

VESITALOUS

4/2006



**Sedimentit,
ruoppaus,
pilaan-
tuneiden
maiden
käsittely**

Kumppanisi vedenkäsittelyn kaikissa mittauksissa



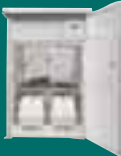
Analyysimittaukset:

- pH-redox
- johtokyky
- sameus
- kloori
- näytteenottimet



Analysaattorit:

- fosfaatti
- typpi
- nitraatti
- mangaani
- rauta
- silikaatti
- BOD/COD/TOC jne.



Metso Endress+Hauserin innovatiiviset huipputuotteet auttavat vastaamaan vedenkäsittelyprosessien muuttuviin ympäristövaatimuksiin sekä mahdollistavat paremman tehokkuuden ja jatkuvan parantamisen.

Tarjoamme täyden valikoiman vedenkäsittelyn analyysimittauksia ja analysaattoreita. Kattavan kenttälaitevalikoiman lisäksi tarjoamme apua myös toteutussuunnittelussa sekä laajan valikoiman huolto- ja käyttöönottopalveluita erilaisiin tarpeisiin.

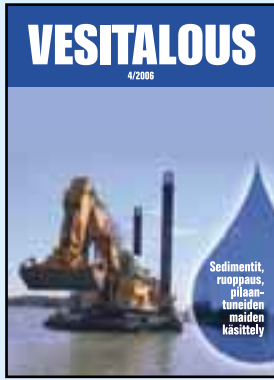
Metso Endress+Hauser Oy

HELSINKI: PL 310, Laippatie 4 C, 00811 Helsinki
TAMPERE: PL 237, Lentokentänkatu 11, 33101 Tampere
OULU: Elektronikkatie 9, 90570 Oulu
PORI: Keskimäentie 56, 28580 Pori



metso

Endress+Hauser 



VESITALOUS

4 2006

Vol. XLVII

Julkaisija
YMPÄRISTÖVIESTINTÄ YVT OY

Kustantaja
TALOTEKNIikka-JULKAISET OY

Harri Mannila

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

Päätoimittaja
TIMO MAASILTA

Maa- ja vesitekniikan tuki ry
Annankatu 29 A 18
00100 Helsinki

E-mail: timo.maasilta@mvtt.fi

Toimitussihteeri

TUOMO HÄYRYNEN

Puistopiha 4 A 10
02610 Espoo

Puhelin (050) 585 7996

E-mail: tuomo.hayrynen@talotekniikka-julkaisut.fi

Talous ja tilaukset
TAINA HIIKKIO

Puhelin (09) 694 0622

Faksi (09) 694 9772

Nordea 120030-29108

E-mail: vesitalous@mvtt.fi

Ilmoitukset

MIKKO KORHONEN

Ollilantie 11 S

04250 Kerava

Puhelin ja faksi (09) 242 8057

GSM (0500) 707 757

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

Kannen kuva

TERRAMARE OY

Painopaikka
FORSSAN KIRJAPAINO OY

ISSN 0505-3838

Ilmestyy kuusi kertaa vuodessa.

Vuosikerran hinta 50 €.

www.vesitalous.com

Tämän numeron kokosivat

HARRI HELMINEN

E-mail: harri.helminen@ymparisto.fi

JANI PELTONEN

E-mail: jmpelt@utu.fi

SISÄLTÖ

Myrkyt liikkuvat, kun tuuli käy

Harri Helminen

5

Ympäristötietous ruopauksessa lisääntynyt

Matti J. Niemi

Turun Satama on ollut yksi aktiivisimmista osapuolista ruopauksen ja läjityksen kehittämiseksi ympäristöstävällisempään suuntaan. Suuri lähiajan haaste on löytää sopivia menetelmiä ja paikkoja pilaantuneiden massojen käsittelyyn ja loppusijoittamiseen.

6

Ruoppausjätteen pysyvyys läjitysalueella – case Kuuva

Tuula Kohonen

Suomessa ruopataan vuosittain noin miljoona kuutiota sedimenttiä, josta suurin osa läjitetään takaisin mereen. Akustisilla luotauksilla on kerätty tietoa Ruissalon Kuuvanniemen läjitysalueen massojen liikkeistä.

9

Vaaralliset tinayhdisteet Saaristomerellä

Jani Peltonen, Maria Toivanen ja Harri Helminen

Tribuutylitina (TBT) ja trifenyylitina (TPT) ovat vesieliöille hyvin myrkyllisiä yhdisteitä. Kesällä 2005 Saaristomerellä tehtiin tutkimus, jossa selvitettiin merenpohjan sedimenttien ja kalojen orgaanisten tinayhdisteiden pitoisuuksia sekä niiden vaikutuksia liejusimpukoihin.

13

Tappavat tinayhdisteet mutkistavat ruoppauksia ja läjityksiä

Jani Peltonen ja Harri Helminen

Saastuneita ruoppausmassoja ei voi läjittää maalle tai mereen, vaan ne on käsiteltävä vaarattomiksi. Jälkikäsitteilyyn on useita menetelmiä, joiden kustannukset ja tehokkuus vaihtelevat.

17

Automaattinen veden laadun seuranta

avuksi hajakuormituksen arviointiin

– testausta peltovaltaisen valuma-alueen joessa ja ojassa

Asko Särkelä, Kirsti Lahti, Heli Vahtera, Sirpa Penttilä ja Irmeli Ahtela
Jatkuvatoimisella veden sameuden ja pinnankorkeuden seurannalla voidaan luotettavasti arvioida peltoalueiden kiintoaine- ja fosforikuormaa. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys teki mittauksia Lepsämänjoen valuma-alueella.

20

Läntisen Pien-Saimaan veden laatu on paikoin parantunut

Riitta Heikka

Läntisen Pien-Saimaan veden laatua tutkittiin monimuuttuja-analyysilla, jossa mitattujen muuttujien yhteisvaikutus voidaan tiivistää helposti tulkittaviksi kuviksi.

26

Tallinnan Vesi – oliko yksityistäminen todella tarpeen?

Jarmo Hukka ja Eija Vinnari

Vuonna 2001 Tallinnan kaupunki myi vesihuoltolaitoksensa osake-enemmistön kansainväliselle vesilaitosyhtiölle. Ovatko yksityistämisen tavoitteet toteutuneet?

31

Vesi ja kulttuuri

Markku Isoaho

Tänä vuonna Maailman vesipäivän teemana oli Vesi ja kulttuuri.

Aihe on Oulussa erityisen ajankohtainen, koska kaupunki on tänä vuonna Euroopan kulttuuripääkaupunki 2 011 hakijoiden joukossa.

35

Viro-Suomi siltä perustamassa

Harald Velner

Toisen maailmansodan jälkeisten vaikeiden vuosien jälkeen

Suomen ja Viron suhteet alkoivat lämmentä, kun Urho Kekkonen vieraili Virossa vuonna 1964 ja esitti Tarton yliopistossa vironkielisen puheensa, joka edisti vanhoja heimoperinteitä ja loi mahdollisuudet kansojemme väliselle yhteistyölle. Tästä alkoi maiden välinen hedelmällinen vuorovaikutus mm. Itämeren suojelussa ja vesihuollon kehittämisessä.

40

Liikehakemisto

42

Abstracts

49

Meridirektiivistäkö apu Itämerelle?

Anita Mäkinen

50

Asiantuntijat ovat tarkastaneet lehden artikkelit.

TOIMITUSKUNTA

MINNA HANSKI

dipl.ins.

Maa- ja metsätalousministeriö

EEVA HÖRKKÖ

tiedottaja

Vesi- ja viemärlaitosyhdistys

ESKO KUUSISTO

fil.tri, hydrologi

Suomen ympäristökeskus,

hydrologian yksikkö

HANNELE KÄRKINEN

dipl.ins., ympäristöinsinööri

Uudenmaan ympäristökeskus

KIRSI RONTU

dipl.ins., kaupungininsinööri,

Keravan kaupunki

RIKU VAHALA

dipl.ins. (väit.)

Vesi- ja viemärlaitosyhdistys

OLLI VARIS

tekn.tri, dosentti,

akatemiaututkija

Teknillinen korkeakoulu

ERKKI VUORI

lääket.kir.tri,

oikeuskemian professori

Helsingin yliopisto,

oikeuslääketieteen laitos

VESITALOUS 5/2006

ilmestyy 13.10. Teemana on Luoteis-Venäjän vesiasiat. Ilmoitusvaraukset 21.9. mennessä.

