyttävät pystyvän tuottamaan niihin sijoitetulle pääomalle korkoa. Pienissä maaseutuajajamissa toiminta on keskimäärin reippaasti tappiollista, eli kunta subventoi laitosta vuosittain sallimalla sen kassan painua negatiiviseksi. Suurissa kaupungeissa sen sijaan liiketoiminta on tasolla, joka on vertailukelpoinen muihin toimialoihin.

Suuret kaupungit ovat myös omistajalle maksamallaan tuotoilla omassa sarsassaan kassavirralla, joka vastaa keskimäärin yli 11 % tuottoa peruspääomalle. Keskisuuret kaupungit ovat runsaan 6 % tuotoillaan lähempänä yleisessä



Kuva 1. Sijoitettu pääoma per kuutio.

keskustelussa ja toisaalta vesihuollon lähimmillä referenssimarkkinoilla, sähköjakelussa, käytettäviä kohtuullisen tuoton määritelmiä. Otoksen laitoksille omistajatuloutusten keskiarvo oli 0,08 €/m³ (alv 0 %) ja mediaani 0,03 €/m³ (alv 0 %).

Veden hinta

Yleisesti ajatellen vesihuoltopalvelujen hinnoittelun voisi kuvitella heijastelevan toiminnan tehokkuudesta seuraavia erilaisia kustannusrakenteita. Toisaalta sen voisi toivoa nousevan yksittäisen tilikauden tuloksen yläpuolelle, huomioimaan vesihuoltotoiminnan pitkäjänteisyyden. Käytännössä tämä tarkoittaisi laitokselle mahdollisuutta tehdä myös tulosta, jonka jakamisessa huomioitaisiin jotakuinkin tasavertaisina tarpeet niin omavaraisuuden vahvistamiseen, poistot ylittäviin investointeihin kuin omistajatuloutukseen.

Aineiston perusteella mittakaavaedut heijastuvat hinnoitteluun loivennettuna. Kun toiminnan volyyymi kasvaa, käyttökustannukset laskevat, mutta poistotaso nousee, rahoituskulut kasvavat ja omistajalle maksettu tuotto kasvaa. Tulosta ei monikaan laitos pääse tekemään, koska viimeistään omistajatuloutuksella se leikataan nolnaan.

Toisaalta vesihuoltolain edellyttämä kustannuskattavuus näyttäisi yleisesti ottaen toteutuvan. Ongelmallisia ovat raskaasta kustannusrakenteestaan joh-

Taulukko 2. Vesihuoltolaitoksen taloudellisia tunnuslukuja.

		Pienin kokoluokka	Suurin kokoluokka	Kaikkien keskiarvo
Laitoksia tarkastelussa	kpl	4	9	271
Käyttöomaisuus / vesi + jätevesi	€/m ³	4,00	2,87	4,44
Sijoitettu pääoma / vesi + jätevesi	€/m ³	4,56	3,80	4,99
– josta oman pääoman ehtoinen sij.	€/m ³	3,60	1,75	2,72
Omavaraisuusaste	%	79	75	82
Gearing	%	26	41	38
Vieraan pääoman takaisinmaksuaika	v	15,1	2,5	3,7
Vesi / vj-verkoston pituus	m ³ /m	2,5	20,3	4,7
Jätevesi / jv-viemärien pituus	m ³ /m	2,6	20,9	6,3
Vesi + jätevesi / henkilötyövuodet	m ³ /htv	167.000	228.000	181.000
Poistot / käyttöomaisuus	%	7,8	12,4	9,3
Sijoitetun pääoman tuotto	%	- 6,1	+ 7,5	+ 2,7
Oman pääoman tuotto	%	- 8,0	+ 7,5	+ 2,6
Jäännös- tai peruspääomalle maksettu tuotto	%	+ 0,5	+ 10,1	+ 2,8

tuen pienet laitokset. Kuntien laskennallisesti eriytetyt laitokset taas ovat keskimäärin tappiollisia maksamansa omistajatuloutuksen vuoksi. Koska laitoksella ei ole omaa kassaa vaan se käyttää kunnan kassaa, kunta nostaa näissä tapauksissa tuoton käytännössä itseltään ja todellisuudessa subventoi vesihuoltolaitostaan.

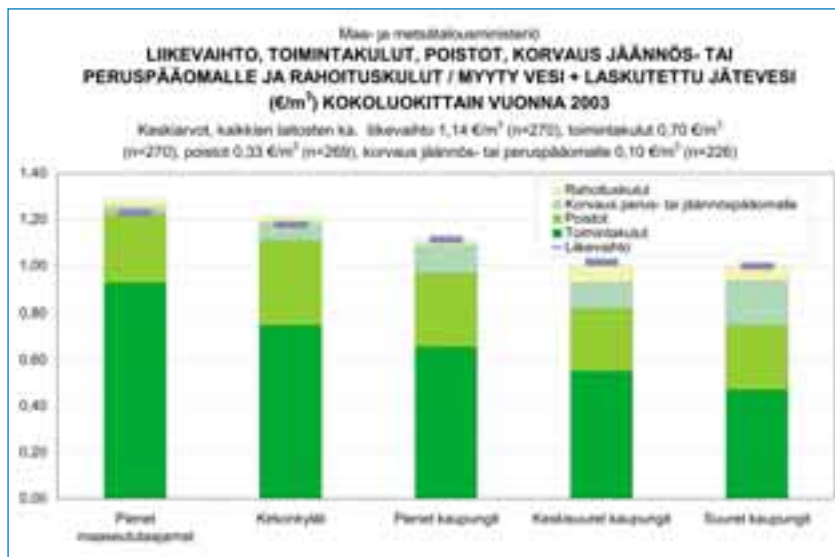
Lähtötietojen ja tulosten kritiikki

Saadut tulokset perustuvat kaikkien aikojen laajimpaan otokseen, jonka kat-

tavuus Suomen keskitetysti järjestetystä vesihuollosta on merkittävä. Suoraan tilinpäätöksistä otetut luvut ovat kertaalleen paikallisten asiantuntijoiden eli tilintarkastajien hyväksymiä. Tilinpäätöksistä johdettujen tunnuslukujen laskentaan käytettiin Yritystutkimusneuvottelukunnan suosituksia, jotka ovat alan kansallinen standardi. Kunnallisia vesihuoltolaitoksia koskeviksi poikkeuksiksi laskennassa huomioitiin ns. Veden käytön taloudellisen analyysin työryhmän suositukset. Työryhmä koostui aiheeseen perehtyneistä toimialan asiantuntijoista.

Suurimmalla osalla vesihuoltolaitoksista taseessa nykyisin näkyvä käyttöomaisuus on muodostettu historiatietojen perusteella vasta vuoden 2002 tilinpäätökseen, ja niiden voi olettaa olevan keskimäärin parhaaseen tietoon ja osaamiseen perustuvia. Joissakin aiemmissa tapauksissa käyttöomaisuuden arvoon on kuitenkin ilmeisesti tehty muutoksen yhteydessä merkittäviä korotuksia. Tuntematta niiden perusteluita voi todeta, että kaikki tässäkin selvityksessä lasketut tunnusluvut näyttäsivät ilman kertaluokkaa olevia korotuksia hyvin erilaisilta.

Artikkelissa esitetyt kuutiokohtaiset tulokset on laskettu myydyin veden ja lasketun jäteveden yhteissummalle. Tätä tapaa ei aiemmissa selvityksissä juu-



Kuva 2. Liikevaihto ja kulut.

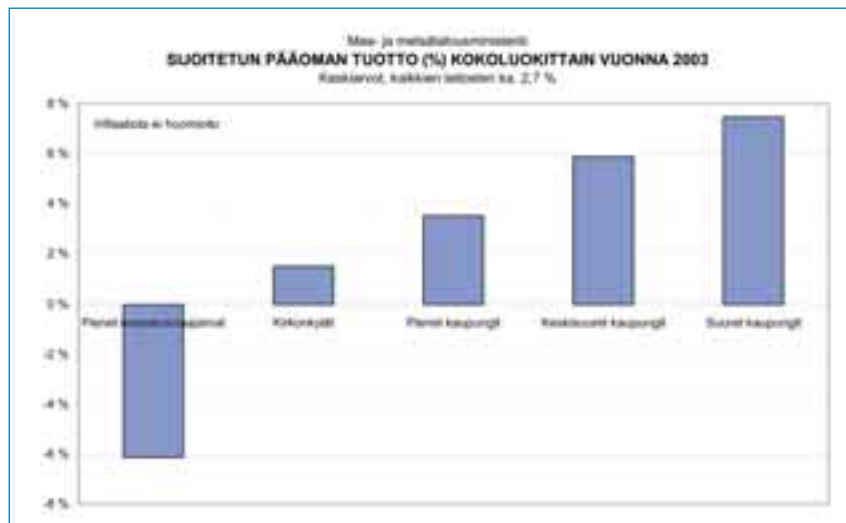
ri ole käytetty, mutta nyt se oli ainoa realistinen vaihtoehto: veden ja jäteveden tulot tai kustannukset eivät ole yhdelläkään laitoksella symmetrisiä, mutta tuloslaskelmassa ilmoitetaan vain niiden yhteissumma. Kustannusten yksityiskohtaisempaan rakenteeseen tai taksojen eri elementteihin ei käytetyn aineiston pohjalta siis voinut perehtyä.

Lopuksi on todettava, että selvityksen ulkopuolelle jäi edelleen yli tuhat pientä vesihuoltolaitosta. Vaikka niiden volyymit ovat pieniä, juuri ne kampailevat taloudessaankin kaikkein suurimpien haasteiden kanssa. Nyt saavutetut tulokset voivat parhaassakin tapauksessa auttaa pienempiä laitoksia vain tunnistamaan omia vahvuuksiaan ja heikkouksiaan.

Johtopäätökset

Tuloslaskelman näkökulmasta Suomen vesihuoltolaitosten liiketoiminta on likimain sillä tasolla, jonka niiden nykyiset käyttökustannukset ja taseet asettavat. Toisaalta esimerkiksi sijoitetun pääoman tuotto paljastaa aidosti houkutteleviksi sijoituskohteiksi karkeasti vain 20–25 suurinta laitosta. Jos tavoitteeksi asetetaan inflaation hieman ylittävä minimituotto sijoitetulle pääomalle, toiminnan kannattavuuden alaraja on noin 20.000 asiakasta. Jos taas harkitaan kotimaisessa keskustelussa ajoittain esillä ollutta vesihuoltolaitosten liiketoiminnan valvonnan aloittamista, luonteva alaraja sille olisi noin 10.000 asiakasta. Näin valvottavia laitoksia olisi kaikkiaan n. 130 kappaletta. Välillä 10 000–20 000 asiakasta juuri omistajan kohtuullisuus tai kohtuuttomuus voi ratkaista sen, mitkä edellytykset laitoksella todellisuudessa toiminnalleen on.

Mahdollista ulkopuolista valvontaa tärkeämpää laitoksille ja niiden omistajille on tunnistaa ne taloudelliset mittarit, joilla toimintaa voidaan parhaiten itse seurata ja ohjata. Niiden valinta ja tavoitetasot on suhteutettava lähtökohtiin, jotka riippuvat erityisesti laitoksen koosta. Samalla on myös tunnistettava tilaajan, tuottajan ja omistajan roolit toisistaan suhteessa tunnuslukuja koskeviin odotuksiin sekä mahdollisuuksiin vaikuttaa niihin. Tämä koskee kunnallisten laitosten toimintaa yleisemmin-



Kuva 3. Sijoitetun pääoman tuotto.

kin. Laskennallisesti eriytetyn laitoksen tilinpäätöksen rakenne on ristiriidassa toiminnan pitkäjänteisyyden kanssa, ja siitä kärsijänä on laitos itse. Liikelaitos taas on verotuksellisista syistä useimmiten hyvä, jopa erinomainen toimintamuoto omistajalle, mutta sen toiminnallisia mahdollisuuksia käytetään vain harvoin täydessä mitassaan laitoksen hyväksi.

Lopuksi on muistettava kaiken, erityisesti taseen, suhteellisuus. Suomessa on parhaillaan käynnissä useita hankkeita, joiden tuloksena saattaa syntyä esimerkiksi uusia alueellisia vesihuoltolaitoksia tai energia- ja vesihuoltoliiketoiminnat yhdistäviä yhtiöitä. Toimintamuodon ja omistussuhteiden muutokseen liittyen siirtyvien laitosten omaisuus ja liiketoiminnot arvostetaan ja niiden pohjalta muodostetaan kaupahinta, joka kirjautuu edelleen uuden toimijan taseeseen. Arvonmäärittäykseen liittyvä näkökulmasta riippuen

huomattavia mahdollisuuksia tai riskejä, joihin verrattuna esimerkiksi muutaman prosentin erot sijoitetun pääoman tuotossa ovat täysin merkityksettämiä – nämä mahdollisuudet ja riskit muokkaavat pikemmin koko laskeutaperustaa. Erityisesti tämä korostuu, jos samat kuntaorganisaatiot ovat kaupassa samanaikaisesti sekä ostavana että myyvinä osapuolina. Siksi olisi perusteltua pohtia avoimesti valtakunnallisellakin tasolla, mitä periaatteita arvonmäärittäyksissä tulisi noudattaa.

Kirjallisuus

Veden käytön taloudellisen analyysin työryhmä. 2003. Veden käytön taloudellinen analyysi vuonna 2004. Ehdotus oppaaksi alueellisten ympäristökeskusten käyttöön.

Yritystutkimusneuvottelukunta. 2001. Yritystutkimuksen tilinpäätösanalyysi.

MONIPUOLISET ANALYYSIPALVELUT

Prosessiteollisuus – Ympäristötutkimus – Näytteenotto

Nablabs

laboratories

www.nablabs.fi



Vuorovaikutteinen suunnittelu vesistöjen säännöstelyn kehittämisessä



Marika Palosaari

Hallintotieteiden maisteri

E-mail: marika.palosaari@unep.ch

Kirjoittaja on työskennellyt tutkijana Suomen ympäristökeskuksen ympäristöpolitiikan tutkimusohjelmassa ja toimii tällä hetkellä asiantuntijana UNEPissa.

Vuorovaikutteisen suunnittelun menetelmät tarjoavat mahdollisuuden luoda suunnitelmia ja päätöksiä, jotka perustuvat laajapohjaiseen tietoon ja ovat eri osapuolten hyväksyttävissä. Kemijärven säännöstelyn kehittämisessä on hyödynnetty vuorovaikutteista suunnittelua säännöstelyn haittojen vähentämistä koskevien toimenpide-ehdotusten laadinnassa. Hankkeeseen osallistuneiden tahojen keskenään ristiriitaiset näkemykset on pyritty ottamaan huomioon ja sovittamaan yhteen prosessin aikana. Osapuolten yhteisymmärrystä koetellaan kuitenkin vielä suositusten täytäntöönpanovaiheessa.

