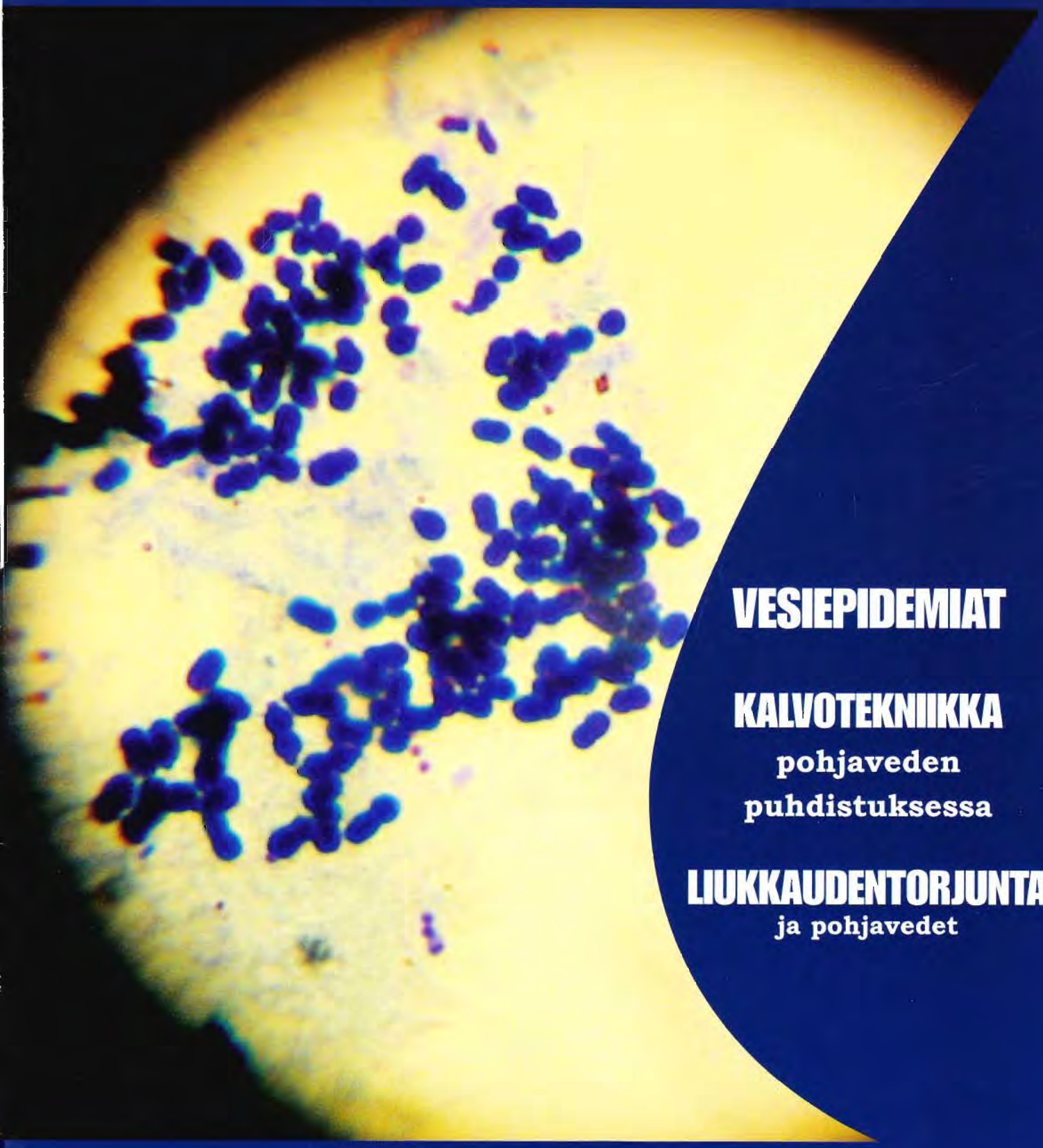
VESITALOUS

5/2001

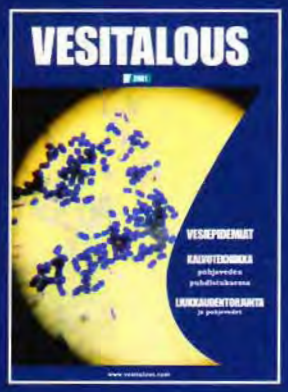


VESIEPIDEMIAT

KALVOTEKNIIKKA
pohjaveden puhdistuksessa

LIUKKAUDENTORJUNTA
ja pohjavedet

www.vesitalous.com



VESITALOUS

5/2001

Vol. XLII

Julkaisija
YMPÄRISTÖVIESTINTÄ YVT Oy
(omistajat:
Maa- ja vesitekniikan tuki ry ja
Vesi- ja viemärilaitosyhdistys ry)

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

Toimitus, talous ja tilaukset
MARJA-LEENA JÄRVI
toimitussihteeri

Tontunmäentie 33 D
02200 Espoo
Puhelin (09) 412 5530
Faksi (09) 412 5207
E-mail: vesitalous@mvtt.fi
Merita 120030-29108

Kannen kuva
HANNES MELASNIEMI
Jätevedestä eristettyjä bakteereja

Painopaikka
FORSSAN KIRJAPAINO Oy
ISO 9002

ISSN 0505-3838

Ilmestyy kuusi kertaa vuodessa.
Vuosikerran hinta 40 €.

www.vesitalous.com

Tämän numeron kokosi ja toimitti
ERKKI VUORI

SISÄLTÖ

Puhdasta talousvettä
Erkki Vuori 5

Vesiepidemiat ja niiden syyt
Terttu Vartiainen, Outi Zacheus ja Ilkka Miettinen

Suomessa raportoitiin vuosina 1998–2000 yhteensä 21 vesiepidemiaa, joissa sairastui yhteensä noin 14 600 henkilöä. Koska vain pieni osa ripuliin sairastuneista ilmoittautuu ja lisäksi viranomaisilla on taipumusta mieluummin vähätellä kuin paisuttaa sairastuneiden lukumäärää, vesiepidemiat ovat edelleenkin kansanterveysriski. 6

Vesiepidemioiden ehkäisy
Ilkka Miettinen, Outi Zacheus ja Terttu Vartiainen

Vesiepidemiat eivät varoita etukäteen puhkeamisestaan. Epidemiat tulisi kuitenkin kyetä ehkäisemään riskinarvioinnin avulla, jolloin mahdolliset riskitekijät voidaan etukäteen poistaa. 9

Miten listeria voi levitä elintarvikkeisiin veden välityksellä?
Helvi Heinonen-Tanski

Listeria on satunnaisesti levinnyt elintarvikkeiden välityksellä. Tämä bakteeri viihtyy vesissä ja maaperässä. Listerian reitti pitkään säilytettäviin elintarvikkeisiin voi mahdollisesti kulkea myös desinfioimattoman talousveden kautta. 12

TOIMITUSKUNTA

MATTI ETTALA
tekn.tri, dosentti
Matti Ettala Oy
Kuopion yliopisto

JUHANI KETTUNEN
tekn.tri, dosentti
tutkimusjohtaja, professori
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Teknillinen korkeakoulu

ESKO KUUSISTO
fil.tri, hydrologi
Suomen ympäristökeskus, ympäristövaikutusyksikkö

MARKKU MAUNULA
dipl.ins., vesiylitarkastaja
maa- ja metsätalousministeriö, maaseutu- ja luonnonvaraosasto, vesivarayksikkö

MARJA LUNTAMO
dipl.ins., johtaja
Porin Vesi

RAUNO PIIPPO
dipl.ins., toimitusjohtaja
Vesi- ja viemärilaitosyhdistys

LEA SIIVOLA
dipl.ins., ympäristöneuvos
Länsi-Suomen ympäristölupavirasto

RIKU VAHALA
dipl.ins.
Vesi- ja viemärilaitosyhdistys

OLLI VARIS
tekn.tri, dosentti, akatemiatutkija
Teknillinen korkeakoulu

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

Erikoistoimittajat

HARALD VELNER
professori

PIPSA POIKOLAINEN
dipl.ins., maat.metsät.kand

HENRIIKKA TUOVINEN
tekn.yo.

Nanosuodatus ja käänteisosmoosi pohjaveden epäorgaanisten aineiden poistamisessa
Riitta Kettunen ja Pertti Keskitalo

Nanosuodatus ja käänteisosmoosi näyttävät soveltuvan hyvin fluoridi- ja alumiinipitoisten pohjavesien käsittelyyn. Käyttökustannusten erot menetelmien välillä ovat osoittautuneet odotettua pienemmiksi. **15**

Esiselkeytys on historiaa
Heikki Kiuru

Asumisjäteveden käsittely tehostuu, kun puhdistamaton vesi johdetaan aiemman esiselkeytyksen sijasta suoraan biologiseen käsittelyyn. Tutkimus muuttaa käsityksiä yksikköprosessien merkityksestä. **21**

Liukkaudentorjunta ja pohjavedet
Pasi Hellstén ja Taina Nystén

Teiden talviseen liukkaudentorjuntaan perinteisesti käytetylle tiesuolalle (NaCl) etsitään korvaavaa ainetta, joka olisi mahdollisimman vähän ympäristölle haitallinen. Hankkeessa tutkitaan mm. asetaatteja ja formiaatteja, joita jo nykyään käytetään lentoasemien kiitoratojen liukkaudentorjunnassa. **24**

Vesien tilan seuranta euroaikaan
Jorma Niemi, Pertti Heinonen, Sari Mitikka, Heidi Vuoristo, Olli-Pekka Pietiläinen, Markku Puupponen ja Esa Rönkä

Suomeen on laadittu Euroopan ympäristökeskuksen (EEA) ohjeiden mukainen jokien ja järvien veden laadun seurantaverkko, joka on osa koko Euroopan kattavaa veden laadun seurantajärjestelmää. **29**

Vaikeat paineviemärit
Hannu Sarvanne

Maastoprofiililtaan vaikeiden painelinjojen pumppaustekninen suunnittelu ja pumppujen valinta. **33**

Viktoriaanista viemäröintiä
Katriina Etholén

Sir Joseph Bazalgetten (1819–1891) suunnittelema Crossnessin pumppulaitos Lontoossa on avattu museoksi. **35**

Kalankasvatuksen tarkkailutko remonttiin?
Kyösti Jumppanen

Kommenttipuheenvuoro Vesitalous 3/01:n artikkeliin "Kalankasvatuksen tarkkailut remonttiin". **38**

Liikehakemisto **41**

Uutisia **46**

Abstracts **48**

Vieraskynä
Kalle Löövi **49**

Asiantuntijat ovat tarkastaneet lehden artikkelit.

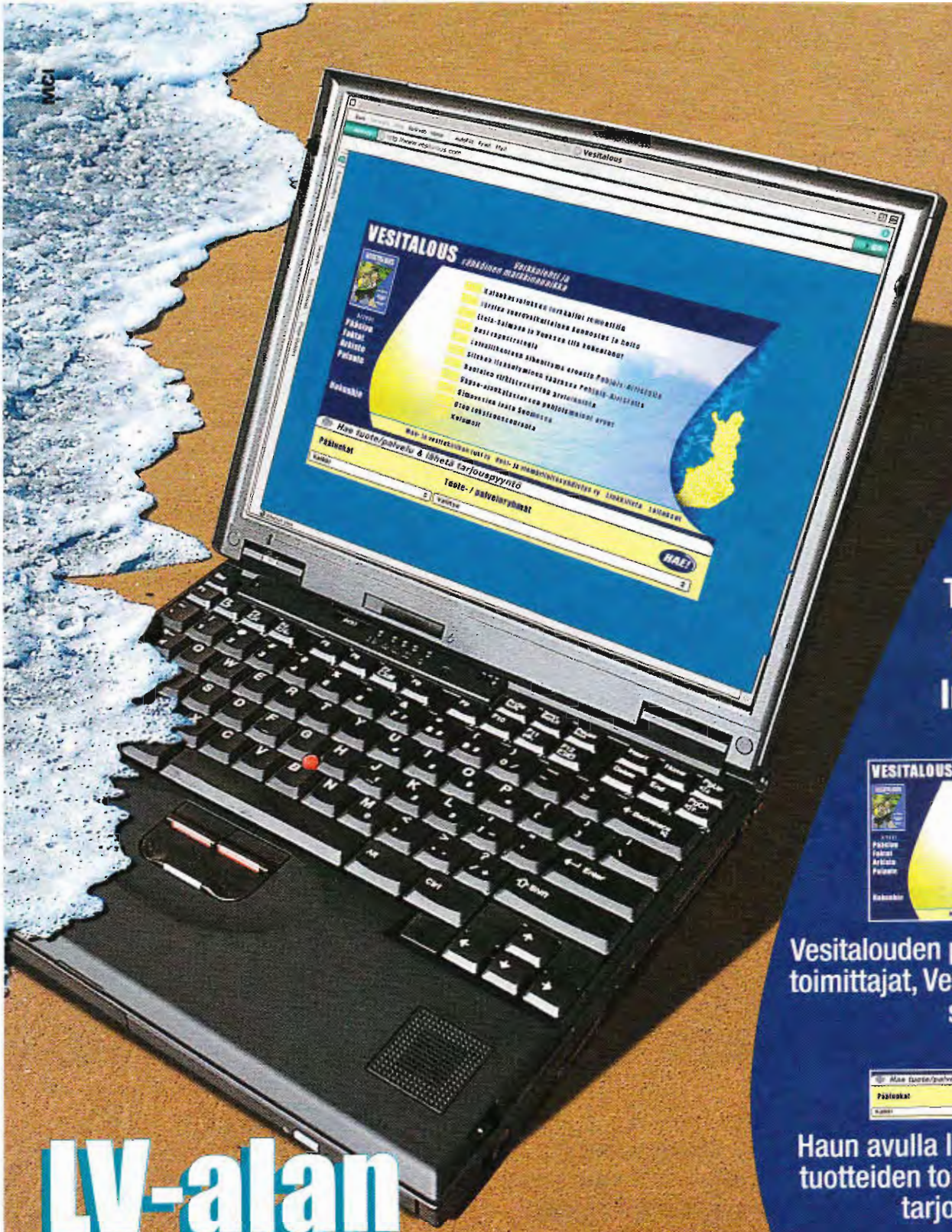
VESITALOUS 6/2001

ilmestyy 19.12., miniteemassa käsitellään ajankohtaisia aiheita: talvea, lunta, jäätä. Numeron kokoaja ja toimittaja on Esko Kuusisto.

Ilmoitusvarausten pitäisi olla toimituksessa 21.11. mennessä.

Vesitalous-lehti nyt Internetissä osoitteessa www.vesitalous.com

Pyydä vesihuollon tarviketarjous Vesitalouden markkinapaikan kautta!



LV-alan sähköinen markkinapaikka

Tarjouspyyntöjä?
Pyydä ne kerralla
Internetin kautta

Vesitalouden portaalilla ovat LV-alan toimittajat, Vesitalouden verkkoleht sekä hyödylliset linkit

Haun avulla löydät sadasta LV-alan tuotteiden toimittajasta ja palvelu tarjoajasta sinulle sopiva

Kokeile ja voita

Osallistu www.vesitalous.com -portaalilla kilpailuun. Vo voittaa luxus-risteilyn lähdevettä ta Vesitalous-lehde vuosikerran

tai helpompi tapa: www.vesitalous.com

PUHDASTA TALOUSVETTÄ

Erkki Vuori
professori

Suomessa pidetään puhdasta talousvettä itsestäänselvyytenä. Tuhansien järvien maassa syntyy myös helposti käsitys, että hyvää, makeaa vettä on loputtomasti, onhan se kiertokulussa uusiutuva luonnonvara.

Maailmanlaajuisesti tarkasteltaessa veden riittävyys ja puhtaus eivät ole itsestäänselvyyksiä. Laajat alueet maapallolla ovat suorastaan asuin- ja elinkelvottomia koska vettä ei ole riittävästi. Vesivarojen omistus voi olla valtioiden välillä kiistan, jopa sodan aihe. Makean veden puute onkin suurin vesiongelma. Toiseksi suurin ongelma on veden puhtaus.

Kehitysmaissa ripulitaudit ovat nälän lisäksi pahin lasten tappaja. Kolera ja lavantauti tuntuvat kaukaisilta murheilta, vaikka esim. kolera on edelleen ns. endeeminen sairaus monessa maassa. Tällaisia alueita ovat mm. Intian niemimaa, suuret osat Etelä-Aasiaa ja Afrikkaa sekä nykyisin, Perun katastrofin jälkeen, myös Etelä- ja Väli-Amerikka. Ripulitautien aiheuttajat leviävät tyypillisesti talousveden välityksellä ja niitä levittävät ulosteissaan vähäoireiset kantajat. Lentomatkustuksen yleisyys ja nopeus tuo taudinkantajia kaikkialle. Suomessakin on todettu yksittäisiä koleratapauksia viime vuosikymmeninä, mutta niistä ei ole syntynyt epidemioita.

Tämän Vesitalous-lehden numeron miniteema käsittelee veden kautta leviäviä infektioita ja niitä toimenpiteitä, joilla epidemioita selvitetään. Artikkeleissa todetaan, että vesiepidemiat ovat meilläkin kansanterveysriski; sairastuneita on ollut viime vuosina tyypillisesti tuhansia tapauksia vuodessa. Hyvän hoidon vuoksi kuolemantapaukset ovat kuitenkin olleet harvinaisia ja yksittäisiä. Talousvedestä on löydetty, kolerabakteeria lukuunottamatta, useita tunnettuja ja tyypillisiä veden kautta leviäviä bakteereja ja viruksia. Useille tapauksille on yhteistä ulosteperäisten jätevesien pääsy talousveden sekaan. Syyt ovat moninaisia: mm. tulvat, pintavalunnat ja viemäriputkien rikkoutumiset.

Vesiepidemian toteaminen ja toimenpiteet epidemian sammuttamiseksi ovat vaativa terveydenhuollon ja vesialan ammattilaisten yhteistyön paikka. Erästä viime vuoden epidemiaa (sivusta) seuranneena totesin työn vaikeuden. Tiedotus ei aina mene perille. Kuinka saadaan sana esim. vanhukselle, jolle ei tule lehtiä, jos epidemia on niin paikallinen, että siitä ei puhuta televisiossa eikä radiossa? Kuinka saadaan lieväoireiset ilmoittautumaan, jos oireetkin ovat jo ehtineet mennä ohi? Kuinka saadaan säästäväiset mummut juoksuttamaan 'turhaan' vettä shokkiklooraukseen aikana, jotta koko verkko desinfioituisi viimeistä putkenpätkää myöten? Monet kokevat veden saastumisen häpeällisenä eivätkä halua siitä puhua tai siitä kuulla. Kuitenkin kaiken selvitystyön perusta niin tässä kuin monessa muussakin asiassa on tosiasioiden tunnustaminen ja niiden mukaan toimiminen.

Puhtaassa talousvedessä meillä suomalaisilla on aarre, jonka arvo kasvaa koko ajan. Pohjavettä ja sen puhtautta on siksi erityisesti suojeltava, jotta veden koostumus ei muuttuisi eikä se saastuisi. Maaperä ja vesistöt eivät ole kaiken nieleviä kaatopaikkoja tai yksityisiä ongelmajätelaitoksia.

Suomessa talousveden valmistuksen ja jakelun tekniikka ja osaaminen on korkeatasoista. Suurimmat veden hygieniaan liittyneet ongelmat ovat aiheutuneet liian lujasta luottamisesta raakavetenä käytetyn pohjaveden hyvään laatuun. Parhaimmillaan suomalaisille tarjottu talousvesi on aistinvaraisissa testitilanteissa pärjännyt paremmin kuin monta kertaa kalliimmat mutta trendikkäämmät ulkomaiset pullotetut vedet.

Siksi suomalaista vettä suoraan kraanasta, terveydeksi!

VESIEPIDEMIAT JA NIIDEN SYYT

Vesi puhuttaa kaikkialla lähinnä edessä olevan maailmanlaajuisen juomavesipulan vuoksi. Tämän lisäksi vesivälitteiset epidemiat ovat kehitysmaissa arkipäivää, mutta Euroopassa niistä on varsin vähän tietoa. Aina 1900-luvun alkupuolelle Euroopassakin vesiepidemiat olivat yleisiä ja yksi pikkulasten kuolleisuuden pääaiheuttajista. Veden klooridesinfiointi yhdistettynä yleisesti parantuneeseen hygieniaan muutti tilanteen täysin. Kuolinsyytilastoja eivät vesiepidemiat edelleenkään muuta, mutta tarkemmat tutkimukset ja seurannat saattavat paljastaa huomattavasti suuremman ongelman kuin on luultu.

Terttu Vartiainen

professori, laboratorion johtaja
Kirjoittaja on Kansanterveyslaitoksella vesiepidemioiden vastuuhenkilö. Hänen tutkimusalaansa ovat mm. talousvesi ja sen terveysvaikutukset sekä raakaveden puhdistusprosessit.

Outi Zacheus

fil.tri, erikoissuunnittelija

Ilkka Miettinen

fil.tri, erikoistutkija

Kaikki kirjoittajat työskentelevät Kansanterveyslaitoksen ympäristöterveydenosastolla Kuopiossa
Sähköpostiosoitteet: etunimi.sukunimi@ktl.fi

Maailman terveysjärjestön Euroopan osasto, WHO/EURO, teki vuonna 1997 kyselyn vesivälitteisistä epidemioista 51 Euroopan maassa, Suomi mukaanluettuna. Kysely kattoi vuodet 1986–1996, ja sillä pyrittiin selvittämään ensiksikin, oliko maassa järjestettyä vesivälitteisten epidemioiden rekisteröintiä, ja toisekseen, paljonko ja millaisia epidemioita oli havaittu. Kysely oli erittäin perusteellinen.

Vastauksia saatiin vain 26 maasta, joihin Suomi ei lukeutunut. Ainoastaan 18 maan seuranta ja raportointi olivat siinä määrin luotettavat ja johdonmukaiset, että niitä voitiin käyttää arvioitaessa vesivälitteisten epidemioiden yleisyyttä ja syitä Euroopassa. Tämä kattoi noin 230 miljoonaa asukasta. Näissä maissa sairastui 11 vuoden aikana lähes 3 miljoonaa asukasta vatsatautiin, joista noin 62 000 (2,2 %) oli yhteydessä juomaveteen. Pohjavesi oli raakavesilähteenä vesiepidemioissa useammin (67 %) kuin pintavesi (15 %) tai näiden sekoitus (18 %).

Edellä mainitun kyselyn analyysin tehneiden tutkijoiden (Kramer ym. 2001) yhteenveto on, että Euroopassa raportoidaan varsin epätäydellisesti vesivälitteisiä epidemioita ja että niitä ei edes tunnisteta. Tätä osoittaa mm. se, että luotettavimmin raportoineiden maiden vesivälitteisten sairastumistapausten keskiarvo 0,002 % väestöstä vuodessa on huomattavasti alhaisempi kuin USA:n 0,01 %.

Vesivälitteiset epidemiat Suomessa

Ruoka- ja vesivälitteisten epidemioiden ilmoitusmenettely astui Suomessa voimaan helmikuussa 1997. Tästä syystä vasta vuodesta 1998 lähtien on olemassa raportointituloksia, joita voidaan käyttää kuvaamaan Suomen tilaa kattavasti.

Vesivälitteisen epidemian tunnistaminen on erittäin vaikeaa epidemian alkaessa, koska inhimilliset syyt ja tiedon puute estävät näkemästä epidemiaa vesivälitteisenä. Vesiepidemian selvittäminen vaatii kunnan vesihuoltohenkilöstön sekä terveys- ja valvontaviranomaisten saumatonta ja tiivistä yhteistyötä, henkilöstön paneutumista asiaan ja resursseja. Vesiepidemioita koskee sama ilmoitusvelvollisuus kuin kaikkia ruokamyrkytysepidemioitakin (Terveydensuojelulaki 763/1994, § 20 ja 38). Terveydensuojeluviranomaisten on tehtävä ilmoitus Kansanterveyslaitokselle heti epäilyn herätessä. Meillä Suomessa on siis ainakin raportoimislaki olemassa. Kuinka sitä noudatetaan, riippuukin sitten kunnan terveydensuojeluviranomaisista. Käsityksemme mukaan vesiepidemioiden epäilytapauksista raportoidaan nyt huomattavasti paremmin kuin ennen vuotta 1997.

Suomessa raportoitiin vuosina 1998–2000 21 vesiepidemiaa, joissa sairastui yhteensä noin 14 600 ihmistä (Miettinen ym. 2001). Kunnallinen vesilaitos oli hoitanut juomaveden jakelun noin puolessa tapauksista, toinen puoli tapauksista sattui erilaisissa loma- ja leirikeskuksissa tai kuntoutuspaikoissa. Suurin osa potilaista oli kunnallisten vesilaitosten piiristä, koska esimerkiksi yhdellä leirikeskuksella ei kovin moni voi kerralla sairastua. Raportoitujen tapausten määrä Suomessa oli siten noin 0,1 % väestöstä vuodessa, mikä on kymmenkertainen USA:n lukuun verrattuna. On epäiltävissä, että kaikkia tapauksia ei vieläkään saada kiinni.

Vesivälitteisten epidemioiden syyt Suomessa

Vesivälitteisen epidemian syynä on lähes aina tauteja aiheuttavien mikrobien joutuminen juomaveteen. Yleisimmät taudinaiheuttajat ovat kalikivirus (76 % sairastuneista) ja kampylobakteeri (23 % sairastuneista). Vastoin yleistä luuloa pohjavedet aiheuttavat pintavesiä useammin vesiepidemioita, vaikka ne ovat pintavesiin verrattuna yleensä puhtaampia ja periaatteessa pintavesiä paremmin suojassa maan alla.

Yleinen mielipide vastustaa juomaveden kemiallista käsittelyä ja desinfiointia. Käytännössä veteen on kuitenkin putkiston korroosion estämiseksi lisättävä kemikaaleja mm. kovuuden nostamiseksi. Kloridesinfioinnissa

Taulukko. Suomessa vuosina 1998–99 esiintyneet vesivälitteiset epidemiat. Kysymysmerkki syy-sarakkeessa tarkoittaa, että epidemian syytä ei ole pystytty varmentamaan.

Paikka	Vesilaitos-tyyppi	Altistu-neet	Sairas-tuneet	Syy	Taudin-aiheuttaja
Vuosi 1998					
Heinävesi	Pintavesilaitos	3500	2500	Puutteellinen vedenkäsittely	Kalikivirus*
Keuruu	Pohjavesilaitos	5000	2000	Pintavesisaastutus	Kalikivirus*
Leirikeskus (Sipoo)	Porakaivo	77	39	Pintavalunta ?	Ulostesaastutus
Leirikeskus (Pudasjärvi)	Kuilukaivo	17	12	Pintavalunta ?	Kampylobakteeri
Leirikeskus (Inari)	Porakaivo	45	13	Pintavalunta	Kalikivirus
Leirikeskus (Hanko)	Vesisäiliö	120	40	Ei selvillä	Kalikivirus
Haukipudas	Pohjavesilaitos	15000	2200	Ei selvillä	*Campylobacter jejuni*
Suodenniemi	Pohjavesilaitos	100	10	Pintavalunta	Ulostesaastutus
Vuosi 1999					
Teollisuuslaitos (Lappeenranta)	Pohjavesilaitos (yritys)	250	100	Kalliohalkeama	Kalikivirus*
Savitaipale	Pohjavesilaitos	2500	200	Ei selvillä	Kalikivirus
Kauhajoki	Pohjavesilaitos	160	58	Tulvavesi	Kalikivirus*
Leirikeskus (Kangasala)	Porakaivo	75	40	Pintavalunta/ Kalliohalkeama ?	Ulostesaastutus
Leirikeskus (Perniö)	Kuilukaivo	136	12	Pintavalunta	*Campylobacter jejuni**
Lomakohde (Porvoo)	Porakaivo	100	60	Jätevesilinjan vuoto	Kalikivirus*
Vuosi 2000					
Nurmes	Pohjavesilaitos	10 000	5500	Ei todettu	Kalikivirus
Asikkala	Pohjavesilaitos	5000	470	Pintavalunta ?	*Campylobacter jejuni**
Vanha koulu (Kolari)	Porakaivo	14	13	Kalliohalkeama	Kalikivirus*
Kerrostalo (Riihimäki)	Verkostovesi	50	36	Kaukolämpövesi	Kemiallinen
Hauho	Pohjavesilaitos	300	35	Jätevesikaivon tulviminen	Ulostesaastutus
Pyhätunturi	Pohjavesilaitos	2200	300	Jätevesilinjan rikko	*Campylobacter jejuni**, Kalikivirus*, *Salmonella Ohio* *

* sama mikrobilöydös sekä vedestä että potilaista

muodostuva haju ja maku aiheuttavat merkittävää vastustusta. Lisäksi kloori reagoidessaan orgaanisen aineksen kanssa muodostaa syöpää aiheuttavia orgaanisia yhdisteitä. Todellisuudessa suuretkaan klooripitoisuudet eivät lisää veden mutageenisuutta tai syöpävaarallisuutta, mikäli kloorattava juomavesi ei sisällä orgaanista ainetta. Kemiallisesti puhtaiden pohjavesien klooridesinfioinnissa ei ole siten vaaraa, että juomaveteen syntyisi haitallisia yhdisteitä. Tosin kaikki pohjavedet eivät ole vapaita orgaanisesta aineksesta, eivät varsinkaan tekopohjavedet.

Kloorille vaihtoehtoisia desinfiointimenetelmiä on olemassa, joskaan esimerkiksi otsonointi tai UV-desinfiointi eivät anna suojaa putkistossa. Pintavesi desinfioidaan Suomessa aina.