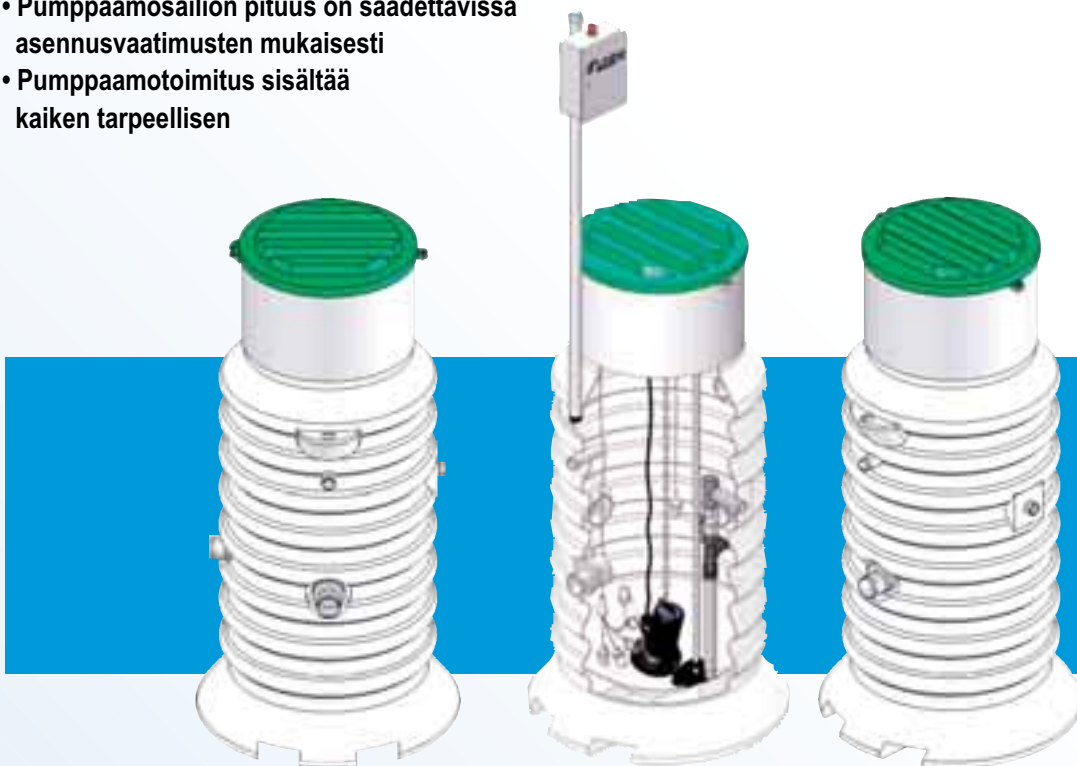
www.vesitalous.com

Pyydä vesihuollon tarvitettavat
Vesitalouden markkinapaikan kautta!

LINING -PUMPPAAMOT

Kattava valikoima laadukkaita pakettipumppaamoita pienestä kesämökkipumppaamosta aina useamman kiinteistön järjestelmiin.

- Pumppaamon materiaali kestävä ja kevyt PE-HD muovi
- Laadukas silppuava pumppu varmistaa tukkeutumattoman ja huolettoman käytön
- Pumppaamosäiliö on itseankkuroituva, helppo perustaa ja liikutella
- Pumppaamosäiliön pituus on säädettävissä asennusvaatimusten mukaisesti
- Pumppaamotoimitus sisältää kaiken tarpeellisen



Lisävarusteilla toimintavarmuutta

Paineviemärijärjestelmissä on suositeltavaa varustaa kiinteistöliittymä erillisellä sulkuventtiilillä. Saatavilla on nyt, ainoa erityisesti jätevesikäyttöön suunniteltu, tukkeutumaton luistiventtiili. Kiinteistökohtainen sulku helpottaa huomattavasti liittytäkohdan ja kiinteistön välistä työskentelyä silloin kun pelkkä pumppaamon sisäisen painelinjan sulku ei riitä.



Takaisinvirtauksen ja hajujen leviämisen estämiseksi tarkoitettu putkeen asennettava venttiili.



Painelinjan sulkuun erityisesti jätevedelle suunniteltu laadukas levyluistiventtiili.



Harri Helminen

FT, erikoistutkija

Lounais-Suomen ympäristökeskus

E-mail: harri.helminen@ymparisto.fi

Myrkyt liikkuvat, kun tuuli käy

Kaloille ja vesieliöille erittäin myrkyllisistä organotinayhdisteistä, lähinnä tributyyliinasta (TBT) ja trifenyylitinasta (TPT) on tullut viime vuosina suurin ongelma rannikkoalueiden satamien ruoppauksille. Kun massoja siirretään, myrkyllisiä aineita lähtee uudelleen kiertoon. Orgaaniset tinayhdisteet ovat arvaamattomia, sillä niiden biologisista vaikutuksista tiedetään kovin vähän. Ne ovat peräisin pääasiassa laivojen myrkkymaaleista, joilla on torjuttu eliöiden kiinnittymistä.

Merenkulun kannalta ruoppaustointi on usein välttämätöntä, esimerkiksi satamissa ja laivaväylillä. Kuitenkin juuri näillä alueilla orgaanisten tinayhdisteiden pitoisuudet ovat korkeita. Meriläjityspaikkojen valintaan pitää kiinnittää erityistä huomiota: niiden on oltava sellaisia, etteivät haitta-aineet pääse vapautumaan ja kulkeutumaan veden virtausten mukana. Perinteisen mereen läjittämisen rinnalle on pakko alkaa kehittää vaihtoehtoja. Tässä kohdalla kynnyskysymykseksi näyttää noussevan raha, ei aina ympäristöarvot.

Tämän lehden artikkeleista neljä käsittelee merisedimenttien tutkimusta sekä ruoppaus- ja läjitysproblematiikkaa eri näkökulmista. Kirjoittajat ovat kaikki turkulaisia ja esimerkit tulevat Saaristomeren alueelta. Ensimmäiset tributyyliinayhdisteet Suomessa määritettiin vuonna 1999 Naantalissa sataman ruoppausten yhteydessä. Sen jälkeen niitä on vaadittu Lounais-Suomen ympäristökeskuksen alueella kaikissa ruoppaushankkeissa. Ympäristöministeriö julkaisi 19.5.2004 Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeen, jossa erityisesti organotinayhdisteet nostettiin esiin. YM perusti myös erityisen työryhmän seuraamaan orgaanisten tinayhdisteiden esiintymistä, kulkeutumista ja vaikutuksia koskevia tutkimuksia ja selvityksiä ruoppausten yhteydessä. Tämä ryhmä, johon minäkin kuuluin, jätti loppumietintönsä 17.2.2006. Mietinnössä todettiin, että tutkimustarvetta on vielä paljon.

Mietinnön mukaan lainsäädännölliset perusteet puhdistus- ja korvausvastuista tulee pikaisesti selvittää. Orgaanisten tinayhdisteiden hajoamisesta etenkin Itämeren olosuhteissa on saatavissa vain vähän tietoa. Ongelman vakavuuden arviointia varten tarvitaan lisätietoa yhdisteiden ympäristö- ja terveysvaikutuksista vesialueidemme eliöihin ja ravintoketjun kautta ihmisiin.

Tutkimuksia onkin tämän jälkeen käynnistynyt useita. Tässä numerossa esitellään tuoreimpia tuloksia. Tehdyt tutkimukset vahvistavat sen ikävän tosiasian, että organotinayhdisteet ovat levinneet tehokkaasti pitkiäkin matkoja. Ne myös näyttävät kertyvän kaloihin, etenkin kuhaan ja haukeen. Jo ensimmäisten havaintojen perusteella lieenee selvää, että vielä joudutaan uudelleen harkitsemaan ruoppausmassojen läjitukseen liittyviä rajoituksia ja tarkentamaan kriteereitä.

Tutkimuksia onkin tämän jälkeen käynnistynyt useita. Tässä numerossa esitellään tuoreimpia tuloksia. Tehdyt tutkimukset vahvistavat sen ikävän tosiasian, että organotinayhdisteet ovat levinneet tehokkaasti pitkiäkin matkoja. Ne myös näyttävät kertyvän kaloihin, etenkin kuhaan ja haukeen. Jo ensimmäisten havaintojen perusteella lieenee selvää, että vielä joudutaan uudelleen harkitsemaan ruoppausmassojen läjitukseen liittyviä rajoituksia ja tarkentamaan kriteereitä.



Ympäristötietous ruoppauksessa lisääntynyt



Matti J. Niemi

tekninen johtaja, Turun Satama

E-mail: matti.niemi@port.turku.fi

Kirjoittaja on toiminut Turun Sataman teknisenä johtajana vuodesta 1982 alkaen. Tähän tehtävään hän siirtyi Helsingin Sataman suunnittelupäällikön virasta. Kirjoittaja toimii myös Turun Sataman ympäristövastaväna ja hoitaa puheenjohtajuutta Suomen Satamaliiton ympäristöryhmässä. Lisäksi Matti J. Niemi on toiminut lukuisissa ruoppauksessa ja ympäristöasioihin liittyvissä projekteissa.

Turun kaupungin hyväksytyyn strategiaan sisältyy oleellisena osana logistisen aseman vahvistaminen ja kestävä kehitys. Suurena elinkeinopoliittisena toimijana ja työllistäjänä välillisine vaikutuksineen Turun Sataman voidaan katsoa kuuluvan siihen strategiaan, jolla Turun kaupungin kehittämisen kannalta arvokkaat päämäärät voidaan toteuttaa. Aurajoen suistossa sijaitsevalla Turun Satamalla on pitkä ja vaiherikas historia, johon yh-

Lähinnä Aurajoen jatkuvasti tuoman lietteen vuoksi Turun Satama joutuu vuosittain ruoppaamaan väylälle ja satama-altaaseen liettyviä massoja noin 60.000–100.000 m³. Ruoppaukseen ja läjitykseen liittyvä ympäristötietous on viime vuosina lisääntynyt huomattavasti ja Turun Satama on ollut yksi aktiivisimmista osapuolista toiminnan kehittämiseksi ympäristöystävällisempään suuntaan. Suuri lähiajan haaste on löytää sopivia menetelmiä ja paikkoja pilaantuneiden massojen käsittelyyn ja lopetusjohdattamiseen. Tähän toivotaan vahvaa panosta valtion ympäristöhallinnolta.

tenä toiminta-alueena on aina kuulunut ruoppaus.