Kansalaisten näkemysten huomioon ottaminen on osa nykyaikaista suunnittelua ja päätöksentekoa. Esimerkiksi YVA-laki ja Århusin sopimus turvaavat kansalaisten oikeuden tulla kuulluksi ympäristöä koskevassa päätöksenteossa. 1970-luvulla alkunsa saaneen kansalaisten osallistamisen tavoitteena on saada hyväksyttävyyttä päätöksille ja tukea niiden täytäntöönpanoon. Tällä tavoin pyritään välttämään tai lieventämään konflikteja, joil-

le teknisesti usein varsin monimutkaiset ja vahvasti arvolatautuneet ympäristökysymykset ovat alttiita. Ottamalla kansalaiset mukaan suunnitteluun ja päätöksentekoon tarjoutuu myös mahdollisuus lisätä kansalaisten tietämystä kyseessä olevasta aiheesta sekä vahvistaa heidän luottamustaan suunnittelua ja päätöksiä tekeviin instituutioihin (Nature 2000, Beierle 1999).

Ihanteellisessa tapauksessa eri osapuolet oppivat toisiltaan jatkuvasti ja

saavat aikaan suunnitelmia ja päätöksiä, jotka perustuvat laaja-alaiselle osalliselle ja yhteisesti harkituille valinnoille. Käytännössä tämä vaatii osallistujilta sekä kykyä omaksua ja käsitellä tietoa että kykyä neuvotella ja ymmärtää ihmisten käyttäytymistä. Huolella toteutettu vuorovaikutteinen suunnittelu edellyttää siihen osallistuvilta erityistä paneutumista ja resursseja. Parhaimmillaankaan vuorovaikutteinen suunnittelu ei kuitenkaan kokonaan

poista tai tee yksinkertaiseksi luonnonvaroihin liittyvän suunnittelun teknistä ja sosiaalista monimutkaisuutta (Daniels & Walker 2001).

Konflikti järven hyödyntämisestä

Kemijoen vesistön keskialueella sijaitseva Kemijärvi on seitsemän metrin säännöstelyvälillään Suomen voimakaimmin säännöstely luonnonjärvi. Kemijärven kehittämisselvityksen mukaan säännöstelyn vesivoimatuotannon merkitys on huomattava ja säännöstelyn avulla myös ehkäistään ja vähennetään tulvavahinkoja. Säännöstelyn seurauksena Kemijärvi on maisemiltaan ja luonnonolosuhteiltaan muuttunut merkittävästi. Aikoinaan laajat tulvaniityt ovat miltei hävinneet ja valtaosa hiekkarannoista on kesäisin veden alla. Myös kalasto ja kalastus ovat kärsineet säännöstelystä. (Marttunen ym. 2004.)

Lukuisat vakituiset ja vapaa-ajan asukkaat ovat olleet tyytymättömiä järven säännöstelyyn ja katkeria sen aiheuttamista vaikutuksista. Heidän mukaansa nykysäännöstelyn haittavaikutukset vesistön tilalle ja käyttömahdollisuuksille ovat säännöstelystä saatavia hyötyjä suuremmat. Voimayhtiö ei kuitenkaan ole valmis muuttamaan säännöstelyä tavalla, joka vähentäisi huomattavasti säännöstelystä saatavaa voimataloudellista hyötyä. Vesiviranomainen on puolestaan korostanut säännöstelyn merkitystä tulvasuojelulle. Pitkään jatkunut konflikti paikallisten ja vesivoimayhtiön välillä sai alkunsa jo 1960-luvulla, kun paikalliset asukkaat kokivat tulleen epäoikeudenmukaisesti kohdelluiksi muun muassa maakauppojen yhteydessä ja vesistön rakentamisen katselmuskouksissa (Pokka 1994).

Vuorovaikutteista työskentelyä

Järven säännöstelyä on viime vuosien aikana pyritty kehittämään vuorovaikutteisen suunnittelun avulla. Prosessiin on osallistunut lukuisia kemijärveläisiä ja eri alojen asiantuntijoita sekä muita asiasta kiinnostuneita. Kemijärven säännöstelyn kehittämishankkeessa tavoitteina olivat säännöstelyn kes-



keisten vaikutusten tunnistaminen, toimenpiteiden määrittäminen haitallisten vaikutusten lieventämiseksi sekä toimenpiteiden arviointi ja vertailu ja lopulta uusien säännöstelysuositusten kehittäminen. (Marttunen ym. 2004.)

Prosessiin osallistuneiden tahojen yhteisenä tavoitteena oli tuottaa tietoa päätöksenteon pohjaksi ja kehittää eri osapuolten välistä vuorovaikutusta sekä tiedottaa järven tilasta sekä säännöstelystä ja sen vaikutuksista. Nelivuotinen hanke käynnistyi vuoden 2000 alussa ja sen tuloksena oli yksimielisesti hyväksytyt suositukset ja niiden perustelut Kemijärven säännöstelyn kehittämiseksi. Rantojen ja vesialueen kunnostusta, raivausta, kalatalouden kehittämistä sekä viestinnän ja vuorovaikutuksen parantamista koskevia suosituksia on yhteensä 18. Suositusten täytäntöönpanoa ohjaa eri osapuolten

edustajista koostuva seurantaryhmä.

Kemijärven säännöstelyn kehittämiseen ryhdyttiin Kemijärven kaupungin ja kalastusalueen aloitteesta vesilain 8 luvun 10b pykälän pohjalta. Kyseisen pykälän mukaan säännöstelyn haitallisia vaikutuksia tulee ensisijaisesti pyrkiä vähentämään yhteistyömenettelyllä. Ristiriitaisten intressien yhteensovittamiseen ja kaikkia tyydyttävien ratkaisujen löytämiseen pyrittiin hyödyntämällä monia erilaisia menetelmiä: työryhmäkokouksia, postikyselyitä, teemahaastatteluja, seminaareja ja työpaikkoja. Lisäksi järjestettiin yksi laajalle yleisölle tarkoitettu tilaisuus sekä kokeiltiin dialogiharjoitusta (Väntänen ym. 2004).

Ohjausryhmätyöskentely oli prosessin keskeisin työskentelytapa, johon osallistui paikallisten sidosryhmien edustajia, säännöstelevän voimayhtiön edustajia, viranomaisia sekä vesistöjen

säännöstelyn asiantuntijoita. Ohjausryhmätyöskentely toimi säännöstelyn kehittämishankkeen moottorina: sen kautta vietiin asioita eteenpäin ja muut menetelmät täydensivät ja tukivat sitä.

Eripurasta kohti yhteisymmärrystä

Neljän vuoden ajan ohjausryhmään aktiivisesti osallistuneita henkilöitä haastateltiin noin puoli vuotta sen toiminta-ajan päättymisen jälkeen elokuussa 2004. Haastatteluissa selvitettiin ohjausryhmäläisten käsityksiä, arvostuksia ja niiden perusteluista osallistumisprosessia koskien. Haastatteluista ja niiden tuloksista on laadittu yhteenveto, joka on saatavilla hankkeen www-sivuilla osoitteessa www.ymparisto.fi/syke → tutkimus → hankkeet ja tulokset → 'Viestinnän menetelmät vesivarojen käytön ja hoidon hankkeissa'.

Haastatteluiden perusteella useiden eri työskentely- ja osallistumismenetelmien hyödyntäminen mahdollistaa erilaisten näkökulmien huomioon ottamisen päätöksenteossa ja edistää konsensuspohjaisen lopputuloksen saavuttamista. Haastateltavat olivat kokeneet osallistumisen kaiken kaikkiaan työlääksi, mutta pitivät sitä vaivannäön arvoisena. Väsyttävintä ohjausryhmätyöskentelyssä oli ollut tiettyjen asioiden käsitteleminen useaan otteeseen. Kaikki haastateltavat toivat esille turhautumisensa "samojen asioiden jankkaamiseen". Toisaalta muutamat haastateltavat pitivät tärkeänä, että ihmisten mieltä painavat kysymykset käsiteltiin juurta jaksaan.

Haastattelut osoittivat, että pitkäjänteisellä yhteistyöllä voidaan edesauttaa eri osapuolten keskinäisen yhteisymmärryksen syntymistä, vaikka vanhat kaunat ja pitkälle juurtunut konfliktiasetelma vaikuttavatkin taustalla. Muutamat haastateltavat toivat esille, että erityisesti avoin keskustelu ja pyrkimys ennakkoluulottomaan kuuntelemiseen oli lisännyt yhteisymmärrystä eri osapuolten välillä.

Vahvojen arvo valta- ja eturistiriitojen sovittaminen on haasteellinen tehtävä kaikkein taitavimminkin johdetulle vuorovaikutteiselle prosessille. Kemijärven säännöstelyn kehittämishankkeessa on eri osapuolten vastakainasettelua onnistuttu vähentämään jonkin verran, mutta jatkuvan konfliktin ainekset ovat yhä ilmassa. Kemijärven prosessin osalta osapuolten luottamus toisiinsa on konfliktin lientymisen tavoin riippuvainen suositusten täytäntöönpanon onnistumisesta. Mikäli suosituksia onnistutaan toteuttamaan suunnitellulla tavalla ja prosessiin osallistuneet paikalliset näkevät positiivisia konkreettisia muutoksia ympäristönsään, on mahdollista, että heidän luottamuksensa mukana olleita organisaatioita kohtaan lisääntyy.

Osallistujien turhautumisen riskit ja niiden minimoiminen

Kemijärven prosessin haastatteluaineisto paljastaa, että useita vuosia kestävä prosessi sisältää monia riskejä osallistujien turhautumiselle. Turhautumisen riskit liittyvät kolmeen kysymykseen: 1) mitkä ovat osallistujien mahdollisuudet esittää näkemyksiään, 2) kokevatko osallistajat tulevaisuutta kuulluksi ja 3) onko osallistujien esittämällä näkemyksillä jonkinlaisia konkreettisia vaikutuksia? Osallistujien turhautumisen riskiä voidaan pienentää kiinnittämällä huomiota jokaisen osallistumisen vaiheen toteutukseen. Prosessin alkuvaiheessa on tärkeää, että osallistajat saavat mahdollisimman realistisen käsityksen siitä, mitä voidaan saada aikaan ja missä aikataulussa. Osallistujien vaikutusmahdollisuuksien rajoitteet on tehtävä selväksi ja annettava mahdollisimman selkeä käsitys siitä, kuinka paljon aikaa ja työtä osallistuminen tulee vaatimaan.

Alkuvaiheessa on myös ratkaistava kysymys siitä, keitä kutsutaan osallistumaan. Kemijärven kokemusten perusteella osallistujien etsimiseen ja mukaan saamiseen kannattaa kiinnittää erityistä huomiota. Laajalle yleisölle tarjottu tilaisuus on viisasta järjestää heti prosessin alkuvaiheessa, jotta mahdollisimman moni kuulee hankkeesta ja saa mahdollisuuden osallistua. Vaikka ohjausryhmään ja työryhmiin osallistuvien henkilöiden joukko joudutaisiinkin käytännön syistä rajaamaan suhteellisen pieneksi, kannattaa ryhmiä muodostettaessa toimia mahdollisim-

man avoimesti. Jos ryhmien ulkopuoliselle jää epäselväksi, miten ja millä perusteilla ryhmät on muodostettu, koko hanke voi saada "keskenään puuhaavien kuppikuntalaisten" negatiivisen maineen.

Keskusteltavissa olevia asioita ei kannata rajata kovin tiukasti ainakaan suunnittelun alkuvaiheessa. Kemijärven prosessissa osa haastateltavista oli kokenut vesilain lähtökohdan ja sen tulkinnan rajoittavana. Heidän mukaansa säännöstelyn uusista suosituksista keskusteltiin vain näennäisesti vetoamalla vesilain kohtaan jossa todetaan, että *lupa-ehdojen tarkistaminen ei saa vähentää huomattavasti säännöstelystä saatua kokonaisyötyä*. Toisin sanoen osa haastateltavista koki, että uusia suosituksia voitiin kehittää vain siltä pohjalta, ettei voimayhtiön taloudellinen tulos kärsi.

Kuulluksi tulemisen kokemuksen edellytyksenä on, että osallistajat voivat keskustella niiden ihmisten kanssa, jotka viime kädessä ovat asioista vastuussa. "Renkijohtajille" puhuminen ei vakuuta osallistujia siitä, että viesti menee perille. Tämän vuoksi tilaisuuksissa olisi oltava paikalla ne henkilöt, joilla todellisuudessa on päätöksentekovaltuudet ja erityisesti ne, jotka osallistajat kokevat vaikutusvaltaisiksi. Kemijärven osallistujia haastateltaessa tuli myös ilmi, että heidän näkemystensä kirjatuksi tuleminen on tärkeä osa kuulluksi tuleamista. Osallistujien esittämien tietojen, ehdotusten ja mielipiteiden dokumentointi niin, että näkemykset voivat välittyä prosessissa eteenpäin on tärkeää.

Osallistajat voivat turhautua myös, jos heidän esittämälleen kokemukseräiselle tiedolle ei anneta arvoa ja luotettavana pidetään vain asiantuntijatiетоa. Kemijärvellä paikalliset asukkaat kertoivat tietojaan esimerkiksi järven happi-tilanteesta ja veden määrästä tiettyillä alueilla. Usein eri tahojen esittämät tiedot ja väittämät poikkeavat kuitenkin toisistaan ja niiden oikeellisuutta joudutaan selvittämään asiantuntijoiden avulla. Tästä huolimatta tulisi maallikkotietokin systemaattisesti koota ja dokumentoida prosessin käyttöön. Myös paikallisten esittämät näkemykset, esimerkiksi ongelmat heidän elinympäristössään sekä niiden ratkaisuehdotukset kannattaa dokumentoida

päivitettyä listaksi. Tällä tavoin osallistujat varmistuvat siitä, että heille tärkeät asiat eivät välittömästi painu unohduksiin.

Osallistujien mahdollisuus esittää mielipiteitään ja heidän kuulluksi tuleminen ovat menestyksekkään vuorovaikutteisen suunnittelun ennakkoehtoja. Niillä ei kuitenkaan viime kädessä ole juurikaan merkitystä ilman, että osallistujien näkemyksillä on jonkinlaisia konkreettisia seurauksia kyseessä olevaan asiaan. Lopputulos ei yleensä voi eikä sen tarvitse täydellisesti vastata kaikkien osallistujien odotuksia, mutta siinä olisi oltava joitakin konkreettisia elementtejä osallistujien antamasta panoksesta (Senecah 2004). Myös Kemijärvellä osallistujat arvioivat prosessin merkitystä viime kädessä sen perusteella, millaisia konkreettisia muutoksia hankkeesta seuraa rantamaisemalle, vesistön tilalle ja sen käytölle.

Vuorovaikutteista suunnittelua on verrattu tanssiin, johon kukaan ei ennalta käsin tiedä oikeita askelkuviota

(Wondolleck & Yaffee 2000). Askeleita tapailaan ja opitaan prosessin kulussa ja vähitellen harjaannutaan yhteiseen, eteenpäin vievään rytmiin. Vuorovaikutteinen suunnittelu onkin siis aina oppimisprosessi myös suunnitteluhankkeen vetäjille. Jos uskaltaa ryhtyä tanssiin mukaan, vuorovaikutteinen suunnittelu tarjoaa eri osapuolille mahdollisuuden ratkoa ongelmia yhdessä, oppia toisiltaan ja luoda yhteisesti hyväksyttävissä olevia päätöksiä. Samalla avautuu tilaisuus oppia kuuntelemaan aidosti ja työskentelemään joustavasti luovuutta hyödyntäen.