Esittelemme muutaman vesiepidemiatapauksen kuvaamaan sitä, minkälainen vesiepidemian kulku saattaa olla. Jokainen tapaus on aina ollut hyvin erilainen, mutta joitakin yhteisiä piirteitä näillä on. Näihin yhteisiin piirteisiin perustuvat ne ohjeet ja kokemus, joiden avulla vesiepidemioita pyritään estämään Suomessa.

Heinäveden vesiepidemia

Heinäveden kunnassa on yhteensä n. 4 000 asukasta, joista 2 500 asuu taajaman alueella kunnallisen vedenjakelun piirissä. Heinävedellä oli pieni, 400 m^3/vrk vettä tuottava pintavesilaitos ($KMnO_4$ 15–20 mg/l), jonka vedenkäsittelynä oli veden klooraus hypokloriitilla (0,8–0,9 mg Cl_2/l), hiekkasuodatus ja pH:n säätö NaOH:lla. Jäännösklooripitoisuus talousvedessä oli normaalisti 0,1–0,2 mg Cl_2/l. Raakavetensä vesilaitos ottaa läheisestä Kermajärvestä, joka on osa reittivesistöä.

Kunnassa alkoi helmi-maaliskuussa 1998 vatsatautiepidemia, jonka oireisiin kuului raju ripulointi ja oksentelu. Juomavettä ei aluksi epäilty epidemian aiheuttajaksi, mutta koska vedenjakeluverkostosta löydettiin koliformisia bakteereita, päätettiin jäännöskloorin pitoisuus nostaa 0,5 mg Cl_2/l:aan. Kun potilasnäytteistä havaittiin kalikiviruksia, alkoi epäily juomaveden osuudesta vastatautiepidemiaan vahvistua. Tämän takia viranomaiset kehottivat verkostovettä käyttäviä keittämään juomavetensä. Verkostoon päässeiden kalikivirusten tuhoamiseksi kunnassa suoritettiin huhtikuussa vedenjakeluverkoston shokkiklooraus (10mg Cl_2/l) koko vedenjakeluverkon alueella. Shokkiklooauksen aikana juomavesi tuotiin asukkaille säiliöautoilla. Shokkiklooauksen jälkeen juomaveden jäännösklooripitoisuus pidettiin 2 mg Cl_2/l:ssa. Tehostettua kloorausta jatkettiin aina siihen asti kunnes vedenpuhdistamolle valmistui uusi alumiinisulfaattisaostus /flotaatio -menetelmään perustuva laitos. Talousveden desinfiointina käytetään UV-säteilytystä ja klooausta.

Heinäveden kunnassa järjestettiin kyselytutkimus, joka osoitti, että sairastuneiden lukumäärä oli ollut n. 2 000 eli n. 80 % taajaman asukkaista. Tästä huolimatta terveyskeskuksen palveluja vatsataudin takia käytti ainoastaan 30 asukasta eli n. 1 % sairastuneiden kokolukumäärästä. Kysely osoitti myös sen, että kunnan verkostovesi oli vahvasti yhteydessä vatsataudin esiintyvyyteeen. Lopullinen varmuus siitä, että järvivedestä talousvedenpuhdistuksen läpäisseet ja verkostoon joutuneet virukset aiheuttivat vesivälitteisen epidemian, saatiin, kun talousvedestä osoitettiin täsmälleen samoja kalikiviruksia kuin potilasnäytteistä.

Vesiepidemian aiheuttamat taloudelliset tappiot kunnan kahdelle tuotantolaitokselle olivat suuruusluokkaa 1,2 milj. mk ja itse kunnalle noin 370 000 mk. Tämän lisäksi tulivat vesilaitoksen uudistamiskustannukset.Uudistaminen tosin olisi pitänyt tehdä joka tapauksessa.

Pyhätunturin vesiepidemia

Aivan joulun alla vuonna 2000 alkoi Pyhätunturin laskettelukeskuksessa ilmetä vatsatautitapauksia lomalaisten keskuudessa. Aluksi ilmitulleita tapauksia oli muutamia, mutta varsin pian jo yli 250. Paikkakunnan terveysvalvonta epäili alusta lähtien juomavettä vatsataudin aiheuttajana. Epäily kohdistui Pyhätunturin Väiskin vedenottamoon, jota käytettiin varavedenottamona lasketteluesonkien kulutushuippujen tasaamiseksi. Vedenottamo oli otettu käyttöön kolme päivää ennen ensimmäisten tapausten ilmenemistä. Vesilaitoksen edustajat saivat kuulla valituksia juomaveden kammottavasta mausta ja lopettivat veden pumppauksen Väiskin vedenottamolta kaksi päivää sen jälkeen kun pumppaus oli aloitettu. Näiden tietojen valossa terveysvalvonta antoi vedenjakeluverkon piirissä oleville verkostoveden käyttökiellon.

Vedenottamon ympärillä tammikuussa tehdyt tutkimukset (kaivaukset) osoittivat, että likaantumisen syynä oli vedenpumppaamon läheisyydessä (15 m ylämäkeen) olleen kunnallisen jätevesilinjan tiivisteen vuoto. Vuodon seurauksena jätevettä pääsi valumaan maaperään ja edelleen varavedenottamon pohjavesikaivoon. Jäteveden takia tähän desinfioimattomaan pohjaveteen joutui E.coli, listeria-, kampylo- ja salmonellabakteereita sekä kalikiviruksia. Kampylo- ja salmonellabakteerit ja kalikivirukset eristettiin sekä vesi- että potilasnäytteistä. Tämä tapaus oli poikkeuksellinen lukuisten taudinaiheuttajamikrobien esiintyvyyden takia yhdessä ja samassa kohteessa ja siksi, että mikrobipitoisuudet juomavedessä olivat tavattoman korkeita. Likaantuneelle juomavedelle altistuneiden ihmisten lukumäärä oli 2 200 ja näistä ainakin 300 sairastui vatsatautiin.

Verkostoon joutuneiden mikrobien tuhoamiseksi verkostossa suoritettiin tammikuun alussa shokkiklooraus, jota seurasi usean päivän mittainen huuhtelujakso. Huuhtelun jälkeen talousvesi on pumpattu verkostoon Kemijärvestä ja siihen lisätään klooria 0,3–0,5 mg Cl_2/l. Pyhätunturin verkostoveden käyttörajoitukset purettiin helmikuussa 2001. Väiskin vedenottamo on tapauksen johdosta pysyvästi käyttökiellossa. Tämä vesiepidemia aiheutti merkittäviä taloudellisia tappiota Pelkosenniemen kunnalle.

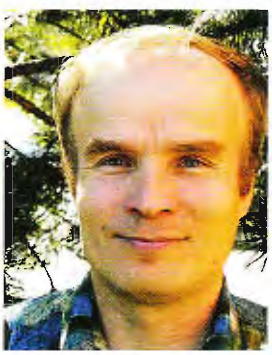
Kirjallisuus

Kramer, M.H., Quade G., Hartemann P. & Exner M. 2001 Waterborne diseases in Europe 1986–1996. J AWWA, January: 48-53.

Miettinen, I.T, Zacheus O., von Bonsdorff C.-H. & Vartiainen T. 2001. Waterborne epidemics in Finland in 1998-99. Wat. Sci. Techn. 43(12):67–73. ISSN 0273–1223.

VESIEPIDEMIOIDEN EHKÄISY

Valtaosa vesilaitosten tuottamasta vedestä on täysin turvallista juomavettä. Tästä huolimatta Suomessakin on esiintynyt vesivälitteisiä epidemioita. Päinvastoin kuin voisi luulla, pohjavedet aiheuttavat Suomessa vesiepidemioita pintavesiä useammin, vaikkakin pohjavedet ovat pintavesiin verrattuna usein puhtaampia ja pintavesiä paremmin suojassa. Vesiepidemioiden riskiä pienillä pohjavedenottamoilla lisää se, että veden laadun valvonta on vähäisempää kuin suuremmilla vesilaitoksilla. Lisäksi pohjavesiä ei yleensä desinfioida.



Ilkka Miettinen

fil.tri, erikoistutkija
Kirjoittajan tutkimustyön pääaiheena on talousveden valmistusmenetelmien vaikutukset veden kemialliseen ja mikrobiologiseen latuun.

Outi Zacheus

fil.tri, erikoissuunnittelija

Terttu Vartiainen

professori, laboratorion johtaja

Kaikki kirjoittajat työskentelevät Kansanterveyslaitoksen ympäristöterveydenosastolla Kuopiossa
Sähköpostiosoitteet: etunimi.sukunimi@ktl.fi

Veden laadun valvonnasta huolimatta epidemiaan sairastuneet ihmiset ovat usein parhaita vesiepidemian indikaattoreita, sillä veden laadun valvonta esim. indikaattoribakteerien avulla ei aina kykene osoittamaan veden saastumista taudinaiheuttajamikrobeilla. Aiemmin taudinaiheuttajia ei pystytty havaitsemaan vedestä edes erityisanalyysien avulla. Tilanne on kuitenkin muuttunut viimeisten vuosien aikana. Yhä useammin vesiepidemian aiheuttanut taudinaiheuttaja kyetään nimeämään ja vain pieni osa vesiepidemioista jää täysin selvittämättä. Suurin osa viime vuosina esiintyneistä epidemiosta on aiheutunut kalikiviruksista (NLV, Norwalk-like-virus) ja kampylobakteereista. Virusten ja kampylobakteerien kyky säilyä desinfioimattomassa (pohja)vedessä infektiivisenä jopa kuukausia ja näiden mikrobien erityisen suuri infektiivisyys (= pieni mikrobimäärä kykenee aiheuttamaan taudin) selittävät näiden mikrobien merkittävää osuutta vesiepidemioiden aiheuttajina.

Keskitalvea lukuunottamatta vesivälitteisiä epidemioita esiintyy yleensä kaikkina vuodenaikoina. Pintavaluntojen määrällä on todennäköisesti suuri merkitys epidemioiden esiintymiseen. Talvella maan ollessa roudassa ja sateiden tullessa lumena ei likavesiä pääse kulkeutumaan pohjavesiin siinä määrin kuin muina vuodenaikoina.

Kalikivirusten aiheuttamista vesivälitteisistä epidemioista suurin osa ajoittuu lopputalveen ja kevääseen. Talviset olosuhteet edistävät kalikiviruksen säilymistä ja leviämistä luonnonvesissä. Kalikiviruksen on todettu kulkeutuneen pohjavesikaivoihin tulvivista jätevesi-

kaivoista tai rikkoutuneista jätevesilinjoista tulvavesien tai sulamisvesien kautta, maaperän läpi imeytymällä tai kalliossa olevien halkeamien kautta. Pintavesien lämpeneminen ja auringon UV-valon lisääntyminen kesän aikana lopettavat vesivälitteisten kalikivirusepidemioiden esiintymisen. Kampylobakteeriepidemioiden esiintyminen ajoittuu suurimmalta osalta loppukesään ja alkusyksyyn. Lämpötilan kohoaminen kesällä alentaa kampylobakteerien säilyvyyttä luonnossa, mutta samanaikaisesti kampylobakteerien aiheuttamien epidemioiden kokonaislukumäärä (ruokaepidemiat + ihmis-ihmiskontaktien kautta välittyvät tautitapaukset) lisääntyy voimakkaasti. Tämä lisää kampylobakteerin esiintyvyyttä yhdyskuntien jätteissä (vesissä) ja tätä kautta myös luonnonvesissä.

Vesiepidemioiden esiintyminen kunnallisissa vesilaitoksissa ja vesiosuuskunnissa osoittaa sen, että vesiepidemioiden riski kasvaa vuodenaikoina, joina pintavaluntojen todennäköisyys on suurimmillaan. Yksityisissä talouksissa tai leiri- ja lomakeskuksissa ilmenneet vesiepidemiat ajoittuvat tyypillisesti kesäaikaan (kuva). Näissä leiri- ja lomakeskuksissa on toimintaa ja veden kulutusta ainoastaan kesäisin, mikä selittää vesiepidemioiden esiintymisen ajankohdan.

Vesiepidemioiden ehkäisystä

Vesiepidemiat voidaan ehkäistä ennakoivien toimenpiteiden avulla. Kaikkien vesilaitosten tulisi tehdä riskinarvioinnit omilla vedenottamoillaan ja laitoksillaan. Esiin tulleet vesiepidemiat korostavat erityisesti vedenottamon sijainnin suhdetta mahdollisiin kontaminaatiolähteisiin: jätevesilinjat sekä jätevesikaivot/-pumppaamot muodostavat erityisen merkittävän uhan pohjaveden suojelussa. Myös pohjavedenottamon sijainti rantapenkereessä lähellä järveä, lampea, jokea tai ojaa on tunnusomainen piirre useissa vesiepidemioissa. Riskinarvioinnin suorittaminen ja ongelmatilanteisiin varautuminen tulisi koskea erityisesti niitä vesilaitoksia, joilla on ilmennyt ajoittain, esim. keväällä, veden laatuun liittyviä ongelmia. Eri vuodenaikoihin liittyviä ongelmia voi yrittää ennakoida myös laadunvalvonnan avulla. Olisi suotavaa, että vesilaitokset, erityisesti pohjavesilaitokset, tehostaisivat laadunvalvontaa olosuhteiden muuttuessa, esim. lumien sulaessa keväisin. Osa veden laatua koskevista näytteenotto- ja mittauskerroista tulisi siis ajoittaa voimakkaimpien pintavaluntojen aikaan. Myös muutama ylimääräinen mittauskerta saattaa pelastaa vesilaitoksen arvaamattomilta kustannuksilta.

Tärkeä osa ongelmien hallintaa on selvittää toimenpiteet ongelmatilanteiden sattuessa. Myös kunnan eri viranomaisten toiminta ja tehtäväjako epidemiatilanteessa tulisi sopia jo etukäteen. Kunnan terveydensuojeluviranomaisen tehtävänä on valvoa, että vesilaitoksen tuottaman veden laatu täyttää sosiaali- ja terveysministeriön sille asettamat laatuvaatimukset. Kunnan terveydensuojeluviranomaisen on myös yhteistyössä vesilaitoksen kanssa ryhdyttävä välittömiin toimenpiteisiin, mikäli talousveden laadun epäillään aiheuttavan vaaraa ihmisten terveydelle.

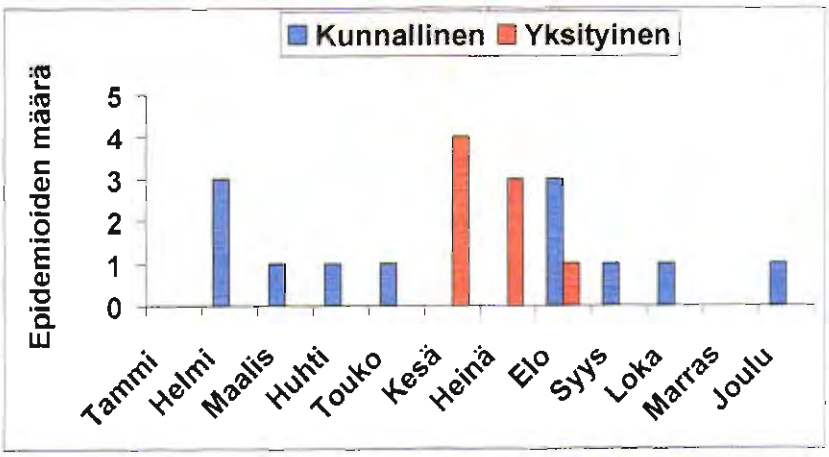
Tehokkaimpana varotoimena voitaneen pitää kaikkien vesilaitosten varautumista desinfioinnin käynnistämiseen. Jokaisen kunnan tai vesilaitoksen tulisi ennakolta selvittää mitä desinfiointimenetelmää käytetään, mitä laitteistoja ja kemikaaleja tarvitaan ja mikä on kemikaalien oikea annostus. Tämä ei tarkoita sitä, että Kansanterveyslaitos suosittaisi pysyvän desinfioinnin käynnistämistä kaikille vesilaitoksille, vaan tietotaidon ja tarvittaessa myös välineistön hankkimista veden laadun häiriöiden ja mahdollisten vesiepidemioiden pysäyttämiseksi. Desinfiointilaitteistoa ei tarvitse hankkia itse, jos sellaisen voi lainata naapurilaitokselta.

Yhä useammat vesilaitokset ovat ratkaisseet raakavesien mikrobiologiset ongelmat käsittelemällä lähtevän talousveden UV-säteilyllä. Tämä onkin tehokas tapa tuhota niin bakteerit, virukset kuin mahdolliset alkueläimetkin ja niiden kystat. Vastaavaan tarkoitukseen voitaisiin käyttää myös otsonointia, mutta otsonoinnin haittana on se, että se pilkkoo vedessä mahdollisesti olevaa orgaanista ainetta bakteereille käyttökelpoisempaan muotoon, ja siten lisää verkoston mikrobien kasvua.

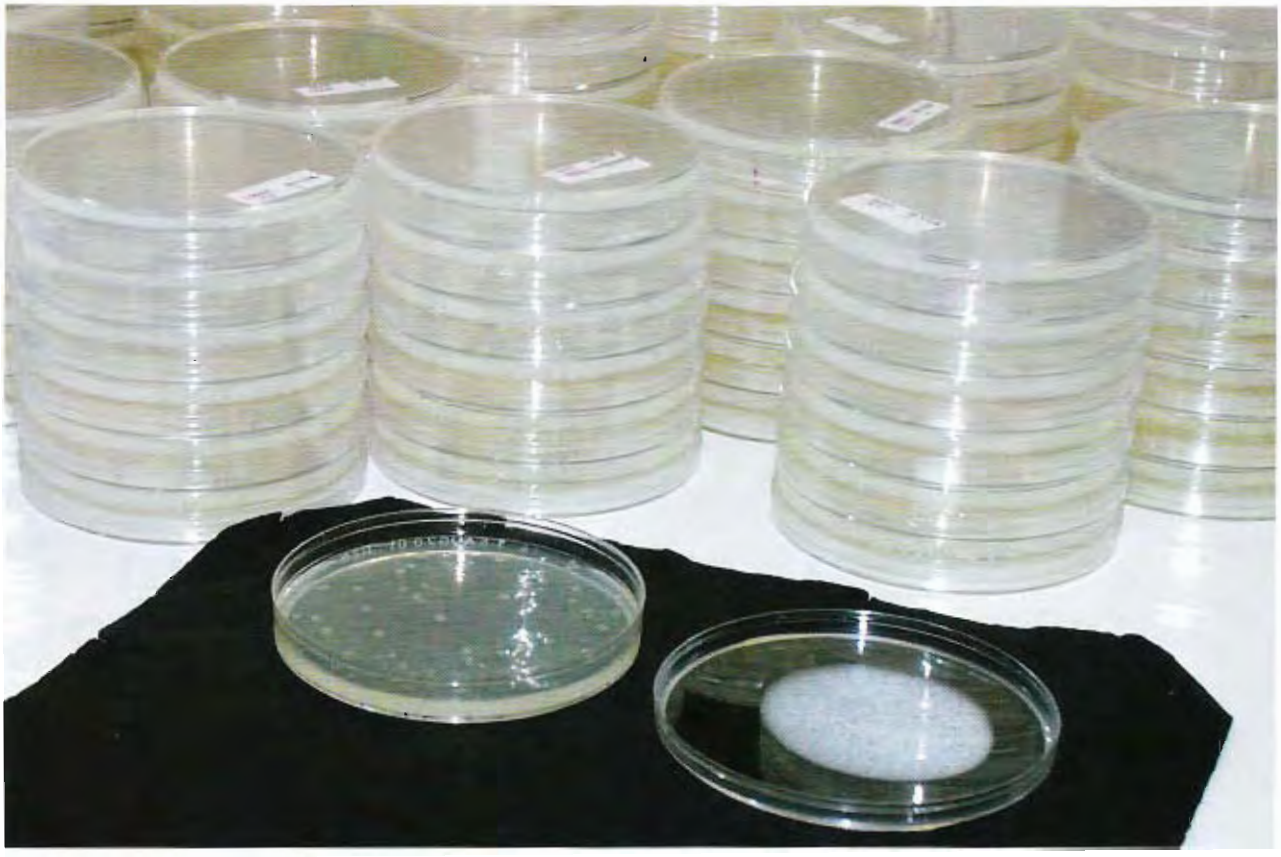
Toimenpiteet vesiepidemiassa

Useimmat vesilaitokset välttyvät mikrobiologisilta ongelmilta ja vain aniharvat vesilaitokset kohtaavat niitä vuosittain. Tästä huolimatta vesiepidemiota esiintyy, vaikka mikään laitoksista ei soisi sitä omalle kohdalleen sattuvaksi. Edes hyvälaatuinen raakavesi ja tehokkaat puhdistustoimenpiteet eivät aina estä vesiepidemian syntymistä, mikäli epidemian syynä on putkistovaurio, jonka seurauksena verkostovesi likaantuu. Lisäksi on mahdollista, että normaali desinfiointi ei riitä eliminoimaan vedessä esiintyviä taudinaiheuttajia, vaan ne pääsevät leviämään verkostoon.

Vesiepidemian selvitystä ja toimenpiteiden aloittamista vaikeuttaa se, etteivät talousveden laatua kuvastavat mikrobiologiset ja kemialliset rutiinimääritykset aina kerro sitä, että talousvedes-



Kuva. Vesiepidemioiden esiintyvyys eri vuodenaikoina.



Biotestissä mitataan veden sisältämää mikrobeille käyttökelpoista fosforia, kasvatusalusta R2A (Kuva Markku Lehtola)

sä on taudinaiheuttajamikrobeja. Tämän vuoksi sairastapausten ilmaantuessa ja talousvettä näiden tapausten aiheuttajaksi epäiltäessä ei pidä jäädä odottamaan uusien tutkimustulosten valmistumista, vaan torjuntatoimenpiteisiin on syytä ryhtyä viipymättä uusien sairaustapausten ehkäisemiseksi.

Epidemian hallinnan kannalta on tärkeää tiedon kulku vesilaitoksen ja terveysvalvonnan välillä. Jos vesilaitos epäilee veden likaantumista mikrobeilla, on sen ilmoitettava tapahtuneesta välittömästi terveysvalvontaan. Terveysvalvonta voi myös hyödyntää vesilaitoksen tietoja paikkakunnalla esiintyvän epidemian selvittämisessä. Erittäin tärkeää on kuluttajien kannalta tiedottaminen oleellisista tapahtumista ja toimenpiteistä. Varsinaisissa vesiepidemian torjuntatoimissa terveydensuojeluviranomaisen tehtäviin kuuluu päättää tilanteen mukaan siitä, riittääkö juomaveden keittokehoitus vai tuleeko juomavedelle asettaa käyttörajoituksia.

Vesilaitoksen velvollisuuksiin kuuluu aloittaa verkoston puhdistaminen huuhtelujen, desinfioinnin ja vaihtoehtoisen puhtaan veden toimittamisen avulla. Luonnollisesti vesilaitoksen tulee poistaa kontaminaatiolähde ja tehdä tarvittavat korjaustoimenpiteet, jottei talousveden likaantuminen pääse enää toistumaan. Vaikeimmissa talousveden likaantumistapauksissa on jouduttu desinfioimaan koko verkosto ns. shokkiklooraukseen (5–10 mg Cl_2/l) avulla. Tällä toimenpiteellä voidaan tuhota nekin mikrobit, jotka ovat pesiytyneet verkostojen saostumiin ja biofilmeihin. Shokkiklooraukseen ajan täytyy vesihuolto järjestää esim. paloautojen avulla. Terveydensuojeluviranomaiset tulevat aikanaan päättämään siitä, milloin palataan normaalitilanteeseen ja milloin verkostovettä voi käyttää normaaliin tapaan.

Ilmoitusvelvollisuus

Paikallisten terveydensuojeluviranomaisten on tehtävä epidemiaepäilyilmoitus Kansanterveyslaitoksen infektioepidemiologian osastolle Helsinkiin välittömästi vesiperäistä epidemiaa epäiltäessä. Viivästynyt epäilyilmoituksen lähettäminen hidastaa torjuntatoimien käynnistämistä ja johtaa epidemian laajenemiseen. Paikalliset viranomaiset saavat asiantuntija-apua vesiepidemian torjuntaan Kansanterveyslaitoksen ympäristöterveyden osastosta Kuopiosta.

Tärkeimmät toimenpiteet vesiepidemioissa

- talousveden saastumisesta tiedotetaan heti veden käyttäjille
- annetaan talousveden käyttökielto tai juomaveden keittämisohje
- järjestetään tarvittaessa vaihtoehtoinen vedenhankinta
- otetaan vesinäytteet epidemian syyn selvittämiseksi
- selvitetään ja korjataan syy veden saastumiseen

MITEN LISTERIA VOI LEVITÄ

elintarvikkeisiin veden välityksellä?

Listeriabakteeri on muutaman viime vuoden aikana aiheuttanut Suomessa elintarvikeperäisiä sairastumisia, ja neljä henkilöä on kuollut. Kyseessä on ollut voin mukana saatu bakteeri. Listeriaa on löydetty mm. neljän, eri puolilla maata olevan meijerin tuotteista. Taloudelliset tappiot ovat olleet niin suuria, että nämä tapaukset ovat vaikuttaneet kahden meijerin toiminnan lopettamiseen. Listerian reittiä maitotuotteisiin ei ole selvitetty eikä sitä kunnolla jälkikäteen pystytä tekemäänkään. Eri reittivaihtoehdot olisi hyvä selvittää avoimesti, jotta tapaukset eivät toistuisi. Veden osuutta ei voida sulkea pois.

Helvi Heinonen-Tanski

fil.tri, dosentti
Kuopion yliopisto
ympäristötieteiden laitos
E-mail: helvi.heinonen-tanski@uku.fi
Kirjoittaja on tutkinut eri mikrobien säilymistä ja leviämistä esim. jätevesissä ja lietteissä sekä elintarvikkeiden mikrobiologisia riskejä.

Listeriabakteeri on parin viime vuoden aikana aiheuttanut Suomessa elintarvikeperäisiä sairastumisia, joista neljä on päättynyt potilaan kuolemaan (Lyytikäinen ym. 1999). Listeriasukuun kuuluu muutama bakteerilaji, joita pidetään taudinaiheuttajina. Vaarallisin niistä on *L. monocytogenes* ja siitäkin vain muutamat kannat. Bakteerisuku on itiötön. Tosin itiöttömäksi bakteeriksi tämä ryhmä kestää melko hyvin lämpöä (Kihm ym., 1994) ja desinfiointiaineita (Korol ym., 1995). Listerioiden lisääntyminen riippuu poikkeuksellisen vähän lämpötilasta. Nopeinta kasvu on lähellä selkärankaisten ruumiinlämpöä, mutta bakteeri kasvaa hyvin myös jääkaappilämpötilassa. Listerian tutkimustyössä käytetäänkin usein rikastusta matalassa lämpötilassa.

Listeriaa on vesissäkin

Listerioita löydetään usein sedimenteistä ja maasta (Seelinger ja Jones, 1986), joten niitä joskus pidetään maabakteereina. Niitä on osoitettu suuria määriä myös lannassa (esim. Husu, 1991, Heinonen-Tanski ym 1998), sillä listeria lisääntyy erittäin hyvin eri eläinten suolistossa.

Jos listeriabakteereja sattuu olemaan maassa jo muutenkin sekä erityisesti,

jos maahan lisätään lantaa, on varsin mahdollista, että näitä bakteereja joutuu vesiin (Laukova, 2000). Meillä Suomessa ulosteperäisten mikrobien valuminen vesiin on yleensä runsainta lumien sulamisen jälkeen, mutta myös kevät- ja syyslevitys lisäävät mikrobiologisia valumariskejä (Uusi-Kämppä ja Heinonen-Tanski, 2000, Heinonen-Tanski ja Uusi-Kämppä, 2001). Talvilevitys on ravinnevalumien tähden kiellettyä. Ravinteiden lisäksi myös ulosteperäiset mikrobit joutuisivat vesiin, joten kielto voisi perustua myös hygieniahaittoihin. Suomessa karjojen koon suureneminen ja mm. talviaikaiset jaloittelutarhat lisännevät vesien mikrobiologista kuormaa. Pohjavesiemme hygieeniseen laatuun kohdistuukin uusi uhka.

Kesällä 1998 satoi poikkeuksellisen runsaasti. Suomessa tehdyssä tutkimuksessa havaittiin, että kesäkuussa 1998 peltomaan pintavalumavesissä oli erittäin runsaasti monenlaisia ulosteperäisiä mikrobeja, vaikka tutkimuspelto oli edellisen kerran lannoitettu 360 päivää aikaisemmin eli edellisen vuoden kesäkuussa (Uusi-Kämppä ja Heinonen-Tanski, 2000). Tämän tiedon valossa olisi ymmärrettävää, jos sateisen kesän 1998 jälkeen veden kautta tapahtuneita infektioita olisi ollut normaalia enemmän.

Listeriabakteereja onkin osoitettu varsin usein luonnonvesistä kuten makeista pintavesistä (Frances ym., 1991, Bernagozzi ym., 1994, Arvantitidou ym., 1997), merivesistä (Bremer ym., 1998) ja muutamista Järvi-Suomen kaivovesistä (Korhonen ym., 1996). Kiinnostavia yksityiskohtia tässä suomalaistutkimuksessa on ensiksikin se, että niistä suomalaisista kaivoista, joista listeriabakteereja osoitettiin, ei voitu osoittaa fekaalisia koliformeja standardimenetelmin eli tavallinen varoitusjärjestelmä ei toiminut. Toiseksi se, että kaikki tutkitut kaivot olivat jatkuvassa käytössä olevia kaivoja, joissa ei tiedetty olevan ongelmia.

Pohjaveden muodostuksessa maa pystyy suodattamaan pois suuren osan bakteereita, mutta silti pohjavesien bakteerisaastumisia on ollut niin meillä kuin muuallakin. Vesiperäisten bakteeriepidemioiden mahdollisuus on edelleen todellinen uhka, minkä Haukiputaan epidemia kesällä 1998 osoittikin konkreettisesti.