Muihin Suomen satamiin verrattuna Turun Satamalla on huomattavan paljon hoidettavanaan väylästä ja muuta vesiliikenteelle tarkoitettua aluetta. Jo laki edellyttää pitämään väylät ja satama-altaat asianmukaisessa kulkusyvyyden vaatimassa kunnossa.

Ruopattavat massat tulevat kunnossapitoruoppauksista ja uudisruoppauksista. Kunnossapitoruoppauksista aiheuttaa pääasiassa Aurajoen tuoma liete. Uudisruoppauksista puolestaan aiheuttavat väyläparannukset, merimerkit, laiturityömaat ja massavaihdot täytötöiden yhteydessä. Turun satamaruoppauksen osuus Suomen ruoppausmäärästä on vaihdellut 2–10 %:n välillä. Euroopan suurten jokien suistoissa olevissa satamissa ruoppaukset ovat mää-

rältään ja ongelmiltaan huomattavasti suurempia.

Vähänkin merkittävämmässä määrin tehtävä ruoppaus ja siihen liittyvä läjitys edellyttää lainmukaista lupaa. Luvan hakemista varten on laadittava huolelliset suunnitelmat ruoppaus- ja läjitystekniikasta sekä tutkittava ruopattavat massat ja etenkin niissä mahdollisesti olevat haitta-aineet. Suunnitelmia laadittaessa pyritään yhteistyössä valvovien viranomaisten kanssa löytämään parhaat mahdolliset tekniikat ruoppauksen toteuttamiseksi ja ympäristöhaittojen vähentämiseksi.

Ruoppausmassan haitta-aineet

Ennen ruoppauksen suorittamista sedimenttien haitta-aineet tutkitaan huolellisesti. Haitta-aineet ovat lähtöisin yhteiskunnan toiminnosta kuten telakka-



Ruoppaaja Nordic Giant. (Kuva: Terramare Oy)

toiminnasta, liikenteestä, maataloudesta, asumisesta ja teollisuudesta. Lupaehtojen mukaisesti valvovana viranomaisena toimiva Lounais-Suomen ympäristökeskus määrittelee ruopattavan sedimentin läjityskelpoisuuden mereen. Yleiset kriteerit läjityskelpoisuuden arvioimiseksi ilmenevät Ympäristöministeriön 19.5.2004 antamassa ”Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeessa”. Tässä aineistossa on paljon hyvää taustatietoa ruoppauksesta ja se on löydettävissä nettiosoitteesta: www.ymparisto.fi

Ruopattavista sedimenteistä on kuluneina vuosina otettu satoja näytteitä. Raskasmetallien osalta tilanne on mennyt koko ajan parempaan suuntaan ja esim. lyijyttömään polttoaineeseen siirtyminen näkyy selvästi ruopattavissa sedimenteissä laadun paranemisena. Raskasmetallien suhteen monet satamaltaan näytteistä voidaan luokitella tällä hetkellä puhtaiksi. Pahemmin likaantunutta pohjaa löytyy tällä het-

kellä Aurajoesta aina Martinsillasta matkustajasatamaan saakka, kuitenkin niin, että kaikkein likaisimmat paikat ovat entisen telakka-alueen edustalla. Myös Pansiossa entisen telakka-alueen edustalta löytyy raskasmetalleja ja muita haitta-aineita.

Paljon puhuttu tributyyliini

Suurimman ongelman ympäristölle kuitenkin aiheuttaa orgaanisiin yhdisteisiin kuuluva TBT eli tributyyliini sekä muut orgaaniset tinayhdisteet. TBT:tä on käytetty Suomessa pääasiassa veneiden ja laivojen pohjamaaleissa eli ns. antifouling-maaleissa estämään kasvillisuuden ja pieneliöiden kiinnittyminen veneen tai laivan pohjaan. TBT:tä on käytetty laajasti, koska se on ollut tehokasta ja edullista. TBT:n ympäristöhaitat havaittiin vasta vuosien käytön jälkeen. TBT:n käyttö on kuitenkin maailmanlaajuisesti loppumas-

sa. Orgaanisten tinayhdisteiden käyttökielto aluksiin tuli Suomessa voimaan 1.1.2003 ja kaikissa EU:n jäsenmaissa 1.7.2003. Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO on hyväksynyt kokouksessaan lokakuussa 2001 sopimuksen, jonka perusteella TBT-maalien käyttö tulee jäsenmaissa kieltää kaikissa aluksissa vuoden 2003 alusta lähtien. IMO:n sopimuksen mukaan TBT-maalien maailmanlaajuinen täyskäyttökielto tulisi voimaan vuonna 2008.

TBT on luonnossa hajoava orgaaninen yhdiste, mutta hajoamista ja ns. puoliintumisaikaa Turun pohjasedimenteissä ei tunneta. Koska TBT:n syntylähteet on jo tukittu, on kyseessä kuitenkin vähitellen pienenevä ongelma. TBT-pitoisuuksista on tehty laajoja tutkimuksia Suomenlahdella, Saaristomereillä ja Pohjanlahdella. Monien satamien ja telakoiden edustoilta on löytynyt suuria pitoisuuksia pohjasedimenteissä. Myös kaloissa, etenkin kuhissa,

hauissa ja ahvenissa on havaittu TBT-pitoisuuksia. Kalojen pitoisuudet eivät kuitenkaan keskimäärin ole niin suuria, että normaali kalankäyttö aiheuttaisi ihmisille terveydellistä riskiä.

Ruoppaus- ja läjitystekniikat kehittyvät

Viime vuosina ruoppaustekniikka on kehittynyt valtavasti. Ruoppausta voidaan suorittaa erityisillä ympäristökauhoilla, joilla ruopattavan vesialueen samentuminen on mahdollisimman vähäistä. Näillä kauhoilla voidaan pilaantunut massa kuoria puhtaan massan päältä pois ja tällainen kuorittu pilaantunut massa on mereen läjityskelvotonta.

Merellä sijaitsevan läjityspaikan valinta on tehtävä huolellisesti. Esimerkiksi Turussa käytössä oleva Rajakarim läjitysalue on tutkittu ja löydetty virtausmallin avulla. Alueen tulee olla luontaista sedimentaatioaluetta, jolloin massat pysyvät kyseisellä alueella kaikissa tuuli- ja virtausolosuhteissa.

Sameustutkimuksien perusteella näyttää siltä, että läjityksen samennusvaikutus on lyhytaikaista: noin 2 tunnin kuluttua läjityksestä ei samentumaa enää havaittu. Sen sijaan keväisin Aaristolla leijuu suunnaton määrä jokien ja valumavesien tuomaa kiintoainesta, joka valuu merialueen pohjalle ja on hyvin herkkäliikkeistä virtausten vaikutuksesta.

Keinot pilaantuneen massan hallitsemiseksi

Pilaantuneiden massojen käsittelyyn liittyvät menetelmät ovat voimakkaan kehityksen kohteena. VTT laatii par-

haillaan ympäristöhallinnon ja useiden satamien sekä merenkulkulaitoksen rahoituksella ohjeistusta pilaantuneiden massojen riskin arvioimiseksi sekä käsittelemiseksi.

Koska pilaantuneita massoja ei voida läjittää mereen, on ongelman ratkaisut löydettävä muualta. Maalle läjittäminen on realistista vain tapauksissa, joissa massa voidaan kuljettaa läjityspaikan välittömään läheisyyteen proomukuljetuksena. Monet asiantuntijat ovat todenneet ns. pengeraltaan rakentamisen hyväksi menetelmäksi kerätä pilaantuneet massat ja käsitellä ne mahdollisimman haitattomiksi.

Turussa on Pansion satamaan rakennettu Kakolan jätevesipuhdistamon työmaalta tulleesta louheesta pengerallas, johon voidaan sijoittaa yli 80.000 m³ mereen läjityskelvottomia ruoppausmassoja. Massoja altaaseen on tulossa ainakin Pernon telakalta, Pansion sotasatamasta ja Aurajoesta. Kaikkien näiden osalta lupahakemukset ovat joko vireillä tai valmisteilla. Ruoppausmassa tehdään haitattomaksi stabiloimalla eli massaan sekoitetaan kovettavaa sideainetta esim. pikasementtiä. Kovettunut massa muistuttaa huonolaatuisia betonia, mikä kyllä kelpaa tulevan satamakentän pohjaksi. Pansion allas ei kuitenkaan tule riittämään kaikille Turussa tiedossa oleville pilaantuneille pohjasedimenteille, joten lisää tilaa tarvitaan muualta.

Valtio mukaan ongelmamassojen käsittelyyn

Koska monin paikoin pohjasedimenttien pilaajaa on mahdollon löytää ja toisista puhdistamisvelvollisuutta ei ole edes kunnalla, tulisi valtio saada mukaan järjestämään tällaisia pengeraltai-


ta, joihin ongelmaiset massat voitaisiin käsitellä haitattomiksi.

Yksi uusi tutkimisen arvoinen mahdollisuus on pilaantuneen massan valaminen sideaineella kovettettuna merialueella sopivaksi katsotulle läjitysalueelle. Kyseessä on siis uppovaluomenetelmä, jossa ruopattuun sedimenttiin läjitysvaiheessa sekoitetaan esim. sementtipitoinen sideaine.