Kirjallisuus

- Beierle, T.** 1999. "Using Social Goals to Evaluate Public Participation in Environmental Decisions", Policy Studies Review 16 (3/4): 75–103.
- Daniels, S. & Walker G.** 2001. Working Through Environmental Conflict: The Collaborative Learning Approach. Praeger Publishers. 328 s.
- Marttunen M., Hellsten, S., Kerätär, K., Tarvainen, A., Visuri, M., Ahola, M., Huttunen, M., Suo-**

- malainen, M., Ulvi, T., Vehviläinen, B., Vántänen, A., Päiväniemi, J. & Kurkela, R.** 2004. Kemijärven säännöstelyn kehittäminen – yhteenvedo ja suosituksen. Suomen ympäristö 718. 236 s.
- Nature.** 2000. Benefits Of Increased Public participation (Editorial), Nature 405 (6784): 259
- Pokka, H.** 1994. Kemijoki – minun jokeni. 2 p. WSOY, Porvoo. 405 s.
- Senecah, S.** 2004. "The Trinity of Voice: The Role of Practical Theory in Planning and Evaluating the Effectiveness of Environmental Participatory Processes" in Depoe, P., Delicath J. and Aepli Elsenbeer, M-F. (Eds.) Communication and Public Participation in Environmental Decision Making. Albany New York: State University of New York.
- Vántänen, A., Marttunen, M., Turunen J-P, Slotte S & Hiedanpää, J.** 2004. Vuorovaikutteiset suunnittelumenetelmät Kemijärven säännöstelyn kehittämisessä. Suomen ympäristö 658.134 s.
- Wondolleck, J. M. & Yaffee, S. L.** 2000. Making collaboration work: Lessons from innovation in natural resource management. Island Press, Washington D.C. 280 s.

Kuva: Mika Marttunen

Jitalta valmiit ratkaisut:

LOKASÄILIÖT
Eri kokoisia umpisäiliötä vaatimusten mukaan
5,5 m³

MÖKIN IMEYTYSPAKETTI
Ohjeet: Rapporinotuskaivo 300 l + imeytysputki 7,2 m, nostoputki 0,8 m, 315 Ø mm ja 110 yhdellä. Max. kuormitus 250 l/vrk.
TULO, POISTO, IMEYTYSPUTKI
Ø 630 mm, IMEYTYSPUTKI 3 x 2,4 m = 7,2 m

KUIVATUSJÄRJESTELMÄT
Rakentajan JITA peruspaketti:
1. Tarkastuskaivo TK-315
2. Talo-Tuplasalaojaputki Ø 110 mm
3. nostokaivo
4. Triplaputki Ø 110 mm
5. kokoojakaivo
6. tarvittavat säätökulmat ja laatat
Nouda JITA-paketti asennusohjeineen hyvin varustetulta suutakauppiatilasta

Puh. (03) 475 6100 • PL 47, 34801 Virrat • www.jita.fi **JITA OY**

Peltojen ylijäämävavinteet ja vesistöjen ravinnekuorma

Irmeli Ahtela

ylitarkastaja

Sirpa Penttilä

ylitarkastaja

Uudenmaan ympäristökeskus

E-mail: irmeli.ahkola@ymparisto.fi

E-mail: sirpa.penttila@ymparisto.fi

Jaana Marttila

maat.metsät.yo

E-mail: jaana.marttila@helsinki.fi

Heli Vahtera

limnologi

Kirsti Lahti

toiminnanjohtaja

Vantaanjoen ja Helsingin seudun vsy ry.

E-mail: heli.vahtera@vhvsvy.fi

E-mail: kirsti.lahti@vhvsvy.fi

Kirsti Granlund

hydrologi

Petri Ekholm

erikoistutkija

Sonja Pyykkönen

tutkija

Suomen ympäristökeskus

E-mail: kirsti.granlund@ymparisto.fi

E-mail: petri.ekholm@ymparisto.fi

E-mail: sonja.pyykkonen@ymparisto.fi

Peltojen aiheuttamaa potentiaalista ravinnekuormitusta voidaan arvioida ravinnetaselaskelmilla, joissa lannoitteiden ja siemien mukana pelloille levitetyistä ravinteista vähennetään sadon mukana korjatut ravinnemäärät. Yksinkertainen keino näiden ylijäämävavinteiden vähentämiseksi olisi peltojen lannoittaminen realistisen satotavoitteen mukaisesti. Lohkokohtaisten ravinnetaseiden vuosittaisen seurannan avulla voidaan selvittää vesistökuormituksen riskialueita. Entä väheneekö kuormitus, jos ylijäämä pienenee?

Maatalouden ympäristötuen vaikuttavuutta on seurattu Mytvas-tutkimuksessa 1990-luvun puolivälistä alkaen Uudellamaalla Vantaanjokeen laskevan Lepsämänjoen valuma-alueella. Alueen pellot ovat pääosin savimaita. Viljelijähaastatteluissa on kertynyt runsaasti lohkokohtaista aineistoa alueen vuosittaisista viljelytoimenpiteistä. Ravinnetase vesiensuojelun apuvälineenä -hankkeessa laskettiin tämän aineiston pohjalta ravinnetaseita ja arvioitiin niiden käyttökelpoisuutta vesiensuojelun näkökulmasta (Marttila ym. 2005).

Ravinnetaseita laskettiin 49–57 maatilatiedoista vuosina 1997–2002. Pelto lohkojen määrä vaihteli 436–595 kpl ja niiden yhteenlaskettu pinta-ala 1 600–1 900 ha/v. Taseita laskettiin noin kolmasosalle Lepsämänjoen valuma-alueen pelloista. Viljoja ravinnetaseiden laskenta-alasta oli 82 %, nurmea 10 %, rypsiä 6 % ja kaalia 2 %.

Lepsämänjoen pelloilla jäi hyödyntä-

mättä lisätyistä ravinteista kuuden vuoden aikana typpeä keskimäärin 49 kg/ha/v ja fosforia 7 kg/ha/v eli tase oli ylijäämäinen (taulukko 1). Typpeä jäi 92 %:lle ja fosforia 78 %:lle peltopinta-alasta. Typen ja fosforin taseisiin alijäämäiset lohkot on laskettu mukaan. Kaalin lannoitus oli voimakkainta ja taseet olivat moninkertaisia verrattuna viljan taseisiin. Kaalipeltoja voitaneen pitää riskialueina vesistökuormituksen suhteen kuten myös korkean fosforiluvun peltoja. Fosforiluku kuvaa kasveille käyttökelpoisen, heppoliukaisen fosfaattifosforin määrää maassa. Arve-luttavan korkeassa viljavuusluokassa taseet olivat selvästi muita luokkia korkeampia. Näitä peltoja oli keskimäärin 23 ha/v (kaalia 5 ha) ja niiden fosforiluku oli 65 mg/l, typpitase 81 kg/ha/v ja fosforitase 22 kg/ha/v.

Hankkeessa arvioitiin myös typpitaseiden käyttökelpoisuutta typpikuormitusta laskevan INCA-mallin lähtötietoina. Kyseinen malli toimii valuma-

Taulukko 1. Typpi- ja fosforitaseiden tekijät eri viljelykasveilla keskimäärin vuodessa vv. 1997–2002.

Viljelykasvi	TYPPI				FOSFORI			
	Lisäys kg/ha	Poisto kg/ha	Tase kg/ha	Hyötys. %	Lisäys kg/ha	Poisto kg/ha	Tase kg/ha	Hyötys. %
Vilja	108	59	49	55	17	10	7	59
Nurmi	128	106	22	83	14	13	1	93
Rypsi	111	52	59	47	16	12	4	75
Kaali	187	53	134	28	55	8	47	15
Keskiarvo	112	63	49	56	17	10	7	61

alueen mittakaavassa ja sillä voidaan laskea epäorgaanisen typhen huuhtoutuminen maa-alueilta ja kulkeutuminen jokuomassa. Taseaineisto antoi selvästi tarkempaa lähtötietoa valuma-alueen pelloilta kuin yleensä on saatavissa. Mallilla laskettu viljakasvien typpi-huuhtouma oli keskimäärin n. 30 kg/ha ja denitrifikaatio vastaavasti 21 kg/ha. Luvut ovat hiukan suurempia kuin kirjallisuudessa raportoidut keskimääräiset arvot Suomen oloissa.

Satotavoite toteutuu harvoin

Peltojen lannoituksen suunnittelussa satotavoite on keskeinen lannoituksen määrään vaikuttava tekijä. Satotavoite oli Lepsämänjoella kuuden vuoden aikana yli 70 %:lla viljapelloista keskimäärin 1 200 kg suurempi kuin pelloilta korjattu sato (taulukko 2). Viljan viljelyalasta yli 60 %:lla tavoiteltiin vuodessa satoa 4 000–4 999 kg/ha ja saatiin 3 500 kg/ha (taulukko 3). Typhen tase näillä lohkoilla oli 45 kg/ha ja fosforin tase 5,3 kg/ha. Korkeammilla satotavoitteilla saatiin yleensä myös parempi sato, mutta ylijäämä ei välttämättä pienentynyt. Lepsämänjoella 67 % peltoalasta viljeltiin tarkennetun lannoitustason mukaisesti. Lannoitteita lisättiin tarkennetusti lannoitetuille pelloille enemmän ja myös satoa saatiin enemmän kuin peruslannoitustasolla. Taseet olivat molemmilla lannoitustavoilla samaa suuruusluokkaa.

Hyvinä viljelyvuosina 1997, 2000 ja 2001 Lepsämänjoen pelloilta saatiin viljasatoa keskimäärin 3 800–4 100 kg/ha. Poikkeuksellisen kuivana vuonna 1999 satoa tuli vain 1 900 kg/ha. Myös vuo-

Taulukko 2. Satotaso kun satotavoite oli suurempi, yhtä suuri tai pienempi kuin pelloilta korjattu sato Lepsämänjoen viljalohkoilla vuosina 1997–2002 keskimäärin.

	Lohkojen lukumäärä	Pinta-ala hehtaaria	Osuus (%) pinta-alasta	Satotavoite kg/ha	Satotaso kg/ha
Tavoite > sato	1 355	4 963	72	4 500	3 300
Tavoite = sato	289	944	14	4 100	4 100
Tavoite < sato	268	959	14	4 300	4 900

Taulukko 3. Satotaso, typhen ja fosforin tase viljasadon eri tavoitetasoilla Lepsämänjoella vuosina 1997–2002 keskimäärin.

Satotavoite kg/ha	Osuus pelto- pinta-alasta %	Keskisato kg/ha	Typpitase kg/ha	Fosforitase kg/ha
<3 000	0,3	2 400	77	15,0
3 000–3 999	6	2 800	47	6,6
4 000–4 999	61	3 500	45	5,3
5 000–5 999	30	4 100	43	6,4
6 000	3	5 000	29	-2,5

sina 1998 ja 2002 keskimääräiset sadot olivat alhaisia, 2 900 ja 3 200 kg/ha.

Tavanomaisessa viljanviljelyssä satotavoitteen ollessa 1 000 kg/ha toteutunut sato suurempi käyttämättä jää tyyppeä noin 20 kg/ha ja fosforia 3–4 kg/ha.

Seuranta tuo esiin peltojen erot

Lepsämänjoen aineistossa oli 162 peltolohkoa, joiden ravinnetaseet voitiin laskea kaikille kuudelle vuodelle. Lohkojen pinta-ala oli noin 640 ha, mikä vastasi noin kolmasosaa koko aineistosta. Lohkojen keskimääräiset taseet

olivat samaa suuruusluokkaa kuin koko aineistossa. Kaikkiaan 89 lohkoilla viljeltiin kaikkina kuutena vuonna pelkästään viljaa.

Peltolohkot jaettiin typhen ja fosforin osalta eri luokkiin sen perusteella, mikä oli kuuden vuoden tase keskiarvona (taulukko 4). Mitä paremmassa tase-luokassa pellot olivat, sitä vähemmän niille lisättiin ravinteita ja sitä pienempi oli sadonkorjuun jälkeen pelloille jäävien ylijäämävinteiden määrä (kuvat 1 ja 2). Pelloilta poistettiin ravinteita eniten tyydyttävissä tase-luokissa ja joinakin vuosina taseet olivat alijäämisiä. Eri ravinnetase-luokkiin kuuluvien loh-

Taulukko 4. Lohkojen määrä, osuus kokonaispinta-alasta ja keskimääräinen typpi- ja fosforitase eri tasealuokissa Lepsämänjoella vuosina 1997–2002 (luokitus Rajala ym. 2001).

Tasealuokka	TYPPI				FOSFORI			
	Tase kg/ha luokassa	Lohkojen määrä	ala (%)	Tase kg/ha	Tase kg/ha luokassa	Lohkojen määrä	ala (%)	Tase kg/ha
Tyydyttävä tai parempi	<31	20	11	13	<3	31	13	-0,4
Välttävä	31–49	62	37	41	3–10	104	71	6,6
Huononlainen/huono	>49	80	52	65	>10	27	16	15
Yhteensä		162	100			162	100	

kojen erot alkoivat erottua selvästi 4–5 vuoden seurannan jälkeen. Fosforin osalta erot tulivat näkyviin nopeammin kuin typpitaseissa. Tyydyttävään tai parempaan luokkaan kuuluvilla lohkoilla satotavoite, lannoitus ja saatu sato olivat tasapainossa. Satotaso oli myös kaikkina kuutena vuotena tasaisempi

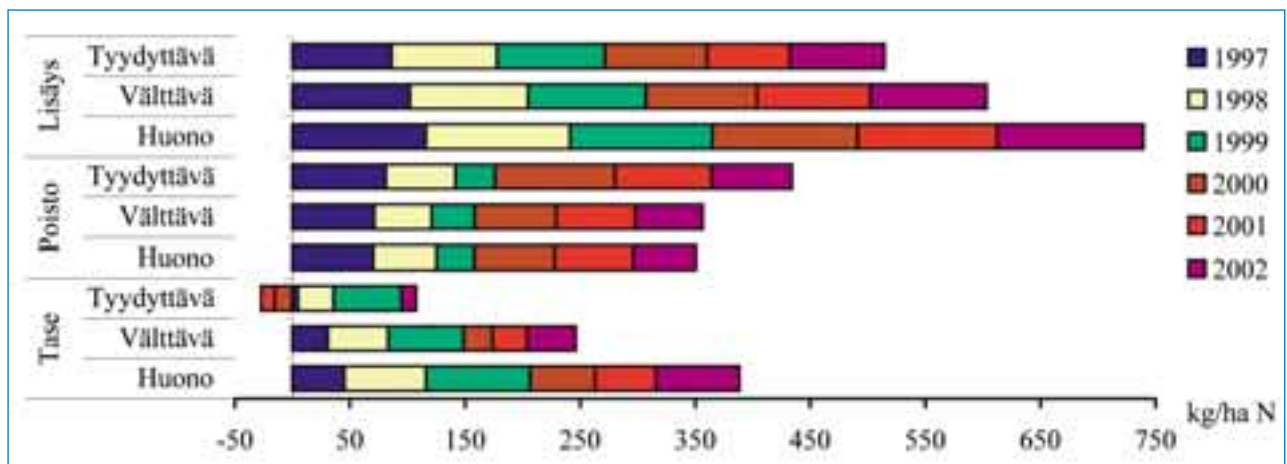
kuin muissa luokissa.