Ei ole mitään syytä epäillä, etteikö patogeeninen listeria voisi joutua pohjavesiin samalla tavalla kuin jokin muukin suolistobakteeri. Van Renterghem työtovereineen (1991) on tämän kulkeutumisen tutkimuksessaan osoittanutkin. Meillä Suomessa lähes kaikki pienet kunnalliset vesilaitokset, jotka ottavat raakavedeksi pohjavettä, alkaloivat sen, mutta eivät desinfioi. Siksi bakteerit, jotka ovat pohjaveteen päässeet, voivat säilyä siellä pitkään. Tämä koskee myös listeriabakteereja.

Miksi ei ole ollut selviä vesiperäisiä listeria-epidemioita?

Puhtaassa vedessä tai sen raakavedessä on niin vähän orgaanista ainesta, että taudinaiheuttajat eivät siinä juuri voi lisääntyä. Raakaveden matalahko lämpötila hidastaa sekä mikrobien kasvua että niiden tuhoutumista. Tällöin bakteerien lukumäärä ei muutu eikä sairastumiskynnystä läheskään aina saavuteta juomalla vettä, sillä elimistön puolustusmekanismit pystyvät tuhoamaan pieniä määriä useita sairauksia aiheuttavia mikrobeja.

Suoraan vedenjuonnista tulevaa joukkosairastumista ei tästä syystä voida pitää todennäköisenä erityisesti listeria-bakteerin kohdalla.

Entä sitten elintarvikkeet?

Jos pienikin määrä listeriabakteereja joutuu esim. pesuveden välityksellä elintarvikkeisiin, joista on tuhottu pääosa kilpailevasta bakteerifloorasta, listerialla on hyvät mahdollisuudet lisääntyä. Pitkäaikainen säilytys kylmässä vain parantaa listerian lisääntymistä hidastamalla muiden bakteerien kasvua.

Listeriabakteerit ovat myös erittäin voimakkaasti opportunistisia (Seelinger ja Jones 1986) eli ne aiheuttavat sairastumisia valikoiden. Vaarassa ovat erilaisia muita vakavia tauteja sairastavat potilaat, vanhukset, vastasyntyneet lapset tai raskaana olevat naiset, jolloin varsinainen uhri voi olla keskenmenossa menehtyvä sikiö.

Listerialle on osoitettu isohko infektiivinen annos hiirikokeissa (Notermans ym., 1998). Listerian voimakas opportunistisuus ja suuri infektiivinen annos selittävät sen, että vain ani harvat sairastuvat, vaikka hyvin monet ihmiset altistuisivat tälle bakteerille. Menneinä vuosikymmeninä kaikki pastöroimattomia maitotuotteita nauttineet ihmiset eivät suinkaan ole sairastuneet, vaikka tuotteet olisivat olleet listeria-bakteerien saastuttamia. Suomessa talvella 1998–1999 vain pieni osa listerian saastuttamaa voita syöneistä sairastui, mutta monet heistä kohtalokkaasti (Lyytikäinen ym, 1999). Kaikki tässäkin epidemiassa kuolleet olivat jo muiden sairauksien heikentämiä.

Edellä olevan perusteella pidän hyvin mahdollisena, että – varsinkin sateisten kausien jälkeen – listeriabakteereja voi päästä Suomessa talousvesiin tai niiden raakavesiin ja sitä kautta elintarviketeollisuuden tuotteisiin. Tartuntatapana tämä on yksi mahdollisuus muiden joukossa, varsinkin jos muita tartuntareittejä ei voida osoittaa. Kirjoituksen valmisteluaikana intialainen Gugnani (1999) on tullut samaan johtopäätökseen.

Listeriatartunnan vaara on modernin ajan erityisriski, sillä elintarvikkeiden ehjäkään kylmäketju ei anna suojaa. Eurooppalaisessa yhteiskunnassamme väestön ikääntyminen vielä lisää niiden ihmisten määrää, joille listeria merkitsee lisääntynyttä riskiä.

Vesihygienian parantaminen ja ylläpito edellyttää uusia tutkimusmenetelmiä, jotta pienikin kontaminaatio voitaisiin osoittaa. Hyvin hengissä säilyvien mikrobien kohdalla pitäisi tutkia käytettävien desinfiointikeinojen todellinen teho. Makean veden vähyyden ja sen kontaminoitumisvaaran vuoksi tarvitaan vielä uusia tehokkaita desinfiointikeinoja.

Kirjallisuus

Arvantitidou, M., Papa, A., Constantinidis, T.C., Danielides, V. & Katsouyannopouluos, V. 1997. The occurrence of Listeria spp. and Salmonella ssp. in surface waters. Microbiol. Res 152:395–397. ISSN 0944-5013.

Bernagozzi, M., Bianucci, F., Sacchetti, R. &

Bisbini, P. 1994. Study of the prevalence of Listeria spp. in surface water. Zentrlblt. Hyg. Umweltmed. 196:237–244. ISSN 0934-8859.

Bremer, P. J., Osborne, C. M. Kemp, R. A. & Smith, J. J. 1998. Survival of Listeria monocytogenes in sea water and effect of exposure on thermal resistance. J. Appl. Microbiol. 85: 545–553. ISSN 1364-5072.

Frances, N., Hornby, H. & Hunter, P. R. 1991. The isolation of Listeria species from fresh-water sites in Cheshire and North Wales. Epidemiol. Infect 107: 235–238. ISSN 0950-2688.

Gugnani, H. C. 1999. Some emerging food and water borne pathogens. J. Commun. Dis. 31: 65–72. ISSN 0019-5138.

Heinonen-Tanski, H., Niskanen E. M. Mielonen, M. M., Räsänen, H., Valta, T., Leinonen, P., Rinne, K. & Joki-Tokola, E. 1998. Aeration improves the hygiene of cattle slurry and the hygiene of grass forage and silage. Acta Agr. Scand. Sec. B – Soil and Plant 48: 212–221. ISSN 0906-4710.

Heinonen-Tanski, H. & Uusi-Kämppä, J. 2001 Runoff of faecal microorganisms and nutrients from perennial grass ley after application of slurry and mineral fertiliser. Water Science and Technology 43 (12): 143–146. ISSN 0273-1223.

Husu, J. 1991. Epidemiological and experimental studies of Listeria infections with special reference to faecal excretion in ruminants, contaminations of fresh milk, presence of the silage and growth at low temperatures. Helsinki. College of Veterinary Medicine. 57(66) s. Dissertation. ISBN 952-90-1702-2.

Kihm, D. J., Leyer, G. J., An, G.-H. & Johnson, E. A. 1994. Sensitization of heat-treated Listeria monocytogenes to added lysozyme in milk. Appl. Environm. Microbiol. 60(10): 3854–3861. ISSN 1098-5336.

Korhonen, L., Niskanen, M., Heinonen-Tanski, H., Martikainen, P. J., Salonen, L. & Taipalinen, I. 1996. Groundwater quality in wells in central rural Finland: A microbiological and radiochemical survey. Ambio 25(5): 343–349. ISSN 0044-7447.

Korol, S., Fortunato, M.S., Paz, M., Sanahuja, M,C, Lazaro, E., Santini, P. & D'Aquino, M. 1995. Desinfección de agua: acción comparative del ozone y chloro sobre un amplio espesctro bacteriano. Revista Argentina de Microbiología 27:175–183. ISSN 0325-7541.

Laukova, A. Juris, P., Vasilkova, Z. & Papajova, I. 2000. Treatment of sanitary-important bacteria by bacteriocin substance V24 in cattle dung water. Letters in Applied Microbiology 30(5): 402–405. ISSN 0266-8254.

Lyytikäinen, O., Mikkola, J., Maijala, R., Hatakka, M. & Autio, T. 1999. Listerioosia voista? Kansanterveys 3/99: 7–8. ISSN 1236-973X.

Seelinger, H. P. R. & Jones, D. 1986. Genus Listeria. In: Bergey's Manual of Systematic Bacteriology vol. 2. Baltimore, Williams & Wilkins. Baltimore. P. 1235–1254. ISBN 0-683-07893-3.

Van Rentergheim; B., Huysman, F., Rygole, R. & Vertraek, W. 1991. Detection of Listeria monocytogenes in the agricultural ecosystem. J. appl. Bacteriol. 71: 211–217. ISSN 0021-8847.

Uusi-Kämppä, J. & Heinonen-Tanski, H. 2000. Lietelannan levitys nurmeen – tilan ja ympäristön yhteinen etu. Julk.: Rinne, M. (toim.). Maataloustieteen päivät 2000 Kotieläintiede. Helsinki, Maaseutukeskusten liitto. Maaseutukeskusten liiton julkaisu no 952. S. 66–70. ISBN 951-808-081-X, ISSN 0789-9661.

CLEWER®
clean water

Clewer Oy on ympäristöbiotekniikan yritys, joka tuottaa biologisia CLEWER® Clean Water jätevesien puhdistusjärjestelmiä. Clewer Oy on 100 %:sti orgaaniseen ympäristöanalytiikkaan erikoistuneen Juvegroup Oy:n omistuksessa.

CLEWER® Clean Water on tunnettuun biofilmiin perustuva biologinen jätevesien puhdistusjärjestelmä. Menetelmä on kompaktimpi kuin perinteinen biologinen jätevedenpuhdistus, myös lietettä muodostuu vähemmän.

CLEWER® -teknologiaa voidaan käyttää yhdyskuntajätevesien, kaatopaikkavesien sekä teollisuuden jäte- ja prosessivesien käsittelyyn. CLEWER® tehostaa jätevedenpuhdistamoiden biologista typenpoistoa tai puhdistaa esim. omakotitalon jätevedet. Teollisuussovelluksia on mm. metalli- ja elintarviketeollisuudessa sekä pesulavesien kierrätyksessä.

Clewer Oy Ltd., Raidetie 1, 96900 Saarenkylä
puh. (016) 332 550, fax (016) 332 5522
info@clewer.com, www.clewer.com

Myyntikonttori: Koetilantie 7, 00710 Helsinki
puh. (09) 35 05 960, 040 7033 294, fax (09) 35 05 9650

NANOSUODATUS JA KÄÄNTEISOSMOOSI

pohjaveden epäorgaanisten aineiden poistamisessa

Kalvosuodatus on yleistymässä talousveden käsittelyssä kalvojen ominaisuuksissa ja kustannuksissa tapahtuneen myönteisen kehityksen johdosta. Kalvotyyppien soveltuvuuden ja erojen selvittämiseksi rakennettiin Laitilan kaupungin kalvosuodatuslaitos kaksilinjaiseksi, joista toinen perustuu käänteisosmoosiin ja toinen nanosuodatukseen. Ensimmäisen käyttövuoden aikana toteutettiin laitoksella seurantatutkimus, jossa vertailtiin erityisesti epäorgaanisten aineiden vähenemistä, ajoparametrejä ja kustannuksia.

Riitta Kettunen

tekn.tri.
Tritonet Oy
E-mail: riitta.kettunen@tritonet.fi
Kirjoittaja toimii Tritonet Oy:ssä vesihuollon ja ympäristötekniikan asiantuntijana.

Pertti Keskitalo

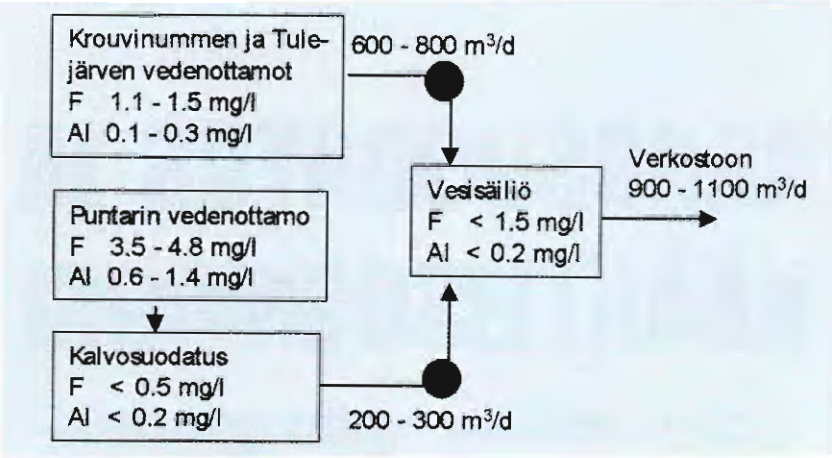
dipl.ins.
Tritonet Oy
E-mail: pertti.keskitalo@tritonet.fi
Kirjoittaja on Tritonet Oy:n toimitusjohtaja.

Suomessa suositaan pohjaveden käyttöä talousvetenä. Vakka-Suomen (mm. Laitila) ja Kotka-Kouvolan seutujen niin sanotuilla rapakivialueilla esiintyy kuitenkin pohjavedessä talousveden laatuvaatimuksia korkeampia fluoridi- ja alumiinipitoisuuksia maaperän ominaisuuksista johtuen (Lahermo ja Backman, 2000). Tämä vaikeuttaa pohjaveden käyttöä kyseisillä alueilla.

Pohjaveden laatu täyttää sosiaali- ja terveysministeriön laatuvaatimukset ja -suositukset (≤1,5 mgF/l, ≤0,2 mgAl/l) Laitilan alueella vain kahdella vedenottamolla. Näiden vedenottamoiden yhteistuotto on 800 m^3/vrk, kun talousveden kulutus Laitilan kaupungissa on noin 1100 m^3/vrk. Koska Laitilassa on käytettävissä useita hyödyntämiskelpoisia pohjavesialueita, päätettiin osa heikompilaatuisesta pohjavedestä käsitellä ja sekoittaa hyvälaatuiseen pohjaveteen verkostoveden laadun hallitsemiseksi ja riittävän tuoton takaamiseksi (kuva 1).

Tehtyjen esiselvitysten perusteella valittiin Laitilassa vedenkäsittelymenetelmäksi kalvosuodatus, koska sillä voidaan poistaa erilaisia orgaanisia ja epäorgaanisia yhdisteitä raakavedestä. Kalvosuodatuslaitos rakennettiin Laitilan kaupungin Puntarin vesilaitokselle talvella 1999. Se tehtiin tutkimusmielessä kaksilinjaiseksi, joista toisessa on käänteisosmoosikalvot (RO) ja toisessa nanosuodatuskalvot (NF). Samassa yhteydessä vesilaitokselle rakennettiin kalkkikivisuodattimet verkostoon syötettävän veden alkaloimiseksi.

Tässä artikkelissa esitellään pääpiirteissään ensimmäisen vuoden käyttökokemuksia Puntarin kalvosuodatuslaitoksen toiminnasta. Artikkelissa ver-



Kuva 1. Kaavio hyvälaatuisen talousveden tuottamisesta Laitilan kaupungin Puntarin vesilaitoksella. Alkalointi (kalkkikivisuodattimet) on kaaviossa merkitty mustilla ympyröillä.

rataan keskenään käänteisosmoosia ja nanosuodatusta pääpainon ollessa epäorgaanisten aineiden vähenemisessä, laitteistojen käyttötiedoissa ja kustannuksissa. Artikkeli perustuu kansainvälisessä kalvotekniikan konferenssissa pidettyyn esitelmään (Kettunen ja Keskitalo, 2000).

Puntarin vesilaitos ja seurantatutkimus

Puntarin vesilaitoksella oli entuudestaan porrasilmastus ja hidassuodatus raudan ja mangaanin poistoon. Saneerauksen myötä vuonna 1999 prosessiin lisättiin kalvosuodatus fluoridin ja alumiinin poistamiseen sekä kalkkikivisuodatus verkostoon johdettavan veden alkaloimiseksi.

Kaksilinjaisen kalvosuodatuslaitoksen (tuotetun veden mitoistusvirtaama 25 m^3/h) toisessa linjassa on käänteisosmoosikalvot (Filmtec BW30LE-440) ja toisessa nanosuodatuskalvot (Filmtec NF-255). Kummassakin linjassa osa konsentraatista kierrätetään takaisin alkuun. Kalvosuodattimilla on yhteinen pumppaus (paine n. 3,8 bar) välisäiliöstä esisuodatukseen. Kummallakin linjalla on oma paineenkorotuspumppunsa. Ensimmäisen käyttövuoden aikana kalvosuodatuslaitteistot pestiin kemiallisesti vain kaksi kertaa (11.6. ja 8.10.1999). Esisuodatin jouduttiin vaihtamaan 1–2 kuukauden välein.

Puntarin kalvosuodatuslaitos on täysin automatisoitu kalvosuodattimien huuhtelu mukaanlukien. Kalvolaitoksen virtaamista, pH:sta, ajopaineista ja tuotetun veden sähkönjohtokyvystä samoin kuin alavesisäiliön pinnasta kerätään tietoja minuutti-, tunti- ja vuorokausitasolla automaattiseen valvonta- ja raportointijärjestelmään. Tätä artikkelia varten poimittiin raportointi- ja valvontajärjestelmästä tuntitason käyttötietoja. Tämän lisäksi virtaamista, paineista, taajuusmuuttajan lukemista, tuotetun veden sähkönjohtokyvystä, laitoksen käyntijaksoista ja veden lämpötilasta pidettiin käsin kirjaa 2–3 kertaa viikossa huhtikuun 1999 ja toukokuun 2000 välisenä aikana.

Tätä artikkelia varten otettiin vesinäytteitä kalvosuodatuslaitokseen tulevasta ja kummassakin kalvolinjassa tuotetusta vedestä kerran viikossa maalis – toukokuussa 2000. Vesinäytteistä analysoitiin hiilidioksidi, alkalitectti, pH, fluoridi, alumiini, rauta, mangaani, orgaaninen hiili (TOC) ja kiintoaine ($SS_{0.45}$) SFS standardien mukaisesti. Kiintoaineen määrityksessä käytettiin 0,45 µm suodatinta.

Epäorgaanisten aineiden väheneminen kalvosuodatuksessa

Kalvosuodatus poisti tehokkaasti sekä fluoridia että alumiinia (taulukko 1). Käänteisosmoosissa fluoridivähenemä oli yli 95 % ja nanosuodatuksessa keskimäärin 76 %. Takuuajojen aikana maaliskuussa 1999 nanosuodatuksella päästiin suurempiin fluoridivähenemiin (90 %), kun nanosuodattimen käyttöpaine oli 1,5 kertainen taulukossa esitettyyn seurantajaksoon verrattuna. Kummallakin kalvosuodatuslinjalla tuotetun veden fluoridipitoisuudet olivat selvästi alle talousveden laatuvaatimuksen (≤1,5 mgF/l).

Alumiinivähenemät (>78 %) olivat yhtä hyvät kummallakin kalvosuodatuslinjalla (taulukko 1). Esikäsittely poisti alumiinista 75 %, minkä vuoksi kalvosuodatukseen tulevan veden alumiinipitoisuudet olivat jo lähellä talousveden laatusuositusta (≤0,2 mgAl/l). Esikäsittely poisti myös rautaa ja mangaania tehokkaasti, mikä pienentää kalvosuodattimien tukkeutumisriskiä.

Kalvosuodatuslaitoksen käyttöönoton jälkeen fluoridi- ja alumiinipitoisuudet Laitilan kaupungin vesijohto-

Taulukko 1. Fluoridi, alumiini, rauta ja mangaanipitoisuudet (keskiarvo ± keskihajonta, N = 5) käsittelyprosessin eri vaiheissa Puntarin laitoksella 20.3.–22.5.2000.

Käsittelyvaihe	Fluoridi (mgF/l)	Alumiini (mgAl/l)	Rauta (mgFe/l)	Mangaani (mgMn/l)
Puntarin pohjavesi	3,8 ± 0,13	0,91 ± 0,17	2,3 ± 0,32	0,10 ± 0,01
Esikäsitelty Puntarin vesi	3,9 ± 0,16	0,23 ± 0,09	<0,10	<0,030
RO tuotettu vesi	<0,20	<0,050	<0,10	<0,030
NF tuotettu vesi	0,91 ± 0,06	<0,050	<0,10	<0,030
Alkaloitu RO+NF vesi	0,51 ± 0,07	0,10 ± 0,01	<0,10	<0,030

verkostossa ovat olleet ≤1,5 mgF/l ja ≤0,15 mgAl/l. Keskimäärin neljäsosa verkostoon syötettävästä vedestä on ollut kalvosuodatettua kolmeneljäsosan ollessa hyvälaatuista käsittelemätöntä pohjavettä (Krouvinummen ja Tulejärven vedenottamot).

Kalvosuodatetun veden alkaliteetti oli pieni (taulukko 2), koska kalvosuodatus poistaa vedestä myös veden alkaliteetistä vastaavia ioneja (HCO_3^-, CO_3^{2-}). Alkaliteetin sekä kovuuden lisäämiseksi kalvosuodatettu vesi johdettiin kalkkikivisuodatukseen, missä alkaliteetti nousi takaisin alkuperäiselle tasolle. Kalvosuodatetun veden hiilidioksidipitoisuus vaikuttaa merkittävästi saavutettuun alkaliniteettiin ja kovuuteen.

TOC ja esikäsittelyn jälkeinen kiintoainepitoisuus (0,45 mikrometrin kalvon läpi suodatettu näyte) olivat matalia kalvosuodatukseen tulevassa vedessä (taulukko 2). Tämä vähentää kalvojen tukkeutumisriskiä ja oli todennäköisesti yksi syistä, miksi kummassakaan kalvosuodatuslinjassa ei havaittu tukkeutumista ensimmäisen käyttövuoden aikana.

Kalvosuodatuksen käyttötiedot ja toiminta

Ensimmäisen käyttövuoden aikana käänteisosmoosi- ja nanosuodatuslaitteistot olivat kumpikin olleet käynnissä lähes 6 000 tuntia (taulukko 3). Kumpaakin laitteistoa oli käytetty keskimäärin 16 tuntia vuorokaudessa.

Käyttöpaine samoin kuin tuotetun veden paine käänteisosmoosissa oli keksimäärin 1,3 kertainen nanosuodatukseen verrattuna (taulukko 3). Näillä käyttöpaineilla ja valituilla kalvotyypeillä käänteisosmoosissa tuotetun veden määrä oli keskimäärin 1,2 kertainen nanosuodatukseen verrattuna (taulukko 3, kuva 2). Kalvosuodatuksen saanto eli tuotetun veden määrä suhteessa syötettyyn veteen oli käänteisosmoosissa keskimäärin 73 % ja nanosuodatuksessa 71 %.

Kummankin kalvosuodatuslaitteiston käyttöpainetta jouduttiin hieman laskemaan 22.4.2000 raakavesikaivosta johtuneiden vedensaantiongelmien takia (taulukko 3, luvut suluissa). Tästä huolimatta tuotetun veden virtaama ei laskenut merkittävästi, mihin osaltaan vaikutti se, että käsittelyyn syötettävän veden lämpötila nousi samana ajankohtana (kuva 3). Tuotetun veden laadussa ei myöskään havaittu muutosta.

Tuotetun veden määrä korreloi syöttöveden lämpötilan kanssa kuten odotettiin (kuvat 2 ja 3). Kummassakin kalvosuodatuslaitteistossa lämpötilan nousu 10°C:lla lisäsi tuotetun veden virtaaman noin 1,3 kertaiseksi, kun laitteistoa ajettiin vakiopaineella.

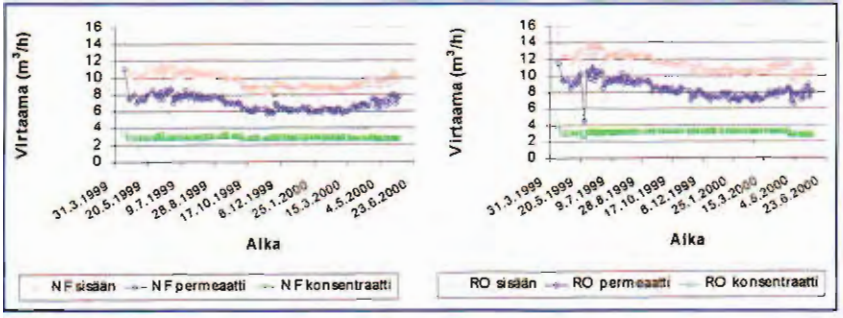
Syöttöveden lämpötila vaikutti myös tuotetun veden sähkönjohtokykyyn nanosuodatuksessa (kuva 3). Sähkönjohtokyky korreloi merkittävästi lämpötilan kanssa (R^2 = 0,96). Syöttöveden lämpötilan nousu 10°C:lla johti nanosuodatuksessa tuotetun veden sähkönjohtokyvyn kasvamiseen 1,8 kertaiseksi.

Taulukko 2. Alkaliteetti, vapaa hiilidioksidi, pH, kiintoaine (0.45 µm) ja kokonaisorgaaninen hiili (keskiarvo ± keskihajonta; N = 5, paitsi SS analyysissä N = 3) käsittelyprosessin eri vaiheissa Puntarin laitoksella 20.3.–22.5.2000.

Käsittelyvaihe	Alkaliteetti ($mgCaCO_3/l$)	CO_2 (mg/l)	pH	$SS_{0,45}$ (mg/l)	TOC (mg/l)
Puntarin pohjavesi	34 ± 17	47 ± 10	5,7 – 6,3	3,2 ± 2,9	2,1 ± 0,09
Esikäsitelty Puntarin vesi	22 ± 5,7	7,9 ± 1,2	6,4 – 6,8	0,53 ± 0,23	1,7 ± 0,15
RO tuotettu vesi	<2,5 – 9,9	5,7 ± 0,36	5,3 – 5,5	ei anal.	<1,0
NF tuotettu vesi	8,2 ± 3,3	6,1 ± 1,7	6,0 – 6,4	ei anal.	<1,0
Alkaloitu RO+NF vesi	25 ± 1,6	<2,0	8,6 – 9,0	<0,1 – 1,2	<1,0

Taulukko 3. Käänteisosmoosi- (RO) ja nanosuodatuslaitteistojen (NF) käyttötietoja (keskiarvo ± keskihajonta) Puntarin laitoksella huhtikuussa 1999 – toukokuussa 2000. Lukuarvot ilman sulkuja edustavat aikajaksoa 22.4.1999–21.4.2000 ja suluissa olevat jaksoa 22.4.2000–31.5.2000.

	Yksikkö	RO linja	NF linja
Syöttöveden paine	bar	7,3 ± 0,4 (5,5 ± 0,2)	5,7 ± 0,3 (5,0 ± 0,1)
Tuotetun veden paine	bar	5,7 ± 0,3 (4,4 ± 0,2)	4,2 ± 0,2 (3,9 ± 0,1)
Virtaama sisään	m^3/h	12 ± 1,1 (11 ± 0,6)	9,7 ± 0,9 (9,9 ± 0,5)
Tuotetun veden virtaama	m^3/h	8,4 ± 1,1 (7,9 ± 0,6)	6,9 ± 0,8 (7,2 ± 0,5)
Konsentraatin virtaama	m^3/h	3,1 ± 0,1 (2,8 ± 0,1)	2,8 ± 0,1 (2,6 ± 0,0)
Kierrätysvirtaama	m^3/h	2,9 ± 0,5 (1,5 ± 0,3)	1,2 ± 0,4 (0,4 ± 0,2)
Syöttöveden lämpötila	°C	2 – 16	2 – 16
Käyttötunnit	h	5865 (498)	5981 (502)
Huuhtelukertojen lukumäärä	–	423 (20)	414 (29)



Kuva 2. Vuosiyhteenveto syöttöveden, tuotetun veden ja konsentraatin virtaamista nanosuodatuksessa (NF, vasemmalla) ja käänteisosmoosissa (RO, oikealla). Tiedot Puntarin vesilaitoksen päiväkirjasta.

Lämpimän veden aikaan nanokalvo läpäisee siis enemmän ioneja. Käänteisosmoosissa lämpötilariippuvuus ei ollut merkittävä lämpötilan vaihdellessa 2–16°C.

Kumpikin kalvosuodatuslaitteisto huuhdeltiin keskimäärin 1,5 kertaa vuorokaudessa (taulukko 3). Huuhteluväli määräytyi vedenkulutuksen mukaan siten, että laitteisto huuhdeltiin automaattisesti, kun laitteisto kytkeytyi pois päältä minimivedenkulutuksen aikana.

Jaksottaisen käynnin vaikutusta kalvosuodatukseen ja tuotetun veden laatuun seurattiin automaattisen valvonta- ja raportointijärjestelmän avulla, josta on poimittu esimerkki kolmelta vuorokaudelta kuvaan 4. Ennen 22.4.2000 molemmat kalvosuodatuslaitteistot pysähtyivät yleensä kaksi kertaa vuorokaudessa, kun vedenkulutus oli pienimmillään ja vesisäiliön vedenpinta ylärajalla. Käynnin aikana paine-ero kalvon yli (syöttöpaine – tuotetun veden paine), tuotetun veden virtaama sekä konsentraattivirtaama olivat lähes vakiot. Seurannan perusteella ei siten ollut havaittavissa kalvojen tukkeutumista. 22.4.2000 jälkeen kalvolaitteistot pysähtyivät ylimääräisen kerran huippukulutuksen aikana johtuen raakaveden saannissa olleista ongelmista.