Kohti parempaa tulevaisuutta

Pitkäjänteinen ympäristötyö vähentää myös ruopattavaan sedimenttiin tulevia haitta-ainepitoisuuksia ja orgaaniset tinayhdisteet hajoavat vähitellen luonnossa. Ruoppaus- ja läjitysmenetelmät kehittyvät ja ympäristön kannalta paremmat menetelmät tulevat käyttöön. Tässä mielessä tulevaisuus näyttää paremmalta.

Vaikka ruoppaus ja läjitys satama-altaassa ja väylillä lopetettaisiin, Aurajoki jatkaa kiintoaineksen tuomista ja veden samentamista. Jos massat jätettäisiin väylille, sekoittaisivat potkurivirrat ne entistä tehokkaammin ja samentaisivat vettä entistä enemmän. Ilman ruoppauksia väyläsyvyyttä jouduttaisiin liettyvien massojen vuoksi ajan myötä madaltamaan.

Turun Satama on edelläkävijä ruoppaus- ja läjitysmenetelmien kehittämiseksi ja tätä työtä tehdään jatkuvana prosessina yhteistyössä valvovien viranomaisten ja ruoppausta hoitavien yritysten kanssa. Turun Satama on erittäin huolestunut Itämeren tilanteesta ja erityisesti Saaristomeren tilasta. Suurimpana ongelmana näyttää kuitenkin edelleen olevan vesistön rehevöityminen, minkä vähentämiseksi parhaillaan ponnistellaan laajalla rintamalla koko Itämeren alueella. 



**Ympäristötutkimus ja -suunnittelu
Kunnostuksen valvonta, ml. kenttämittaukset**

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

Ruoppausjätteen pysyvyys läjitysalueella – case Kuuva

Tuula Kohonen

FM, merigeologi, projektikoordinaattori

Åbo Akademi, Husö biologiska station

E-mail: tuula.kohonen@abo.fi

Kirjoittaja on tutkinut mm. merenpohjan sedimentaatioprosesseja sekä orgaanisten ympäristömyrkköjen kertymistä sedimenttiin ja ravintoketjuun.

Turun Satama on läjittänyt ruopattuja sedimenttejä Pohjois-Airistolle yli 60 vuoden ajan. Ruissalon Kuuvanniemen läheiselle merialueelle on läjitetty yli 2,3 miljoonaa kuutiota ruoppausjätettä vuosina 1989–1999. Laatukriteerien puuttuessa kaikki ruoppausjätteet on saatu läjittää mereen. Vuonna 1998 veloitarkkailututkimuksessa havaittiin, että ruoppausjätettä on levinnyt Kuuvan läjitysalueilta Naantalin laivaväylälle. Myöhemmin aluetta kaikuluotamalla havaittiin, että ruoppausjätettä oli kertynyt tutkitulle väylän osalle yli 1,6 miljoonaa kuutiota.

Suomessa ruopataan noin miljoona kuutiota sedimenttiä vuosittain. Suurin osa tästä noin 1 300 000 tonnin jätemäärästä läjitetään takaisin mereen. Ympäristöministeriön (2004) ruoppaus- ja läjitysohjeen julkaisemisen jälkeen likaantuneimpia ruoppausmassoja on jouduttu varastoimaan maalle. Kansainvälisen mertensuojelusopimuksen, ns. Lontoon sopimuksen mukaan jätteiden dumpaaminen mereen on yleensä kielletty, mutta ympäristölle ja ihmisten terveydelle haitattomiksi todettuja ruoppausjätteitä voidaan erityisluvalla läjittää mereen. Sopimuksen mukaan läjitysalueen valinnassa tulisi huomioida geologisten, hydrografisten ja biologisten olojen lisäksi myös alueen laivaliikenne, uimarrannat, kalastusalueet, kalojen lisääntymisalueet jne. Satamista ja väyliltä ruopatut massat sisältävät lähes aina

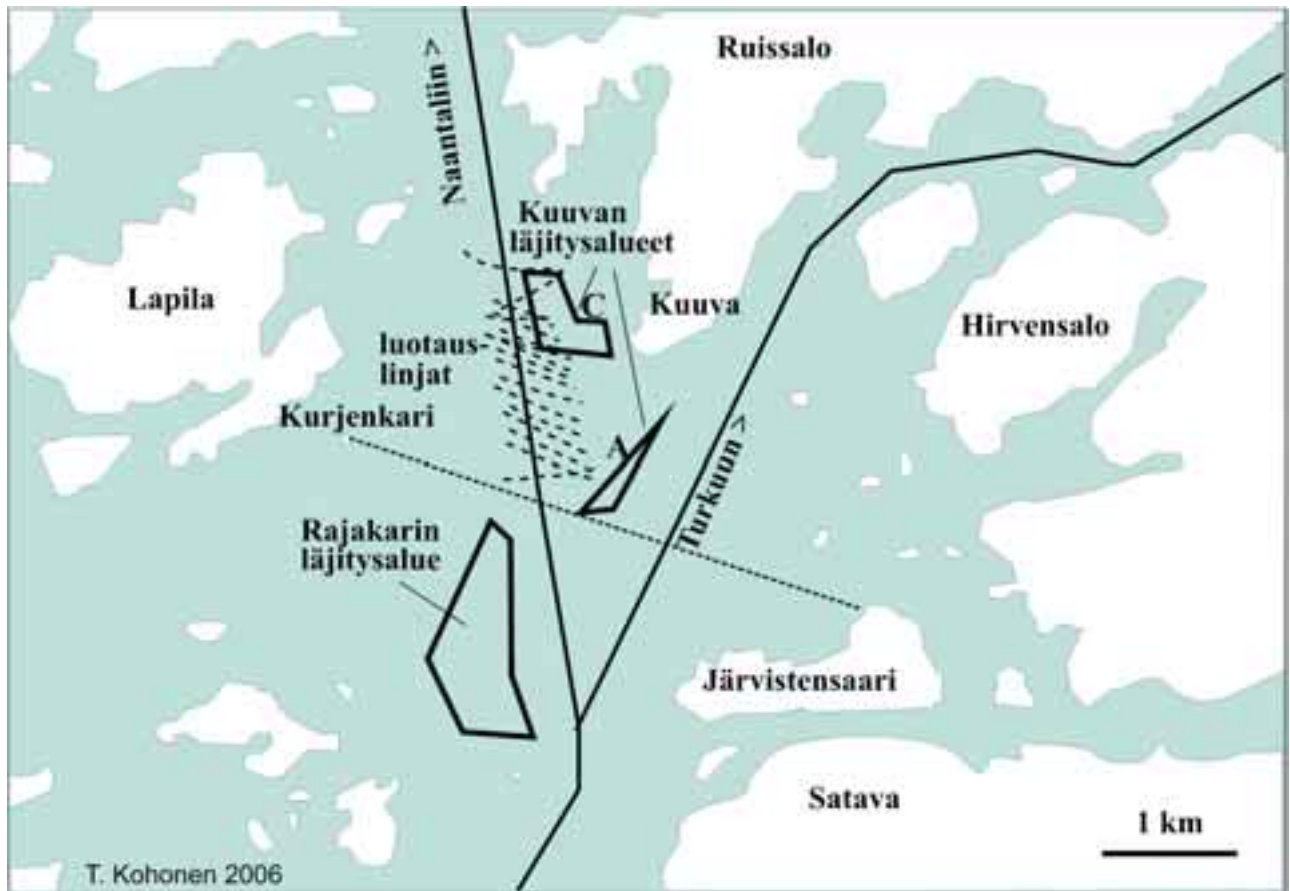
ympäristölle haitallisia aineita, joten ne pitäisi läjittää merenpohjan akkumulaatioalueille. Käytännössä läjitysalueet kuitenkin sijoitetaan ruoppausalueiden lähelle mataliin rannikkovesiin, mistä harvoin löytyy läjitykseen soveltuvia pysyviä sedimentaatioaltaita.

Turun Satama on läjittänyt jo 1940-luvulta alkaen ruoppausmassoja Pohjois-Airistolle, joka on Turun ja lähikuntien asukkaiden suosima veneily- ja kalastusalue sekä yksi tärkeimmistä silakan kutualueista Saaristomerellä. Nykyinen Rajakarän läjitysalue soveltuu topografiansa ja virtausolojensa puolesta paremmin läjitykseen kuin aiemmin käytössä olleet Kuuvan alueet (Kohonen ym. 1998), vaikka Rajakaränkin alue sijaitsee vilkkaasti liikennöityjen laivaväylien läheisyydessä (kuva 1). Laivaliikenteen aiheuttamat aallot ja virtaukset saavat aikaan pohjasedimen-

tin eroosiota laivaväylien läheisyydessä Pohjois-Airistolla (Kohonen ym. 2001, Rytönen ym. 2001). Eroosiota-
pahtumissa ympäristöön leviää myös sedimenttiin kertyneitä haitta-aineita.