Koko Lepsämänjoen alueen taseaineistossa (1 600–1 900 ha/v) kuuden vuoden keskiarvona noin kolmasosa lohkoista oli sekä typen että fosforin osalta tasealuokituksen mukaan tyydyttävässä luokassa. Välttävään luokkaan kuului 22 % typpitaseista ja 41 % fosfo-

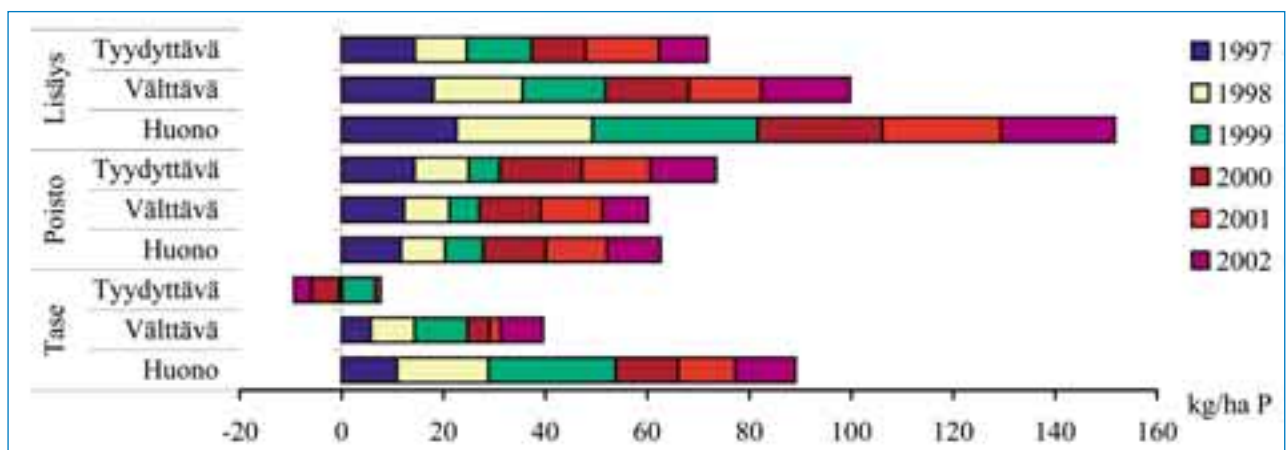
ritaseista. Välttävää huonommalla tasolla typpitaseista oli melkein puolet ja fosforitaseista neljäsosa.

Ylijäämävinteet ja ravinnekuormitus

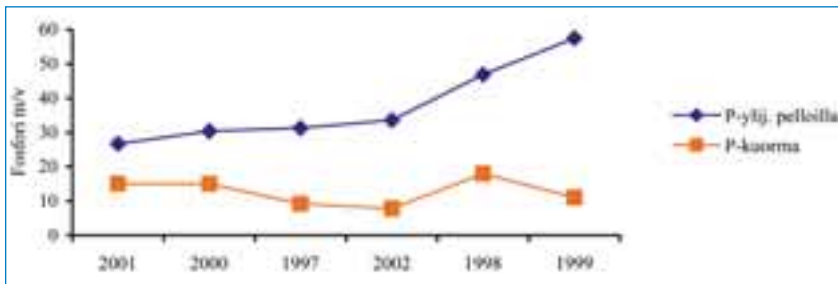
Lepsämänjoen kuljettamat ravinne-



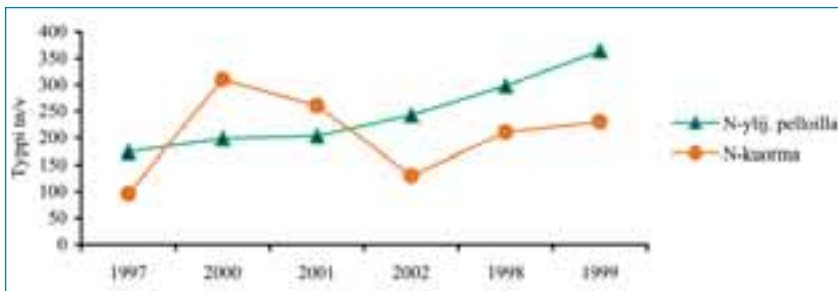
Kuva 1. Typen lisäys, poisto ja tase (kg/ha) vuosien 1997–2002 kertymänä eri typpitasealuokissa.



Kuva 2. Fosforin lisäys, poisto ja tase (kg/ha) vuosien 1997–2002 kertymänä eri fosforitasealuokissa.



Kuva 3. Lepsämänjoen kuljettama typpikuorma ja peltojen ylijäämätyypen määrä (t/v) koko valuma-alueella vuosina 1997–2002. Vuodet ovat kuvassa ylijäämätyypen mukaan nousevassa järjestyksessä.



Kuva 4. Lepsämänjoen kuljettama fosforikuorma ja peltojen ylijäämäfosforin määrä (t/v) koko valuma-alueella vuosina 1997–2002. Vuodet ovat kuvassa ylijäämäfosforin mukaan nousevassa järjestyksessä.

kuormat laskettiin joen alaosan havaintopaikan vedenlaadun ja ympäristöhallinnon Hertta/Hydro -tietokannassa toimivan vesistömallin avulla laskettujen virtaamien avulla (Vehviläinen 2004). Kuormitus Lepsämänjoen alueella on lähes kokonaan hajakuormitusta. Koko valuma-alueen peltojen vuosittaisten ylijäämäravinteiden määrä arvioitiin hankkeessa mukana olleiden ylijäämäisten lohkojen ravinnetaseiden avulla.

Ylijäämäravinteiden ja ravinnekuorman välillä ei havaittu suoraa yhteyttä (kuvat 3 ja 4). Pelloilta saataviin satoihin ja vesistökuormitukseen vaikuttavat merkittävästi sademäärä, sateiden ajoittuminen ja lämpötila, mutta eri tavalla. Peltoviljelyssä riittävä kosteus maassa on tärkeää touko-heinäkuussa. Hyvinä satovuosina 1997, 2000 ja 2001 ylijäämä oli vähäisempää kuin huonompina vuosina (kuvat 3 ja 4). Suurimmat ravinne määrät kulkeutuvat Lepsämänjoessa yleensä syksyisin. Vuoden 2002 syksy oli poikkeuksellisen kuiva ja syysateet olivat vähäisiä myös vuonna 1997. Ravinnekuormat olivat

näinä vuosina myös pienimmillään. Fosforikuormituksen osalta vuosittaisista peltotasetta merkittävämpää on pitkän ajan kumulatiivinen fosforitase, mikä säätelee pellon fosforitilaa ja fosforin alttiutta huuhtoutumiselle.

Taseita kannattaa laskea

Ravinnetaseiden laskenta on melko työläs toimenpide viljelijälle. Yhä useammat viljelijät kuitenkin käyttävät viljelysuunnittelun apuna tietokoneilla toimivia viljelysuunnitteluohjelmistoja, ja esimerkiksi Pro Agrian Wisu-ohjelmistossa lohko kohtaiset taseet voi laskea 'nappia painamalla'. Taseiden laskennassa tarvittavat tiedot ympäristötukeen sitoutuneet viljelijät joutuvat joka tapauksessa kirjaamaan lohkokirjanpitoonsa. Taseiden käyttö viljelysuunnittelun lähtökohdana on käytännössä vielä harvinaista, viljelysuunnittelulla pyritään enemmänkin tukiehtojen noudattamiseen. Nykyisen ympäristötuen toimenpiteet eivät olekaan riittävissä määrin kohdentuneet pelloille, joilta suurin osa kuormituksesta tulee.

Kaikista Suomen peltolohkoista on olemassa koordinaatit, joiden avulla esimerkiksi taulukon 4 mukaisen kolmiportaisen taseluokituksen ravinnetaseet voidaan esittää kartalla erivärisin symbolein. Ongelmalohkojen mahdollinen keskittyminen joillekin tietyille osavalmu-alueille olisi helppo havaita ja vesiensuojelutoimenpiteitä ja vedenlaadun seuranta voitaisiin kohdentaa tehokkaasti. Tämä edellyttäisi valuma-alueilla kattavaa taseiden laskemista ja viljelijöiden suostumusta laskelmien käyttöön.

Alueelliset ravinnetaseet ovat laske-neet voimakkaasti 1990-luvun alkuvuosiin verrattuna koko maassa ja peltomaan potentiaalinen kuormittavuus on todennäköisesti pienentynyt (MMM 2004). Lohko kohtaisen taselaskelmien avulla viljelijä voi tätä kehitystä edistää ja seurata omalla tilallaan ja kohdistaa esimerkiksi pellon kasvukuntoa parantavia toimenpiteitä lohkoille, joille ylijäämää kertyy runsaasti. Parhaillaan uudistettavana olevan maatalouden ympäristötuen mahdollisuudet kannustaa viljelijöitä taseiden seuraamiseen ja parantamiseen kannattaa selvittää.

Kirjallisuus

- Marttila, J., Vahtera, H., Granlund, K., & Lahti, K. 2005. Ravinnetase vesiensuojelun apuvälineenä. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Uudenmaan ympäristökeskus – Monisteita 155. 104 s. ISBN 952-463-082-6 (nid.), ISBN 952-463-083-4 (pdf), ISSN 1238-7185.
- MMM 2004. Horisontaalisen maaseudun kehittämisohjelman väliarviointi. Manner-Suomi. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. MMM:n julkaisu- ja 1/2004. 272 s. ISBN 952-453-152-6, ISSN 1238-2531.
- Rajala, J., Myyrinmaa, J., Vuori, T., Kitula, J., Vahtera, H., Ahtela, I., Lankoski, J. & Santapukki, A. 2001. Ravinnetaseopas. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki, 30 s. ISBN 952-5237-71-0.
- Vehviläinen, B. 2004. Vesistöennusteet ja vesitilannekartat. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Pdf-tiedosto. 8 s. Osoite: <http://www.ymparisto.fi/> vesistöennusteet. Päivitetty 4.2.2004.



Suorakylvöstäkö apu rehevöitymisen estämiseen?



Paula Muukkonen

maat. metsät. yo

Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesien-
suojeluyhdistys ry.

E-mail: paula.muukkonen@helsinki.fi

Viime vuosina Suomessa nopeasti yleistynyt suorakylvö herättää toiveita vesiensuojelun ammattilaisten piirissä. Ympäri vuoden kasvipeitteisyyden on todettu vähentävän selkeästi eroosiota ja partikkelimaista fosforikuormitusta pelloilta. Tässä tutkimuksessa vertailtiin suorakylvettyjen ja kynnetyjen peltoruutujen maa-aineksen eroosioherkkyyttä ja fosforikuormitusriskiä laboratorioanalysein. Havaintona todettiin liukoisen fosforin ja orgaanisen aineksen kertyneen suorakylvöpellon pintaan. Liukoisen fosforin kertyminen ei kuitenkaan ollut niin suurta kuin muissa Suomessa tehdyissä tutkimuksissa. Tuloksissa korostui orgaanisen aineksen merkitys fosforin liukoisuuteen vaikuttavana tekijänä.

Suomessa suuri osa pelloista on syksystä kevääseen kynnetyinä ja kasvipeitteettöminä, jolloin ne ovat alttiina sateen ja lumensulamisesien huuhtonalle. Suurin osa vuoden kiintoaine- ja ravinnekuormituksesta huuhtoutuukin vesistöihin yleensä yksittäisten, lyhyiden valumahuippujen aikana syksyllä ja keväällä. Tämän takia eroosiontorjunta ja ravinnehuuhtomien vähentämistoimet tulisi keskittää juuri näihin aikoihin. Puustinen ym. (2004b) toteavat, että peltojen pysyvällä kasvipeitteisyydellä voidaan vähentää eroosiota ja partikkelimaisten fosforin kuormitusta vesistöihin, etenkin jos talvet muuttuvat leudommiksi ilmastonmuutoksen seurauksena. Tulevaisuudessa eroosion ja ravinnehuuhtomien vähentämisessä tulisikin keskittyä nimenomaan pellolla tehtäviin toimenpi-

teisiin, sillä vesistöön asti päässeitä ravinteita ja kiintoainesta on vaikeaa ja kallista poistaa.

Suorakylvö

Suorakylvössä siemenet ja lannoite kylvetään muokkaamattomaan maahan, jolloin säntki ja kasvien juuret jäävät suojaamaan maata veden kuluttavalta vaikutukselta. Useissa pohjoismaisissa ja suomalaisissa tutkimuksissa on havaittu eroosion ja partikkelimaisten fosforikuormituksen vähentyneen suorakylvössä keskimäärin puoleen kyntöön verrattuna (taulukko 1). Muokkaamattomuus johtaa kuitenkin helposti lannoitteiden kertymiseen pellon pinta-kerrokseen, jolloin liukoisen fosforin kuormitus vesistöihin voi kasvaa (taulukko 2). Suorakylvön hyödyllisyys ve-

siensuojelun kannalta punnitaan siis eroosion ja partikkelimaisten fosforikuormituksen vähentymisen ja liukoisen fosforikuormituksen lisääntymisen summana. Kirjoitus perustuu limnologian pro gradu-tutkimukseen, jossa vertailtiin laboratorioanalysein maa-aineksen eroosioherkkyyttä ja fosforikuormitusriskiä suorakylvetyillä ja kynnetyillä peltolohkoilla (Muukkonen 2005).

Koekentät ja analyysit

Tutkimuksessa oli mukana kaksi koekenttää. Toinen kenttä sijaitsi Jokioisilla Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen alueella ja toinen Aura-joen varressa olevalla Suomen ympäristökeskuksen tutkimusalueella. Kummankin koekentän toinen peltoruutu oli

Taulukko 1. Viljelymenetelmän aiheuttama eroosio pintavalunnassa, vastaava eroosio syyskynnössä ja viljelymenetelmän aiheuttama muutos verrattuna syyskynnöön. * -pitoisuudet kylminä talvina, ** -pitoisuudet leutoina talvina. Kultivoinnilla tarkoitetaan kevennettyä muokkausta noin 15 cm syvyyteen.