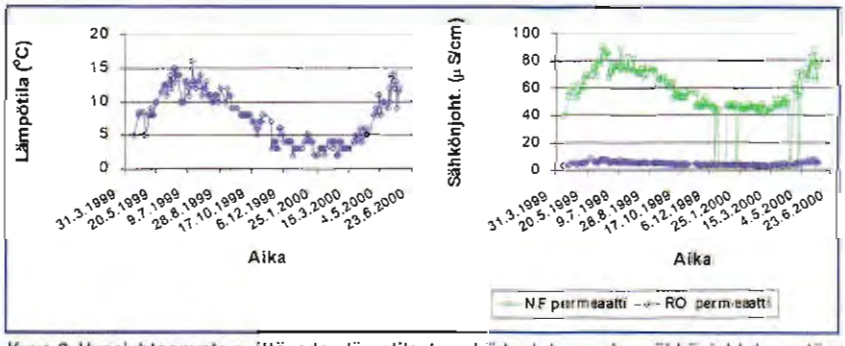
Tuotetun veden sähkönjohtokyky käynti- ja seisokkijaksojen välillä vaihteli huomattavasti kummassakin kalvosuodatuslaitteistossa (kuva 4). Tuotetun veden sähkönjohtokyky oli odotetusti pienin käyntijakson aikana ja nousi nopesti laitteiston pysähtymisen jälkeen. Ionien kulkeutuminen kalvojen läpi lisääntyi siten viipymän kasvaessa. Käytännössä tämä ei vaikuta merkittävästi verkostoon johdettavan veden laatuun, sillä seisokkiaikana kalvojen läpi kulkeutuva veden määrä on pieni suhteessa koko kalvolaitteiston tuottoon.

Kalvosuodatuksen kustannukset

Kalvosuodatuksen käyttö- ja ylläpitokustannukset muodostuvat esisuodattimen ja kalvomoduulien ajoittaisesta vaihtamisesta, kalvojen kemiallisesta puhdistamisesta, saostumisenestokemikaalin käytöstä, pumppauskustannuksista sekä työkustannuksista. Puntarin kalvosuodatuslaitoksella ei kuitenkaan ole ilmennyt tarvetta kalvomoduulien vaihtamiseen runsaan vuoden kestäneen seurantajakson aikana. Laitoksella ei myöskään tarvita saostumisenestokemikaalia. Lisäksi työvoiman tarve on pieni automaattisen ohjaus-, valvonta- ja raportointijärjestelmän takia. Ensimmäisen käyttövuoden perusteella kalvosuodatuslaitoksen käyttö- ja ylläpitokustannukset ovat vajaa 50 000 mk vuodessa (taulukko 4) tai 0,5 mk/m^3 (0,08 €/m^3) tuotettua vettä (ALV 0%). Jos kustannuksiin lisätään kalvomoduulien vaihtaminen (taulukko 4), niin tällöin käyttökustannukset ovat arviolta 0,9 mk/m^3 (0,15 €/m^3) tuotettua vettä.

Puntarissa suurin ero käänteisosmoosi- ja nanosuodatuslaitteistojen välillä on käyttöpaineessa ja siten energiakustannuksissa. Vuosittaiset energiakustannukset käänteisosmoosilaitteistossa ovat 1,7 kertaisia verrattuna nanosuodatukseen (taulukko 5). Huomattavaa kuitenkin on, että käänteisosmoosissa tuotetun veden määrä vastaavana aikana oli 1,3 kertaa suurempi kuin nanosuodatuksessa. Siten käänteisosmoosin energiakustannukset ovat noin 0,4 mk/m^3 (0,06 €/m^3) ja nanosuodatuksessa 0,3 mk/m^3 (0,05 €/m^3) tuotettua vettä. Vasta useamman vuoden seurantajakson jälkeen nähdään nanosuodatuksen ja käänteisosmoosin kalvomoduulien vaihtotarve ja siitä mahdollisesti aiheutuvat käyttökustannusten erot.

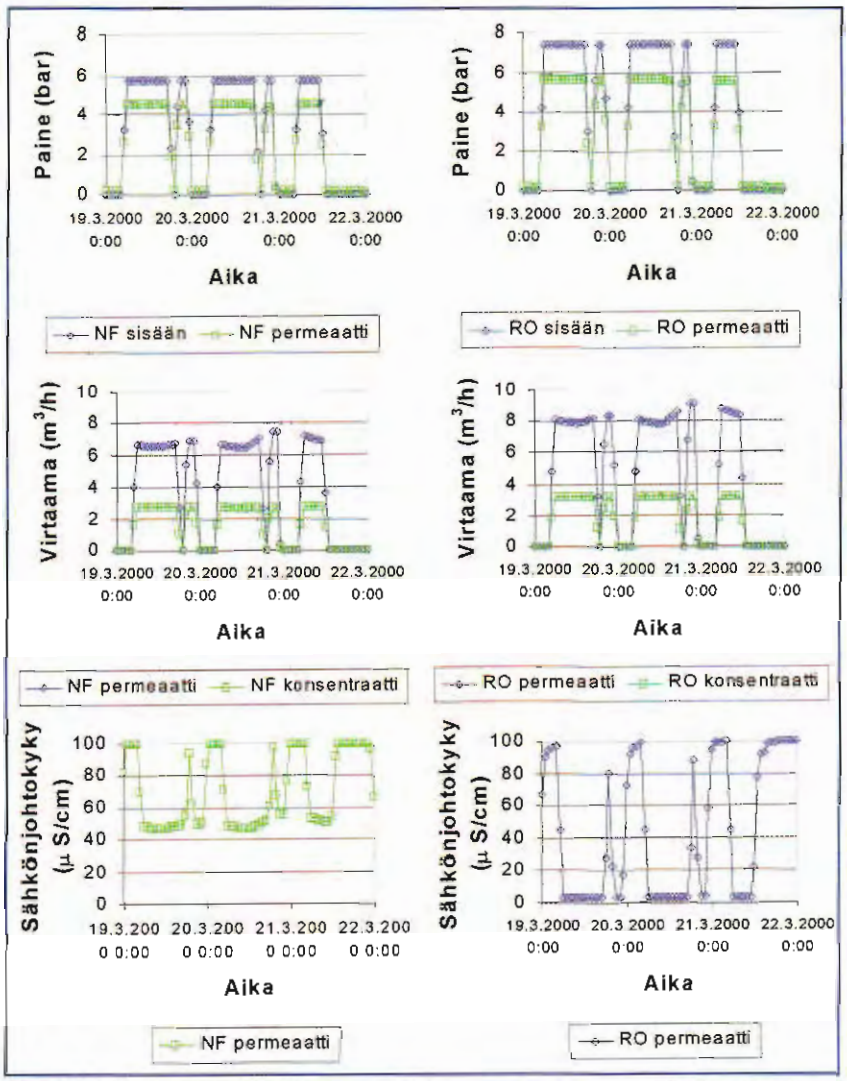
Kalvosuodatuslaitteistot ovat kompakteja, eivätkä ne siten yleensä vaadi suuria investointeja rakennuksiin. Puntarin vesilaitoksella kalvosuodatuslaitteistot voitiin sijoittaa olemassaolevaan rakennukseen. Puntarin kalvosuodatuslaitoksen investointikustannukset (laitteistot ja automaatio) olivat noin 0,7 mk/m^3 (0,12 €/m^3, ALV 0%) tuotettua vettä, kun laitoksen käyttöasteeksi oletetaan 100 %.



Kuva 3. Vuosiyhteenveto syöttöveden lämptilasta sekä tuotetun veden sähkönjohtokyvystä nanosuodatuksessa (NF) ja käänteisosmoosissa (RO). Tiedot Puntarin vesilaitoksen päiväkirjasta.

Tulosten tarkastelu

Sekä käänteisosmoosi että nanosuodatus soveltuivat hyvin fluoridin ja alumiinin poistamiseen Puntarin pohjave-



Kuva 4. Tuntitason seurantatietoja (paineet, virtaamat ja tuotetun veden sähkönjohtokyky) nanosuodatuksesta (NF, vasemmalla) ja käänteisosmoosista (RO, oikealla), ote Puntarin valvonta- ja raportointijärjestelmästä.

destä. Käänteisosmoosissa (>95 %) ja nanosuodatuksessa saavutetut fluoridivähenemät olivat samanlaisia kuin mitä kirjallisuudessa on aikaisemmin esitetty (Durand-Bourlier ja Lainé, 1997; Fox ja Sory, 1987; Huxstep ja Sorg, 1987; Truby, 1970). Kummassakin kalvosuodatuslaitteistossa käyttöpaine oli melko matala verrattuna mitoituspaineeseen, joka käänteisosmoosissa oli 12 bar ja nanosuodatuksessa 9 bar. Käänteisosmoosissa matala käyttöpaine ei vaikuttanut tuotetun veden laatuun merkittävästi, vaikka yleensä suolojen erottuminen heikkenee käyttöpaineen laskiessa. Sen sijaan nanosuodatuksessa olisi todennäköisesti päästy suurempiin fluoridivähenemiin, mikäli käyttöpainetta olisi nostettu. Lämpötila vaikuttaa merkittävästi kalvosuodatuksessa tuotetun veden saantoon ja laatuun (nanosuodatus), mikä on raakaveden laadun lisäksi otettava huomioon kalvosuodatuslaitteistoja mitoitettaessa.

Nanosuodatuskalvo ei periaattessa voi poistaa yksittäisiä fluoridi-ioneja, koska nanosuodatuskalvojen huokoskoko on fluoridi-ionia selvästi suurempi. Fluoridi voi kuitenkin muodostaa liukoisia kompleksejа erilaisten epäorgaanisten ja orgaanisten aineiden kanssa, joista alumiini on yksi yleisimpiä (esim. Lahermo ja Backman, 2000). Fluoridin kompleksoituminen alumiinin kanssa ei kuitenkaan selitä Puntarin nanosuodatuksessa saavutettua korkeaa fluoridivähenemää. Teoriassa kalvosuodatuksessa voisi poistua vain 0,4 mgF/l fluoridia, kun vedestä poistetaan 0,2 mgAl/l alumiinia. Laskussa on oletettu, että maksimissaan kolme fluoridi-ionia voi sitoutua alumiiniin (AlF_3) tai alumiinihydroksidiin ($AL(OH)F_3^-$). Myös muiden kompleksoivien aineiden kuten raudan pitoisuudet vedessä olivat matalia. Fluoridin vähenemismekanismi nanosuodatuksessa kaipaakin lisätutkimuksia.

Kummassakaan kalvosuodatuslaitteistossa ei havaittu merkittävää tuk-

Taulukko 4. Kalvosuodatuksen vuosittaiset käyttö- ja ylläpitokustannukset (ALV 0%) perustuen Puntarin laitoksen ensimmäisen vuoden kokemuksiin (22.4.1999–21.4.2000).

	Kustannukset (mk)	Kustannukset (Euro)	
Energia	30900	5090	
Kemiallinen puhdistus (sis. työn ja kemikaalit)	6600	1090	
Kalvomoduulien uusiminen	(28000)[1)]	(4610)[1)]	
Esisuodattimen (pussisuodattimen) vaihto	2400	400	
Saostumisenestokemiaali	ei käytetä	–	
Työvoima (3 h/kuukausi)	7200	1190	
Yhteensä	47100 (+28000)	7770	(+4610)

1) Kustannukset arvioitu olettaen, että 1/6 kalvomoduuleista uusitaan vuosittain.

Taulukko 5. Käänteisosmoosi- (RO) ja nanosuodatuslaitteiston (NF) vuosittain energiankulutus ja energiakustannukset (ALV 0%) Puntarin laitoksella (perustuen käyttötietoihin 22.4.1999–21.4.2000; katso taulukko 3).

Vaihe		Yksikkö	RO linja	NF linja
Esipumppaus[1]	Käyttötunnit vuodessa	h	5981	
	Energiankulutus	kWh	53820	
	Energiakustannukset vuodessa[2]	mk (EUR)	16300 (2690)	
Paineenkorotus-pumppaus[3]	Käyttötunnit vuodessa	h	5865	5981
	Taajuusmuuttajan lukema	%	66 ± 3,8	55 ± 4,1
	Energiankulutus	kWh	30205	17823
	Energiakustannukset vuodessa[2]	mk (EUR)	9200 (1510)	5400 (890)

1) RO ja NF linjoilla on yhteinen syöttöpumppu, jonka nimellisteho on 9 kW.
2) Energian hinta 0,30 mk/kWh tai 0,05 EUR/kWh (ALV 0%).
3) RO ja NF linjoissa on kummassakin oma paineenkorotuspumppunsa, joiden nimellisteho on 17,9 kW.

keutumista ensimmäisen käyttövuoden aikana. Puntarin pohjavesi on pehmeää suomalaisille pohjavesille tyypillisesti, mikä voi osaltaan selittää ilmiötä. Yleensä nimenomaan kalsium ja sen heikosti liukenevat suolat aiheuttavat kerrostumia ja kalvojen tukkeutumista [AWWA, 1999]. Puntarin tapauksessa myös raudan, mangaanin ja alumiinin osittainen poistaminen esikäsittelyssä sekä veden matala TOC vähensivät tukkeutumisen mahdollisuutta. Lisäksi olosuhteet biologisen kasvuston aiheuttamalle tukkeutumiselle eivät olleet suotuisia johtuen veden matalasta lämpötilasta ja TOC:sta.

Puntarin vesilaitoksella käänteisosmoosin ja nanosuodatuksen välillä havaittiin hyvin vähän eroja lukuunottamatta fluoridin vähenemistä. Jos kuitenkin tarkastellaan teoreettista tilannetta, jossa 4 mgF/l fluoridia sisältävää raakavettä tulee laimentaa siten, että päästään 1,5 mgF/l verkostossa, tarkoittaa tämä kapasiteetiltaan kaksi kertaa suuremman nanosuodatuslaitoksen rakentamista käänteisosmoosiin verrattuna edellä kerrottujen tulosten perusteella. Siten nanosuodatuksen pienemmät käyttö- ja ylläpitokustannukset käänteisosmoosin verrattuna eivät riitä kompensoimaan suuremmasta laitoksesta aiheutuvia investointikustannuksia ainakaan Suomen energianhinnoilla.

Automaattinen valvonta- ja raportointijärjestelmä parantaa kalvosuodatuslaitteiston käynnin ohjausta ja valvontaa etenkin, jos laitteisto toimii jaksottaisesti. Sekä lyhytaikaiset että pitkällä aikavälillä tapahtuvat muutokset voidaan nopeasti lukea numeroina ja kuvina järjestelmästä, mikä helpottaa laitoksen käyttöä, huoltoa ja optimointia. Esimerkiksi pumpuissa tai kalvomoduuleissa ilmenevät ongelmat voidaan havaita nopeammin ja täsmällisemmin.

Johtopäätökset

Sekä käänteisosmoosi että nanosuodatus soveltuvat fluoridin poistoon pehmeästä pohjavedestä. Käänteisosmoosissa päästiin yli 95 %:n fluoridivähenemään 7,3 bar käyttöpaineella ja nanosuodatuksessa noin 76 %:n vähenemään 5,7 bar paineella. Laitilan kaupungin talousveden fluoridipitoisuus pystyttiin laskemaan hyväksyttävälle tasolle käsittelemällä vain osa runsaasti fluoridia sisältävästä pohjavedestä kalvosuodatuslaitoksessa. Myös alumiini väheni kalvosuodatuksessa, joten sen pitoisuutta talousvedessä voidaan hallita yhdessä fluoridipitoisuuden kanssa. Kalvolaitteistojen soveltuvuutta ja kustannuksia tulee arvioida tapauskohtaisesti sekä kiinnittää erityistä huomiota laitteistojen mitoituskäytäntöön kalvosuodatuksen yleistyessä vedenkäsittelymenetelmänä.

Kirjallisuus

AWWA 1999. Reverse osmosis and nanofiltration. Manual of water supply practices – M46. Denver, American Water Works Association. 187 p. ISBN 89867-978-0.

Durand-Bourlier L. & Lainé J.-M. 1997. Use of NF and EDR technology for specificion removal: fluoride. Proc. AWWA Membrane Technology Conference, New Orleans, 23–26 February, 1997. P. 1–16.

Fox K.R. & Sory T.J. 1987. Controlling arsenic, fluoride, and uranium by point-of-use treatment. Journal AWWA 79(10): 81–84. ISSN 0003-150X.

Huxstep M.R. & Sorg T.J. 1987. Reverse osmosis treatment to remove inorganic contaminants from drinking water. EPA/600/2-87/109. Cooperative agreement no. CR-807358. Cincinnati, US Environmental Protection Agency. ix, 50 p.

Kettunen R. & Keskitalo P. 2000. Combination of membrane technology and limestone filtration to control drinking water quality. Desalination 131: 27–283. ISSN 0011-9164.

Lahermo P. & Backman B. 2000. The occurance and geochemistry of fluorides with special reference to natural waters in Finland. Espoo, Geological Survey of Finland. Report of investigation 149. 40 p. ISBN 951-690-757-1, ISSN 0781-4240

Truby R.L. 1970. Final report of reverse osmosis appraisal programs at Furnace Creek and Stove Pipe wells in Death Valley National Monument. Gulf General Atomic Inc., report for the National Park Service, US Department of the Interior.

ESISELKEYTYS ON HISTORIAA

Asumisjätevesi kannattaa esiselkeytyksen sijaan johtaa suoraan biologiseen käsittelyyn. Näin jätevedessä oleva orgaaninen hiili saadaan täysimääräisesti hyötykäyttöön ja puhdistuskustannukset alenevat. Kun puhdistamoita saneerataan ja niiden käyttöä tehostetaan, perinteiset esiselkeytysaltaat kannattaa kokonaan ohittaa. Niille tulisikin hakea uusia käyttötarkoituksia.

Heikki Kiuru

professori ma.
Teknillinen korkeakoulu
vesihuoltotekniikka
E-mail: heikki.kiuru@hut.fi

Mikäli biologisen käsittelyn allastilavuus ja jälkiselkeytyksen hydraulinen kapasiteetti riittävät, kannattaa suurilla ja keskikokoisilla asumisjäteveden puhdistamoilla luopua esiselkeytyksestä. Näin tehtiin Savonlinnan Pihlajaniemen jätevedenpuhdistamolla jo vuonna 1996. Uudistus tuli mahdolliseksi sen jälkeen, kun Teknillisen korkeakoulun vesihuoltotekniikan laboratorio oli toteuttanut laitokselle tehokkaan biologisen ravinteiden poiston (1995). Nykyään esiselkeytysaltaita käytetään jäteveden puhdistamiseen vain silloin, kun laitokselle tulevan veden virtaama on niin suuri, ettei kaikkea jätevettä voida esikäsittelyn jälkeen johtaa biologiseen käsittelyyn. Tällöin osa jätevedestä saostetaan kemiallisesti esiselkeytysaltaissa ja johdetaan biologisen käsittelyn ohi puhdistamon tertiaarivaiheeseen eli flotaatiosuodattimille. Näissä siitä ja yhtä aikaa biologisesti käsitellystä jätevedestä suodatetaan ja tarvittaessa flotatoidaan se osa kiintoaineesta, joka ei erotu laskeutumalla esi- ja jälkiselkeytysaltaissa. Puhdistuksessa on onnistuttu jatkuvasti erinomaisen hyvin.

Biologiseen käsittelyyn voidaan ottaa hallitusti vain se osa puhdistamolle tulevasta ja kokonaisuudessaan esikäsiteltävästä jätevedestä, jonka puhdistamon aktiivilieteprosessi eli jälkiselkeytysaltaiden hydraulinen kapasiteetti sallii. Tällöin puhdistamon biologiseen ravinteiden poistoon modifioitu aktiivilieteprosessi, jonka mukaan HUT/Savonlinna-prosessi on saanut nimensä, toimii aina hallitusti, eikä se tule koskaan ylikuormitetuksi hydraulisesti. Pihlajaniemen jätevedenpuhdistamo on erikoistapaus siinä mielessä, että siellä on ollut tehokas flotaatiosuodattimien avulla toteutettu tertiaari- eli jälkikäsittely jo vuodesta 1984 lähtien.

Tällä hetkellä näyttää siltä, että flotaation tai suodatuksen tai näiden molempien eli flotaatiosuodattimien avulla toteuttava jälkikäsittely tulee käyttöön yli 10 000 asukkaan puhdistamoilla. Tä-

mä johtuu siitä, että vuoteen 2005 mennessä niistä vesistöihin tai merialueille johdettavan puhdistetun jäteveden tulee kokonaisfosforipitoisuudeltaan olla keskimäärin alle 0,3 mg/l. Onkin vaikea kuvitella muita keinoja, joilla perinteisissä aktiivilietelaitoksissa puhdistetun jäteveden fosforipitoisuus saataisiin näin alhaiseksi.

Toiminta ilman esiselkeytystä

Savonlinnan Pihlajaniemen jätevedenpuhdistamolta vuosina 1996–2000 saatu kokemus osoittaa, että parhaat tulokset jätevedenpuhdistuksessa ja erityisesti biologisessa ravinteiden poistossa saavutetaan kuivana aikana. Näin on erityisesti silloin, kun esiselkeytysaltaita ei käytetä laisinkaan jäteveden puhdistukseen, vaan kaikki puhdistamolle tuleva jätevesi johdetaan esikäsittelyn jälkeen suoraan aktiivilieteprosessiin. Tämä johtunee siitä, että jäteveden koko orgaanisen hiilen sisältö käytetään tällöin hyväksi biologisessa käsittelyssä.

Parhaat tulokset asumisjäteveden puhdistuksessa on saavutettu vuoden 2000 loppukesällä ja alkusyksyllä, jolloin jätevesi oli hyvin lämmintä, ja siinä oleva orgaaninen kiintoaine ja orgaaniset kolloidit olivat hydrolysoituneet hyvin pitkälle jo viemäröintijärjestelmässä. Puhdistamolle tulleen jäteveden orgaanisen hiilen sisältö muodostui valtaosin liuenneista yhdisteistä. Jätevesi poikkesi ulkonäöltäänkin normaalista. Puhdistamolle tullessaan se oli hyvin mustaa ja haisi voimakkaasti anaerobiselta.

Biologisesti käsitellyn jäteveden BHK_7-arvo oli tuolloin alle määritysrajan eli alle 3 mg/l, kokonaisfosforipitoisuus alle 0,5 mg/l ja kokonaistyppipitoisuus alle 5 mg/l. Tertiaarikäsittelyn jälkeen puhdistetun jäteveden kokonaisfosforipitoisuus oli alle 0,3 mg/l mekaanisesti suodatettuna eli ilman saostuskemikaalin lisäämistä. Typenpoistossa saavutettu, parhaimmillaan yli 90 %:n puhdistusteho johtui siitä, että täydellisen nitrifikaation tuloksena nitraattimuotoon hapetettu jäteveden typpisisältö onnistuttiin pelkistämään ajoittain loppuun asti typpikaasuksi eikä puhdistetussa jätevedessä ollut lainkaan nitraattityppeä.

Se että Pihlajaniemen jätevedenpuhdistamon esiselkeytysaltaat ovat viime vuosina olleet tyhjinä suurimman osan ajasta, on nostanut esiin kysymyksen siitä, miten niiden käyttöä voitaisiin tehostaa. Asiaan puuttui myös TKK:ssa syksyllä 2000 vieraillut prahalainen professori Jiri Wanner. Hän ehdotti, että esiselkeytysaltaita käytettäisiin palautuslietteen erikseen tapahtuvaan anoksiseen käsittelyyn eli ilmastamattomana tapahtuvaan kontaktistabilointiin silloin, kun kysymyksessä on biologinen ravinteiden poisto tai pelkästään typenpoisto.

Kuitenkin totesimme hänen ehdotustaan tutkiessamme, että aivan sama asia kehittämässämme HUT/Savonlinna-prosessissa tapahtuu jälkiselkeytysaltaissa, joita käytetään jäteveden anoksiseen biologiseen käsittelyyn antamalla jälkidenitrifikaation tapahtua hallitusti niissä olevissa paksuissa lietepatjoissa. Sen tarkoituksena on ensiksikin toteuttaa mahdollisimman tehokas typenpoisto, joka perustuu valtaosin jälkiselkeytysaltaissa tapahtuvaan jälkidenitrifikaatioon. Toisena tavoitteeena on estää nitraattitypen joutuminen palautuslietteen mukana biologisen käsittelyn reaktoreiden alussa oleviin anaerobisen biologisen käsittelyn osastoihin sekä tehostaa tällä tavoin biologista fosforinpoistoa. HUT/Savonlinna-prosessin ylivoimainen tehokkuus biologisessa ravinteiden poistossa perustuukin suurelta osin juuri tähän oivallukseen eli jälkiselkeytysaltaiden hallitusti tapahtuvaan käyttämiseen biologisen käsittelyn reaktoritilavuutena.

Esiselkeytysaltaat virtaaman tasauksessa

Ehkä kaikkein potentiaalisin esiselkeytysaltaiden uusi käyttömahdollisuus on biologiseen käsittelyyn johdettavan jäteveden virtaaman tasauksessa ja viipymän tasauksessa kuivana aikana. Silloin jäteveden lyhytaikaiset (vuorokautiset) virtaamavaihtelut ovat suhteellisesti hyvin suuria, mutta virtaamat määrällisesti kohtuullisia. Tällä tavoin biologisessa käsittelyssä vallitsevat olosuhteet voidaan vakioida lyhytaikaisesti, mikä on ideaalitilanne varsinkin silloin, kun tarkoituksena on biologinen ravinteiden poisto.

Tarvittavat tekniset järjestelyt ovat hyvin yksinkertaiset. Toiminnallinen idea on antaa jäteveden pinnan vaihdella esiselkeytysaltaissa hallitusti edeltä valituissa rajoissa. Tätä varten tarvitaan vain esiselkeytysaltaiden hydraulinen hallinta alavirtasäätönä. Se voi tapahtua niin, että altaiden perälle asennetaan välipumppaus, jolla esiselkeytyksestä biologiseen käsittelyyn johdettava jätevesi siirretään siihen, ja sen virtaama tasataan vastaamaan kuivan ajan vuorokautista keskivirtaamaa.

Järjestely johtaa siihen, että jäteveden pinta esiselkeytysaltaissa vaihtelee jatkuvasti jäteveden tulovirtaaman vaihtelun mukaan. Tähän tarvittava tasaustilavuus on hyvin kohtuullinen keskikokoisilla ja suurilla jätevedenpuhdistamoilla. Käytännössä siihen kylläkin tarvitaan lähes koko esiselkeytysaltaiden vesitilavuus, joka on varsin pieni.

Ainoa lisäasia, joka mahdollisesti tarvitaan, on suorakaiteen muotoisten esiselkeytysaltaiden normaalin, vakiona pidettävän jäteveden pinnan alapuolella kulkevien ketjulaahainten kannatuskiskojen voitelu sitä tilannetta varten, että ne ovat ajoittain kuivilla eli jonkin verran pinnan yläpuolella. Suurten jätevesivirtaamien aikana esiselkeytysaltaita voidaan käyttää tavalliseen tapaan antamalla selkeytyneen jäteveden poistua altaista normaalisti ylivuotona.

Kiintoaineen ja orgaanisten kolloidien hydrolysointi

Esiin on noussut myös vaihtoehto, jossa esiselkeytysaltaita käytetään kuivana aikana tavanomaisessa asumisjätevedessä olevan orgaanisen kiintoaineen ja orgaanisten kolloidien aktiiviseen hydrolysointiin fermentoimalla. Tämä on teknisesti jo selvästi vaikeammin toteutettava asia sen vuoksi, että esiselkeytysaltaat on suunniteltu nimenomaan erottamaan jätevedestä tehokkaasti kiintoainetta laskeuttamalla sitä altaiden pohjalle. Ideana hydrolysoinnissa on kasvattaa jätevedessä olevan mikrobeille helppokäyttöisen hiilen eli liuenneiden hiiliyhdisteiden osuutta (RBCOD:ta) ja vähentää hitaasti hajoavan orgaanisen hiilen osuutta (SBCOD:ta) sekä saa-

da tällä tavoin lisää tehokkuutta biologiseen ravinteiden poistoon.

Kiintoaineen laskeutuksessa altaiden tehtävä on täsmälleen päinvastainen kuin fermentoinnissa. Sehän on kiintoaineen ja kolloidien pitäminen suspensiona jätevedessä, jotta fermentoituminen eli happokäyminen voisi tapahtua tehokkaasti. Esiselkeytysaltaat ovat yleensä varsin matalia, mikä vaikeuttaa tässä tarvittavan mekaanisen sekoituksen asianmukaista toteuttamista. Tässä suhteessa suorakaiteen muotoiset ja pyöreät esiselkeytysaltaat ovat käytännössä samanveroisia. Konseptiin kuuluu vielä se, että raakalietettä on syytä kierrättää esiselkeytysaltaista takaisin niiden tulopuolelle, jotta orgaanisen kiintoaineen ja kolloidien viipymä niiden hydrolysoinnissa saadaan riittävän pitkäksi. Tämän toteuttaminen on puolestaan kuitenkin hyvin yksinkertaista.

Koska jätevedessä oleva kiintoaine on varsin raskasta (suuri osa siitä on epäorgaanista), se laskeutuu jätevedessä hyvin maan painovoiman vaikutuksesta. Tästä syystä kiintoaineen pitäminen suspensiona jätevedessä sen ollessa esiselkeytysaltaissa vaatii voimakkaan sekoituksen ja vahvat mekaaniset sekoittimet. Niitä täytyy olla useita sekä pitkissä suorakaiteen muotoisissa altaissa että myös halkaisijaltaan suurissa pyöreissä altaissa.

Asiallisesti ratkaisu voisi olla sellainen, että jäteveden esikäsittelyä tehostetaan hiekanerotuksen osalta niin paljon, että myös raskas epäorgaaninen kiintoaine saadaan erotetuksi jätevedestä pääosin jo siinä laskeuttamalla. Tällöin esiselkeytysaltaissa toteutettavan mekaanisen sekoituksen ei tarvitse enää olla kovin voimakasta. Asiaa auttaa myös, jos hiekanerotusta ei enää perinteisellä tavoin lainkaan ilmasteta. Tätä käytäntöä on sovellettu menestyksellisesti viime vuosina Savonlinnan Pihlajaniemen jätevedenpuhdistamolla. Vaikka puhdistamo on katettu, lämmitetty ja koneellisella ilmanvaihdolla varustettu myös esikäsittelyn osalta, tästä ei ole todettu aiheutuvan merkittäviä haju- tai muitakaan haittoja.