Kuuvan kaikuluotaukset

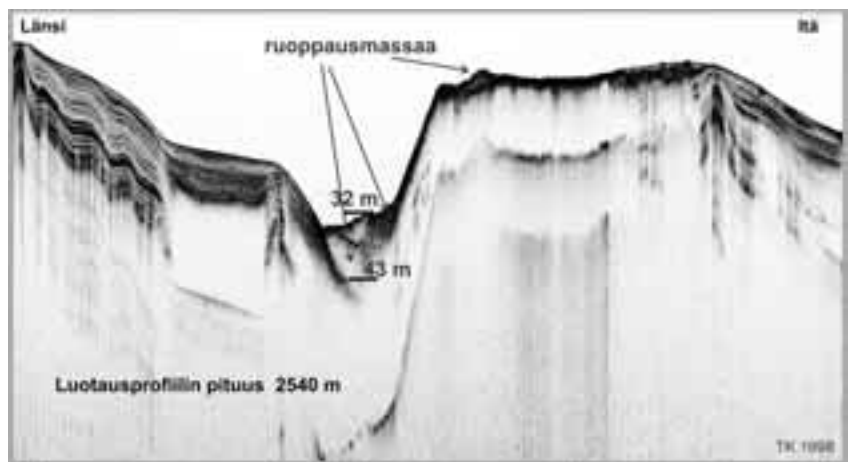
Ruoppausjätteen pysyvyyttä läjitysalueilla ja läjitysalueiden sedimenttibudjettia voidaan tutkia kaikuluotauksen avulla (esim. Wienberg ym. 2004). Kesällä 1998 tehtiin kaikuluotauksia Saaristomeren tutkimuslaitoksen R/V Aurelian MD DSS-laitteiston 28 kHz pinger-luotaimella. Tutkimuksissa havaittiin, että Kuuvanniemen alueelle läjitettyä ruoppausjätettä oli valunut Naantalin väylälle (kuva 2). Turun Satamalta saatiin lisäksi insinööritoimisto Navigeon kaikuharausdataa Kuuvan läjitysalueelta C, jonka avulla teh-



Kuva 1. Turun Sataman läjitysalueet ja kaikuluotauslinjojen sijainti Pohjois-Airistolla.

tiin massojen tilavuuslaskuja: vuosina 1996–1998 C-alueelle läjitetystä yli 810 000 kuution massamäärästä oli jäljellä vain 242 000 kuutiota (Kohonen ym. 1999). Läjitysalueelta oli hävinnyt 570 000 kuutiota maa-ainesta. Osa häviöstä selittyy massojen kokoonpuristumisella, suurin osa eroosiolla. Osa läjitysalueesta C sijoittuu Naantalin väylän itäiselle rinteelle (kuva 3), josta läjitetyt eroosioherkät ruoppausmassat valuvat väylän pohjalle. Pohjois-Airistolle läjitetyt massat ovat olleet pääasiassa koheesiomaalajeja (Kohonen ym. 1999, Jumppanen 2000), jotka konsolidoituvat hitaasti (Soveri 1964).

Pohjois-Airistolla tehtiin kesällä 2000 uusia kenttätutkimuksia Saaristomeren tutkimuslaitoksen R/V Aurelialla. Kuuvan läjitysalueen C länsipuolelta kaikuluodattiin 17 linjaa noin 90 metrin välein Naantalin väylän poikki (kuva 1). Kaikuprofiileista digitoitiin 2 pintaa: alkuperäinen pohja sekä ruoppausjätteen ja veden välinen rajapinta eli nykyi-



Kuva 2. Läjitysalueen C eteläpuolelta vuonna 1998 kaikuluodattu profiili. Naantalin väylälle on kertynyt 11 m kerros ruoppausjätettä.

nen pohja. Alkuperäinen pohja oli yleensä selvästi tulkittavissa väylän pohjalta ja rinteiltä (kuvat 4 ja 5). Tilavuuslaskuja varten paikka- ja syvyystieto tallennettiin metrin välein. Tilavuudet laskettiin 600 m x 1600 m -suu-

ruiselta alalta Surfer-ohjelmalla. Molemmista pinnoista oli yli 14 400 paikkaan sidottua syvyystietoa. Aineisto interpoloitiin kolmiointimenetelmän (Triangulation with Linear Interpolation) avulla. Tilavuuslaskuissa huo-

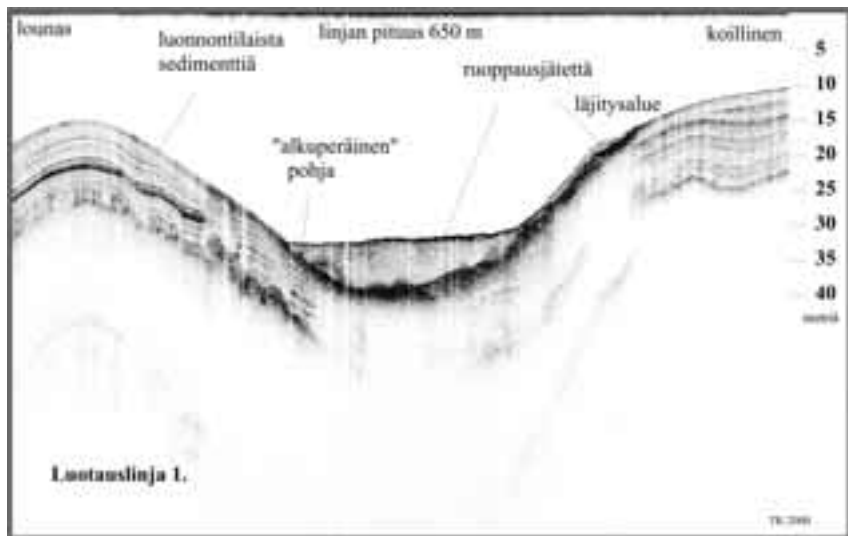
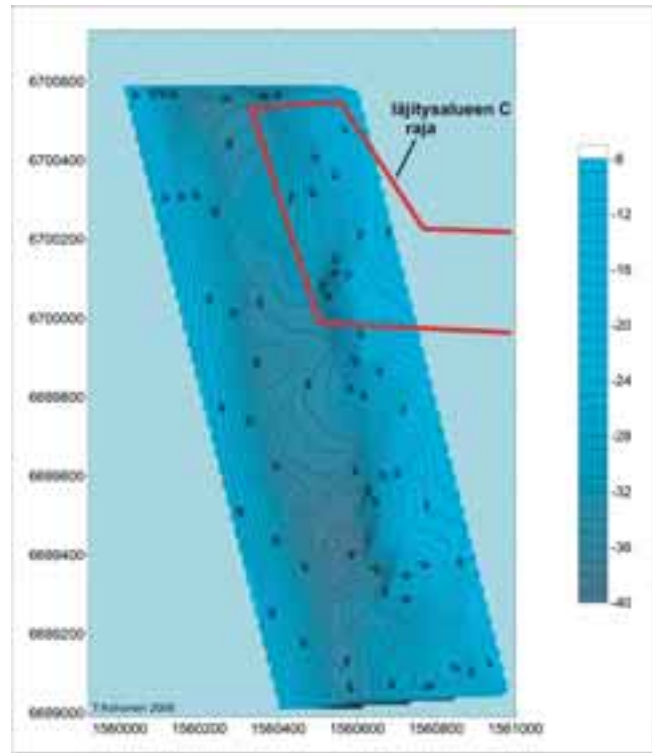
mioitiin vain läjitysalueen ulkopuoliset tiedot; läjitysalueelle kertyneitä massoja ei laskettu.

Laivaväylälle kulkeutuneet ruoppausjätteet

Syvin kohta tutkitulla väylän alueella oli 38 metriä. Digitoitu alkuperäinen pohja on ollut suurimmillaan 46 metrin syvyydessä. Ruoppausjätettä oli siirtynyt eniten läjitysalueen C kohdalle tai alueesta etelään olevalle väylän osalle. Läjitysalueen C kaltevalla rinteellä läjitetty aines ei pysy. Naantalın väylälle kertyneistä massoista laadittiin Surfer-ohjelmalla sama-arvokäyrästöt alkuperäiselle pohjalle (kuva 6). Tilavuuslaskujen mukaan läjitysalueen ulkopuoliselle väylän alueelle, pohjalle ja reunoille, oli kertynyt yli 1 680 000 m³ ruoppausjätettä. Vaikka otettaisiin huomioon interpoloinnin aiheuttama virhe, väylällä on ”ylimääräistä”, sinne kuulumatonta ainesta yli 1,6 miljoonaa kuutiota. Kuvanniemen läjitysalueelle C on viety vuosina 1989–1999 Turun Sataman ilmoituksen mukaan hieman yli miljoona kuutiota ruoppausjätettä. Väylälle olisi tämän mukaan valunut enemmän ainesta kuin väylän viereiselle läjitysalueelle C on läjitetty. Osa väylän ruoppausjätteestä voi olla peräisin ennen vuotta 1989 tehdyistä läjityksistä tai läjitysalueiden ulkopuolelle läjitetyistä massoista. Turun Sataman ilmoituksen mukaan Kuvann ns. ”vanhalle läjitysalueelle” eli alueelle B on viety 1,3 miljoonaa kuutiota ruoppausmassoja vuosina 1989–1999 (Kohonen ym. 1999). B-alue sijaitsee alueen A vieressä, sen länsipuolella.

Tarkistusluotaus tehtiin vielä tutkittu alueesta etelään olevalta merenpohjalta. Järvistensaaresta Kurjenkarille luodattiin pitkä, lähes 4 km pituinen linja (kuva 1), jota verrattiin Heinon (1973) 1960-luvun lopulla luotaamaan kaikuprofiiliin. Kesän 2000 luotausprofiili oli lähes yhteneväinen vuoden 1968 luotausprofiiliin kanssa lukuun ottamatta Naantalın väylän kohtaa. Luotauslinjan syvin kohta oli madaltunut 10 metriä 30 vuodessa (Kohonen ym. 2001). Tämän yksittäisprofiiliin dataa ei ole huomioitu volyymlaskuissa. Naantalın väylän vieressä, aivan läji-

Kuva 3. Läjitysalue C ulottuu Naantalın johtavan laivaväylän viereiseen rinteeseen.