Menetelmä	Paikka	Koeaika (v)	Eroosio (kg ha ⁻¹)	Eroosio kynnessä (kg ha ⁻¹)	Muutos (%)	Viite
suorakylvö	Øsaker	4	460	2 275	-80	Skøien 1988
suorakylvö	Øsaker	4	1 980	2 275	-13	Skøien 1988
suorakylvö	Øsaker	5-12	189	1 255	-85	Lundekvam 1998
suorakylvö	Aurajoki	5	620	2 100	-70	Puustinen ym. 2004a
kultivointi	Bjornebekk	5-12	2 573	5 121	-50	Lundekvam 1998
kultivointi	Aurajoki	3	1 915	2 568	-25	Puustinen 1999
kultivointi	Aurajoki	9	1 760	2 100	-16	Puustinen ym. 2004a
kultivointi	Jokioinen	3	525	130	+304	Turtola ja Lemola 2000
kultivointi	Jokioinen	24	499*	1 089*	-54	Puustinen ym. 2004b
kultivointi	Jokioinen	24	952**	1 898**	-50	Puustinen ym. 2004b

Taulukko 2. Viljelymenetelmän aiheuttama liukoisen fosforin kuormitus pintavalunnassa, vastaava kuormitus syyskynnössä ja viljelymenetelmän aiheuttama muutos syyskynnöön verrattuna. * -pitoisuudet kylminä talvina, ** -pitoisuudet leutoina talvina. Kultivoinnilla tarkoitetaan kevennettyä.

Menetelmä	Paikka	Koeaika (v)	Liukoinen P (kg ha ⁻¹)	Liuk. P kynnessä (kg ha ⁻¹)	Muutos (%)	Viite
suorakylvö	Øsaker	4	0,08	0,09	-11	Skøien 1988
suorakylvö	Øsaker	4	0,11	0,09	+22	Skøien 1988
suorakylvö	Aurajoki	5	2,02	0,58	+248	Puustinen ym. 2004a
kultivointi	Aurajoki	3	0,83	0,57	+46	Puustinen 1999
kultivointi	Aurajoki	9	0,73	0,58	+26	Puustinen ym. 2004a
kultivointi	Jokioinen	3	0,08	0,02	+300	Turtola ja Lemola 2000
kultivointi	Jokioinen	24	0,14*	0,16*	-12	Puustinen ym. 2004b
kultivointi	Jokioinen	24	0,10**	0,14**	-29	Puustinen ym. 2004b

ollut suorakylvöllä: Jokioisilla neljä ja Aurajoella viisi vuotta. Verranneruutua oli kynnetyt sama aika. Aurajoen ruudut olivat olleet viherkesannolla vuodesta 2002 lähtien. Jokioisten ruutujen maalaji oli aitosavea ja Aurajoen ruutujen hiuesavea. Analyysit tehtiin kultakin ruudulta 0–5, 5–20 ja 20–35 cm:n kerroksista. Maan eroosioherkkyyttä tutkittiin mm. orgaanisen hiilen pitoisuuden sekä pintakerroksen (0–5 cm) murujen kestävyuden avulla. Viljelymenetelmien välistä maan fosforikuormitusriskiä vertailtiin vesiliukoisen ja alumiini- ja rautaoksideihin sitoutuneen fosforin uuttumisen sekä fosforia sitovien oksidien kyllästysasteiden perusteella.

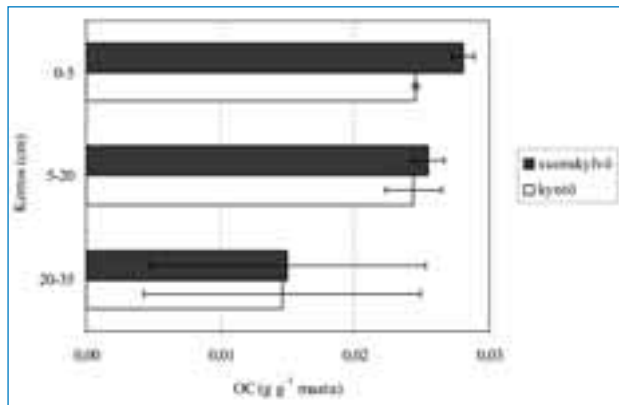
Maan eroosioherkkyys

Tärkein eroosiota vähentävä tekijä suorakylvössä on maan pintaa suojaava kasvillisuus ja maata paikoilleen sitova juuristo. Koska kasvillisuuden vaikutusta ei otettu huomioon tässä tutkimuksessa maan eroosioherkkyyttä testattaessa, koetilanne ei vastannut täysin todellisia oloja pellolla. Suorakylvöön siirtyminen oli kuitenkin lisännyt orgaanisen hiilen pitoisuutta molemmilla koekentillä (kuvat 1a ja 1b) ja etenkin Jokioisten suorakylvöruudun pintakerroksessa. Orgaanisen hiilen on todettu parantavan maamurujen kestävyyttä ja vähentävän siten maan eroosioherkkyyttä. Maamurujen kestävyys olikin

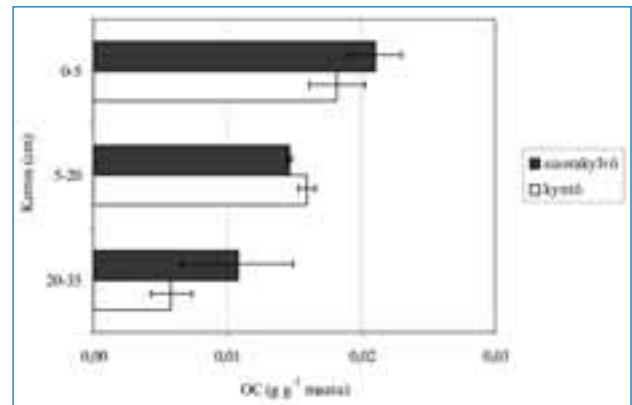
10–20 % suurempaa suorakylvöpellon pintakerroksessa Aurajoen koekentällä, mutta Jokioisten kentällä merkitsevää eroa viljelymenetelmien välillä ei havaittu. Molemmilla suorakylvöruuduilla ja kesannolla olleella kyntöruudulla maa oli kimpalemaista ja sitä sitoivat yhteen sienirihmastot ja kasvien juuret. Kyntöruudulla maa oli pienimuruista, mikä kynnön tavoitteena onkin.

Fosforikuormitusriski

Jokioisten kentän suorakylvöruudun pintakerrokseen oli kertynyt enemmän vesiliukoista fosforia kyntöruutuun verrattuna (kuvat 2a ja 2b). Suorakylvö-



Kuva 1a. Viljelymenetelmien väliset erot orgaanisen hiilen pitoisuudessa (g g^{-1} maata) Jokioisten koekentällä.



Kuva 1b. Viljelymenetelmien väliset erot orgaanisen hiilen pitoisuudessa (g g^{-1} maata) Aurajoen koekentällä.

ruudun potentiaalinen liukoisen fosforin kuormitusriski oli siis suurempi kuin kyntöruudulla pintakerroksen osalta. Huomattavaa oli maasta uuttuvan vesiliukoisen fosforin määrän kaksinkertaistuminen kasvatettaessa uuttosuhdetta 1:50:sta 1:150:een (kuvat 2a ja 2b). Tästä voidaan päätellä, että maa-aineksesta voi vapautua huomattavasti enemmän fosforia eroosioaineksen jouduttua pellolta vesistöön, kuin pelkän valumavesien fosforipitoisuuden perusteella voisi päätellä (Yli-Halla ym. 2001).

Aurajoen kentällä liukoisen fosforin pitoisuuksissa ei ollut havaittavissa eroa viljelymenetelmien välillä. Fosforia uutui maa-aineksesta molemmilta pelto-ruuduilta kaksi kertaa enemmän suuremmalla uuttosuhteella, kuten Jokioisten kentälläkin (kuvat 3a ja 3b). Aurajoen suorakylvöruudulla liukoinen fosfori näytti liikkuneen alaspäin maa-

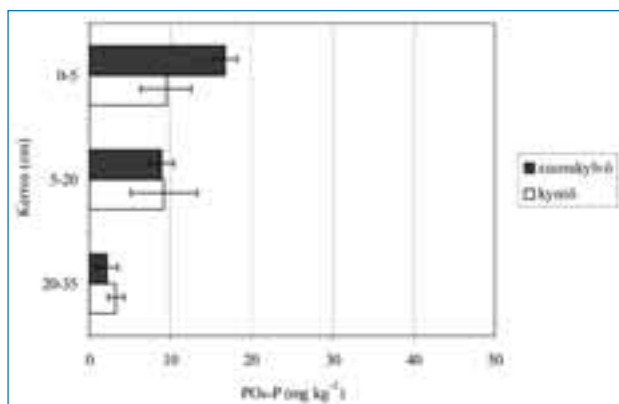
profiilissa, todennäköisesti madonreikiä ja halkeamia pitkin. Tämä näkyi sekä vesiliukoisen että alumiinioksidiin sitoutuneen, suhteellisen heppoliukoisen fosforin suurina pitoisuuksina suorakylvöruudun 20–35 cm:n kerroksessa. Muissa kerroksissa alumiini- tai rautaoksidiin, ns. maa-ainekseen sitoutuneen fosforin pitoisuuksissa ei ollut merkitseviä eroja viljelymenetelmien välillä.

Myöskään oksidipintojen fosforikyllästysasteet eivät eronneet merkitsevästi toisistaan viljelymenetelmien välillä. Alumiinioksidien kyllästysasteet olivat peltoruutujen pintakerroksissa keskimäärin 7 % ja rautaoksidien kyllästysasteet 17 %. Uusitalon ja Auran (julkaisematon aineisto) mukaan valumaveden fosforipitoisuus alkaa nousta selvästi, kun alumiinioksidien fosforikyllästysaste ylittää 10 % ja rautaoksidien

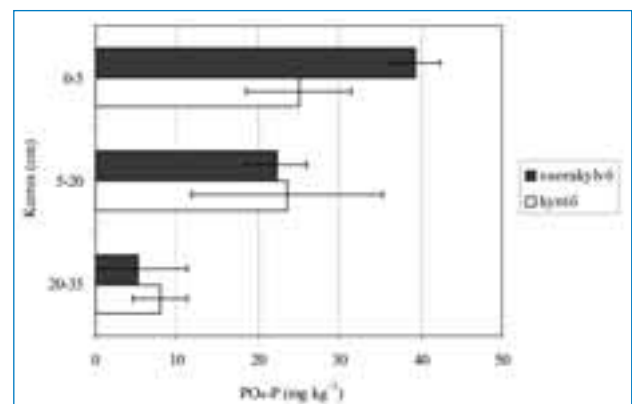
kyllästysaste 20 %. Näihin raja-arvoihin verrattuna kummankaan koekentän maata ei voitu ainakaan vielä tässä vaiheessa pitää erityisen riskialttiina fosforin huuhtoutumista ajatellen.

Orgaaninen aines ja fosfori

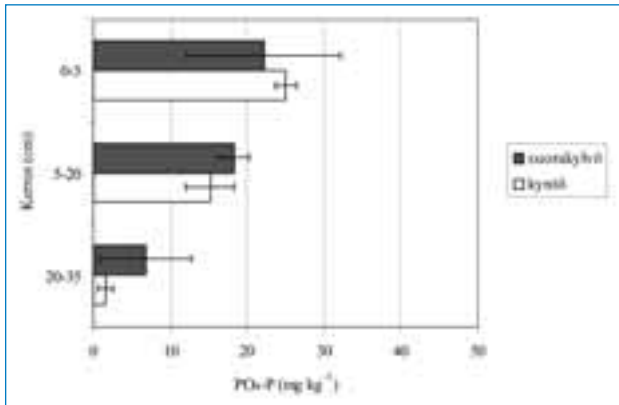
Orgaaninen aines voi kilpailla fosforin kanssa sitoutumispaikoista maassa ja lisätä siten fosforin liukoisuutta. Tällöin suurempi osa fosforista on kasvien käytävissä ja toisaalta huuhtoutumisvaarassa (Hartikainen ja Yli-Halla 1996). Koska suorakylvöruuduille oli kertynyt enemmän orgaanista hiiltä kyntöön verrattuna, oltiin kiinnostuneita siitä, miten se vaikutti fosforin liukoisuuteen. Orgaanisen hiilen kertyminen maahan näytti lisänneen fosforin liukoisuutta (Jokioisten kentän 0–5 cm:n kerros, Aurajoen kentän 20–35 cm:n kerros). Fos-



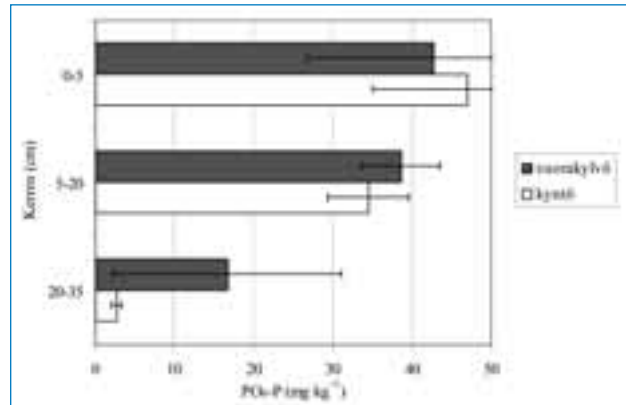
Kuva 2a. Vesiliukoisen fosforin pitoisuudet viljelymenetelmien ja kerrosten mukaan Jokioisten koekentällä 1:50-utossa.



Kuva 2b. Vesiliukoisen fosforin pitoisuudet viljelymenetelmien ja kerrosten mukaan Aurajoen koekentällä 1:150-utossa.



Kuva 3a. Vesiliukoisien fosforin pitoisuudet viljelymenetelmien ja kerrosten mukaan Aurajoen koekentällä 1:50-uutossa.



Kuva 3b. Vesiliukoisien fosforin pitoisuudet viljelymenetelmien ja kerrosten mukaan Aurajoen koekentällä 1:150-uutossa.

forin liukoisuuden lisääntyminen vähentää fosforilannoitustarvetta, mutta toisaalta lisää fosforin huuhtoutumisriskiä maasta. Jos lannoitusta jatketaan samanlaisena tai lisätään, vaarana on vesiliukoisien fosforin huuhtoutuminen pellolta vesistöön. Etenkin suorakylvö-pelloilla lannoitteiden määrän tarkentaminen on tärkeää. Viljavuuspalvelun käyttämän luokituksen mukaan multavan pellon fosforilannoitussuositukset ovatkin alhaisempia kuin vähämultaisen. Viljavuusanalyysi tehdään kuitenkin kokoomanäytteenä koko muokkauskerroksesta (0–20 cm), joten se voi antaa virheellisen kuvan suorakylvöpellon lannoitustarpeesta. Jatkossa onkin tarkoitus tutkia, miten saadaan todenmukainen kuva suorakylvöpeltojen fosforitarpeesta.

Johtopäätökset

Koska fosforin kertymistä pellon pintakerrokseen on havaittu lähes kaikissa pohjoismaisissa suorakylvötutkimuksissa, tulevaisuudessa tulisi kiinnittää huomiota siihen, kuinka pellon pintakerroksen fosforipitoisuutta saadaan alennettua ja pintavaluntaa vähennettyä. Maan rakenteen on todettu parantuvan suorakylvössä, joten on oletettavaa, että myös pintavalunta vähenee ajan kuluessa. Tästä antaa viitteitä mm. tässä tutkimuksessa saatu tulos fosforin liikkumisesta alaspäin Aurajoen suorakylvöruudulla.