Jos jätevedessä oleva epäorgaaninen kiintoaine halutaan erottaa tehokkaasti jätevedestä pitkäviipymäisessä hiekan- ja muun epäorgaanisen kiintoaineen erotuksessa laskeuttamalla, on se todennäköisesti toteutettava hydraulisesti huomattavasti väljemmin mitoitettuna kuin mihin olemme tottuneet pelkästään hyvin raskasta hiekkaa erotettaessa. Pihlajaniemen jätevedenpuhdistamolla tämä toteutuu esikäsittelyn väljän hydraulisen mitoituksen ansiosta.

Näiden asioiden selvittäminen olisi tärkeää. Käytännön kokemus osoittaa, että luotettava selvittäminen on mahdollista vain laitosmittakaavaisen koetoiminnan avulla. TKK:n ja Savonlinnan kaupungin välinen yhteistyö mahdollistaa esiselkeytysaltaiden uusien käyttömahdollisuuksien tutkimisen ja kehittämisen Savonlinnan Pihlajaniemen jätevedenpuhdistamolla.

Kolmas ja tehokkain esiselkeytysaltaiden uusi käyttömahdollisuus on yhdistää sekä jäteveden virtaaman tasaus että fermentointi eli muodostaa kahden edellä esitellyn vaihtoehdon yhdistelmä. Edellytyksenä tietysti on, että ensin ratkaistaan ne edellä kerrotut tekniset ongelmat, jotka liittyvät esiselkeytysaltaiden käyttämiseen fermentoinnissa.

Kirjallisuutta

Kiuru, H., Rautiainen, J., Renko, E. K. & Pelkonen, M. 1986. Biologinen ravinteiden poisto suuren biomassakonsentraation aktiivilietelaitoksessa. Espoo, Teknillinen korkeakoulu. Vesihuoltotekniikan laboratorio, Julkaisu 18. ISSN 0785-3432.

Kiuru, H. J. & Rautiainen, J. A. 1998. Biological Nutrient Removal at an Very Low-loaded Activated Sludge Plant with High Biomass Concentration. Water Science and Technology 38 (1): 63-70. ISSN 0273-1223.

Bonsdorff, E., Aarnio, K. & Sandberg, E. 1991: Temporal and spatial variability of zoobenthos communities in the archipelago waters of the northern Baltic Sea–consequences of eutrophication. Int. Rev. ges. Hydrobiol. 76:433-449. ISSN 0020-9309.

Kuudes jätehuollon tutkimusseminaari järjestetään Espoossa 13.–14.12.2001

Kutsu tutkimusten esittämistä varten

Tutkimusseminaarin aiheita ovat ajankohtaiset tutkimustulokset ja -hankkeet koskien:

- kaatopaikkojen rakentamista, operointia ja hallintaa, kuten
  - vesien ja kaasujen hallinta ja käsittely /hyödyntäminen
  - jälkihoito (kustannukset, päästöt ym.)
  - rakenteisiin liittyvät kysymykset
  - muut kaatopaikkoihin liittyvät kysymykset
- jätteiden esikäsittely ennen kaatopaikalle sijoittamista sekä tähän liittyvät energiataloudelliset kysymykset
- muut ajankohtaiset jätehuoltojärjestelmän kehittämiseen liittyvät kysymykset

Kutsu tutkimusten esittämistä varten: tiivistelmä ko. tutkimushankkeesta pyydetään toimittamaan 7.11 mennessä. Tiivistelmässä pyydetäään esittämään tutkimuksen tavoitteet, menetelmät ja tulokset yhden sivun mittaisena sähköpostin liitetiedostona.

Seminaarissa tutkimukset esitetään joko noin 20-25 minuutin suullisena esityksenä tai tätä lyhyempänä tiedonantona. Seminaarissa on myös posterinäyttely, johon voi tuoda alan tutkimukseen liittyviä esityksiä tai yhteenvetoja. Ilmoita, jos haluat posteritilaa käyttöösi.

Seminaarin ohjelma

Seminaarin yksityiskohtaisesta ohjelmasta päättää marraskuun alussa työryhmä, jossa ovat edustettuina TKK, VTT, SYKE ja Jätelaitosyhdistys. Jos haluat seminaariohjelman ja seminaarin ilmoittautumislomakkeen, toimita yhteystietosi yhdyshenkilölle. Seminaariesitykset kootaan julkaisuksi, joka on saatavana seminaaritilaisuudessa.

Seminaarin yhdyshenkilö: Markku Pelkonen, TKK, vesihuoltotekniikka, PL 6100, 02015 TKK, markku.pelkonen@hut.fi, telekopio 09- 451 3856

LIUKKAUDEN-TORJUNTA JA POHJAVEDET

Pasi Hellstén

fil.maist.
Suomen ympäristökeskus
E-mail: pasi.hellsten@vyh.fi
Kirjoittaja työskentelee ympäristökuormitusyksikön pohjavesiryhmässä MIDAS-projektin päätutkijana

Taina Nystén

fil.tri
Suomen ympäristökeskus
E-mail: taina.nysten@vyh.fi
Kirjoittaja on pohjavesiryhmän erikoistutkija ja MIDAS-projektin vastuullinen johtaja

Suomessa lähes neljännes vedenhankinnan kannalta tärkeistä pohjavesialueista sijaitsee alueilla, joiden läpi kulkee talvisin suolattavia teitä. Suolaus uhkaa pohjavesien laatua. Se kohottaa pohjaveden kloridipitoisuutta ja aiheuttaa mm. raskasmetallien liukenemista maaperästä, vesijohtoverkostojen korroosiota sekä autojen ja siltojen ruostumista. Tutkimuksella etsitäänkin nyt perinteiselle suolalle vaihtoehtoisia aineita, joilla liukkaudentorjunnan juomavedelle aiheuttamia haittoja voitaisiin vähentää. Tällä hetkellä lupaavimmilta näyttävät orgaaniset aineet kuten asetaatit ja formiaatit. Niiden käyttäytymistä Suomen pohjavesiesiintymille tyypillisissä matalissa maaperämuodostumissa ei kuitenkaan vielä tunneta riittävän hyvin.

MIDAS-tutkimus (Migration of Alternative De-icing Chemicals in Aquifers) käynnistyi vuonna 1998 ja sen tavoitteena on tuottaa tietoa liukkaudentorjunta-aineiden vaikutuksista pohjaveden laatuun sekä löytää vähiten veden laatua muuttavia ja ympäristöä kuormittavia vaihtoehtoisia aineita. Hankkeessa tutkitaan tiesuolan natriumkloridin (NaCl) ja viiden vaihtoehtoisen liukkaudentorjunta-aineen, kalsiumkloridin ($CaCl_2$), magnesiumkloridin ($MgCl_2$), kaliumformiaatin (KFo), kaliumasetaatin (KAc) ja kalsiummagnesiumasetaatin (CMA) kulkeutumista sellaisessa maaperässä, joka vastaa mahdollisimman hyvin tie- ja lentokenttäalueita. Tutkimus koostuu tänä vuonna valmistuvista laboratoriokokeista sekä vuosina 2002–2003 tehtävistä maastokokeista.

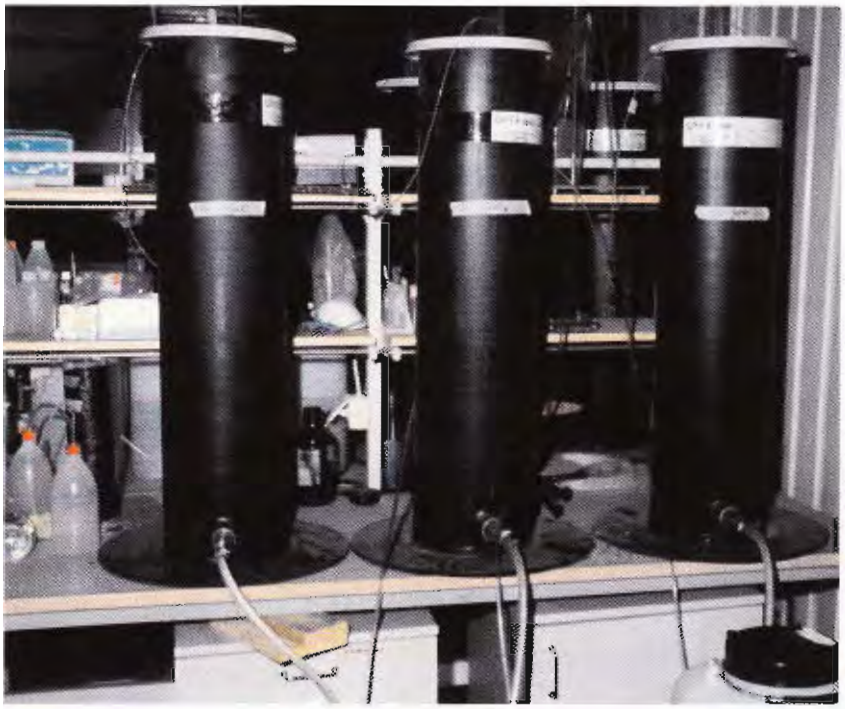
Laboratoriokokeissa tutkittiin liuk-

kaudentorjunta-aineiden kulkeutumista 1,0 metriä ja 3,5 metriä korkeiden hiekka-/sorakerrosten läpi (kuva 1). Kokeiden kesto vaihteli viiden viikon suodatuksista todellista talvisuolauskautta vastaavaan aikaan. Tässä artikkelissa esiteltävässä viiden viikon suodatuskokeessa tutkittiin neljää liukkaudentorjunta-ainetta: NaCl, $CaCl_2$, CMA ja KFo. Syöttöliuoksien asetaatti-, formiaatti- ja kloridipitoisuus oli 700 mg l^{-1}. Syöttöliuoksiin lisättiin myös ravinteita (N ja P). Liuoksia syötettiin vakiovirtaamalla (1 ml min^{-1}) yhden metrin korkuisten, keskikarkeaa hiekkaa sisältävien suodattimien läpi. Suodattuneista näytteistä analysoitiin mm. biologinen (BOD_7) ja kemiallinen hapenkulutus (COD_{Cr}), alkaliteetti, pH, sähkönjohtavuus, liuenneen hapen määrä, orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC), asetaatti, formiaatti, kloridi, kokonaistyppi ja -fosfori sekä nitraattityppi ja fosfaattifosfori. Lisäksi suodoksista analysoitiin yleisimmät alkuaineet sekä suodosten heterotrofinen pesäkeluku (22°C).

Maastokoevaiheessa tutkitaan aineen käyttäytymistä ja kulkeutumista todellisessa käyttöympäristössään. Maastokokeiden tutkimusalueeksi valitaan laboratorikokeiden ja geologisten kriteerien perusteella tie- ja lentokenttäoloja maastossa vastaava pohjavesialue. Maastotutkimuksissa seurataan liukkaudentorjunta-aineen kulkeutumista mm. ottamalla maaperästä vesinäytteitä säännöllisin väliajoin ja tarpeen mukaan mallintamalla tuloksia matemaattisesti.

Suodatuskokeet

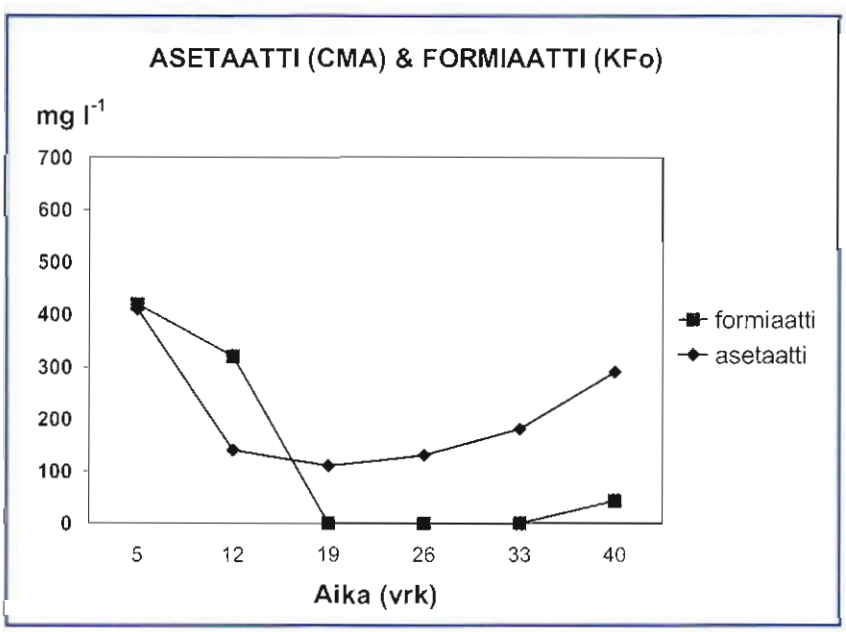
MIDAS-tutkimuksen lyhyessä, viisi viikkoa kestäneessä kokeessa ei kloridin pidättymistä yhden metrin hiekkakerrokseen tapahtunut, vaan näytteiden kloridipitoisuus kohosi nopeasti syöttöliuoksien suuruiseksi. Samalla myös näytteiden sähkönjohtavuus kasvoi ja alkaliteetti väheni. Kloridien sisältämät natrium- ja kalsium-ionit pidättyivät aluksi osittain hiekkaan korvaten hiekan kationinvaihtopaikoissa olevia kationeita, esim. bariumia, kalsiumia, kaliumia, natriumia ja magnesiumia. Suodosten natrium- ja kalsiumpitoisuudet



Kuva 1. Kuva viiden viikon suodatuskokeissa käytetyistä 1,0 m korkeista hiekkasuodattimista. (Kuva P. Hellstén)

kasvoivat kuitenkin nopeasti syöttöliuoksien suuruisiksi kationinvaihtopaikkojen täytyttyä näistä aineista.

Mikrobit hajottavat orgaanisia aineita hiilidioksidiksi ja vedeksi. Viiden viikon suodatuskokeen aikana asetaattia suodattui metrin paksuisen hiekkapatsaan läpi 30 % ja formiaattia 18 % kokonaissyöttömäärästä (kuva 2). Formiaatti hajosi täydellisesti kokeen ensimmäisten viikkojen jälkeen. Vasta viimeisellä viikolla näytteessä löytyi jälleen formiaattia. Asetaatti ei hajonnut suodatuskokeen aikana yhtä tehokkaasti. Asetaattia oli jokaisessa viiden viikon aikana otetussa näytteessä. For-



Kuva 2. Näytteiden asetaatti- ja formiaattipitoisuudet.

BE > THINK > INNOVATE >

Enemmän kuin ensisilmäyksellä näyttää

Elinkaarikustannusten alentaminen

Pumpun elinkaarikustannukset koostuvat paljosta muustakin kuin pumpun hintalapusta. Grundfos on jo pitkään ollut tietoinen tästä ja kehittänyt työkalun, jonka avulla elinkaarikustannukset voidaan laskea. Elinkaarikustannuslaskennan toiminto löytyy Grundfos WinCAPS -ohjelmasta.

Harkitse kokonaisuutta. Harkitse elinkaarikustannuksia. Valitse Grundfos.

Grundfos ja pumppaamisen elinkaarikustannukset!

Grundfos voi auttaa alentamaan elinkaarikustannuksianne teknisen etumatkan, asiakaskoulutuksen, palvelun ja luotettavan logistiikan kautta.

GRUNDFOS®

miaatti on asetaattia yksinkertaisempi yhdiste ja todennäköisesti mikrobeille hiililähteenä helpommin hyödynnettävissä. Asetaatin hajottamiseen tarvitaan happea neljä kertaa enemmän kuin formiaatin pilkkomiseen, joten maaperän tai pohjaveden alhainen happipitoisuus saattaa rajoittaa voimakkaammin asetaatin hajottamista. Orgaanisten aineiden suodatus lisäsi myös epäorgaanisten ravinteiden typen ja fosforin kulutusta. Alhainen typpi- ja/tai fosforipitoisuus saattaa hidastaa maaperän mikrobien kykyä hajottaa orgaanisia aineita. Mikrobien kykyyn hajottaa orgaanisia aineita vaikuttaa myös lämpötila. Talvella hajoaminen onkin huomattavasti hitaampaa kuin kesällä. Viiden viikon suodatuskokeessa 1,0 metrin hiekkasuodattimessa kaliumformiaatin kalium ja kalsiummagnesiumasetaatin magnesium pidättyivät osittain hiekkaan korvaten muita kationeita. Pidättyminen oli voimakkainta alussa ,mutta se väheni kokeiden aikana.

Jatkosuunnitelmat

Vuoden 2001 aikana täydentävillä laboratoriokokeilla pyritään selvittämään tarkemmin mm. asetaatin ja formiaatin hajoamista alhaisissa lämpötiloissa, metalli-ionien liukenemista liikenteen likaamasta maaperästä sekä orgaanisten aineiden vaikutusta mm. verkostomikrobien kasvupotentiaaliin. Tulosten perusteella valitaan ympäristölle vähiten haitallinen liukkaudentorjunta-aine vuoden 2002–2003 maastokoevaiheeseen. Maastokokeilla saadaan tietoa aineen hajoamisesta käyttöympäristössään, kulkeutumisesta sekä mahdollisesta vaikutuksesta pohjaveden laatuun.

Tulosten sovellettavuus

Mikäli tulokset maastokokeiden jälkeen ovat lupaavia, voidaan orgaanisia aineita ruveta käyttämään lentoasemien lisäksi myös teiden talviseen liukkaudentorjuntaan. Aineiden mahdollista laajempaa käyttöä teiden talviseen kunnossapitoon rajoittaa kuitenkin se, että ne ovat huomattavasti kalliimpia kuin kloridit. Jos orgaaniset aineet osoittautuvat pohjavesien kannalta klorideja oleellisesti paremmaksi vaihtoehdoksi, voidaan niitä korkeammasta hinnasta huolimatta ryhtyä käyttämään ainakin tärkeimmillä pohjavesialueilla kulkevien teiden liukkaudentorjunnassa. Tutkimustuloksia voidaan hyödyntää sekä valittaessa liukkaudentorjunta-ainetta markkinoilla jo olevista tuotteista että suunnattaessa tuotekehitystä nykyistä ympäristöystävällisempään liukkaudentorjuntaan. Myös muut pohjoiset maat, esimerkiksi Skandinavian maat ja Pohjois-Amerikka, joiden hydrogeologiset olosuhteet ovat samankaltaisia kuin Suomessa, voivat soveltaa saatuja tutkimustuloksia.

Yhteistyökumppanit

Suomen ympäristökeskuksen yhteistyökumppaneita tutkimuksessa ovat Tiehallinto, Ilmailulaitos, Kemira Chemicals Oy, Kuntaliitto, Uudenmaan ympäristökeskus, Turun yliopisto, Vesi- ja viemärilaitosyhdistys ja Kansanterveyslaitos. Maastokoealueen valinta on edelleen käynnissä, ja tämän artikkelin kirjoittajat ottavat vastaan ehdotuksia tulevan koealueen sijainnista. Lopulliset päätökset alueen valinnasta tehdään loppuvuoden aikana.

Lisätietoja saa suoraan kirjoittajilta (Pasi Hellstén puh. 040 730 5463, Taina Nystén puh. (09) 4030 0441)

Tietoa projektista myös Suomen ympäristökeskuksen www-sivuilla: http://www.vyh.fi/tutkimus/ymphoito/pohjaves/liuktorj.htm

www.separtec.fi
HOH Water Technology
Water Technology
Talousvesisuodattimet
Teollisuussuodattimet
Kemikaalien annostelulaitteet
Ultrapuhtaan veden laitokset
Käänteisosmoosi ja nanosuodatus
UV-sterilisaattorit
Uraanin ja radonin poistolaitteet
Uima-allaslaitteet
HOH Separtec OY
Orwa
Insinööritoimisto VARTIAINEN
Varppeenkatu 28 PL19 21201 Raisio puh. (02) 4367 300 fax (02) 4367 311 e-mail separtec@separtec.fi

Vesien tilan seuranta EUROAIKAAN

Jorma Niemi
maat.metsät tri

Pertti Heinonen
maat.metsät tri

Sari Mitikka
maat.metsät.maist.

Heidi Vuoristo
maat.metsät maist.

Olli-Pekka Pietiläinen
maat.metsät. maist.

Markku Puupponen
tekn. tri

Esa Rönkä
fil. tri

Sähköpostiosoitteet: etunimi.sukunimi@vyh.fi
Kirjoittajat työskentelevät Suomen ympäristökeskuksessa päätehtävänään vesien tilan seuranta.

EU-jäsenmaat laativat Euroopan ympäristökeskuksen (EEA) ohjeisiin perustuvat kansalliset seurantaverkot joille, järville ja pohjavesille sekä myöhemmin rannikkovesille. Kansalliset verkot muodostavat yhdessä koko Euroopan kattavan EUROWATERNET-seurantaverkon, jonka tavoite on yhteiseurooppalainen vesien tilan seuranta ja raportointi. Verkot luovat perustan vesipolitiikan puitedirektiivin määräämälle seurannalle, joka on aloitettava koko EU:n alueella vuonna 2006.

Vesien seurannalla ja erityisesti hydrologisella seurannalla on Suomessa pitkät perinteet. Vedenkorkeuksien säännöllinen mittaaminen aloitettiin jo 1840-luvulla. Tärkeimpien vesistöalueiden vedenkorkeuksia ja suurimpien jokien ja salmien virtaamia on mitattu aina 1910-luvulta lähtien. Hydrologisen vuosikirjan julkaiseminen aloitettiin 1910. Veden laadun seuranta alkoi pääosin 1960-luvulla, jolloin aloitettiin valtakunnalliset veden laadun seurannat (joet 1962, järvet 1965 ja kasviplankton 1963). Vesilain tultua voimaan 1962 aloitettiin likaantuneiden vesialueiden perusselvitykset ja vähitellen myös velvoitetarkkailut "aiheuttaja maksaa" – periaatteen mukaisesti. Tällä hetkellä Suomen ympäristökeskus (SYKE) ja alueelliset ympäristökeskukset hoitavat noin 20 valtakunnallista vesiä koskevaa seurantaohjelmaa (Niemi ja Heinonen 2000, http://www.vyh.fi/palvelut/julkaisu/elektro/sy405/sy405.htm). Lisäksi alueellisilla ympäristökeskuksilla on omia alueellisia veden laadun seurantaverkkoja.

Suomen EUROWATERNET-seurantaverkko koottiin pääasiassa olemassa olevista joki- ja järviseurannoista Euroopan ympäristökeskuksen ohjeiden mukaan (Nixon ym. 1998, http://reports.eea.eu.int/TECH07/en). Siinä on 195 jokihavaintopaikkaa ja 253 järvihavaintopaikkaa (Niemi ym. 2001, http://www.vyh.fi/eng/orginfo/publica/electro/fe445/fe445.htm). Lisäksi

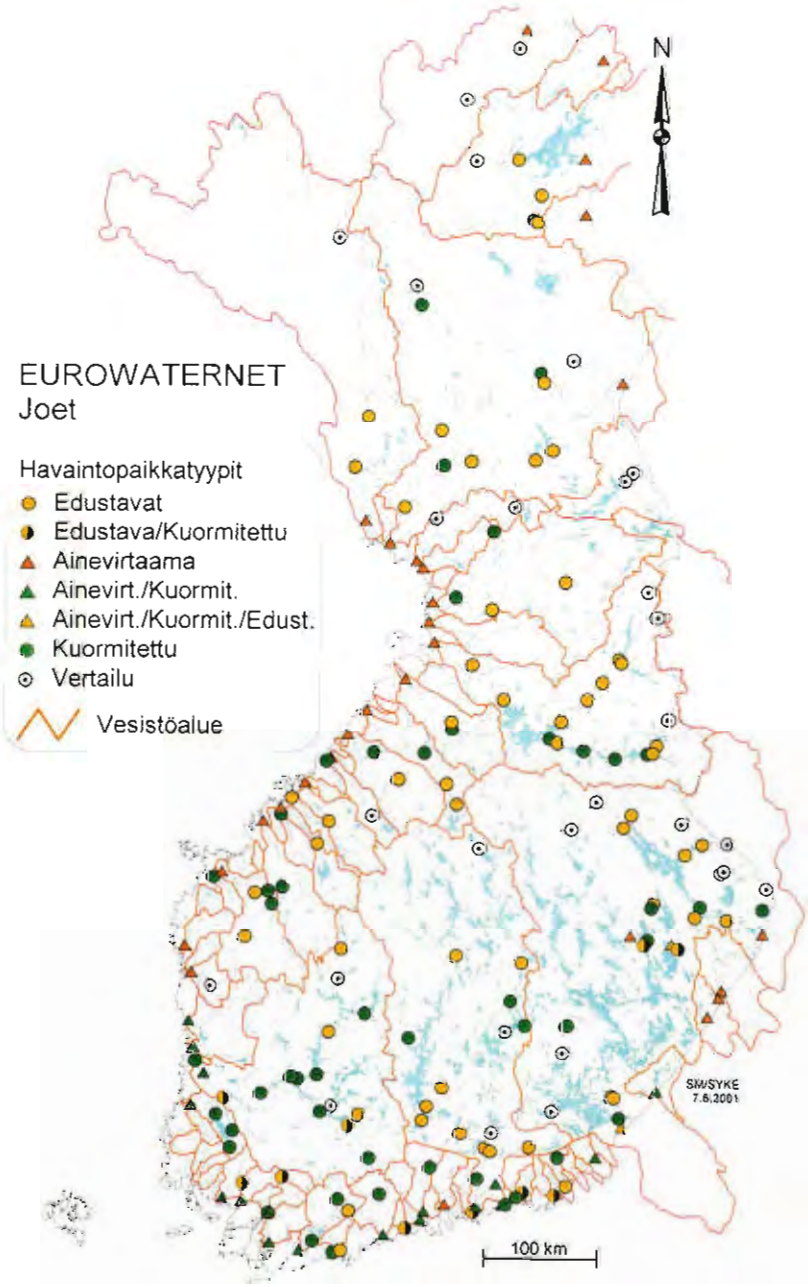
siinä on 74 hydrologista havaintoasemaa, joiden avulla voidaan määrittää tai arvioida virtaamia ja niiden vaihteluja maan eri osissa. Verkko kuvaa edustavasti maamme vesien laatua ja tukee osaltaan koko Euroopan vesien tilan selvittämistä. Pohjavesiverkko on koottu ympäristöhallinnon ja Geologian tutkimuskeskuksen 79 edustavimmasta seuranta-alueesta. Sitä täydennetään vesipolitiikan puitedirektiivin asettamien tavoitteiden mukaisesti. SYKE koordinoi pohjavesiseurantaa ja molempien laitosten tulokset tallennetaan SYKEn tietojärjestelmään. EUROWATERNET-rannikkovesiverkkoa suunnitellaan parhaillaan.

EUROWATERNET-verkko liittyy kiinteästi EU:n vesipolitiikan puitedirektiiviin (Vesipolitiikan puitedirektiivi 2000), jonka tavoitteena on turvata vesistöjen hyvä ekologinen tila. Vesipolitiikan puitedirektiivi on tärkeä kokoava vesialan direktiivi, joka tulee olemaan vesien tilan seurannan keskeinen ohjausväline. Kansalliset EUROWATERNET-seurantaverkot luovat perustan vesipolitiikan puitedirektiivin mukaiselle seurannalle (Heinonen 2001). Kansallisia verkkoja on kuitenkin kehitettävä, jotta niiden avulla voitaisiin tulevaisuudessa seurata vesien tilaa direktiivin edellyttämällä tavalla. Käytännössä tämä tarkoittaa biologisten muuttujien sekä haitallisten aineiden seurannan lisäämistä sekä havaintopaikkojen ja määritysmenetelmien tarkistamista.

Joet

Suomen jokien EUROWATERNET-seurantaverkossa on 195 havaintopaikkaa (kuva 1). Ne valittiin pääasiassa aikaisempien valtakunnallisten seurantaohjelmien havaintopaikoista, joita täydennettiin mm. velvoitetarkkailujen ja muiden seurantahankkeiden, esim. kalavesidirektiivin (78/659/ETY) mukaisen seurannan paikoilla. Havaintopaikkojen virtaamat saadaan mittaamalla tai ne lasketaan läheisten vertailuhavaintopaikkojen tietojen ja mallien avulla.

Merkittävin ero aikaisempaan valtakunnalliseen jokien seurantaverkkoon on ehkä se, että uudessa seurantaverkossa paikat on luokiteltu eri tyyppeihin ja että mukana ei ole enää järvien välisiä salmia, joita vanhassa oli. Vaikka salmipaikat ovat Suomen vesistöjen tyypillisiä piirteitä ja muistuttavat jokia, ne jätettiin kuitenkin pois. EEA:n ohjeiden mukaan (Nixon ym. 1998) Suomen jokiseurantaverkossa pitäisi olla vähintään 338 paikkaa (1 paikka/1000 km^2). Valittu määrä on tätä pienempi, mutta se antaa kuitenkin edustavan kuvan Suomen jokien veden laadusta. Havaintopaikkojen määrää valittaessa oli otettava huomioon myös taloudelliset kustannukset, jotka syntyvät mm. näytteenotosta ja määrityksistä. Jokihavaintopaikat luokitellaan tyyppeihin. Paikkatyyppejä (245) on enemmän kuin havaintopaikkoja (195), koska sama paikka voi kuulua useampaan eri tyyppiin, esim. vertailupaikka voi samalla olla ainevirtaamapaikka.