Kuva 4. Kesällä 2000 kaikuluodattu profiili 1.

tysalueen C eteläreunassa tehtiin virtausmittauksia R/V Aurelian ADCP-virtausmittarilla. Ylemmissä vesikerroksissa (5 ja 15 m) voimakkaimmat virtaukset olivat etelä-kaakkoistuulella luoteeseen, mutta syvemmillä (20 ja 25 m) päävirtaus suunnat olivat etelään ja kaakkoon eli Pohjois-Airistolle päin. Myös Saaristomeren virtaustutkimuksessa on havaittu päävirtauksien menosuunnan olevan veden pohjakerrok-

ssa Naantalın väylältä Pohjois-Airistolle päin (Virtaustutkimuksen neuvotelukunta 1979).

Yhteenveto

Akustisella luotauksella saatiin tietoa Kuvann läjitysalueiden ulkopuolelle kulkeutuneiden massojen sijainnista ja määrästä. Menetelmä soveltuu hyvin ruopattujen ja läjitettyjen koheesiosedi-

menttien tarkkailututkimuksiin. Kuvan läjitysalueelle on siirretty ruoppausmassojen mukana myös ympäristölle haitallisia aineita. Useat orgaaniset

ympäristömyrkyt ja raskasmetallit ovat erittäin pysyviä ympäristössä ja rikastuvat ravintoketjussa. Vaikka Kuvan läheisille alueille ei enää läjitettä

ruoppausmassoja, tulisi ympäristöön levinneiden massojen liikkeitä seurata kaiku- ja sonarilla. Läjitysalueelta liikkeelle lähtenyt ruoppausjäte on siirtymässä luonnollisten ja laivaliikenteen aiheuttamien aaltojen ja virtausten kuljettamina laivaväylää pitkin Pohjois-Airistolle.

Kirjallisuus:

Heino, A. 1973. Bottom deposits and sedimentation in northern Airisto in Southwestern Finland. Bull. Geol. Soc. Finland 45, 131–142.

Jumppanen, K. 2000. Turun sataman ruoppausmassojen läjityksen vesistövaikutusten tarkkailu vuonna 1999. Vuosiyhteenveto. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy. Tutkimuslaskelma 162. 27 s. ja liitteet.

Kohonen, T., Vahteri, P., Suominen, T., Helminen, U. & Vuorinen, I. 1999. Ruoppausmassojen läjittämisen vaikutukset vesistöön ja kalatalouteen Pohjois-Airistolla. Raportti vuonna 1998 tehdystä tutkimuksesta. Saaristomeren tutkimuslaitos. Turun yliopisto. 120 s. ja liitteet.

Kohonen, T., Vahteri, P., Virtasalo, J., Vuorinen, I. & Helminen, U. 2001. Kalojen kutu- ja poikastuotantoalueiden suojele- ja kunnostustutkimus Turun saaristossa 1.12.1999–10.11.2000. Tutkimusraportti. Saaristomeren tutkimuslaitos. Turun yliopisto. 82 s. ja liitteet.

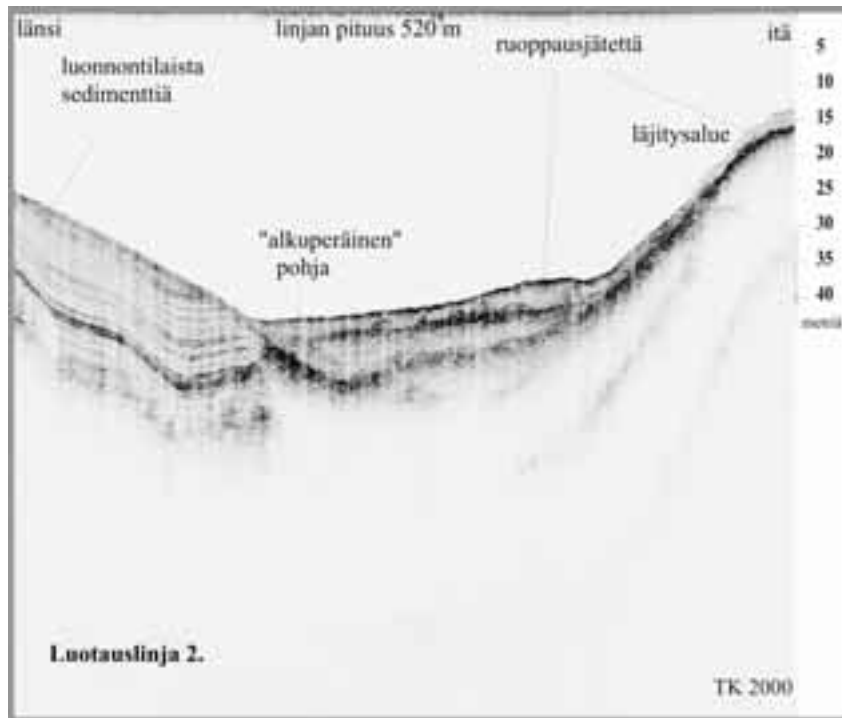
Rytkönen, J., Kohonen, T. and Virtasalo, J. 2001. Laivaliikenteen aiheuttama eroosio Pohjois-Airistolla. Vesitalous 3/2001, 30–36.

Soveri, U. 1964. Kivennäismaalajien kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet. Teoksessa: Rankama, K. (toim.). Suomen geologia, 342–352.

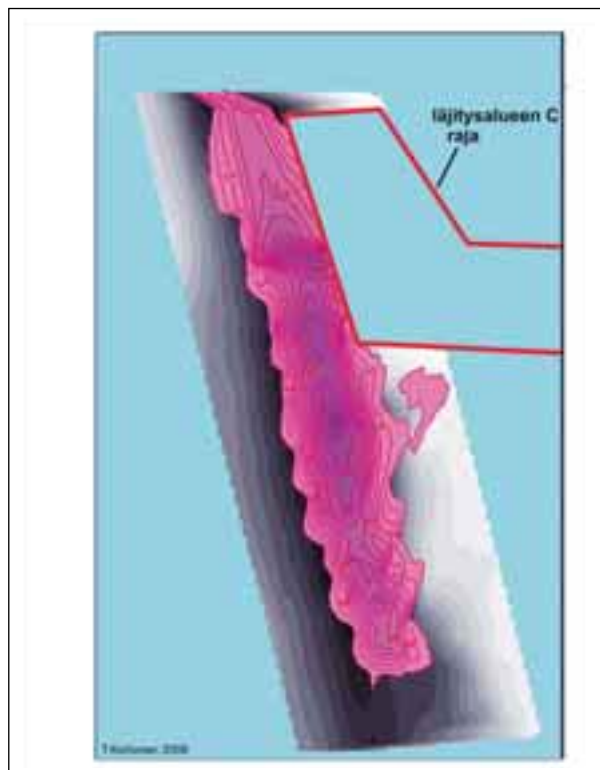
Virtaustutkimuksen neuvottelukunta 1979. Saaristomeren virtaustutkimus. Saaristomeren tutkimuslaitos. 265 s.

Wienberg, C., Dannenberg, J. & Hebbeln, D. 2004. The fate of dumped sediments monitored by a high-resolution multibeam echosounder system, Weser Estuary, German Bight. Geo-Mar Lett (2004) 24: 22–31.

Ympäristöministeriö 2004. Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje. Ympäristöopas 117. 121 s.



Kuva 5. Kesällä 2000 kaiku- ja sonariprofiili 2.



Kuva 6. Kuvan läjitysalueiden ulkopuolelle siirtyneet ruoppausmassat (punainen käyrästä) vuonna 2000 tutkitulla väylän osalla. Massakerroksen paksuus on suurimmillaan yli 10 m.

Vaaralliset tinayhdisteet Saaristomerellä



Jani Peltonen

E-mail: jmpelt@utu.fi

Kirjoittaja opiskelee Turun yliopistossa ekologiaa ja tekee pro gradu -työnsä projektista.



Maria Toivanen

Eläinfysiologian opiskelija, Oulun yliopisto



Harri Helminen

FT, erikoistutkija
Lounais-Suomen ympäristökeskus

Orgaanisten tinayhdisteiden tributyylitinan (TBT) ja trifenyylitinan (TPT) on tutkimuksissa havaittu olevan hyvin myrkyllisiä merieliöille. Kesällä 2005 Saaristomerellä suoritettiin laaja tutkimushanke jossa selvitettiin merenpohjan sedimenttien ja kalojen organotinapitoisuuksia sekä TBT:n biologisia vaikutuksia liejusimpukoihin. Tinayhdisteitä löytyi lähes kaikkialta Saaristomeren sedimenteistä, osasta kaloja löydettiin hyvin korkeita organotinapitoisuuksia ja simpukoiden todettiin kuolevan TBT:n vaikutuksesta.

Viime aikoina runsaasti julkisuutta saanut tributyylitina (TBT) ja vähemmälle huomiolle jäänyt trifenyylitina (TPT) ovat kumpikin vesieliöille hyvin myrkyllisiä orgaanisia tinayhdisteitä. TBT:n on havaittu kertyvän eliöstöön ja sen on todettu olevan haitallista hyvin pieninäkin pitoisuuksina; jopa 20 µg/kg on havaittu aiheuttavan hormonaalisia haittoja merieläimillä. Organotinayhdisteillä uskotaan olevan hormonaalisia ja vastustuskykyä heikentäviä vaikutuksia myös ihmisillä. TBT:n haitallisuudesta huolimatta kemiallisesti hyvin samankaltaisen TPT:n haittavaikutuksia ei ole tutkittu juuri lainkaan. Sen uskotaan kuitenkin olevan lähes yhtä haitallinen yhdiste kuin TBT.