Pidemmällä aikavälillä fosforin kertyminen maahan ei palvele maanvilje-



Suorakylvöllä tarkoitetaan viljan ja lannoitteen kylvämistä muokkaamattomaan maahan (kuvan oikea ruutu). Kun maata ei muokata edellisen kasvin puinnin jälkeen, se säilyy kasvipeitteisenä talven ajan. (Kuva: Risto T. Seppälä)

lijää eikä vesiensuojelijaa, joten tavoitteena olisi saada maan fosforitila sellaiseksi, että siinä olisi riittävästi fosforia kasvien käyttöön, muttei ylimäärin huuhtoutumista ajatellen. Lannoituksen vähentäminen yhdistettynä kalkitukseen on yksi mahdollisuus. Maan pH:ta nostamalla saadaan maahan sitoutunut fosfori paremmin kasvien käyttöön. Kalkitus on edullista myös maan rakenteen kannalta. Suomen aiemmissa suorakylvötutkimuksissa on tutkittavilla lohkoilla ollut hyvinkin korkeita viljavuusfosforilukuja johtuen tutkimuskenttien edeltäneestä viljely-

historiasta. Tämä on osaltaan saattanut lisätä liukoisien fosforin osuutta, sillä maan fosforiluvun kasvu lisää fosforin liukoisuutta (Uusitalo ja Ekholm 2004). Orgaanisen aineksen kertyminen suorakylvöpellon pintakerrokseen ja sen vaikutus fosforin liukoisuuteen tulisi ottaa huomioon lannoitusta vähentämällä. Lannoituksella on siis suuri merkitys suorakylvön potentiaalista vesistökuormitusta ajatellen.

Suorakylvön vesiensuojellusta hyötyä punnittaessa on olennaista ottaa huomioon myös se, kuinka kuormittavaksi partikkelimainen fosfori vesis-

tössä arvioidaan. Partikkelimaisen fosforin käyttökelpoisuus leville on arvioitu hapellisissa oloissa olevan 4–41 %, mutta hapettomissa oloissa kiintoaineksen sitomasta fosforista voi vapautua 35–60 % levien käyttöön. Uusitalon (2004) tutkimuksessa 73–94 % valunnassa kulkeutuneesta fosforista oli kiintoaineeseen sitoutunutta. Tällöin hapettomissa oloissa tämän partikkelimaisen fosforin rehevöittävä vaikutus on jo suurempi kuin alunperin liukoisen fosforin osuus. Kun tähän yhdistetään huomio, että maa-aineksesta tapahtuva fosforin desorptio kasvaa maa-ainesta ympäröivän vesitilavuuden kasvassa ja että Suomenlahden rehevyyttä pitää yllä nimenomaan hapettomissa syvänteissä tapahtuva fosforin sisäinen kuormitus, eroosion ja partikkelimaisen fosforikuormituksen vähentäminen suorakylvön avulla voidaan katsoa entistä tärkeämmäksi. Merialueilla sedimentin fosforinsitomiskyky voi myös pysyvästi pienentyä hapettomien kausien seurauksena, kun sulfaatti ja liuennot rauta muodostavat pohjalle rau-

tasulfidia. Näin ollen eroosiontorjunta pelloilta ja lannoituksen tarkentaminen tulevat olemaan tärkeimpiä vesiensuojelutoimenpiteitä tulevaisuudessa.

Kirjallisuus

- Hartikainen, H. & Yli-Halla, M.** 1996. Solubility of soil phosphorus as influenced by urea. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 159: 327–32.
- Lundekvam, H.** 1998. P-losses from three soil types at different cultivation systems. Kungliga Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift 137: 177–185.
- Muukkonen, P.** 2005. Suorakylvön ja kynnön vaikutus maan eroosioherkkyyteen ja fosforikuormitukseen. Pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos. 54 s.
- Puustinen, M.** 1999. Viljelymenetelmien vaikutus pintaerosioon ja ravinteiden huuhtoutumiseen. Suomen ympäristö 285. 116 s.
- Puustinen, M., Koskiaho, J. & Peltonen, K.** 2004a. Influence of cultivation methods on suspended solids and phosphorus concentrations in surface runoff on clayey sloped fields in boreal climate. Agriculture, Ecosystems & Environment. Hyväksytty käsikirjoitus.

Puustinen, M., Turtola, E. & Tattari, S. 2004b. Leudot talvet ja peltoviljely. Vesitalous 45 (3): 17–21.

Skøien, S. 1988. Soil erosion and runoff losses of phosphorus, effect of tillage and plant cover. Norsk landbruksforskning 2: 207–218.

Turtola, E. & Lemola, R. 2000. Vesistökuormitus kyntämättä viljelyssä: loppuraportti tutkimuksesta ”Ympäristötuen kasvipeitteisyysvaatimuksen ympäristövaikutukset syysänkimuokkauksessa, aurattoman viljelyn suorat ravinnepestöt”. Maatalouden tutkimuskeskus, Jokioinen. 22 s.

Uusitalo, R. 2004. Potential availability of particulate phosphorus in runoff from arable clayey soils. Väitöskirja. Agrifood Research Reports 43. 99 s.

Uusitalo, R. & Ekholm, P. 2004. Estimating algal-available phosphorus in surface soil and runoff. Teoksessa: Turtola, E. & Lemola, R. (toim.). Maatalouden ympäristötuen seuranta MYTVAS 2. Osa-hankkeiden 2–7 väliraportit 2000–2003. Maa- ja elintarviketalous 59:8–32.

Yli-Halla, M., Hartikainen, H. & Väättäinen, P. 2002. Depletion of soil phosphorus as assessed by several indices of phosphorus supplying power. European Journal of Soil Science 53: 431–438.



LAATU SYNTYY KOKEMUKSESTA

**Vesihuollon teknologia,
sähkötekniset palvelut ja toimitukset.**

- Sähköistys, instrumentointi ja automatisointi
- Valvomoratkaisut • Paineenkorotusasemat
 - Jäte- ja puhdasvesipumppujen ja -pumppaamojen huolto
- Ohjauskeskukset • Puhdasvesipumput



SLATEK

PL 333 (Tuostekuja 6), 90401 Oulu, puh. (08) 5620 200
Huolto: Tapioitie 13, 90650 Oulu, puh. (08) 5306 401
www.slatek.fi



Eeva Hörkkö

tiedottaja

Vesi- ja viemärioyhdistys ry

E-mail: eeva.horkko@vvy.fi

Kolme vuosikymmentä vesihuoltoalan pyörteissä

Eläkkeelle jääneen Mikko Korhosen työnsä Vesihuoltoliiton toiminnanjohtajana ja sittemmin Vesi- ja viemärioyhdistyksen apulaisjohtajana kesti reilut 30 vuotta. Tänä syksynä Korhonen on ehtinyt entistä paremmin hirttimetsälle, mutta kuvioissa on vahvasti mukana myös vesihuoltoala. Korhonen on yhdistyksen historiatoimikunnan puheenjohtaja sekä vastaa Vesitalous-lehden ilmoitusmyynnistä.

Mikko Korhonen haki aikoinaan Vesihuoltoliiton toiminnanjohtajan paikkaa vesipiirissä työskentelevän veljensä kehotuksesta. Vesihuoltoala oli hänelle vieras, mutta tiepuolen tausta ja kaupallinen sekä insinööriopetus yhdessä antoivat hyvän pohjan. "Tulin pystymetsästä alalle vesihuollon asian tuntijatehtäviin vuoden 1971 lopussa. Minulla oli hyviä opettajia, josta olen heille kiitollinen", Korhonen painottaa. Tämä merkisi myös perheen osalta pysyvää muuttoa Oulusta Helsinkiin. "Annetaan nuorelle miehelle puoli vuotta aikaa näyttää kannattaako järjestöä ylläpitää", kerrotaan vesihuoltomiesten sanoneen toisilleen Korhosen valitessaan.

Vesihuoltoliitto oli perustettu 15 vuot-

ta ennen Korhosen mukaan tuloa vuonna 1956. "Välillä on tapahtumia tullut ryöpsähdyksittäin niin, että olen saanut tehdä pitkää päivää ja matkapäiviä on kertynyt. Monet asioista ovat tiukkaan aikataulutettuja. Aikaa ei ole juuri jäänyt perheelle ja kodille", pohtii Korhonen.

Kaikki alkoi karvalakkitoimikunnista

"Vesihuoltoliiton alkujuuret ovat 50-luvun karvalakkitoimikunnissa. Nämä toimikunnat olivat erilaisia lähetystöjä, jotka kävivät eduskunnassa puhumassa vesihuoltoon liittyvistä tarpeista. Eduskunnan kahvilassa toisiinsa törmänneet lähetystöt huomasivat olevansa kaikki vesihuollon rahoituksen asiassa. Tapahtumat johtivat kesällä 1956 Vesihuoltoliiton perustamiskokoukseen. Perustamalla yhteinen järjestö ja siten järjestäytymällä saatiin toiminta keskitettyä. Yksi henkilö saattoi viedä yhteistä asiaa eteenpäin niin valtion virastoissa kuin eduskunnassakin", toteaa Korhonen.

Liiton toiminnan alkuaikoina oleellista oli yleisen vesihuoltotietouden levittäminen sekä rahoitus- ja työllisyys-

asioiden esille tuominen valtiovaltaan päin. Vesihuollossa tehtiin paljon miestä työtä, jolla voitiin poistaa työttömyyttä. Alalle tarvittiin kipeästi myös rahoitusta. Järjestötoiminnan pioneerit keskittyivät vesihuollon teknisiin suunnitelmiin ja vesitietouden levittämiseen maaseudulla.

Toiminnanjohtajana Korhonen levitti yleistä vesitietoutta jäsenistölle. "Satasin vesihuoltopäiviin, joissa ajankohdattaiset asiat ja päällimmäisenä kentällä olevat aiheet eri puolilta maata käsiteltiin. Tapanani oli liikkua runsaasti kentällä ja kuulostella mikä milloinkin keskustelutti", muistelee Korhonen. Oleellisena Korhonen on aina pitänyt myös tiedon muokkausta ja jakamista tiiviissä ja lyhyessä muodossa jäsenistölle. Lisäksi tarvittaessa esityksiä ja aloitteita on tehty eduskuntaan halki vuosien. "Kuitenkin koulutuksen tehostaminen ja monipuolistaminen alkoi tulla yhä keskeisemmäksi ja merkittävämmäksi työsaraksi. Ei pärjätty enää kahden hengen toimistolla, vaan lisättiin henkilökuntaa koulutussuunnittelijalla. Pian olimmekin alan suurin ja suosituin lyhytkurssien tuottaja", mainitsee Korhonen.

YT-näyttelyn alkujuuret

Korhonen kertoo, että YT-näyttely halettiin alun perin järjestää, koska se tuki järjestöjen koulutusta ja toimintaa. Järjestöjen tunnetuksi tekeminen on omalta osaltaan auttanut myös edunvalvontakysymyksissä. Aikaisemmin muiden tapahtumien yhteydessä järjestetyt pienimuotoiset näyttelyt olivat osoittaneet, että alan yrityksiä puolelta on kysyntää ja kiinnostusta laajemmalle valtakunnalliselle näyttelylle. Tärkeänä osana näyttelyä järjestöt pitävät perinteiset koulutustilaisuutensa ja järjestävät näyttelyvieraille maksuttomia luentotilaisuuksia.

Korhonen on ideoinut ja kehittänyt YT-näyttelytoiminnan alusta alkaen ja nähnyt näyttelyn kehityksen kahdenkymmenen vuoden aikana. Joka toinen vuosi pidettävä näyttely on pienestä alusta kasvanut ja muotoutunut monipuoliseksi ja merkittäväksi kohtaamispaikaksi. YT-näyttely on nimenomaan asiantuntijanäyttely. Näytteilleasettajat ovat kiitelleet, että kävijäkunta edustaa juuri oikeita kohderyhmiä ja takaa vuosittain hyvät kontaktit.

Kouvolassa pidettiin vuonna 1983 ensimmäisen kerran YT-näyttely. Tilat riittivät silloin nipin napin, näytteilleasettajia tuli 104. YT-näyttelyn ulkoalue oli jo alusta alkaen käytössä ja se onkin Suomen oloissa suurimmasta päästä, muistelee Korhonen. Hän kuvailee, että jo silloin valittiin näyttelyn pääväriksi vihreä. Värillä halutaan kuvastaa näyttelyn ympäristöystävällisyyttä. Tavoitteena on rakentaa ihmisten asumisen, elämisen ja toiminnan edellyttämä infrastruktuuri sekä edellytykset elinkeinoelämälle ja yhteiskunnan toimivuudelle kestäväen kehityksen periaatteella. Seuraavan kerran ajankohtaiset asiat ja uusien tietojen tiivistys YT05-näyttelyssä Lahdessa 25.–27.5.2005. Lahteen odotetaan 200 näytteilleasettajaa ja 9000 näyttelyvierasta.

Tummia pilviä taivaalla

”1980-luvun loppu oli rankaa aikaa, kun eri liittojen toiminnasta ja meidän välisestä suhteen muodostuksesta ei tiennyt mihin ollaan menossa”, selvittelee Korhonen. Hän kertoo, että 1980–90-luvun vaihteessa Vesihuoltoliiton tule-



vaisuus oli vaakalaudalla. Vesihuoltoliittoa yritettiin näittää Kuntaliittoon väkisin. Vesihuoltoliitto oli yksi alalla olemassa olevista neljästä järjestöstä. Sen toiminta oli ongelmallista kuntien keskusjärjestöjen puristuksessa, etenkin kun toiminta suuntautui pääasiassa maaseudulla toimiviin laitoksiin. Lisäksi Vesihuoltoliitto palveli jäseninään suurta joukkoa vesiosakeyhtiöitä ja osuuskuntia, joiden asema kuntien keskusjärjestössä olisi ollut ongelmallinen.

Korhonen työskenteli itsenäisen, kuntien keskusjärjestöstä erillään olevan järjestötoiminnan muutoksen ja kehittä-

misen eteen 90-luvulla. Hänen luotsaamaan Vesihuoltoliiton säännöt muutettiin vastaamaan myös suurten laitosten tarkoituksia. Onnistuttiin kokemaan erikokoiset vesihuoltolaitokset saman katon alle. ”Onneksi suuret laitokset tulivat yhdistyksen toimintaan mukaan. Saimme painoarvoa, kun kaupunkiväki saatiin mukaan yhdistykseen”, vakuuttaa Korhonen.

Sääntömuutoksen yhteydessä vuonna 1992 Vesihuoltoliitto muutti nimensä Vesi- ja viemärlaitosyhdistykseksi ja säilytti paikkansa alan voimakkaana yhteisjärjestönä. Tässä vaiheessa Korho-

nen ehdotti uuden toimitusjohtajan nimittämistä ja siirtyi itse apulaisjohtajan rooliin.