Kuva 1. EUROWATERNET-verkon jokihavaintopaikat

Vertailupaikat (29) kuvastavat puhtaiden alueiden veden laatua. EEA:n ohjeiden mukaan vertailupaikkojen olisi sijaittava luonnontilaisilla valuma-alueilla, joissa ihmisen vaikutus on vähäistä (>90% valuma-alueesta luonnontilassa). Jokia, jotka täyttäisivät täydellisesti nämä vaatimukset on vaikea löytää, koska monilla alueilla on tehty erilaisia toimenpiteitä kuten hakkuita, metsämaan muokkausta, ojituksia ja soiden kuivausta. Valinnassa otettiin huomioon paikkojen vedenlaatutiedot ja muut selvitykset. Esimerkiksi ympäristöministeriön selvityksessä (Ympäristöministeriö 1992) lueteltiin 68 aluetta, jotka ovat sekä kansallisesti että kansainvälisesti arvokkaita ja edellyttävät erityistä suojelua. Osa havaintopaikoista valittiin selvityksessä mainituilta alueilta, joista pääosa on Pohjois- ja Itä-Suomessa.

Edustavat paikat (74) kuvastavat alueensa tyypillistä veden laatua. Paikat valittiin aikaisemmasta valtakunnallisesta seurantaverkosta. Ne jakautuvat alueellisesti verrattain tasaisesti, joten niiden avulla saadaan edustava kuva maamme jokien veden laadusta.

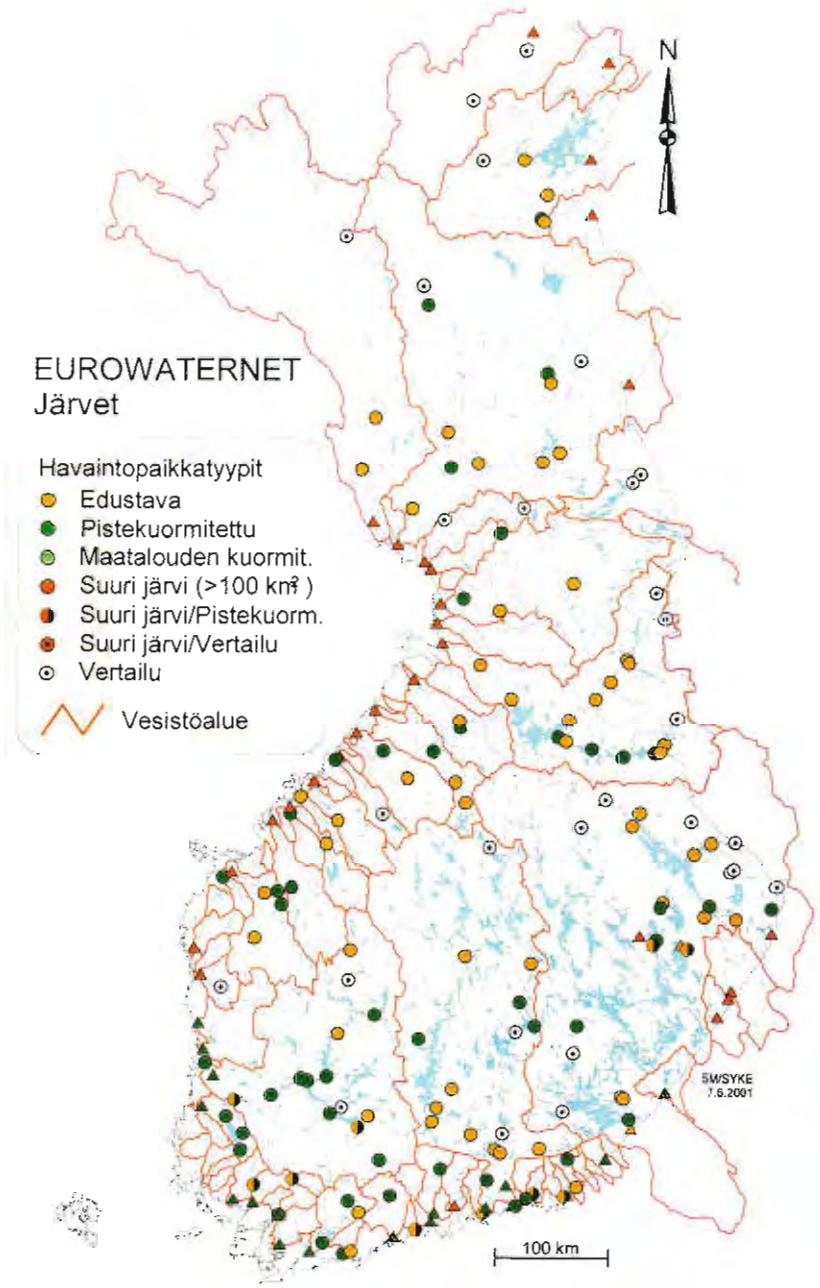
Kuormitetut paikat (79) valittiin velvoitetarkkailupaikoista, joita jokivesissä on yhteensä noin 2 600. Pääasiallisia kuormittajia ovat jätevedet, maatalouden aiheuttama hajakuormitus ja metsäojitus. Pääosa paikoista on rannikkoalueella.

Ainevirtaamapaikoille (63) voidaan laskea ainetaseita. Näistä 13 on joissa, jotka virtaavat Suomen rajojen poikki. Noin 30 ainevirtaamapaikkaa kuuluu aikaisempaan seurantaohjelmaan (Jokien kuljettamat ainemäärät Itämereen).

Ohjeet antavat jossakin määrin vapauksia valita vedenlaatumuuttujien määrä ja näytteenottotiheys. Koska jokiverkko koottiin eri seurantaohjelmiin kuuluvista paikoista, havaintopaikoilta määritettävät vedenlaatumuuttujat ja näytteenottotiheys vaihtelevat. Joitakin muuttujia (maksimi 48) ei määritetä mistään paikasta. Pääosa analysoitavista vedenlaatumuuttujista on perinteisiä fysikaalis-kemiallisia muuttujia kuten ravinteet, happi, sähkönjohtavuus, pH, metallit jne. Pohjaeläimet määritetään 17 paikasta. Näytteenottotiheys on vähintään 4 kertaa vuodessa, mutta monissa suurissa joissa 12 ja joissakin ainevirtaamapaikoissa jopa yli 20 kertaa vuodessa. Näytteenottosyvyys on tyypillisesti yksi metri, mutta pienempi matalissa puroissa.

Järvet

Myös järvien EUROWATERNET-seurantaverkon paikat valittiin alueellisista ja valtakunnallisista seurantaohjelmista ja velvoitetarkkailuohjelmista. Niiden lisäksi valittiin joitakin täydentäviä, uusia havaintopaikkoja (kuva 2). Järvipaikat sijaitsevat 211 järvialtaassa ja viidessä tekoaltaassa, jotka kattavat 61% Suomen järvien kokonaispinta-alasta. Suurimmat järvialtaat ovat verkossa parhaiten edustettuna. EEA:n ohjeiden mukaan (Nixon ym. 1998) Suomen järvien seurantaverkossa pitäisi olla 193 järveä (1 järvi/ 1750 km^2) ja li-



Kuva 2. EUROWATERNET-verkon järvihavaintopaikat

säksi kaikki 47 pinta-alaltaan yli 100 km²:n järvet eli yhteensä 240 järveä. Verkon tulee sisältää kaikkein tärkeimmät ja tunnetuimmat järvet ja tekoaltaat. Järvet ja järvipaikat (253 kpl) jaettiin seuraaviin ryhmiin:

Suuret järvet (50) paikkaa. Kaikki pinta-alaltaan yli 100 km²:n järvet (47 kpl, mm. Inari, Päijänne ja Saimaa) ja erillisiksi altaiksi rajatut järvien osat (mm. Saimaan Orivesi ja Oulujärven Niskaselkä) sisällytettiin verkkoon. Näistä 37 paikkaa otetaan mukaan tarkasteltaessa alueellisesti tyypillistä veden laatua (edustavat järvet). Taustaasemiksi luokiteltiin 11 paikkaa (vertailujärvet) ja kuormitetuiksi kaksi paikkaa.

Edustavat järvet (105+37 paikkaa suurista järvistä, yhteensä 142 paikkaa). Edustavan järven tulisi kuvata sijaintialueensa järvien tyypillistä veden laatua. Lukuun 105 sisältyy alle 100 km² suuruisia järviä, joiden yhteispinta-ala on 12 500 km². Maassamme on runsaasti alle 10 km² suuruisia järviä, joista vain pieni osa kuuluu seurantaverkkoon. Näiden järvien veden laadun seuraamiseksi tulisi tehdä noin 10 vuoden välein tilastolliseen otantaan perustuva kartoitus.

Vertailujärvet (33+11 paikkaa suurista järvistä, yhteensä 44 paikkaa). Valintakriteerit olivat samat kuin joilla. Mukaan valittiin 33 paikkaa, joiden yhteispinta-ala on 4 000 km². Vertailupaikoista 33 on alle 100 km² järvillä ja 11 isojen järvien puhtailla alueilla. Pääosa erityistä suojelua tarvitsevista järvistä otettiin vertailupaikoiksi (Ympäristöministeriö 1992).

Kuormitetut järvet (48 +2 suurta järveä +17 maatalouden kuormittamaa järveä, yhteensä 67 paikkaa). Kohteet valittiin velvoitetarkkailuohjelmista, joissa on mukana noin 1 700 järvihavaintopaikkaa. Järviä kuormittavat lähinnä maa- ja metsätalouden hajakuormitus, metsäteollisuus ja asumisjätevedet. Aikaisemmin metsäteollisuus oli vesien pääkuormittaja. Vaikka 1990-luvulla metsäteollisuuden merkitys kuormittajana on selvästi vähentynyt, on se edelleen merkittävä järvien tilan muuttaja. Sen vuoksi suuri osa valituista havaintopaikoista (19 kpl) sijaitsee puunjalostusteollisuuden tuntumassa. Verkkoon valittiin 17 pääosin maatalouden kuormittamaa järveä. Näiden järvien valuma-alueen peltoprosentin tuli olla korkea (>15%) ja muiden kuormituslähteiden osuus mahdollisimman pieni. Ilman kautta tulevan happamoittavan laskeuman vaikutuksia seurataan edelleen 162 pienellä latvajärvellä, joista osa on mukana EUROWATERNET-järviverkossa kuuluen joko edustaviin järviin tai vertailujärviin.

Tekoaltaat. Lapin kaksi suurinta tekoallasta (Lokka ja Porttipahta) sekä kolme Länsi-Suomen allasta (Uljua, Kalajärvi ja Venetjärvi) kuuluvat verkkoon. Ne sisältyvät suurten järvien, kuormitettujen järvien tai muuten muuttuneiden järvien joukkoon.

Vedenlaatumuuttujien määrä ja näytteenottotiheys vaihtelevat riippuen paljolti siitä, mistä aikaisemmasta seurantaohjelmasta verkkoon liitetty havaintopaikka on peräisin. Seurantaohjelmaa pyrittiin yhtenäistämään mahdollisuuksien mukaan. Yhtenäistäminen tulee uudelleen tarkasteltavaksi laadittaessa vesipuitedirektiivin toteuttamiseen tarvittavaa veden laadun seurantaverkkoa. Nyt määritettävien muuttujien maksimimäärä on 40. Eri syvyyksistä otetuista vesinäytteistä määritetään fysikaalis-kemiallisia muuttujia ja a-klorofylli 3–12 kertaa vuodessa. Jokaiselta 253 havaintopaikalta otetaan vähintään yksi kasviplanktonnäyte joka kolmas vuosi heinäkuussa. Viranomaiset määrittävät pohjaeläimet ainakin 15 järvellä. Lisäksi pohjaeläimet määritetään monilla havaintopaikoilla, jotka otettiin verkkoon velvoitetarkkailuohjelmista.

EUROWATERNET-verkon laatiminen ja käyttöönotto

Joki- ja järviverkko laadittiin yhteistyössä alueellisten ympäristökeskusten ja Suomen ympäristökeskuksen asiantuntijoiden kanssa uusittaessa Suomen ympäristökeskuksen valtakunnallista ympäristön seurannan ohjelmaa . Verkon mukainen seuranta alkoi vuoden 2000 alusta (Niemi ja Heinonen 2000). Koska useat havaintopaikoista ovat vanhoista ohjelmista, voitiin verkon vedenlaatutietoja toimittaa jo keväällä 2000 Euroopan ympäristökeskukselle. Vesien määrällisiä vaihteluja kuvaavista hydrologisista havainnoista ei vielä ole annettu tarkkoja ohjeita. Hydrologisten tietojen tarve on tarkoitus kattaa pääosin ympäristöhallinnon ylläpitämien vedenkorkeus- ja virtaamaverkkojen, pienten valuma-alueiden verkon sekä vesistömallijärjestelmän avulla. EUROWATERNET-verkon tuottamat tiedot liitetään Suomen ympäristökeskuksen tietojärjestelmiin kuten muutkin veden laatua ja hydrologiaa kuvaavat tiedot. Tavoitteena on, että verkon avulla saadaan luotettavaa ja edustavaa tietoa maamme vesien tilan kehittymisestä ja että tiedot osaltaan palvelevat koko Euroopan veden laadun seurantaa.

Kirjallisuus

Heinonen, P. 2001. Vesipolitiikan puitedirektiivin edellyttämästä tutkimustoiminnasta. Vesitalous 42(2):21–23. ISSN 0505-3838.

Niemi, J. S. & Heinonen, P. (toim.). 2000. Ympäristön seuranta Suomessa. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 405. 102 s. ISBN 952-11-0715-4, ISSN 1238-7312. (http://www.vyh.fi/palvelut/julkaisu/elektro/sy405/sy405.htm).

Niemi, J. S., Heinonen, P., Mitikka, S.,Vuoristo, H., Pietiläinen, O.-P., Puupponen, M. & Rönkä, E. (eds.). 2001. The Finnish Eurowaternet - with information about Finnish water resources and monitoring strategies. Helsinki, Finnish Environment Institute. The Finnish Environment 445. 62 s. ISBN 952-11-0827-4, ISSN 1238-7312. (http://www.vyh.fi/eng/orginfo/publica/electro/fe445/fe445.htm).

Nixon, S.C., Grath, J. & Bøgestrand, J. 1998. Eurowaternet – The European Environment Agency's Monitoring and Information Network for Inland Waters: Technical Guidelines for Implementation. European Environment Agency. Technical Report No. 7. (http://reports.eea.eu.int/TECH07/en). Vesipolitiikan puitedirektiivi 2000/60/EY. 2000. Annettu 23 lokakuuta 2000 yhteisön vesipolitiikan puitteista. Euroopan yhteisön virallinen lehti L 327:1–72 (22.12.2000). ISSN 1024-3038.

Ympäristöministeriö. 1992. Erityissuojelua vaativat vesistöt: Vesistöjen erityissuojelutyöryhmän mietintö. Helsinki. Ympäristönsuojeluosasto, Työryhmän mietintö 63. 219 s. ISBN 951-47-5191-4 , ISSN 0788-5954.

VAIKEAT PAINEVIEMÄRIT

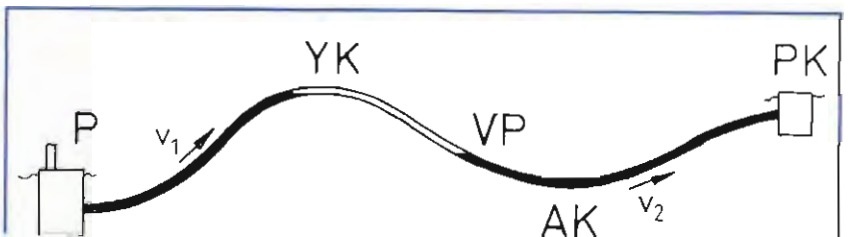
Pitkien siirtoviemärien yhteydessä ongelmaksi ovat tulleet vaikeat painelinjojen profiilit, joissa on sekä ylä- että alataitekohtia. Ylätaitekohtiin jäävä ilma tai muu kaasu aiheuttaa pumpulle ylimääräistä nostokorkeustarvetta ja alataitekohdissa on liettymisvaara. Käytännössä on esiintynyt tapauksia, joissa alun perin valitut pumput ovat osoittautuneet liian pieniksi ja myös liettymisongelma on tuttu. Paineviemärin virtaustekninen ennustaminen on vaikeaa johtuen pumppauksen jaksottaisuudesta. Yhden pumppausjakson aikana vesi saattaa siirtyä vain noin 100 m painelinjassa, jolloin siellä oleva ilma tai kaasu ei poistu eikä virtaustilanne ehdi vakiintua.

Hannu Sarvanne

pääinsinööri
Oy Grundfos Environment Finland Ab

Mitä vaikeassa painelinjassa tapahtuu?

Kuvassa 1 väli YK – VP on ilmatäytteinen. Pumpun käynnistymisen jälkeen vedenpinta VP alkaa vähitellen nousta ja ilman paine välillä YK – VP nousee, jolloin välillä VP – PK syntyy vähitellen virtausta (v_2). Pumpun pysähdyttyä virtaus välillä VP – PK jatkuu jonkin aikaa vähitellen hidastuen. Koska virtausaika välillä VP – PK on pitempi



kuin pumpun käyntiaika, suurin nopeus $\upsilon 2$ on alempi kuin $\upsilon 1$. Alhainen $\upsilon 2$ ja AK:n jälkeinen nouseva osuus saattavat aiheuttaa liettymisvaaran. Välillä YK – VP olevasta ilmasta tai kaasusta johtuen tällä välillä ei synny lappovaikutusta, jolloin syntyy ylimääräinen staattinen nostokorkeustarve.

Kohdan VP sijaintia on hyvin vaikea ennustaa. Jos ilmamäärä ei muuttuisi, voitaisiin sen sijainti ajan funktiona laskea. Käytännössä putkessa oleva ilma- tai kaasumäärä ei pysy vakiona, jolloin teoreettisesta laskennasta ei ole hyötyä. Jos YK on alempana kuin PK, periaatteessa ilma saataisiin poistettua automaattisella ilmaventtiilillä. Jos se on ylempänä, ilma palaa sen kautta pumpun pysähtymisen jälkeen. Automaattinen ilmaventtiili saattaa tukkeutua viemärivedessä. Eräs ratkaisu voisi olla käsikäyttöinen ilmausventtiili, joka avataan tietyin välein ilman tai kaasun kertymisestä saadun kokemustiedon mukaan.

Nostokorkeuden määrittäminen

Kuvan 2 kaltaisella profiililla pumpun nostokorkeuden määrittämiseen ei ole tarkkoja menetelmiä. Kuitenkin voidaan arvioida, mitä suuruusluokkaa se voisi olla. Miniminostokorkeus (H_{min}) määritetään olettaen putki täysin vedellä täyttyneeksi ja maksiminostokorkeus (H_{max}) olettaen alamäkiosuudet ilmatäytteisiksi. Tällöin:

$H_{min} = H_{geod}$ + putken virtaushäviöt koko pituudella.

$H_{max} = h_1 + h_2 + h_3 + + h_n$ + putken virtaushäviöt koko pituudella.

Todellinen nostokorkeus on jossain näiden välissä. Eräs käyttökelpoinen oletus voisi olla näiden keskiarvo.

Putkikoko ja virtausnopeus

Kuten aikaisemmin todettiin, putkeen jäänyt ilma tai kertynyt kaasu tasaa virtausta kyseisen kohdan jälkeen, jolloin alataitekohdissa on alentunut virtausnopeus. Tämän vuoksi on syytä valita riittävän pieni putkikoko, jotta virtausnopeudet eivät jää liian alhaisiksi, ei kuitenkaan pienempää kuin DN 100.

Pienemmällä putkella on myös pienempi tilavuus, joten vesi siirtyy pidemmän matkan yhden pumppausjakson aikana, mikä nostaa alataitekohtien virtausnopeuksia. Myös mahdollisen hajuongelman kannalta pienempi putki on parempi, koska tällöin veden viipymä linjassa lyhenee (VTT-tiedote 2089). Suurempi virtausnopeus saattaa myös joissain tapauksissa poistaa ilmaa putkistosta. Näissä tapauksissa mitoitusvirtausnopeuden ($\upsilon 1$) tulisi olla vähintään 0,8 m/s, hankalammissa tapauksissa tätäkin suurempi.

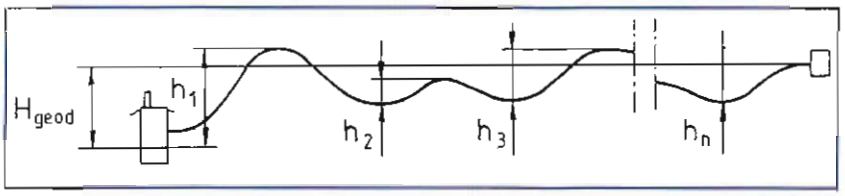
Pumpun valinta

Vaikeissa paineviemäreissä todellinen nostokorkeus saattaa poiketa melkoisesti lasketusta. Tällöin ei saa valita pumppua, jossa laskettu toimintapiste sijaitsee lähellä jompaa kumpaa pumpun sallitun Q/H-käyrän päätä. Kannattaa myös valita pumppu, jonka Q/H-käyrä menee jonkin verran lasketun toimintapisteen yläpuolella, silloin saadaan varmuutta valintaan ja virtausnopeus lisääntyy.

Tarkistusmittaukset

Koska vaikeissa painelinjoissa todellinen toimintapiste saattaa poiketa melkoisesti lasketusta, kannattaa muutaman viikon kuluttua pumppaamon käyttöönoton jälkeen mitata astiaperiaatteella pumpun tilavuusvirta ja verrata sitä suunnitteluarvoon. Mittaus kannattaa toistaa muutaman kerran ensimmäisen vuoden aikana, sillä putkessa oleva ilma- ja kaasumäärä saattaa muuttua.

Tarkistusmittaukset ovat välttämättömiä käyttöönoton jälkeen. Jokainen maastoprofiililtaan vaikea paineviemäri vaatii suunnittelijalta tapauskohtaista harkintaa ja ratkaisua.



Kuva 2. Nostokorkeuden määritys.

Kirjallisuus

VTT-tiedote 2089, Jätevesiviemärin hajuhaittojen vähentäminen, Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT), Espoo 2001.

Katriina Etholén

E-mail: ketholen@saunalahti.fi
Kirjoittaja on freelancer. Hän on kiinnostunut teollisuushistoriasta ja on Suomen Höyrykoneyhdistyksen jäsen

VIKTORIAANISTA VIEMÄRÖINTIÄ

Thames-joen eteläisellä rannalla Lontoossa, Thames Waterin porttien sisäpuolella Crossnessissa, on viktoriaanisromaaniseen (ns. Rundbogenstil) tyyliin rakennettu, kauniisti koristeltu tiilirakennus. Tuo rakennus on Crossnessin pumppulaitos, sir Joseph Bazalgetten tärkeimmän saavutuksen – Lontoon uuden viemäröinnin – keskeinen elementti. Suojeltavaa rakennusta restauroidaan parhaillaan ja siihen on mahdollista tutustua kahtena päivänä kuukaudessa.

Joseph Bazalgette (1819–1891) toimi 33 vuotta Metropolitan Board of Worksin yli-insinöörinä. Bazalgette oli aikansa merkittävimpiä rakennusinsinöörejä, vaikkakin jälkipolvet tuntevat paljon paremmin hänen aikalaisensa ja ystävänsä Isambard Kingdom Brunelin. Bazalgetten aikaansaannokset ovat kuitenkin yhä erittäin tärkeä osa Lontoota. Hänen työpöydältään ovat lähtöisin mm. monet katu-uudistukset, siltojen parannukset, kolmen uuden sillan suunnittelu sekä Victoria Embankmentin, Albert Embankmentin ja Chelsea Embankmentin suunnittelu. Nämä kolme Thamesin rantakatua tunnetaan katuina, mutta ne rakennettiin moninaisia tehtäviä varten, joista tärkeimpiä oli kätkeä sisäänsä osa Lontoon uudistettavaa viemäriverkostoa. Niin maanpäällinen kuin maanalainenkin Lontoo on siis yhä paljon velkaa Bazalgetten suunnitelmille ja kaukonäköisyydelle.

Viemäröinnin ongelmat

Kolera ja lavantauti koettelivat Lontoota monesti 1800-luvulla, varsinkin sen puolivälin tienoilla. Yksinkertaisesti ilmaistuna syynä oli se, että likavedet laskivat samaan paikkaan mistä juomavesi otettiin, ja Lontoossa tämä paikka oli ensisijaisesti Thames.

Thames pysyi puhtaana jokena aina 1800-luvun alkupuolelle saakka. Vuoteen 1815 asti oli laitonta laskea jätevesiä katuviemäreihin, joiden alkuperäinen tarkoitus oli kerätä pelkästään sadevettä. Kotitalouksien jätevedet johdettiin likakaivoihin, joita miljoonan asukkaan Lontoossa vuonna 1810 oli noin 200 000. Kaivojen sisältö myytiin lannoitteeksi. Kaupungin kasvaessa välimatkat maatiloille pitenivät ja käytäntö alkoi käydä taloudellisesti kannattamattomaksi. Lisäkuormittaja oli myös uudelleen löydetty keksintö, vesiklosetti, josta jätteet johdettiin likakaivoon. Likakaivot eivät kuitenkaan vetäneet tarpeeksi ja alkoivat tulvia. Vuonna 1815 niiden painetta pyrittiin helpottamaan poistamalla kielto, joka oli estänyt talouksia liittämästä likavesiputkistoaan viemäriverkkoon ja siten laskemasta jätteitään Thamesiin. Samaan aikaan kaupungin vesilaitokset kuitenkin ottivat juomaveden edelleen suoraan joesta.

Thamesin tila alkoi vähitellen askarruttaa ja tautiepidemioiden syyksi alettiin epäillä saastunutta juomavettä. Monia parlamenttialoitteita tehtiin ja ne johtivat lopulta vuonna 1856 Metropo-

litan Board of Worksin perustamiseen, jonka tehtäväksi tuli Lontoon koko viemärijärjestelmän uusiminen.

Bazalgetten ratkaisu

Bazalgettesta, joka vuodesta 1852 oli ollut Metropolitan Commission of Sewersin yli-insinööri, tuli vasta perustetun MBW:n yli-insinööri. Mitään konkrettista ei kuitenkaan tapahtunut ennen vuoden 1858 kuumaa kesää, jolloin Thames lemusi niin voimakkaasti, että sen varrella työskentelevät parlamentin jäsenet kokivat hajun sietämättömäksi.

Bazalgette oli tutustunut kaikkiin aikaisempiin ehdotuksiin, ja parhaimmat niistä otettiin huomioon tulevissa suunnitelmissa. Hän ei ollut kiinnostunut jäteveden puhdistamisesta, vaan hänen tavoitteensa oli kuljettaa jätevesi tavalla tai toisella mahdollisimman kauaksi Lontoon asutuskeskuksista ja laskea se sitten Thamesiin. Bazalgetten Main Drainage Scheme käsitti kaksi viemäristöä, toinen Thamesin pohjois-, toinen eteläpuolella. Molemmin puolin jokea eri tasoissa kulkevat kokoomaviemärit kuljettivat jätevesiä joko painovoiman tai pumppujen avulla. Thamesin pohjoispuolella Becktonissa ja eteläpuolella Crossnessissa viemärijäte kerättiin katettuihin varastosäiliöihin, joissa sitä säilytettiin kunnes se sopivassa vuoroveden vaiheessa laskettiin jokeen. Pääpumppuasema pohjoispuolella oli Abbey Mills West Hamissa ja eteläpuolella Crossness.

Pohjoispuolella kokoomaviemärit rakennettiin kolmeen tasoon, joista lähimpänä maanpintaa kulkeva viemäri keräsi kaupungin pohjoisosien jäte- ja sadevedet. Victoria Embankmentin tehtävänä oli kätkeä sisäänsä osa syvimmällä kulkevaa viemäriä, joka alitti Leajoen tunnelissa. Tästä viemäristä jakautui myös sivuhaaroja. Abbey Millsin pumppuaseman kahdeksan balanssihöyrykonetta - jotka nykyään on korvattu sähköpumpuilla – nostivat jäteveden laskuviemäriin, jossa se yhdessä kahden muun kokoomaviemärin sisällön kanssa jatkoi matkaansa kohti Becktonia ja edelleen Thamesiin.

Joen eteläisen puolen kokoomaviemärit suunniteltiin kohtaamaan Deptfordissa, jossa pumppuasema nosti jäteveden eteläiseen laskuviemäriin. Täältä kaikkien eteläisten viemäreiden sisältö päätyi Crossnessiin. Nousuveden aikana jätevesi laskettiin suoraan Thamesiin; laskuveden aikana Crossnessin neljä balanssihöyrykonetta nostivat jäteveden suureen säiliöön, josta se nousuveden aikana laskettiin jokeen. Ja jälleen laskuvesi kuljetti sen merelle.

Lontoon viimeinen koleraepidemia puhkesi vuonna 1866 alueella, joka ei vielä täysin ollut järjestelmän piirissä. Järjestelmä saatiin käyttöön koko Lontoon alueella 1870-luvulla. Tämän jälkeen kaupunkia eivät enää vaivanneet saastuneesta vedestä johtuneet tautiepidemiat.

Lontoon viemäröinnin täydellistä uusimista voi hyvällä syyllä pitää Bazalgetten kaikkein tärkeimpänä työnä. Järjestelmän ainoa osa johon suuri yleisö voi tutustua, on Crossnessin pumppuasema.

Crossnessin pumppuasema

Crossnessin viralliset avajaiset olivat huhtikuussa 1865 ja koneet käynnisti Walesin prinssi (myöhemmin kuningas Edward VII). Crossnessin pumppuasema poistettiin käytöstä 1920-luvulla, mutta yksi sen massiivisista höyrykoneista (nimeltään Prince Consort) otet-

tiin väliaikaisesti käyttöön vuonna 1953, kun tulva uhkasi lähialuetta.
Tämän jälkeen rakennus koneineen jätettiin rappeutumaan, kunnes 1980-luvun puolivälissä aloitettiin sen restaurointi.