Saaristomeren organotinayhdisteet ovat peräisin pääosin laivojen ns. antifouling-maaleista, joissa tinayhdisteitä käytettiin estämään eliöiden kiinnittymistä laivojen pohjaan. Näiden maalien käyttö alkoi 1970-luvulla, mutta havaittaessa tinayhdisteiden haittavaikutukset muuhun merieliöstöön niiden käyttö kiellettiin pienissä (alle 25 m) aluksissa vuonna 1991. Suuremmissa aluksissa tinayhdisteitä sisältäviä maaleja sai käyttää vuoteen 2003, jolloin astui voimaan maailmanlaajuinen organotinayhdisteiden käyttökielto. Tosin maalien täyskielto astuu voimaan vasta vuonna 2008, jolloin organotinoja sisältävät maalit täytyy joko poistaa tai peittomaalata. Aktiivisia päästölähteitä löytyy siis yhä. Myös korjaustelakoiden

osuutta päästölähteinä epäillään, sillä korjaustelakoilla poistetaan vanhoja myrkkymaaleja mm. hiekkapuhaltamalla. Irronnut maali huuhtoutuu mereen puhdistusveden mukana. Lisäksi ruoppaus- ja läjitysmassoja siirrettäessä näitä myrkyllisiä yhdisteitä pääsee uudelleen kierto.

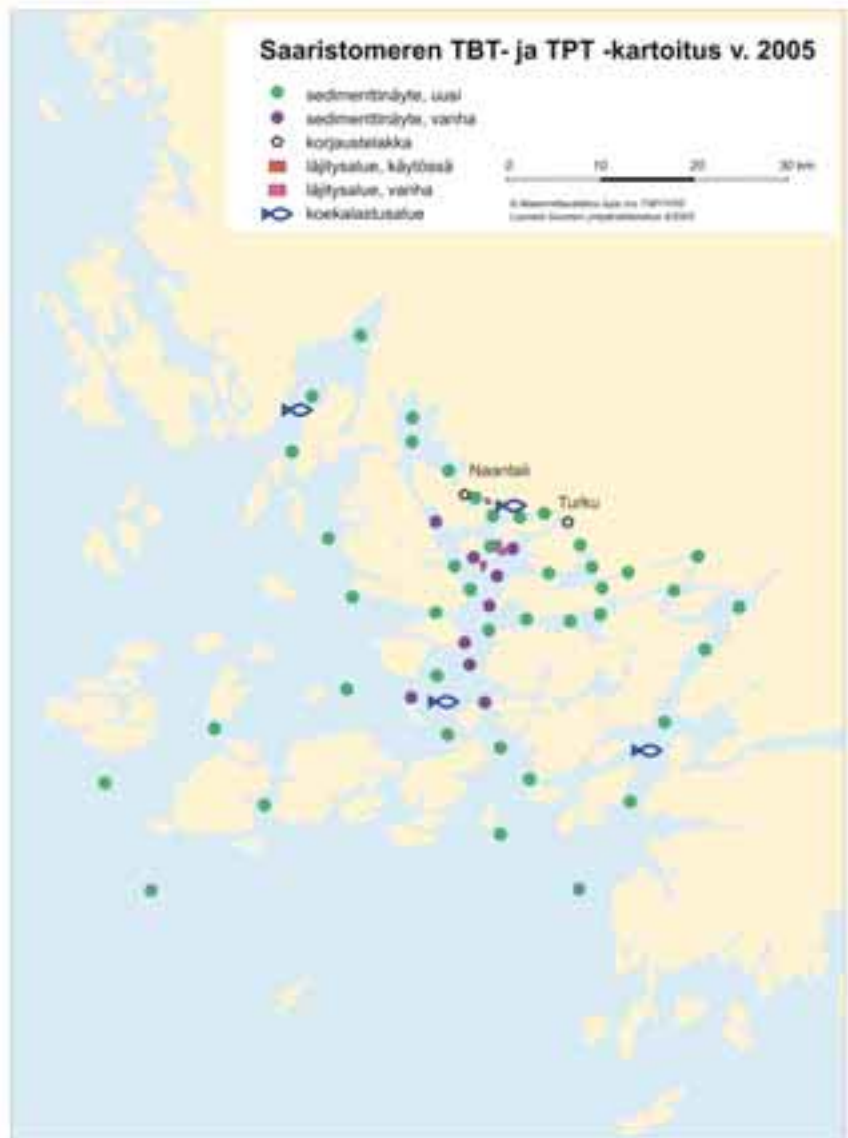
Raja-arvojen soveltamisessa ongelmia

Ympäristöministeriön Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeen mukaan meren läjityskelpoisen sedimentin organotinayhdisteiden (TBT ja TPT) summapitoisuus saa olla enintään 200 µg/kg. Sedimentti luokitellaan puhtaaksi, mikäli summapitoisuus on alle 3 µg/kg. Puhtaaksi luokittelun raja-arvo määräytyy analyysien mittatarkkuuden perusteella, ei niinkään aineiden haitallisuuden perusteella. Kaikki organotinayhdisteethän ovat ihmisperäisiä, joten puhtaan sedimentin arvo pitäisi periaatteessa olla 0 µg/kg. Mikäli sedimentin organotinayhdisteiden summapitoisuudeksi saadaan jotakin 3 ja 200 µg/kg välillä, sen läjityskelpoisuus arvioidaan tapauskohtaisesti. Aikaristolla mereenläjityskelpoisen sedimentin organotinayhdisteiden summapitoisuuden ylärajaksi on korkeimman hallinto-oikeuden päätöksellä määriteltä 150 µg/kg, joka siis alittaa valtakunnallisen tason viidelläkymmenellä mikrogrammalla per kilo.

Kalan sisältämän organotinapitoisuuden suhteen ei Suomessa ole vielä mitään virallisia raja-arvoja. Euroopan elintarviketurvallisuusviranomaisen (EFSA) epävirallinen syöntisuositus on 0,25 µg/kg/ pv, jonka mukaan 60 kg painava henkilö voi päivittäin turvallisesti syödä 15 µg organotinayhdisteitä.

Saaristomeren sedimenteissä runsaasti tinaa

Orgaanisten tinayhdisteiden haitallisuudesta huolimatta ei niiden leviämistä ole Suomen rannikkoalueella juuri tutkittu. Tinayhdisteitä on mitattu pääasiassa ruoppausalueilta selvitettyssä sedimenttien läjityskelpoisuutta. Tutkitut alueet ovat kuitenkin olleet hyvin rajallisia ja näytteitä on otettu har-



Kuva 1. Sedimenttinäytteiden ja kalanäytteiden havaintoasemat kesällä 2005. Kartan vasemmassa yläkulmassa oleva koekalalastusalue on Mynälahti, oikeassa alakulmassa oleva Parainen ja keskellä Etelä- ja Pohjois-Airisto.

vakseltaan. Ympäristöministeriö rahoitti ja Lounais-Suomen ympäristökeskus koordinoi kesällä 2005 projektin Vaarallisten tinayhdisteiden (TBT, TPT) kulkeutuminen ja biologiset vaikutukset Suomen lounaisella rannikkoalueella. Tutkimus sisälsi sedimenttinäytteiden organotinapitoisuuksien määrittämisen koko Saaristomeren alueelta, kuhan ja hauen sisältämien tinapitoisuuksien analysoinnin sekä liejusimpukoilla suoritettua altistuskoesarjan.

Saaristomereltä kerättiin 50 havaintoasemalta sedimenttinäytteet (kuva 1), joista tutkittiin pintasedimenttien (0–5

cm) sisältämät orgaaniset tinayhdisteet. Näytteet otettiin putkinoutimella (kuva 2) ja näytteistä analysoitiin organotinapitoisuuden lisäksi kuiva-ainepitoisuus ja hehikutushäviö. Hehikutushäviön analysointi on tärkeää, koska esim. sedimenttien läjityskelpoisuutta arvioitaessa organotinayhdisteiden määrä normalisoidaan hehikutushäviön avulla. Korkeimmat organotinapitoisuudet löytyivät odotetusti satamien ja korjaustelakoiden lähistöltä, Pohjois-Airistolta (kuva 1). Korkeimmillaan tinayhdisteiden normalisoitu summapitoisuus (TBT, TPT ja dibutyylitina DBT) oli



Kuva 2. Sedimenttinäytteet otettiin putkinoutimella, jolla saadaan kerralla noin metrin pituinen sedimenttinäyte. Näytteestä analysoitiin ylin 5 cm. (Kuva: Nina Holmström)

Pohjois-Airistolla yli 500 µg/kg. Lisäksi yhdeltä eteläisemmältä havaintoasemalta, Airismaan itäpuoleisesta syvänteestä, saatiin korkea organotinapitoisuus (yli 200 µg/kg). Tämä saattaa olla merkki siitä, että tinapitoiset sedimentit liikkuvat virtausten mukana päästölähteiltä kauemmas merelle. Huomioitavaa kuitenkin on, että vain viideltä näytestä saatiin organotinapitoisuudeksi alle 3 µg/kg, joka voidaan luokitella puhtaaksi. Puhtaat sedimentit löytyivät tutkimuksen uloimalta havaintoasemalta sekä lahtien pohjukoista, jossa ei ole laivaliikennettä ja matka lähimpiin päästölähteisiin (satamat, korjaustelakat ja laivaväylät) on pitkä.