”Erillisen sektorijärjestön säilymissen etu on siinä, että asiat jotka menevät järjestössä eteenpäin eivät etene poliittisesti. Laitosmiehet ovat hallituksessa mukana. Kuntien keskusjärjestöt edustavat koko teknistä alaa. Vesihuolto yhtenä pienenä osana olisi siellä hukunut. Laitosmiesten ääni meinasi haihtua Kaupunkiliiton ja Kuntaliiton toimikuntien tekemissä ehdotuksista, kun ne joutuivat teknisen neuvoston poliittisen päätännän alaisuuteen”, selvittää Korhonen.

”Itsenäinen järjestö, joka edustaa pelkästään vesihuoltoa, on vahva aloitteen tekijä eduskuntaan. Oma järjestö aktivoi myös osallistumaan enemmän järjestötoimintaa. Voidaan keskittyä vesihuoltoon ja luoda yhteistyöjärjestelmää”, painottaa Korhonen.

Katse kristallipalloon

Kolmenkymmenen vuoden aikana Korhonen ei ole koskaan harkinnut vaihtansa alaa kokonaan. ”Olen nähnyt vesihuoltoalan kehityksen menevän eteenpäin ja saanut olla kehityksessä mukana. Koskaan en ole pitkästynt. Olen kokenut toiminnan hyväksi ja tarpeelliseksi. Myös positiivista palautetta olen saanut, palautteen varassa jaksaa jatkaa”, kiittelee Korhonen.

”Yhdistystä tarvitaan nykyisin, jotta ala pysyisi koossa. Hyvä puoli on, että on olemassa järjestelmä, joka kokoaa joukot laidasta laitaan yhden pöydän ääreen. Opetuksellinen puoli on toinen kulmakivistä. Yhdistyksessä pystytään järjestämään koulutusta juuri vesihuoltoväelle. Esimerkiksi toimistohenkilöstön koulutuspäivä on nimenomaan vesihuoltoväen toimistohenkilöille tarkoitettu”, toteaa Korhonen.

”Vesihuoltoala on hyvä sektori. Mielestäni yhdistyksen toimistolla on nyt optimaalinen väkijoukko koossa. Ulospäin suuntautuneisuus ja yhdistyksen arvostus on noussut. Vesihuoltoasioissa pyydetään yhdistykseltä lausuntoja ja ilokseni olen havainnut, että niissä esitettyjä kannanottoja on otettu huomioon lopullisia ratkaisuja tehtäessä.”

”Nykyisellä porukalla pysytään ajan hermolla kansainvälisten asioiden tiimoilta. Tärkeää on, että yhdistyksen työntekijät vielä enemmän jalkautuisivat vesihuoltolaitosten pariin ja kävisivät laitoksilla juttelemassa sekä kuultelemassa. Hyvällä mielellä voin katsoa menneeseen, mutta uskon myös hyvään tulevaisuuteen. Se on toteutunut, mitä olen kuvitellut ensimmäisiä asioita koskevia muistioita laatiessani”, kiteyttää Korhonen.



! Ei tietotekniikka mikään Irtopala ole. Se on kiinteä osa tavoitteellisuutta, jolla liikkeenjohdon päämäärät toteutuvat.

Hyvä

Maa, varsinkin tietotekninen ei ole milloinkaan valmis. Mutta voit olla huolehti. Muutoshankkeissa ei tarvitse lähteä aina alusta. Suunnittelemme ja toteutamme tietojärjestelmäratkaisuja vesi- ja ympäristöhuoltoon; mm. asiakashallinta ja laskutus, kulu-

tuksen seuranta internetissä, paikkatietoliittymät ja haja-alueiden jäteveden käsittelyn hallinta. Kun kaipaat tueksi oikeaa kättä tietotekniikka-asioissa, katso www.wmdata.fi tai soita Juha-Pekka Moisio, puh. 040-775 5829 ja Hannu Salonen, puh. 040-777 2220.

WM-data

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 NÄRPÖ, 06-211 0500

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

Kala- ja Vesitutkimus Oy

- * kalatalous
- * vesistötutkimus
- * vedenhankinta

Luotsikatu 8 00160 Helsinki
Puh. (09) 692 71 00 Fax (09) 692 71 24
www.silakka.pp.fi

Eteli-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 organisaatioesivitykset
- Taksojen määrityssuunnitteet
- Ympäristölupahakemukset

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

Vesilaitokset
Jätevesilaitokset
Flotaatiolaitokset

INSINÖÖRITOIMISTO OY RICSAN AB

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

Vesi- ja ympäristötutkimuksia

- Limnologia
- Kalatalous
- Vesikemia
- Hydrobiologia

Yhdyskuntatekniikan ratkaisuja

- Vedenhankinta
- Jätevedenpuhdistamot
- Vedenpuhdistuslaitokset
- Vesihuoltolinjat

RAMBOLL

PL 3 • Piispanmäentie 5 • 02241 Espoo • puhelin 020 755 611
Helsinki • Jyväskylä • Kotka • Kouvolaa • Kuopio • Lahti • Luopioinen
Mikkeli • Oulu • Pori • Seinäjoki • Tampere • Turku • www.ramboll.fi

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
Alue toimistot: Jyväskylä, Savonlinna, Vantaa
proy@ristola.com

Flotaatiotekniikkaa yli 35 vuotta
Vesilaitokset
Jätevesilaitokset
Jäähdytysvesilaitokset

INSINÖÖRITOIMISTO OY RICTOR AB

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

Kunnallistekniikan osaamista

SUUNNITTELU-TOIMISTO
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

maajavesi.poyry.fi

Competence. Service. Solutions.

- Jyväskylä • Kuopio • Lahti • Lappeenranta
- Lapua • Oulu • Tampere • Turku • Vantaa

JAAKKO PÖYRY INFRA
Maa ja Vesi

Maa ja Vesi Oy • PL 50 (Jaakonkatu 3), 01621 Vantaa
Puh. (09) 682 661 • e-mail: sw@poyry.fi

Vesi- ja ympäristötekniikan asiantuntemusta ja suunnittelua

TRITONET OY

Pinninkatu 53 C, 33100 Tampere
Puh. (03) 3141 4100, fax (03) 3141 4140
E-mail pertti.keskitalo@tritonet.fi

"Jos kaikki Suomen järvet..."

VESISTÖJEN KUNNOSTUS JA HOITO

SUUNNITTELU JA TUTKIMUS
-VE-LIMNÖ ravinnetasemälliset
-VE-EKOSIMU happimalli
-Kunnostussuunnitelmat

TOTEUTUS
MIXOX-Ampelusuorakone




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

VEDI-EKO OY
WATER-ECO
www.vesiako.fi tiedustelut@vesiako.fi

LIIMNÖLOGITÖMISTO-VESEN HOIDON JA KUNNOSTUKSEN ASIAINTUNTAJA

YIT

YIT ENVIRONMENT OY

PL 36, 00621 HELSINKI
Käyntiosoite: Panuntie 6
Puhelin 020 433 111
Faksi 020 433 2066
sähköposti etunimi.sukunimi@yit.fi

Vedenkäsittelylaitteet ja -laitokset

AKVA FILTER - PUHTAAN VEDEN PUOLESTA!

-suunnittelua ja palvelua yli 35 vuoden kokemuksella.
-vedenkäsittelyratkaisut ja suodatusmateriaalit raudan, mangaanin, orgaanisten aineiden, raskasmetallien ja kloorin poistoon sekä veden neutralointiin.
-suodattimet manuaalisena tai moottoriventtiili-automatiikalla varustettuina.
-vedenottoamille 10-1000 m³/vrk.
-omakotitalouksiin, maataloilille, laitoksiin.
-myös vesipistekohtaiset suodattimet.



AKVA FILTER OY
www.akvafilter.fi,
E-mail: akva.filter@co.inet.fi

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

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

Dosfil oy – Vedenkäsittelyn hallintaa –

- Automaattiset suodattimet 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. 09 350 88 140, fax. 09 350 88 150
Email: dosfil@dosfil.com, internet: www.dosfil.com, Antti Jokinen GSM 0400 224777

ProMinent Finland Oy

Orapihlajatie 39, 00320 HELSINKI
puh. (09) 4777 890 fax (09) 4777 8947
www.prominentfinland.fi

- UV-desinfiointi
- Mittaus- ja säätötekniikka
- Annostuspumput
- Kemikaalisäiliöt
- Otsonointi
- Polymeerilaitteet
- Klooridioksidilaitteet
- Käänteisosmoosi (RO)

MYynti : HUOLTO : VARASTO

KYSY MEILTÄ

KAIKO OY



Tietytyökalut:
KAIKO OY
Henry Fordin katu 3 C
00100 HELSINKI

Puhelin: (09) 884 1010
Faksi: (09) 8841 0120
S-posti: kaido@kaido.fi

Yhteistyöllä luontoa säästäviin tuloksiin

- ◆ Laaja valikoima kiertomäntäpuhaltimia: **Hibon, Hick Hargreaves, WKE ja Roots**
- ◆ **Elmacron**-näytteenottimet ja pH-laitteet
- ◆ **ProMinent**-pumput, hoito- ja valvontavälineet
- ◆ Mukavat ja hajuttomat **BioLet**-kompostivessat

Kysy lisää! Meiltä saat asiantuntevaa palvelua!

Launeenkatu 67 **Y-LAITE OY** Puh. (03) 884 080
15610 LAHTI Fax (03) 884 0840
Internet: http://www.y-laite.fi Sähköposti: info@y-laite.fi

Jätevesien- ja lietteenkäsittely



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

Hydropress Huber Ab



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

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

RUMPUSIIVILÄT	• SUOTONAUHAPURISTIMET
KONEVÄLPÄT	• NESTESUODATTIMET
RUUVIKULJETTIMET	• VÄLPEPURISTIMET
DEKANTTERILINGOT	• POLYMEERILAITTEET

OY SLAMEX AB
PL 20, 00981 HELSINKI
PUH. (09) 343 6200, TELEFAX (09) 3436 2020

Vesihuollon koneet ja laitteet

ABS
COST-EFFECTIVE PUMPING

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

ABS Pumput Oy

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

KaLVIT

KaLVI Oy

• palopestit
• palovesiasemat
• seinäpalopestit
• erikoispestit

SPC Vesitekniikka Oy

• verkko-ohaus
• potkuripuhdistus
• desinfiointi
• sanneerausytöt

Keuruu 014 771551
info@kalvi.fi

Tampere 03 2534446
spc.kalvitek@kolumbus.fi

EDULLISET JA LUOTETTAVAT
VENTTIILIT JA VIRTAUSSÄÄTÖLAITTEET
VEDENKÄSITTELYYN

KEYFLOW OY

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

PUMPUT JA VEDENKÄSITTELYLAITTEET

TEOLLISUUTEEN JA KUNNALLISEEN VESIHUOLTOON

Pumppaamot
Keskipakopumput
Paineenkorotuspumput
Säiliöt 0,01–30 m³
Mäntäpumput



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



**PUMPPU
LOHJA OY**

www.pumppulohja.fi



WatMan

www.watman.fi

Vesikemikaalit

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

VESIKEMIKAALIEN YKKÖNEN

Kemira

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

Puhdasta vettä

Tuotteet ja räätälöidyt
ratkaisut vesienkäsittelyyn.
Kaikki ympäristön hyväksi.

Nordkalk Oyj Abp
21600 Parainen
Puh. 0204 55 6999
Fax 0204 55 6038
www.nordkalk.com

 **Nordkalk**
Ympäristö



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

 **ALGOL**
CHEMICALS

Automaatiojärjestelmät

Vesi on hallinnassamme

- Ympäristönsurantajärjestelmät
- Vesihuollon seurantajärjestelmät
- Valvomotuotteet
- Instrumentointi
- UV-putket

 **BK-automation**
Your Partner in Process Control

PL 901, Runkotie 8, 60101 Seinäjoki
Puh: 06 2140 120, fax: 06 2190 131, www.bk-automation.fi

 **MISO**

MIPRO OY - VESIHUOLLON ASIAANTUNTIJA

- VESILAITOSTEN AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT
- VESIHUOLLON KAUKOKÄYTTÖJÄRJESTELMÄT
- JÄTEVEDENPUHDISTAMOIDEN AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT
- KAUKOLÄMPÖLAITOSTEN JA -VERKOSTOJEN AUTOMAATIO

MIPRO OY
INFRA - Vesi- ja energihuollon automaatio

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

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

Enviro Data Oy

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

Kaunismäenkuja 1, 00430 Helsinki
puh. (09) 563 6435 tai 0400-429611
www.envirodata.fi

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

Talous ja hallinto

Rahat heti!

Puh. (09) 4242 300

 **SVEA RAHOITUS**
 **SVEA PERINTÄ SUOMI**

LASKUJEN OSTO
LASKUTUSPALVELU
RESKONTRAN HOITO
FACTORING
PERINTÄPALVELU
LUOTTOTIETOPALVELU

www.svea.fi

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

ALITUS- PORAUKSET

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

TERVETULOA osastollemme
6a
YT05-näyttelyyn 25.-27.5.2005!

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

SÄHKÖMUHVIIHTSAUS

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

www.kokkobe.fi

Nopeasti asennusvalmiit KOKKO-painot



KOKKO S-10
Lukkopaino 90mm:stä ylöspäin

KOKKO S-20
Sidos 75mm:stä alaspäin

JA-KO BETONI OY
PL 202, 67101 KOKKOLA
PUH. (06) 8242 700
FAX (06) 8242 777



Putkistovuotojen selvittelyä



- vesijahtoverkostojen vuotojen selvittelyt
- viemäriverkostojen vuotojen haku
- vuodonhakulaitteet
- vesi- ja jätevesimittarit sekä järjestelmät
- korjausmuhvit sekä laipporahaarat
- PE-sähköhitsausmuhvit
- PE-pistoliittimet

Tämä kaikki yli 15 vuoden kokemuksella



**SUOMEN
PUTKISTO
TARVIKE OY**

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



- Vesi- ja viemäri-
verkostojen saneer-
aukset eri menetelmin.
- Viemärikaivojen saneer-
aukset ja vahvistukset.
- Pumppaamoiden sekä
erilaisten säiliöiden
pinoitukset.
- Saneeraustarpeen ja -
menetelmien arviointi.

Vaihtotie 9 • 33470 Yläjärvi
puh. 03-348 4717
fax 03-348 4699
sppoy@sppoy.com
www.sppoy.com



SUOMEN PUTKISTO PALVELU OY

Vesitalouden lukijoille

Tutustuttuani viimeisen puolen vuoden aikana vesialaan hieman pintaa syvemmältä, olen törmännyt samoihin analogioihin, jotka ovat tuttuja muiltakin rakennus- ja kiinteistöalan sektoreilta. Huoli ympäristön tilasta ja jälkipolvienne hyvinvoinnista on vaikuttanut voimakkaasti lainsäädäntöön, mikä taas on johtanut edistysellisemmän, kalliimman tekniikan käyttöönottoon sekä samalla lisännyt teollisuuden, rakentamisen ja kiinteistönpidon kustannuksia.