Crossnessin restaurointi suoritetaan täysin vapaaehtoisin voimin. Höyrykoneista yksi on lähes täysin kunnostettu ja sen toivotaan olevan käyttökunnossa tämän vuoden loppuun mennessä. Mahdollisesti myös toinen höyrykone kunnostetaan. Toinen puoli rakennuksesta jätetään koskemattomaksi kontrastina upeasti restauroidulle puolelle. Rakennus pitää sisällään myös mielenkiintoisen museon nimeltään *Museum of Sanitation Engineering*.

Kunnostuksesta vastaavan säätiön puheenjohtaja on Peter Bazalgette, Josephin pojanpojanpojanpoika, joten rakennuksen "isän henki" elää yhä. Paikka on ehdottomasti vierailun arvoinen kaikille, jotka ovat kiinnostuneita arkkitehtuurista, höyrykoneista, jäteveden käsittelyn historiasta tai viktoriaanisesta kylpyhuonekalustuksesta – sitä esitellään museossa.

Koska vieraista huolehtivat paikkaa kunnostavat vapaaehtoiset, vierailupäivät on rajattu kahteen kuukaudessa (sunnuntai ja tiistai). Vierailusta on sovittava etukäteen puhelimitse, (0)20 8311 3711 su, ti klo 9–16.

Lisätietoa internet-osoitteesta: www.tanton.ndirect.co.uk/crossness/index.htm

Pääasiallinen lähde: **Stephen Halliday**. 1999. The Great Stink of London: Sir Joseph Bazalgette and the Cleansing of the Victorian Metropolis. Stroud, Sutton Publishing. 224 p. ISBN 0-7509-1975-2.

Kuvat kirjoittajan.

TALVITIEPÄIVÄT

Winter Road Congress in Finland
Kuopio, 13.-14.3.2002

24. Talvitiepäiville kokoontuvat maamme teiden, katujen ja yleisten alueiden kunnossapito-asiantuntijat pohtimaan erityisesti talviajan kysymyksiä ja etsimään niihin ratkaisuja. Enenevässä määrin mukaan on tullut myös vieraita ulkomailta, erityisesti lähialueilta. Onhan suomalainen alan tietotaito huippuluokkaa maailmassa.

Päivien ohjelman päärungon muodostavat: seminaari, näyttely ja työnäytökset.

Jos tuotevalikoimissanne löytyy koneita, laitteita, materiaaleja, menetelmiä tai suunnittelutaitoa käytettäväksi
- Liikenneväylien
- Kiinteistöjen tai
- Yleisten alueiden kunnossapitoon ja erityisesti talvikunnossapitoon, kannattaa varata ensi tilassa osasto Kuopiohalliin ja sen ulkoalueelle rakennettavasta näyttelystä.

Näytteilleasettajat voivat ilmoittaa koneitaan myös työnäytöksiin.

Järjestäjät
Suomen Tieyhdistys
Tiehallinto/Savo-Karjalan tiepiiri
Tieliikelaitos
Kuopion kaupunki

Lisätietoja ja esitteitä
Suomen Tieyhdistys
PL 131, 00701 HELSINKI
Puh. 09-700 10 882 tai 040-54 80 915
E-mail: jouko.perkkio@tieyhdistys.fi
Fax. 09-351 1181

LISÄTIETOA TAPAHTUMASTA www.tieyhdistys.fi

KALANKASVATUKSEN tarkkailutko remonttiin?

Lounais-Suomen ympäristökeskuksen ja Saaristomeren tutkimuslaitoksen tutkijat Honkanen, Helminen, Hänninen & Laihonen arvioivat Vesitalouslehden numerossa 3/2001 Kustavi-Taivassalo merialueen kalankasvatuksen velvoitetarkkailujen aineistoa pelkästään tilastollisin menetelmin. He päätyvät tulkitsemaan tuloksia siten, että jos oletetaan kalankasvatuksella olevan merkitsevä rooli ympäristön rehevöitymisessä, saadut tulokset osoittavat nykyiset seurantamenetelmät huonoiksi. He katsovat tuloksia voitavan tulkita myös siten, että kalankasvatuksen osuus ympäristön rehevöitymisessä on vähäinen. Näin tulkittuna voidaan heidän mielestään sanoa, että velvoitetarkkailuohjelmat eivät anna perustetta rajoittaa kalanviljelyn tuotantoa.

Kyösti Jumppanen

fil. tri, toiminnanjohtaja
Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys ry
E-mail: kyosti.jumppanen@lsvsy.fi
Kirjoittaja on myös vesiensuojelulimnologian dosentti

Vesistöjen tilan seurantamenetelmien ja tulosten kriittinen arviointi kuuluu tärkeänä osana tutkimusten laadunvarmistukseen ja menetelmien ja käytäntöjen kehittämiseen, mutta sitä on meillä yleensä harrastettu liian vähän. Kun vesistöjen luonnontaloudesta ja siihen vaikuttavista tekijöistä saatava informaatio ohjaa päätöksentekoa vesiensuojelussa, tutkimusaineistojen ja niistä tehtävien päätelmien pitäisi kuvata mahdollisimman hyvin vesiluontoa ja sen reaktioita kuormittavaan toimintaan. Tulosten pitäisi olla lisäksi vertailukelpoisia sekä ajallisesti että paikallisesti, mikä edellyttää standardimenetelmien käyttöä ja monipuolista laadun varmistusta.

Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys on hoitanut vuosikymmeniä Saaristomeren alueella tehtäviä jätevesien ja kalankasvatuksen velvoitetarkkailuja. Myös Kustavi-Taivassalo merialueen kalankasvatuksen vesistövaikutusten velvoitetarkkailu on ollut vuodesta 1995 vesiensuojeluyhdistyksellä, joskaan tarkkailuohjelma ei ole yhdistyksen laatima. Sen vuoksi katson aiheelliseksi esittää joitakin huomautuksia Honkasen ym artikkeliin (ks myös Honkanen ym.1999).

Tulosten käsittely mekaanis-statistista

Kustavi-Taivassalo merialue on morfologialtaan, veden vaihtumiseltaan, pohjien rakenteeltaan ja biologiselta tuotantokyvyltään sekä kalankasvattamojen sijainniltaan hyvin heterogeeninen alue, jonka kautta tapahtuu huomattava osa Itämeren ja Pohjanlahden välisestä veden vaihdosta. Alueella on kuormittamattomia reheviä ja suojaisia vesialueita kuten Kivivesi ja Tuulvesi, raskaasti kuormitettuja lievästi reheviä tai paikoitellen reheviä salmivesiä kuten Ströömi, ja avoimia kalankasvatuksen kuormittamia vesiä, joiden veden laatu kasvattamojen läheisyydessä vastaa tausta-arvoja. Pistekuormituksen vaikutusten selvittäminen näin monimuotoisella ja vaihtelevalla alueella edellyttää yksittäisten kuormittajien vaikutusten vertaamista samanlaisten vertailuhavaintopaikkojen vesiluontoon ja taustaan sekä muiden ympäristöolojen huomioon ottamista kuten velvoitetarkkailuissa tehdään. Jos koko aineisto käsitellään tilastollisesti yhtenä joukkona, em. syistä johtuva suuri hajonta peittää kehityssuunnat ja saattaa johtaa vääriin tuloksiin. Monissa kalankasvattamojen lähellä sijaitsevissa havaintopaikoissa on ajoittain lähes puhdasta vettä ja vesiluontoa, ja toisaalta kuormittamattomat alueet ovat paikoitellen reheviä ja niiden pohja rakenteensa ja eläimistönsä perusteella puolilikaantunutta tai likaantunutta. Paikallisesti ja ajallisesti vaihtelevaa vesiluontoa kuvaavaa aineistoa ei voi tarkastella ainoastaan mekaanis-statistisin keinoin. Myös ilmasto- ja sääolojen vaihtelu vaikuttaa merkittävästi Saaristomeren kuormitettujen rannikkovesien ravinne- ja tuotantotalouteen (Jumppanen 1999) lisäten tulosten ajallista ja paikallista hajontaa.

Aineistojen tilastollisessa tulkinnassa tekijät käyttivät joko vuotta tai nk. kuormitusindeksiä, joka muodostettiin jakamalla kalankasvatuslaitoksen typpi- tai fosforikuormitus vuosittain havaintoaseman etäisyydellä kalankasvatuslaitoksesta. Veden ravinnepitoisuuden, planktonin klorofyllipitoisuuden, päällyslevästön a-klorofyllipitoisuuden ja pohjaeläinaineiston riippuvuutta kuormitusindeksistä analysoitiin regressioanalyysillä. Kuvatulla tavalla laskettu kuormitusindeksi on luonnonoloiltaan vaihtelevalla merialueella melko mielivaltainen suure, sillä veden ravinnepitoisuudet, tuotantokyky ja pohjaeläimistön koostumus eivät tällaisella alueella riipu pelkästään etäisyydestä kuormituslähteestä kuten edellä olen kuvannut. Johtopäätösten perustuminen pääasiassa kuormitusindeksin ja vesistön tilamuuttujien väliseen regressioon vie niiltä uskottavuuden.

Saaristomeren yleinen rehevöityminen taustalla

Kalankasvatuksen fosforikuormituksen ja meriveden fosforipitoisuuksien välillä ei ollut merkitsevää riippuvuutta, mikä johtuu osaksi aineiston epäedustavuudesta: kesinä 1994–1995 ja 1997–1998 veden laatua on tarkkailtu vain kerran tai kahdesti kesässä 11–12 havaintopaikassa ja kesinä 1996 ja 1999 kolmesti kesässä 31–36 havaintopaikassa (Jumppanen 2000). Myös Saaristomereen ulkoisesta kuormituksesta vuosikymmenien aikana kasautuneet suuret ravinnevarat ja ravinteiden taustapitoisuuksien kohoaminen Saaristomeren länsiosassa 1990-luvun loppupuolella vähentävät paikallisen kuormituksen pienenemisen vaikuttavuutta. Saaristomeren fosforitase osoittaa noin 150 tonnin vuosittaista ylijäämää (Jumppanen & Mattila 1994). Siitä kertyy 20 vuodessa suureksi osaksi biologisesti käyttökelpoisia fosforivaroja noin 3000 tonnia, joka muodostaa suuren puskurivaraston ulkoisen kuormituksen muutoksia vastaan. Saaristomeren veden keskimääräinen fosforipitoisuus oli vuosina 1995–99 talven ja loppukesän näytteiden keskiarvona 25 mg/m^3, joten vesimassan sisältämä fosforimäärä oli noin 4800 tonnia. Kalankasvatuksen fosforipäästöt vuonna 1999 olivat yhteensä 35 tonnia eli 0,7 % vesimassan fosforivaroista, ja ne ovat pienentyneet 1990-luvulla noin 30 tonnia eli enintään muutaman tonnin vuodessa. Näin pienten päästömuutosten vaikutuksia Saaristomeren vesiluontoon ei voi millään menetelmällä tilastollisesti osoittaa varsinkin kun samaan aikaan jokien Saaristomereen tuoma fosforimäärä vaihteli välillä 500–1100 tonnia vuodessa (Kauppila & Bäck 2001). Tarkkailututkimusten raporteissa on kuvattu ravinteiden taustapitoisuuksien ja Saaristomeren eliöyhteisöjen muuttumista ja arvioitu näiden paikallisia vaikutuksia kuormitettujen vesialueiden tilaan ja vesiluontoon.

Pohjaeläinyhteisöjen rakenteessa ja koostumuksessa on havaittavissa Saaristomeren länsiosan ja Kustavi-Taivassalo merialueen yleinen rehevöitymiskehitys 1990-luvun loppupuolella siten, että sedimentinsyöjät kuten *Chironomus plumosus*-tyypin surviassääsken toukat ja harvasukasmadot ovat olennaisesti lisääntyneet ja suodattamalla ravintonsa ottavat terveen pohjan tyyppilajit valkokatka ja simpukat vähentyneet (Jumppanen 1999). Vaikka valkokatkalla esiintyy suuria ja epäsäännöllisiä kannan vaihteluita, edellä kuvatut muutokset yhdessä suurehkon pohjaeläinten biomassan kanssa osoittavat laaja-alaista pohjan kunnon heikkenemistä 1990-luvun loppupuolella. Myös Airistolla ja muualla Saaristomeressä on tapahtunut vastaavanlaisia rakenteellisia ja toiminnallisia muutoksia pohjan eliöyhteisöissä, ja niiden katsotaan ilmentävän Itämeren yleistä rehevöitymistä (Hänninen & Vuorinen 2001, Mattila 1994, Jumppanen & Mattila 1994). Kalankasvatuksen vesistökuormituksen väheneminen on paikoitellen kohentanut pohjan tilaa, vaikka yleisen rehevöitymisen vaikutukset näyttävät luonnollisesti korostuvan kalankasvattamojen lähialueilla ja hidastavan toipumista lievähköstä likaantumisesta. Tämä aineisto kuten kaikki muutkin Saaristomeren ja Selkämeren rannikkovesien pohjaeläintutkimukset tukevat vahvasti käsitystä, että muutokset pohjaeläinyhteisössä ilmentävät samanaikaisesti sekä paikallisia häiriöitä että yleistä rehevöitymistä (Bonsdorff ym. 1991).

Päällyslevästöön pätevät samat yleiset johtopäätökset kuin veden ravinnepitoisuuksiin ja pohjaeläimistöön. Kustavin alueella päällyslevästön määrä klorofyllipitoisuutena väheni Kustavin Ströömissä vuodesta 1994 vuoteen 1997 neljäs- tai jopa viidesosaan eli suunnilleen kalankasvatuksen kuormituksen

suhteessa. Ravinnekuormituksen huomattava pieneneminen 1990-luvun alkupuolella vähensi selvästi päällyslevästön määrää Ströömissä ja rantojen ja kalanpyydysten levääntymistä. Vertailualueilla Iniön aukolla ja Ströömin pohjoispuolella ei sen sijaan tapahtunut muutoksia. Vuosina 1997 ja 2000 päällyslevästön määrä oli suurempi vertailualueilla ja kalankasvatuksen vaikutusalueilla kuin v. 1994. Kalankasvatuksen ravinnekuormitus ei ole enää viime vuosina merkittävästi pienentynyt tarkkailuilla alueilla, ja päällyslevästön määrä näyttää vakiintuneen nykyiselle tasolleen. Päällyslevästötutkimuksen tulokset ovat sopusoinnussa veden ravinnepitoisuuksien ja pohjaeläimistön muutosten osoittaman yleisen rehevöitymiskehityksen kanssa (Jumppanen 2001).

Eliöyhteisöjen tutkimuksilla pitkät perinteet

Järvien pohjaeläimistön koostumusta ja pohjaeläinten ekologiaa ja ympäristövaatimuksia sekä arvoa järven tuotantotyypin ilmentäjänä on tutkittu perusteellisesti Suomessa jo 1920-luvulla (Valle 1927). Itämeren rannikkovesien eliöyhteisöjen ja eliöiden suhteesta likaantumiseen ja rehevöitymiseen on syvällisiä ja yhä paikkansa pitäviä tietoja viime vuosisadan alkupuolelta lähtien (Wilhelmi 1916, Välikangas 1926). EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin mukaan vesien tila tulee 2000-luvulla arvioida ekologisin arvosteluperustein biologisten, fysikaalis-kemiallisten ja hydromorfologisten tekijöiden kokonaistarkastelun perusteella. Hyvä ekologinen tila edellyttää, etteivät kasviplankton-, pohjaeläin- ja vesikasvillisuusyhteisöt eroa merkittävästi luontotyypille ominaisista yhteisöistä ja että mahdolliset häiriöt ovat lieviä. Veden ravinnepitoisuuksien tulee olla sopusoinnussa vesiluonnon kanssa. Tällainen kokonaistarkastelu on sisältynyt Kustavi-Taivassalo merialueen viimeaikaisiin tarkkailuraportteihin. Pohjasedimentin ja siinä elävien pohjaeläinyhteisöjen rakennetta ja koostumusta monipuolisesti analysoituna on käytetty vuosikymmeniä ja käytetään tulevaisuudessakin vesistöjen ekologisen tilan arvioinnissa hyväksi. Menetelmiä ja tulosten käsittelyä tullaan myös kehittämään vastaamaan tiedon tarpeita. Kehittämistyössä täytyy kuitenkin eräänä lähtökohtana olla tulosten ajallinen vertailukelpoisuus. Hänninen & Vuorinen (2001) arvioivat tutkimuksessaan pohjaeläintutkimusten näytteenoton strategiaa ja sitä peruskysymystä soveltuuko heidän käyttämänsä tilastollinen menetelmä pohjaeläinyhteisöjen muutosten rekisteröintiin ja havaitsemiseen. Tämän arvioinnin perusteella Saaristomeren velvoitetarkkailujen pohjaeläinaineisto suo mahdollisuudet tulosten tulkintaan sekä paikallisella että alueellisella tasolla.

Käytetty menettelytapa ei kuvaa todellisuutta

Tekijät arvioivat pohjaeläinyhteisöjen muutoksia lajiluvun, yksilömäärän ja kokonaisbiomassan perusteella. Nämä tunnusluvut eivät kuvaa pienehköjä yhteisömuutoksia lainkaan ja suuriakin hyvin huonosti. Pohjaeläimistön lajiluku, yksilötiheys ja biomassa voivat olla pieniä sekä luonnontilaisella pohjalla että likaantuneella tai pahoin likaantuneella pohjalla, joissa yhteisön rakenne ja koostumus ovat kuitenkin täysin erilaisia. Kustavi-Taivassalo merialueella on lisäksi paljon eroosio- ja transportaatiopohjia alueen läpivirtausluonteesta johtuen. Näiden pohjien niukkaa, indifferenteistä lajeista koostuvaa eläimistöä ei voi verrata pehmeiden akkumulaatiopohjien eläimistöön, johon Itämeren ja sen rannikkovesien pohjaeläimistön tyyppiluokitus perustuu (ks. myös Hänninen & Vuorinen 2001). Eroosio- ja transportaatiopohjia on Kustavin salmiin sijoittuneiden kalankasvattamojen lähistöllä. Näille pohjille ei sedimentoidu orgaanista ainetta eikä muodostu siten myöskään likaantuneille ja ravinteikkaille liejupohjille ominaista pohjaeläimistöä. Kalankasvatuksen vaikutukset pohjan tilaan ovat jääneet sellaisissa oloissa lieviksi eivätkä pienet muutokset ole osoitettavissa ainakaan artikkelissa kuvatuissa parametreissa. Pohjaeläintutkimusten käyttöarvosta kalankasvatuksen ravinnekuormituksen vaikutusten seurannassa ei artikkelissa käytetty menettelytapa anna todellista käsitystä.

Kirjallisuus

Honkanen, T., Helminen, H. & Laihonen, P. 1999: Kalankasvatuksen seuraukset Saaristomerellä: seurantamenetelmien vertailu. Vesitalous 40(2): 21–27. ISSN 0505-3838.

Honkanen, T., Helminen, H., Hänninen, H. & Laihonen, P. 2001: Kalankasvatuksen tarkkailut remonttiin. Vesitalous 42(3): 7–12. ISSN 0505-3838.

Hänninen, J. & Vuorinen, I. 2001: Macrozoobenthos structure in relation to environmental changes in the Archipelago Sea, northern Baltic Sea. Boreal Environmental Research 6(2): 93–105. ISSN 1239-6095.

Jumppanen, K. 1999a: Ilmasto-olojen vaihtelun vaikutuksista Turun edustan merialueen veden laatuun. Vesitalous 40(2):14–20. ISSN 0505-3838.

Jumppanen, K. 1999b: Kustavi-Taivassalon ja Iniön merialueiden vedenlaatu- ja pohjaeläintutkimus vuonna 1998. Turku, Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys ry. Tutkimusselosteita 149. 64 s., liitt.

Jumppanen, K. 2000: Kustavi-Taivassalon ja Iniön merialueiden veden laadun kehityksestä 1990-luvulla. Turku, Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys ry. Tutkimusselosteita 163. 55 s., liitt.

Jumppanen, K. 2001: Kustavin ja Iniön merialueiden vedenlaatu- ja päällyslevästötutkimus vuonna 2000. Turku, Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy. Tutkimusseloste 183. 68 s., liitt.

Jumppanen, K. & Mattila, J. 1994: Saaristomeren tilan kehitys ja siihen vaikuttavat tekijät. Turku, Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys. Julkaisu 82. 206 s. ISBN 951-9348-53-0, ISSN 0357-5349.

Kauppila, P. & Bäck, S. (ed.). 2001: The state of Finnish coastal waters in the 1990s. Helsinki, Finnish Environment Institute. The Finnish Environment 472. 134 s. ISBN 952-11-0878-9, ISSN 1238-7312.

Leppäkoski, E. 1975. Assessment of degree of pollution on the basis of macrozoobenthos in marine and brackish-water environments. Åbo, Åbo Akademi. Acta Academiae Aboensis Ser. B Mathematica et physica 35(2):1–90. ISBN 951-648-173-6, ISSN 0001-5105.

Mattila, J. 1993: Long-term changes in the bottom fauna along the Finnish coast of the southern Bothnian Sea. Aqua Fennica 23: 143–152. ISSN 0356-7133.

Valle, K.J. 1927: Ökologish-limnologische Untersuchungen uber die Boden- und Tiefenfauna in einigen Seen nördlich vom Ladoga-See. Acta Zool. Fennica 2. 179 s.

Wilhelmi, J. 1916: Übersicht uber die biologische Beurteilung des Wassers. Sber. Ges. naturf. Freunde Berl. 9: 297–306. (Ref. Leppäkoski väikkäri 1975, Turun yliopisto)

Välikangas, I. 1926: Planktologische Untersuchungen im Hafengebiet von Helsingfors. Acta Zool. Fennica 1. 298 s.

ABS

COST-EFFECTIVE PUMPING

- pumppaamot
- jätevesipumput
- kaukolämpöpumput
- biokaasukompressorit
- epäkeskoruuvipumput
- työmaauppopumput
- potkuripumput
- tyhjöpumput
- sekoittimet

ABS Pumput Oy
Höyläämötie 16, 00380 Helsinki
puh. (09) 506 8890, fax (09) 558053, www.abspumps.com

Dosfil oy
– Vedenkäsittelyn hallintaa –
- Automaattiset suotimet vedenkäsittelyyn
- Erilaiset säiliöt vaihteleviin prosesseihin
- RO-laitteistot ja Nanosuodatuslaitteet
- UV-lamput ja Otsoninkehityslaitteistot
- pH-, Cl2- ja johtokykysäätimet uima-allas- ja vesilaitoskäyttöön
- Vedenkäsittelyjärjestelmien komponentit
- Vedenkäsittelyn prosessisuunnittelu

Salpakuja 9, 01200 Vantaa, puh. 09 350 88 140, fax. 09 875 1478
Email: dosfil@tuomiteam.fi Antti Jokinen GSM 0400 224777

LOKAPALVELU H. EEROLA OY

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

PÄIVYSTYS 24 h/vrk

OTA YHTEYTTÄ!
Puh. (09) 852 1600, (09) 852 1178
Fax (09) 852 1616

AKVA FILTER – PUHTAAN VEDEN PUOLESTA
Akva Filter – kansainvälise patentoitua osaamista:

- vedenottamoille 10–1000 m^3/vrk
- omakotitalouksiin, maatiloille, laitoksiin
- suodattimia myös vesipistekohtaiseen vedenpuhdistukseen
- painesäiliösuodattimia ja suodatusmateriaaleja raudan, mangaanin, orgaanisten aineiden, raskasmetallien, kloorin poistoon sekä veden neutralointiin
- suunnittelua ja palvelua yli 30 vuoden kokemuksella

Suodattimet manuaalisena tai moottoriventtiiliautomatiikalla varustettuna

AKVA FILTER oy
PL 33, 19650 Joutsa
puh. (014)-883 521, fax (014)-883 522
http://personal.inet.fi/yritys/akva.filter
E-mail: akva.filter@co.inet.fi

EKOFINN

- Jätevedenpuhdistamot 1 perheestä 5 000 asukasvastikkeeseen
- BIOTEK -bioroottorit
- BIOCLERE -biosuodattimet
- FINN-CLEAN -rumpusiivilät
- MEVA -porrasvälpät
- HUFO -suodatinmateriaali, myös elintarvikelaatu
- DRAIMAD -säkkikuivaimet

OY EKOFINN AB
Rullakatu 6 C, 15900 LAHTI
puh. (03) 751 3171, fax (03) 751 3306

Etelä-Pohjanmaan VESITUTKIJAT OY
PL 29, 60101 SEINÄJOKI
Puh. 964-424 7580, fax 424 7588
- Akkreditoitu testauslaboratorio T153
- Julkisen valvonnan alainen vesilaboratorio.
- EELA:n hyväksymä vesilaboratorio.
- Sosiaali- ja terveysministeriön hyväksymä vesilaboratorio.

BIOPERT-ohjelmistot jätevedenkäsittelyn ohjaukseen sekä raportointiin. Myös erillisiä raportointijärjestelmiä lähinnä WINDOWS-ympäristöön.
Enviro Data Oy, Tekniikantie 21, 02150 Espoo, puh. 09-437 5246, fax 09-437 5247

FLYGT

JÄTEVESIPUMPPU UUTUUS FLYGTILTÄ!
N-PUMPUT
- TUKKEUTUMATON JUOKSUPYÖRÄ
- SÄÄSTÄÄ ENERGIAA
- SÄILYTTÄÄ KORKEAN HYÖTYSUHTEEN KOKO PUMPPAUKSEN AJAN

ITT Flygt-Pumput Oy
Yrittäjäntie 28
01800 KLAUKKALA
Puh. 09-8494111
Fax 09-8524910
www.flygt.com

Jäteveden puhdistamot:
www.greenrock.fi

Green Rock Oy
Teollisuustie 2 Puh +358 (0)8 8192 200 E-mail: info@greenrock.fi
91100 Ii Fax +358 (0)8 8192 211 Internet: www.greenrock.fi

BLUELINE CHEMICALS

MEMBRAANITEKNOLOGIALLA VALMISTETUT PUHTAAT TUOTTEEMME

- ★ Natriumhypokloriitti
- ★ Natronlipeä
- ★ Suolahappo
- ★ Kloori

TEHOKKAASTI – JOUSTAVASTI

FINNISH CHEMICALS OY

PL 7, 32741 ÄETSÄ
Vaihde 0204 31 11
Fax 0204 31 0431
Email:info@finnishchemicals.com
http://www.finnishchemicals.com

CLEWER® clean water

Clewer® Clean Water

Tunnettuun biofilmiin perustuvia jäteveden puhdistusjärjestelmiä teollisuudelle ja yhdyskunnille.

Clewer Oy Ltd., Raidetie 1, 96900 Saarenkylä
puh. (016) 332 550, fax (016) 332 5522
info@clewer.com, www.clewer.com

Myyntikonttori: Koetilantie 7, 00710 Helsinki
puh. (09) 35 05 960, 040 7033 294, fax (09) 35 05 9650

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

TURBO SUOMI

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

HV-TURBO	kompressorit
STAMO	sekoittimet
LANDIA	upposekoittimet ja pumput

KART OY KART AB

– urakoiva ja valmistava konepaja

Jätevedenpuhdistamot, -pumppaamot
Välppeenkäsittely

Raakavesipumppaamot
Kalkkirouhesäiliöt, -siilot, -suodattimet
Suodatussäiliöt

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

HyXo Oy

www.hyxo.fi • hyxo@hyxo.fi

Vedenkäsittelyä vuodesta 1968

DR LANGE

- Reagenssit
- Analysaattorit
- Laboratoriolaitteet

PL 16, 04261 KERAVA, puh. (09) 417 4500, faksi 4174 5100

VESIKEMIKAALIEN YKKÖNEN

CLEAN WATER IS OUR LIFE

- rauta- ja alumiinipohjaiset koagulantit, polymeerit, hiililähteet sekä näiden yhdistelmätuotteet
- tuotteiden sovellutukset veden- ja jätevedenkäsittelyyn
- asiakaskohtaiset, räätälöidyt koagulantit
- järvien kunnostukset

Kemira Chemicals Oy
Kemwater
PL 330, 00101 Helsinki
puh. 010 861 211
fax 010 862 1968
http://kemwater-fi.kemira.com
kemwater-fi@kemira.com

KEMIRA
KEMWATER

ITS VAHVISTUS OY

- **Betonisaneeraus**
  mm. vesitornit, ferroaltaat, sillat
- **Perustusten vahvistus**
  mm. porapaalut, ankkurointi, esijännitykset
- **Maa- ja kalliorakenteiden tiivistys ja stabilointi**
  mm. injektointi, ruiskubetonointi

Puh. (017) 554 4216, fax (017) 554 4217
Kaivostie, 71470 Oravikoski
Hatanpäänvaltatie 34 A, 33100 Tampere
puh. (03) 273 2212, fax (03) 273 2213

KMV-tuotteet

KAIKKEA VEDEN PUMPPAUKSEEN JA SUODATUKSEEN.

Kirkkonummen Metallivalmiste Oy
Pippurintie 122
02400 KIRKKONUMMI
Puhelin: 09-298 2141
Fax: 09-298 5860

KALVOSUODATUS JÄTE- JA RAAKAVEDEN PUHDISTUKSEEN
- rauta, mangaani, humus, COD, BOD, typpi jne.