Mediasta on välittynyt melko yksipuolisen negatiivinen viesti kustannusten kohoamisesta ja kilpailukyvyyn heikkenemisestä. Mutta mitä hyötyä tiukentuneista määräyksistä mahtaa olla?

Vesialan ja koko yhteiskunnan kehityksen kannalta olisi pystyttävä näkyvästi viestittämään vesitalouden ja ympäristönsuojelun merkitys omalle ja jälkipolvienne hyvinvoinnille. Ymmärtäessään niihin liittyvän problematiikan ihmisten olisi helpompi hyväksyä kohoavat kustannukset ja tiukentuvat viranomaismääräykset. Samalla yhteiskuntaamme kehittyisi hedelmällinen maaperä koko sektorin teknologiselle ja lainsäädännölliselle kehitykselle sekä alan toimijoiden kansainväliselle kilpailukyvyille.

Vesitalous on Suomen johtava vesi- ja



ympäristöasioita laajasti ja mielenkiintoisesti käsittelevä erikoislehti. Lehden tavoitteena on tiedonvälityksen lisäksi saada aikaan keskustelua ajankohtaisista asioista. Lehdellä on pitkät perinteet ja ainutlaatuinen toimintakonsepti. Eri sektoreiden asiantuntijoista koostuva toimituskunta, artikkeleiden asiantuntijatarkastus sekä päivänpolttaviin aiheisiin keskittyvät teemanumerot ovat jo vakiintunut käytäntö ja lehden laadun perusta.

Vaikka olenkin vakuuttunut, että Vesitalouden lukijat saavat kuusi kertaa vuodessa käsiinsä kiistatta valtakunnan

parhaan vesialan tietopaketin, lehden sisältöä ja luettavuutta pyritään määrätietoisesti kehittämään. Siinä tarvitaan Teidän apuanne, hyvät lukijat. Kaikenlainen palaute; risut, ruusut ja parannusehdotukset ovat aina tervetulleita.

Haluan kiittää päätoimittaja Timo Maasiltaa luottamuksesta ja ansaitulle eläkkeelle jäänyttä Marja-Leena Järveä äidillisestä opastuksesta uuden tehtäväni hoitamisessa.

Tuomo Häyrynen

Toimitussihteeri, Vesitalous
tuomo.hayrynen@talotekniikka-
julkaisut.fi

Vesiepidemiat kuriin -seminaari

Maailman parhaana vesimaana Suomella on kyseenalainen kunnia olla raportoitujen vesiepidemioiden suhteellisessa lukumäärässä teollisuusmaiden huipulla. Mistä tämä johtuu ja miten se on mahdollista? Miten vesiepidemioiden syntyä voidaan ehkäistä ilman, että vettä tarvitsee kloorata? Miten toimitaan tositilanteessa, kun juo-

mavedessä näyttäisi olevan taudinaiheuttajia?

Vesiyhdistyksen käyttövesi- ja vesihygieniajaos järjestää 25.8.2005 seminaarin, jossa etsitään vastauksia näihin kysymyksiin. Puolipäiväseminaarissa käsitellään vesiepidemioiden ennaltaehkäisyä sekä toimenpiteitä epidemia-tilanteessa ja niiden jälkeen. Tilaisuus-

den paikkana on Tampereen teknillinen yliopisto. Seminaarin esitelmää julkaistaan Vesitalous -lehden teemanumerossa, jota jaetaan tuoreeltaan tilaisuudessa.

Seminaarin ohjelma ja lisätietoja osoitteessa www.sttv.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**

Effect of pipe material on water quality

Markku Lehtola,
Ilkka Miettinen,
Anja Hirvonen,
Terttu Vartiainen and
Pertti Martikainen

The majority of the bacteria in pipelines grow in biofilms, and these biofilms are the source of the bulk of the bacteria in tap water. Several factors contribute to the formation of biofilms, notably the pipe material. A pilot-scale pipeline network offers excellent opportunities to investigate the materials used in water distribution.

Equalisation and its effect on the activated sludge process and the biological removal of nutrients

Anna Mikola

At the Pihlajaniemi treatment plant in Savonlinna the TAVARA project investigated the feasibility of using the preliminary sedimentation basins for equalisation. The outcome of the investigation gave the impetus to develop a multipurpose preliminary treatment basin in which the flow rate and load are equalised and, if necessary, the load can be reduced by removing raw sludge and organic matter can be hydrolysed.

High pressure flotation and peracetic acid disinfection to treat wastewater

Jari Koivunen and
Helvi Heinonen-Tanski

After-treatment of wastewater and treatment of by-pass wastewater with high pressure flotation and peracetic acid disinfection have been investigated at the University of Kuopio. The aim was to assess the usability of the processes to treat different types of wastewater, to enhance the removal of phosphorus and organic matter, and to reduce the load of intestinal microbes on

the environment. The investment and running costs of the processes for wastewater treatment plants of different capacities were estimated and compared with the costs of alternative purification methods, i.e. high-rate sand filtering and UV disinfection.

Improving nitrogen removal with natural zeolites

Reetta Kuronen

Nitrification, i.e. the removal of ammonium from wastewater, was intensified by adding powdered natural zeolite to a laboratory-scale activated slurry process. The zeolite powder increased the amount of biomass in the slurry and raised the nitrification rate.

Economic analysis of water supply and sewerage plants

Teemu Vehmaskoski

Scale factor advantage is a term often heard in connection with the operation of water supply and sewerage plants. But what is a sufficient scale and whose advantages are we talking about? The most comprehensive investigation ever made on the economic state of water supply and sewerage plants in Finland confirms old truths and raises new questions. The role of the plant's customer, i.e. the water consumer, is intermingled with the role of taxpayer in profitable and unprofitable plants alike.

Interactive planning in waterway regulation

Marika Palosaari

Regulation of Lake Kemijärvi has been developed with interactive planning methods for four years. Together with representatives of the parties involved, experts have proposed recommendations to mitigate the adverse effects of regulation and to improve communication between the various parties.

Other articles

Infratech 2005 Lahti is a meeting place for water supply professionals

Mika Rontu

Excess field nutrients and the nutrient load on waterways

Irmeli Ahtela,
Sirpa Penttilä,
Jaana Marttila,
Heli Vahtera, Kirsti Lahti,
Kirsti Granlund,
Petri Ekholm and
Sonja Pyykkönen

Will direct seeding help prevent eutrophication?

Paula Muukkonen

Three decades in the whirlpool of water supply and sewerage

Eeva Hörkkö

Even the sea needs protection areas

Sari Tolvanen



Sari Tolvanen

Meribiologi

Greenpeacen merikampanjavastaava

E-mail: sari.tolvanen@nordic.greenpeace.org

Meriemme tähänastinen suojeleminen on eronnut suuresti siitä, miten maanpäällistä luontoa, sen monimuotoisuutta ja tuottavuutta on perinteisesti suojeltu. Maailmanlaajuisesti maanpäällisestä alueista suojeleminen on noin 11,5 %. Samanaikaisesti merialueista on suojeltu vain alle prosentti.

Suomessa vain neljä kansallispuistoa käsittää merialueita ja muista tuhansista eriasteisista suojelemissa, kuten Natura 2000, vain kourallinen käsittää varsinaisia merialueita. Näistäkin alueista yhtäkään ei ole suunniteltu nimenomaisesti meriluonnon monimuotoisuuden, ekosysteemitointojen sekä kalakantojen suojelemiseksi ja ylläpitämiseksi. Itse asiassa koko Itämereltä ei löydy ainoatakaan tehokkaasti suojeltua ja hallintoa merten suojelemissa.

Kansainvälinen alati lisääntyvä tutkimusaineisto osoittaa kiistatta, että merten suojelemissa ovat olennainen osa taistelua meriluonnonvarojen, niiden monimuotoisuuden ja niistä riippuvien elinkeinojen, kuten kalastuksen turvaamiseksi. Meriympäristöllä, jonka alueella kielletään haitalliset toimet, kuten merenpohjan ja sen mineraalien hyödyntäminen, laajamittainen kalastus, sekä ulkopuoliset toimet kuten jätteiden tai maa-ainesten läjitys, on huomattava kyky palautua. Samalla myös ekosysteemien toiminta ja tuottavuus lisääntyvät ja meriympäristö kykenee paremmin vastustamaan ulkoisia uhkia, kuten huonoa vedenlaatua, ympäristömyrkyjä ja ilmastosta lämpenemistä.

Itämeren tilan kohentamiseksi on

Merikin tarvitsee suojelemissa

olennaista perustaa merten suojelemissa, jotka ylläpitävät monimuotoisuutta ja tuottavuutta. Mereen ja sen eliöstöön vaikuttavat toimet on kiellettävä alueiden sisällä, ja niitä on säännösteltävä tiukasti alueiden välittömässä vaikutuspiirissä.

Merten suojelemissa tulevat velvoittamaan meitä kaikkia uudelleen suhtautumiseen meriympäristöä kohtaan. Meri on perinteisesti ollut vapaa kaikille kaikkialla, eikä sen hyödyntämiseen ole liittynyt alueellisia rajoituksia. Suojelemissa hyödyntävät ajan mittaan kuitenkin nimenomaan merestä elantonsa saavat yhteisöt, kuten kalastajat, virkistystoiminta ja matkailu.

Meriluonnonvarojen tehokkaaseen hallintoon ja hoitoon liittyvät kansainväliset sopimukset ovat myös huomioineet merten suojelemissa tarpeen. EU-maat ovat sitoutuneet perustamaan kattavan merten suojelemissa ketjun jo vuoteen 2010 mennessä. Biodiversiteettisopimuksen osapuolet sopivat puolestaan helmikuussa 2004 maailmanlaajuisen merten suojelemissa ketjun perustamisesta vuoteen 2012 mennessä. Niin ikään Johannesburgin kestävän kehityksen kokous asetti tavoitteeksi saada kalavarojen kriittisen häviämisen kuriin vuoteen 2015 mennessä, esittäen keinoksi mm. suojelemissa, joilla kalastus kiellettäisiin.

Sopimuksista huolimatta merten suojelemissa perustaminen on ollut tuskan hidasta. Itse asiassa koko EU:n tämänhetkisistä direktiiveistä, laeista ja ohjelmista ei löydy mekanismeja, jotka nojalla kattavia ja edellä mainittujen sopimusten mukaisia suojelemissa voitaisiin perustaa. Natura 2000 -verkosto on suunniteltu nimenomaisesti maanpäällisen luonnon suojelemissa, eivätkä meriä koskevat alueet ole tarpeeksi kattavia lajistossaan. Nykyisellä lainsäädännöllä ei kyetä myöskään riittävästi hallinnoimaan merellä sijaitsevia Na-

tura-alueita niitä uhkaavilta toimilta, kuten merenpohjan luonnonvarojen hyödyntämiseltä ja kalastukselta.

EU:ssa on kuitenkin käynnissä kuuden ympäristöä koskevan toimintaohjelman alainen lupaava prosessi - EU:n meristrategia. Meristrategia on yritys hallita meriä integroidusti ja ekosysteemilähtöisesti, mikä mahdollistaisi erilaisten meriin vaikuttavien toimien, kuten kalastuksen, maatalouden ja meriliikenteen integroidun hallinnon sekä pyrkiä harmonisoimaan jo voimassa olevia lakeja merien tilan parantamiseksi.

Monen vuoden kehittelyn ja konsultoinnin päätteeksi komissio on julkaisemassa ehdotuksensa meristrategiasta ensi heinäkuussa. On toivottavaa ja todennäköistä, että ehdotus sisältää laillisesti sitovan kehyksen, kuten puitedirektiivin. Tähän asti monien EU-maiden, kuten esimerkiksi Suomen suhtautuminen uuteen direktiiviin on ollut nyreää. On selvää, että eri tahot ovat kiireisiä vielä tulevinakin vuosina niin Natura 2000 -verkon kuin vesipuitedirektiivin toteuttamisessa ja täytäntöönpanossa. Mutta jos meristrategiasta ei saada laillisesti sitovaa ja tarkan aikataulun alaista, on uhkana edellä mainittujen tärkeiden kansainvälisten sopimusten vesittyminen. On myös selvää, ettei meriympäristöllä ja siitä riippuvilla elinkeinoilla ole varaa menettää tätä tilaisuutta. Meristrategian on tuotava selkeä muutos merien tämän hetkiseen hyödyntämiseen ja hallintoon.

Greenpeace tapasi hiljattain asian tiimoilta Ruotsin ympäristöministeri Lena Sommestadin, joka tiivistä asian osuvasti: "Vaikka lainsäädäntö on yleisesti ottaen ei-toivottua, on meriympäristö ehdottomasti se osa-alue, joka kiipeimmin tarvitsee uutta lainsäädäntöä ja toimia. Meidän on oltava valmiita uuden meripuitedirektiivin toteuttamiseen."

BE > THINK > INNOVATE >



PUMPPUJA KAIKKIIN TARPEISIIN.

Tervetuloa osastollemme yt-messuilla
Lahdessa osasto U1.

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

www.grundfos.com

GRUNDFOS 

WehoPuts® Pienpuhdistamot kotiin ja koko kylään

WehoPuts-pienpuhdistamot käsittelevät kirkkaiksi yhden kotitalouden tai koko kyläyhteisön jätevedet. Kotitalouksien lisäksi pienpuhdistamoon voi liittää myös kyläkoulut, loma-asunnot ja muita kiinteistöjä. Pienpuhdistamo soveltuu myös maitotilojen, pienteurastamojen, kuorimoiden yms. jätevesien käsittelyyn.

Toimitamme **kyläkohtaisen järjestelmän**, joka sisältää **kaikki tarvittavat komponentit** jätevesien puhdistamiseksi. WehoPuts-pienpuhdistamon lisäksi esim. paineviemäri- ja viettoviemäriputket, jätevesikaivot, kiinteistökohtaiset jätevesipumppaamot, laitekaivot ja tarvittavat liitososat.

WehoPuts-pienpuhdistamolla toteutettu kyläkohtainen järjestelmä on varmatoiminen ja vaivaton käyttäjälleen. Käyttömukavuudeltaan se on verrattavissa kunnalliseen viemärointiin ja hallitun menetelmän ansiosta puhdistustulokset ovat erittäin korkealuokkaiset.

WehoPuts® - pienpuhdistamon edut:

- Joustava mitoitus: yhden perheen tai useamman kiinteistön yhteinen puhdistamo
- Helppohoitoinen ja vaivaton, automatisoitu prosessi
- Erinomaiset puhdistustulokset
- Sallii hyvin kuormitusvaihteluita
- GSM-kaukovalvonta mahdollinen
- Hajuton
- Kestävä, tiivis ja pitkäikäinen rakenne



Yhdyskuntateknikka
Infratech
Lahti 25.-27.5.2005

Tervetuloa Lahden
Messukeskukseen
osastoillemme
M3 ja 23g!



Oy KWH Pipe Ab
PL 21, 65101 Vaasa
Puhelin (06) 326 5511
Telefax (06) 315 3088
www.kwhpipe.fi