OY METALCITY AB LTD
PANSIONTIE 48-52 20240 TURKU FINLAND
PUH. (02) 4151 400 FAX (02) 4151 450

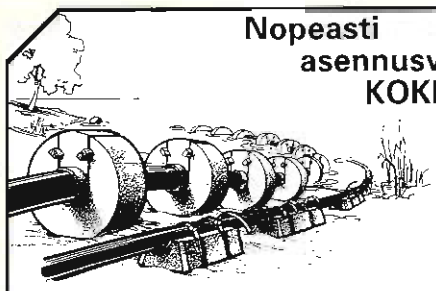
NOPOL® DDS JA O.K.I. ILMASTUSJÄRJESTELMÄT

YHDYSKUNTA- JA TEOLLISUUS JÄTEVESIEN PUHDISTUKSEEN

nopon

NOPON OY
Turvekuja 6
00700 Helsinki
Puh. 09-351 730
Fax. 09-351 5620

Nopeasti asennusvalmiit KOKKO-painot



Malli; KOKKO S-10
Lukkopaino
90 mm:stä ylöspäin
Malli KOKKO S-20
Sidos
75 mm:stä alaspäin

KOKKOBE OY AB
BETONITUOTETEHDAS
PL 202, 67101 KOKKOLA
☎ 06-822 3123
fax 06-882 5710

for cleaner water
POMILTEK
INTERNATIONAL LTD OY

LUOTETTAVAA JÄTEVEDEN KÄSITTELYÄ YLI 15 VUODEN KOKEMUKSELLA

PUHDASVESI / JÄTEVESILAITOSURAKOINNIT JA KATTAVAT LAITTEISTOTOIMITUKSET

-hydrauliset porrasvälpät
-hydrauliset välpepuristimet
-suotonauhapuristimet
-rumpusiivilät
-polymeerilaitteistot
-hiekkapesurit
-liete,- kalkki- ja AVR siilot
-selk. laahakoneistot
-flotaatiolaitteet
-ruuvikuljettimet

Varikontie 1
60800 Ilmajoki
www.pomiltek.fi
e-mail: info@pomiltek.fi
Puh: 06 4240700
Fax: 06 4240750

- **Alitukset junttaamalla 50 mm – 2000 mm**
- **Alitukset kiveen ja kallioon 168 mm – 1020 mm**
- **Putkistosujutukset (Grundoc räck)**

LÄNNEN ALITUSPALVELU OY

Läpikäytäväntie 103 28400 Ulvila
puh. (02) 538 3655 GSM 0400-593928 fax (02) 5383093

VAATIVAA VEDENKÄSITTELYÄ

ProMinent® OTA YHTEYS!

RATKAISEMME ANNOSTUSPULMANNE

VALMISTUS MYYNTI HUOLTO

ProMinent Finland Oy
Orapihlajatie 39 (HPY sivu 20 79/49), 00320 HELSINKI
Puh. (09) 477 7890, Fax (09) 4777 8947

VEDEN LAADUN MITTAUSANTURI HYDROLAB DATA - TAI MINISONDI

- Yhdellä sondilla voit mitata jopa 12 eri suuretta yhtäaikaisesti pohja-, järvi-, meri- tai jätevesistä.
- lämpötila
- johtokyky
- pH
- liuennut happi
- redox
- pinnankorkeus
- syvyys
- sameus
- ammonia
- nitraatit
- kloridi
- liuenneet kaasut
- ympärillä vallitseva valo
- clorofylli
- ilmanpaine
- GPS

OY LABKOTEC AB
Labkotie 1
36240 KANGASALA 4
Puh. 03-2855 111
Telefax 03-2855 320

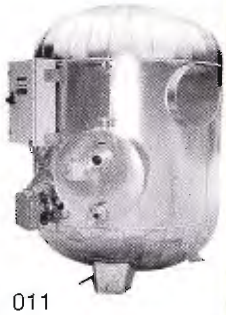
PUMPPULOHJA

- ROVATTI -vesilaitospumput
- PUMPEX -tyhjennys- ja lietepumput
- SPECK - keskipakopumput
- Paineenkorotusasemat
- Erikoissäiliöt

WatMan

VEDEN JA JÄTEVEDEN KÄSITTELYLAITTEET- JA LAITOKSET
- kotitalouksille - kunnille
- vesiosuuskunnille- teollisuudelle

Yrittäjäntie 4,09430 SAUKKOLA
puh. (019) 371 000 fax. (019) 371 011
www.pumppulohja.fi



Vesilaitokset
Jätevesilaitokset
Jäähdytysvesilaitokset
30 vuotta erikoisalana flotaatiotekniikka

INSINÖÖRITOIMISTO OY RICTOR AB

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

RUMPUSIIVILÄT
KONEVÄLPÄT
RUUVIKULJETTIMET
DEKANTTERILINGOT

• SUOTONAUHAPURISTIMET
• NESTESUODATTIMET
• VÄLPEPURISTIMET
• POLYMEERILAITTEET

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

MODERNIA TEKNIIKKAA VESIHUOLTOON

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

SLATEK

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

Yhteistyöllä luontoa säästäviin tuloksiin

- Laaja valikoima kiertomäntäpuhaltimia: Hibon ja Roots / Holmes
- Elmacron-näytteenottimet ja pH-laitteet
- ProMinent-pumput, hoito- ja valvontavälineet
- Mukavat ja hajuttomat BioLet-kompostivessat

Kysy lisää! Meiltä saat asiantuntevaa palvelua!

Launeenkatu 67
15610 LAHTI

Y-LAITE OY

Puh. (03) 884 080
Fax (03) 884 0840
Internet: http://www.y-laite.fi Sähköposti: info@y-laite.fi

Vesitalous-lehti nyt Internetissä osoitteessa

www.vesitalous.com

Pyydä vesihuollon tarviketarjous Vesitalouden markkinapaikan kautta!

NEUVOTTELEVIA INSINÖÖRITOIMISTOJA

Kiuru & Rautiainen Oy
Vesihuollon asiantuntijatoimisto

- Laitosten käytön optimointi
- Biologinen ravinteiden poisto
- Yleis- ja prosessisuunnittelu

Olavinkatu 18 LH 21
57130 SAVONLINNA
Puh./fax: (015) 510 855 tai 0500-705 337

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

Vesitekniikka
Jätevesitekniikka
30 vuotta flotaatiotekniikkaa

INSINÖÖRITOIMISTO OY RICSON AB

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

- Vesihuolto, vesirakenteet
- Suunnittelu, työnjohto

oy vesirakentaja
INSINÖÖRITOIMISTO
Hiihtomäentie 39 A 1, 00800 Helsinki, puh. 09-7552 1100

SUOMEN KONSULTTITOIMISTOJEN LIITON JÄSENET

AIR-IX SUUNNITTELU

VESIHUOLTO ★ YMPÄRISTÖNSUOJELU
MAANKÄYTTÖ ★ TIE- JA LIIKENNE
LVI ★ SÄHKÖ ★ AUTOMAATIO

PL 453, 33101 TAMPERE Puh. (03) 2442 111
PL 52, 20781 KAARINA Puh. (02) 515 9500
Sepänkatu 9 A 7, 90100 OULU Puh. (08) 883 030

Insinööritoimisto
OY VÄYLÄ

Joensuu 013-120 130
Nurmijärvi 09-276 8022
Kajaani 08-628 373
Pori 02-6339 454

- kunnallistekniikka ja vesihuolto
- tie- ja liikennesuunnittelu
- jätehuolto ja kompostointi
- geotekniikka
- vesitiet ja satamat
- rakennesuunnittelu

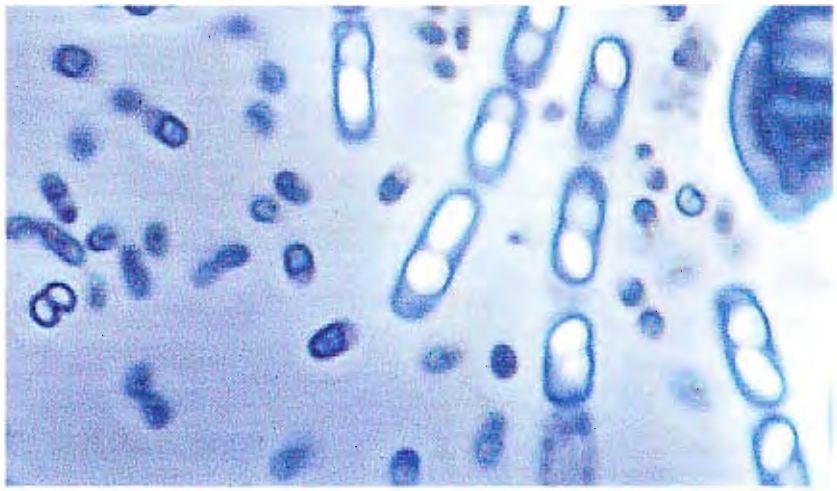
Ympäristö Vesi Infra

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

maajavesi.poyry.fi

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



MUISTILISTA KAUKOMATKAAJILLE – VESIKÖ VAARALLISTA?

Maailman terveysjärjestön, WHO:n mukaan veden välityksellä saatuihin tauteihin kuolee arviolta 5–10 miljoonaa ihmistä vuodessa. Lisäksi WHO arvioi 1 300 miljoonan ihmisen olevan vailla riittävän puhdasta juomavettä.

Kuinka suojautua kehitysyhteistyötekijänä taikka tavallisena turistina likaisen veden aiheuttamilta ongelmilta? Muistutus ja kertaus ei koskaan ole haitaksi.

Tärkeintä on muistaa pullotettu juomavesi. Jos joutuu olosuhteisiin, joissa pullotettua vettä ei ole saatavissa, vesi kannattaa keittää (vähintään viisi minuuttia). Tämän jälkeen juomavettä pitää säilyttää käyttöön asti puhtaassa, desinfioidussa kannellisessa astiassa.

Kemialliseen desinfiointiin on mahdollista käyttää klooria sisältäviä tabletteja, joita saa apteekista käsikauppatavarana. Kloori tappaa suurimman osan mikrobeista, mutta se tehoaa huonommin esimerkiksi ameeban kystamuotoihin taikka giardiaan. Tämän vuoksi parempi vaihtoehto on käyttää jodia, joka tehoaa myös kystiin. Tätä viisiprosenttista jodispriitä on saatavilla apteekeista.

Käytännössä jodispriillä tapahtuva juomaveden sterilointi tapahtuu seuraavasti:

- 2–3 tippaa jodispriitä litraan vettä 15 minuutiksi (käsittely tappaa ameeban ja bakteerit)
- 5 tippaa jodispriitä litraan vettä tunniksi (tappaa gairdian kystat)
  (jos vesi on erittäin kylmää, puhdistumisaikaa saattaa olla 2–3 tuntia)

Ennen kemiallista käsittelyä, desinfioitavaksi tarkoitettu vesi pitää suodattaa. Jotkut vedensuodattamista ovat erittäin tehokkaita. Niiden avulla on mahdollista poistaa sekä bakteerit ja alkueläimet (myös kystamuodot) että vähentää veden epäorgaanisia epäpuhtauksia.

Muita suurempi taipumus suolistoinfektion saamiseen on matkailijoilla:

- jotka käyttävät lääkitystä maha-nesteen happamuuden vähentämiseen
- joilla on mahaleikkauksen seurauksena niin sanottu hapoton maha
- jotka potevat immuunipuutteesta tai kroonista suolistosairautta (esim. Colitis ulcerosa)

Seuraaviin ruokalajeihin on syytä kiinnittää huomiota, kun ruoan hyvästä hygieniasta ei ole sataprosenttista varmuutta.

- kylmät leikkeleet ja majoneesipohjaiset salaatit
- erilaiset kastikkeet
- hedelmät ja vihannekset, joita ei voi itse pestä tai kuoria, marjat
- kylminä tai haaleina tarjotut lihaa, kalaa tai kananmunaa sisältävät ruoat
- kylminä tarjotut osterit, simpukat, ravut ym. mereneläimet
- kylmät jälkiruoat
- pakkaamaton maito, kerma, jäätelö, voi ja tuorejuustot
- mehut ja juomat, myös alkoholipitoiset, joihin on lisätty jääkuutioita
- vesijohtovesi

Henriikka Tuovinen

Lähde: Kansanterveyslaitos. Matkailijan terveysopas. 9.uudistettu painos 2001. Kustannus Oy Duodecim.

Kuva: Hannes Melasniemi

TURISTIMATKAN IKÄVÄ SEURALAINEN

Viikon turistimatkalle osallistuvista suomalaisista 20-60 prosenttia saa ripulin Etelä-Aasiaan, Lähi-itään ja Afrikkaan suuntautuvilta matkoilta. Vaikka turistiripulia vastaan ei ole yleistä suojaa antavaa rokotetta, inaktivoitu, suun kautta otettava kolerarokote antaa kuitenkin valmistajan mukaan jonkin verran (23 %) suojaa E. colin ETEC-kantoja vastaan. Turistiripulia aiheuttavat bakteerit, virukset ja alkueläimet. Yleensä taudinaiheuttajaa ei ole mahdollista tunnistaa oireiden laadun perusteella. Jotkut mikrobeista ovat ominaisia tietyille maantieteellisille alueille, mutta useimpia tavataan koko maapallolla.

Lämpimissä maissa tavallisimpia ripulibakteereja ovat toksigeeninen *Escherichia coli*, salmonellat, kampylobakteerit ja shigellat, sekä ripuliviruksista rotavirus ja alkueläimistä Giardia. Vakaviin, mutta harvinaisiin matkailijoiden ripulitauteihin kuuluvat lavantauti, ameebapunatauti ja kolera.

Useimmiten turistiripuli alkaa ensimmäisen matkaviikon lopulla. Nuoret aikuiset sairastuvat siihen eniten. Todennäköinen syy tähän on se, että he ovat muita varomattomampia ruokansa suhteen. Tavallisia oireita ovat eriasteinen ripuli, vatsakouristukset ja pahoinvointi. Tyypillistä on myös alle vuorokauden kestävä kuume tai päänsärky. Vaikeammissa tautimuodoissa kuume saattaa olla korkea ja jatkua pidempään. Potilaalla voi myös olla ulosteessaan verta.

Henriikka Tuovinen

Lähde: Kansanterveyslaitos. Matkailijan terveysopas. 9.uudistettu painos 2001. Kustannus Oy Duodecim.

Matkailijan perusrokotukset ja lisäsuoja maanosittain sekä erityissuoja

A) Kaikille matkailijoille riippumatta matkakohteesta ja matkan kestosta varmistettava perussuoja

Tauti	*Suojan antava rokote*	*Tehosteväli*
Jäykkäkouristus	Td	10 v
Kurkkumätä	Td tai d	10 v
Tuhkarokko	MPR*	mahd. elinikäinen suoja
Sikotauti	MPR*	mahd. elinikäinen suoja
Vihurirokko	MPR*	mahd. elinikäinen suoja

*MPR-rokote annetaan aiemmin rokottamattomalle matkailijalle, mikäli hän ei ole sairastanut MPR-tauteja.

B) Lisäsuoja maanosittain turistimatkalle harkinnan mukaan

1. Afrikka

Rokotteet	*Tehosteväli*
Keltakuume	10 v
Meningokokki	3–5 v
Polio	5 v
Suojaukseen hepatiitti A:ta vastaan rokote tai gammaglobuliinia	

2. Väli- ja Etelä-Amerikka

Rokotteet	*Tehosteväli*
Keltakuume	10 v
Suojaukseen hepatiitti A:ta vastaan rokote tai gammaglobuliinia	

3. Aasia

Rokotteet	*Tehosteväli*
Polio	5 v
Suojaukseen hepatiitti A:ta vastaan rokote tai gammaglobuliinia	

C) Erityissuoja pitkään endeemisellä alueella, paikallisissa oloissa oleskeleville, harkinta tapauskohtaisesti

Rokotteet	*Tehosteväli*
Hepatiitti A	10–20 v
Hepatiitti B	noin 10 v
Japanin aivotulehdus	3 v
Kolera peroraalinen (Dukoral®)	noin 2 v
Lavantauti	
injisoitava	3 v
peroraalinen	1–3 v
Meningokokki	3–5 v
Puutiaisaivotulehdus	3 v
Vesikauhu	tarvittaessa 5 v

Lähde: Kansanterveyslaitos 2001. Matkailijan terveysopas. 9.uudistettu painos 2001. Kustannus Oy Duodecim.

Environmental Flows for River Systems
3–8 March 2002 • Cape Town, South Africa
An International Working Conference on Assessment and Implementation incorporating the
Fourth International Ecohydraulics Symposium
• Tel: +(27) 21 685 4166 • Fax:- +(27) 21 685 4630
• E-mail: conference2002@southernwaters.co.za • Web site: www.southernwaters.co.za

YMPÄRISTÖTILASTO 2001
on ilmestynyt
Tilaukset: puh. (09) 17 341
fax (09) 1734 2750
Osoite: 00022, Tilastokeskus

VESITALOUS

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

ABSTRACTS

Waterborne epidemics in Finland

by Terttu Vartiainen, Outi Zacheus and Ilkka Miettinen

As required by the Health Act, since 1997 local health authorities have reported all waterborne epidemics to the National Public Health Institute (KTL). In 1998-2000 a total of 21 waterborne epidemics causing 14,600 cases of diarrhoea were reported. The most common microbes responsible for the outbreaks were the Calicivirus (76%) and Campylobacteria (23%). In seven epidemics the same microbe was identified in patients and in drinking water.

Due to the difficulty of proving that an epidemic is waterborne, the true number of waterborne epidemics is probably higher than that reported. Extremely small numbers of Caliciviruses and Campylobacteria can cause disease in humans, but the analytical methods to find them in water are not yet sufficiently sensitive to link them with epidemics caused by these microbes.

Preventing waterborne epidemics

by Ilkka Miettinen, Outi Zacheus and Terttu Vartiainen

Most of the water produced by Finnish water plants is very safe drinking water. Nevertheless, waterborne epidemics have occurred in this country. Contrary to what one might think, epidemics are more often caused by groundwater than by surface water, even though groundwater is often purer and better protected than surface water. The risk of waterborne epidemics at small groundwater intake plants is increased by the fact that quality control at such plants is less strict than that at bigger ones. Moreover, groundwater is not usually disinfected.

How could water spread Listeria into food?

by Helvi Heinonen-Tanski

Listeria monocytogenes has recently caused foodborne epidemics in Finland resulting in four deaths. These deaths were all of patients with a weakened immune system who consumed butter contaminated with the bacterium. Listeria was found in winter 1998–1999 in the products of four dairies located in various parts of Finland. Two of the dairies were subsequently closed, partly due to economic losses resulting from the bacterium. The path of this bacterium into dairy products is still unknown but it should be established to prevent further outbreaks. Water could be one of the paths.

Nanofiltering and reverse osmosis in removing inorganic matter from groundwater

by Riitta Kettunen and Pertti Keskitalo

In certain areas of Finland, high fluoride and aluminium concentrations in groundwater caused by local soils pose a problem. In 1999, the City of Laitila constructed a membrane filtration plant (16–25 m^3/h) to control fluoride and aluminium concentrations in drinking water. The plant features two trains, one with reverse osmosis (RO) and the other with nanofiltration (NF). During the first year of operation, both RO and NF were found to remove fluoride from soft, high fluoride (ca 4 mg F/l) groundwater. On average, > 95% fluoride was removed by RO at 7.3 bar and 76% by NF at 5.7 bar. Over 78% aluminium was also removed by membrane filtration. Temperature (2–16°C) had an effect on the permeate conductivity in NF but not in RO. Although only a fraction of the water (1/4) distributed is membrane filtered, fluoride and aluminium concentrations in drinking water have been at an acceptable level (≤ 1.5 mg F/l, ≤ 0.2 mg Al/l, respectively) at Laitila since start-up of the RO/NF plant. Membrane filtration has cost about €0.2/m^3 of permeate.

Pre-sedimentation is now history

by Heikki Kiuru

What shall we do with pre-sedimentation tanks when we retrofit wastewater treatment plants for biological nutrient removal? Although no longer needed for their original task, they could be put to new use to improve the preconditions of biological wastewater treatment. For example, the pre-sedimentation tanks of activated sludge plants could serve to equalise the flow of wastewater to the biological treatment process and its retention time in the process. This would be a very simple technical application that would keep the conditions of biological treatment unchanged during dry weather and thus create an ideal system for biological nutrient removal.

Other articles:

Clean household water
by Erkki Vuori

Monitoring of water conditions enters EU time
by Jorma Niemi et al.

Slipperiness control and groundwaters
by Pasi Hellstén and Taina Nystén

Troublesome pressure sewage pipes
by Hanna Sarvanne

Victorian sewer systems
by Katriina Etholén

Should the monitoring of fish farming be updated?
by Kyösti Jumppanen

VETTÄ IHMISILLE JA IHMISET TURVAAN

Kalle Löövi

operaatiopäällikkö
Punaisen Ristin kansainvälinen liitto
katastrofivalmiusyksikkö
E-mail: loovi@ifrc.org

Afganistanin naapurimaat ovat sulkeneet rajansa pakolaisilta. Arviolta 20 000 afgaania on kuluneen kuukauden aikana ylittänyt Pakistanin rajan joko luvalla tai luvatta ja asuu jo aikaisemmin paenneiden sukulaistensa luona tai tilapäisessä leirissä lähellä muita tilapäisiä, omatekoisia leirejä lähellä Peshawaria. Olot näillä leireillä ovat äärimmäisen huonot – perheet asuvat useimmiten muovin palasta kyhätyn 'teltan' alla sattumanvaraisesti sijoittautuneessa leirissä vailla organisoitua vesi- ja jätehuoltoa.

Erityisesti Pakistan ja Iran ovat asuttaneet vuosikymmenet Afganistanin pakolaisia alueillaan. Pakistanissa arvellaan olevan kaksi ja puoli miljoonaa ja Iranissa noin kaksi miljoonaa afgaania. Aikaisemmin muu maailma tuki humanitaaristen järjestöjen kautta näitä isäntämaita avun järjestämiseksi pakolaisille, mutta aivan viime vuosina nämä Afganistanin naapurimaat ovat olleet käytännöllisesti katsoen omillaan valtavan tehtävänsä kanssa.

Syyskuun 11. päivän jälkeen yhä suurempi joukko afgaaneja on halunnut paeta kotimaastaan pelätessään henkensä ja tulevaisuutensa puolesta. Vuosikymmenet jatkunut sota, usean vuoden kuivuus ja parin viikon päästä alkava talvi ovat jo sinänsä tappava yhdistelmä. Nyt siihen on vielä liittynyt ilmaiskujen uhka, jonka vuoksi suurin osa pääkaupungin Kabulin ja poliittisesti merkittävän Kandaharin kaupungin väestöstä näyttää paenneen Afganistanin sisällä maaseudun pienempiin kaupunkeihin ja kyliin sekä jossain määrin Pakistanin rajan suuntaan.

Punaisen Ristin ja Punaisen Puolikuun yhdistysten kansainvälinen liitto on Punaisen Ristin liikkeen sisäisen työnjaon mukaisesti ottanut vastuun ihmisten auttamiseksi naapurimaissa. Yhdessä Pakistanin, Iranin, Tadzikistanin, Uzbekistanin ja Turkmenistanin Punaisen Puolikuun yhdistysten kanssa me olemme suunnitelleet majoituksen, terveydenhuollon, vesi- ja jätehuollon sekä avustusjakelujen järjestämisen yhteensä puolelle miljoonalle ihmiselle näissä maissa ja vedonneet resurssien saamiseksi tähän toimintaan. Kuukausi on kulunut valmistautuessa ja hankkiessa telttoja, huopia ja muita tarvikkeita. Mahdollisia pakolaisleirejä varten valitut paikat ovat turvattomia ja vailla vettä.

Lounais- ja Keski-Aasia on kärsinyt viimeiset 3-4 vuotta kuivuudesta. Arvioin elokuussa avun tarvetta Iranissa ja tarve on ilmeinen. Maanviljelys ja karjanhoito ovat käyneet mahdottomiksi, viranomaisten ja Punaisen Puolikuun hätäapuna kuljettama vesi ei ole riittänyt elinkeinojen harjoittamiseen ja lopulta väestö kasaantuu kaupunkien ympäristöön rasittamaan niiden riittämätöntä vesihuoltoa.

Koko Iranin itäinen rajaseutu on kuivaa, ruskeaa, pölyävää hiekkaa. Kaakkoisessa Sistan va Baluchsistanin maakunnassa kansainvälinen Punainen Risti on avustanut vuoden ajan veden kuljetuksessa kuivuudesta pahiten kärsiviin kyliin. Ongelmana on kunnollisen raakaveden saanti, alueen pohjavesi ei ole kovin syvällä, mutta se on suolaista. Elokuussa arvioin avustusohjelman aloittamista pohjoisempana Khorasanin maakunnassa: joet ovat kuivia, pohjavesi hyvälaatuista ja alueesta riippuen 100-300 metrin syvyydessä.

Iranin vuosisatoja vanha maaseudun vesihuoltojärjestelmä perustuu kyläläisten itsensä rakentamiin ja huoltamiin pieniin vesikanaaleihin, jotka tuovat vuorilta ja ylängöiltä vettä kilometrienkin päähän. Kylissä on maantasalla olevia vesialtaita ja jopa maanalaisia suihkuhuoneita – nyt niissä ei vesi virtaa. Perinteinen vesihuoltojärjestelmä on mahdollistanut pienten kylien sijoittumisen laajalle alueelle, suhteellisen kauas toisistaan. Nyt tuo suomalaistenkin arvostama itsellisyys on tekemässä taloudellisesti mahdottomaksi syvien porakaivojen rakentamisen kylien lähelle tai riittävän veden kuljettamisen kymmenien ihmisten asuttamiin kyliin jopa useiden kymmenien kilometrien päästä. Näissä oloissa jo-

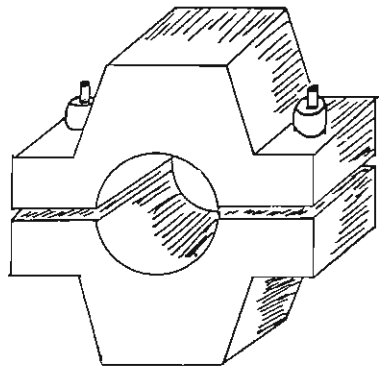
kainen uusi vedenkäyttäjä koetaan uhaksi koko yhteisön selviytymiselle.

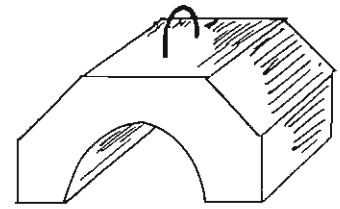
Kansainvälinen Punainen Risti on tukenut myös Tadzikistanin ja Uzbekistanin Punaisia Puolikuita niiden kuivuusohjelmissa. Näiden maiden politiikka on ollut erittäin tiukka pakolaisten vastaanoton suhteen eikä omien resurssien puuttuminen ainakaan helpota tilannetta.

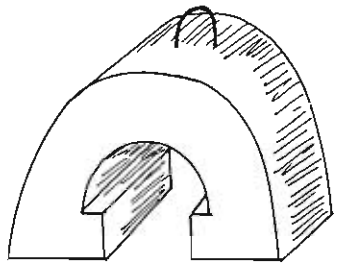
Vesi ja sen puuttuminen on yhä useammin keskeinen kysymys avustusohjelmia suunniteltaessa. Afganistanissa ja sen naapurimaissa kuivuus on jatkunut vuosia ja vesipula on lähes yhtä armoton paikallisille asukkaille ja turvaan hakeutuville pakolaisille tai maan sisäisille evakoille. Keski-Afrikan järviseudun kriisin aikaan lähes miljoona pakolaista joutui asumaan Goman seudun laavakentällä, jossa vesihuolto oli lähes mahdotonta. Useita kymmenien tuhansien pakolaisten leirejä jouduttiin sijoittamaan tulviville suoalueille Tansaniassa, kun hallitus halusi selvästi osoittaa, ettei se halua pakolaisia alueelleen. Kun jokainen tarvitsee päivittäisen vesiannoksensa, on sen epäämisestä tullut keino pakottaa turvaa hakevat nopeasti pois maasta.

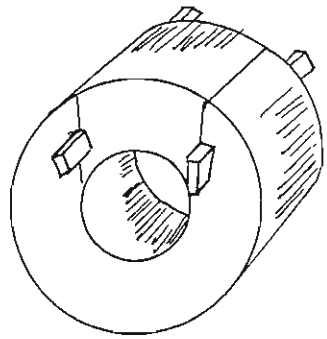
Suomen Punainen Risti on arvostettu nopean ja ammattitaitoisen apunsa vuoksi. Lähes 125-vuotinen historia lääkintäryhmien lähettämisessä on maailman huipputasoa. Viime vuosilta Kosovon kriisiin ja Intian maanjäristysalueelle lähetetyt sairaalat ja niiden toiminta ovat saaneet paljon kiitosta sekä palvelujen käyttäjiltä että yhteistyössä toimineilta. Väestön kiihtyvä lisäys maailman kriisi- ja katastrofialueilla pakottaa avuntarvitsijat yhä huonommin elämiseen sopiville alueille ja siksi avustussairaalatkin ovat yhä useammin toimintaan huonosti sopivissa paikoissa. Kosovon rajalla ja Intiassa sairaala saattoi toimia, kun sisarjärjestö – toisen maan Punainen Risti – järjesti sairaalan vesihuollon. Suomalaisen avustusvalmiuden kannalta on äärimmäisen tärkeää, että meillä on käytettävissä nopeaan avustusvalmiuteen halukkaita vesialan ammattilaisia ja heillä välittömään toimintaan soveltuvat järjestelmät. Kansainvälinen Punainen Risti on yhdessä muiden humanitaaristen organisaatioiden kanssa kehittänyt vesihuollon avustustoiminnan standardeja ja välineistöä – ammattilaisista kentällä on pulaa.

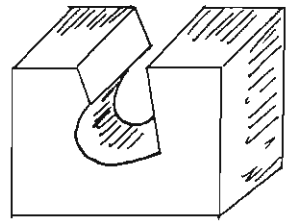
BETONIPAINOJA PEH-PUTKIEN VESISTÖIHIN UPOTTAMISTA VARTEN


FLEXIPAINO


MAAKAASUSATULAPAINO


SATULAPAINO


PUUKIILAPAINO


KUUTIOPAINO

MUOTTIPOJAT JA SEMENTTI OY

Puh. 03 7531393, 7532375 Fax 03 7535796