Kaloissa huolestuttavan korkeita organotinapitoisuuksia

Pohjois-Airistolta pyydettiin tutkimusta varten 20 kuhaa ja 10 haukea sekä etelämpää muilta Saaristomeren alueilta yhteensä 30 kuhaa ja 11 haukea (kuva 1). Kaloista otettiin analyysiä varten fileepalat, joista analysoitiin organotinapitoisuus ja kuiva-ainepitoisuus. Kalojen maksoista olisi todennäköisesti saatu korkeampia organotinapitoisuuksia

kuin fileepaloista, mutta tutkimuksessa haluttiin valita se osa kaloista, jota yleisemmin käytetään ihmisravintona.

Korkeimmat organotinayhdisteiden pitoisuudet saatiin Pohjois-Airistolta pyydytyistä kaloista. Korkeimmat keskimääräiset pitoisuudet (84 µg/kg) mitattiin Pohjois-Airiston hauista. Kuhien keskimääräinen pitoisuus Pohjois-Airistolla oli noin puolet alueen haukien pitoisuudesta (44 µg/kg). On kuitenkin huomioitava, että osassa kaloja organotinapitoisuudet olivat huomattavasti keskimääräisiä arvoja suurempia. Esimerkiksi Pohjois-Airiston hauissa korkein mitattu pitoisuus oli 202 µg/kg (vrt. sedimenttien mereenlajityskelpoi-

suuden raja-arvo 150/ 200 µg/kg). Korkein kuhissa mitattu pitoisuus oli 133 µg/kg (pyydetty Pohjois-Airistolta). Muilla alueilla kuhien keskimääräiset organotinapitoisuudet olivat 20–30 µg/kg (maksimi 57 µg/kg). Paraisilla pyydettyjen haukien keskiarvo oli 17 µg/kg (maksimi 45 µg/kg).

Mikäli kalojen keskimääräisiä tinapitoisuuksia verrataan EFSA:n syöntisuositukseen (0,25 µg/kg/ pv), voi 60 kg painoinen henkilö syödä päivittäin 340 g kuhaa tai 180 g haukea, joka on pyydetty Pohjois-Airistolta. Muualta pyydettyinä määrät ovat 590 g kuhaa tai 910 g haukea. Pienillä lapsilla määrät ovat luonnollisesti huomattavasti pienemmät.

Simpukat kestävät korkeitakin tinapitoisuuksia

Altistuskokeessa liejusimpukoita altistettiin eri TBT-pitoisuuksiin kahdeksan viikon ajan. Simpukoita elätettiin akvaarioissa, joiden pohjasedimentteihin oli lisätty TBT:aa 0–2000 µg/kg, joka vastaa Saaristomeren sedimenteistä mitattuja arvoja. Simpukoiden kuolevuutta seurattiin koko kokeen ajan, mutta tutkittaessa ns. LC₅₀-arvoa (pitoisuutta, jossa puolet koeyksilöistä kuolee) kaikki kokeen aikana kuolleet yksilöt huomioitiin. Tuloksista havaittiin, että kuolevuus oli huomattavasti korkeampi akvaariossa, jonka sedimentin TBT-pitoisuus oli 2000 µg/kg kuin muissa akvaarioissa (kuva 3). Tulosten tarkempi tarkastelu osoitti TBT:n LC₅₀-arvon olevan liejusimpukoille noin 2400 µg/kg (kuva 4). Lisäksi tuloksista oli havaittavissa, että TBT keriyi simpukoihin koko kokeen ajan ja

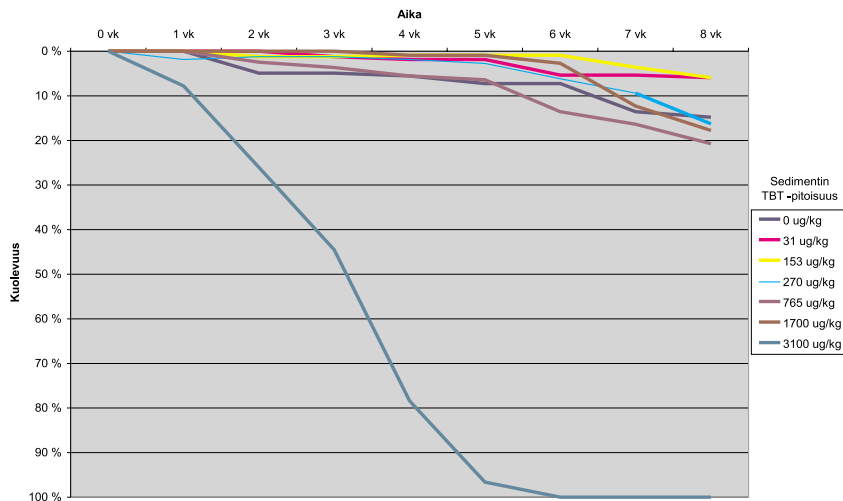
MONIPUOLISET ANALYYSIPALVELUT

Prosessiteollisuus – Ympäristötutkimus – Näytteenotto

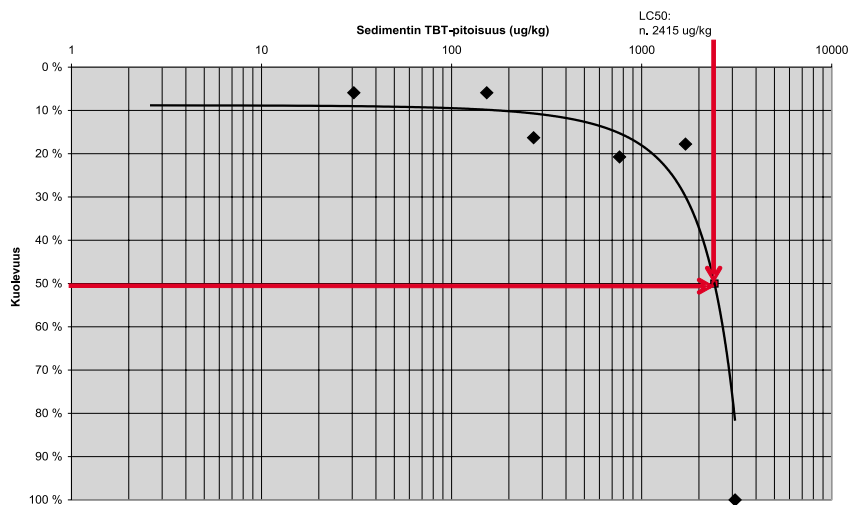
Nablabs

laboratories

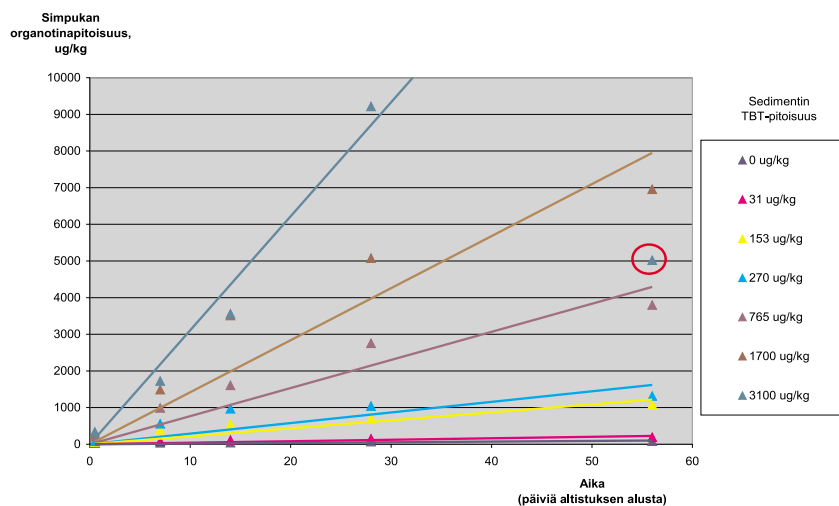
www.nablabs.fi



Kuva 3. Simpukoiden kuolevuus TBT-altistuskokeessa. 2000 µg/kg pitoisuudessa kaikki simpukat kuolivat jo ennen kokeen päättymistä.



Kuva 4. Simpukoiden kuolevuus 8 viikon jälkeen eri TBT-pitoisuuksissa. Kuvajaajan on myös laskettu LC₅₀-arvo, jossa puolet koe-eläimistä kuolee. Huomaa, että x-akseli on logaritminen.



Kuva 5. Organotinojen kertymä liejusimpukoihin (*Macoma balthica*) 8-viikon altistuskokeen aikana. Huomaa, että mitä suurempi on sedimentin TBT-pitoisuus, sitä nopeammin simpukoihin tinayhdisteitä kertyy. Ympyröity arvo on todellista pienempi näytteen korkean hiekkapitoisuuden vuoksi.

kertyminen oli sitä nopeampaa, mitä suurempi sedimentin TBT-pitoisuus oli (kuva 5). Akvaariossa, jossa sedimentin TBT-pitoisuus oli 2000 µg/kg, kahdeksan viikon jälkeen simpukoiden keskimääräinen TBT-pitoisuus oli yli 9000 µg/kg (vrt. jälleen sedimenttien läjityskelpoisuuden raja-arvoihin).

Tulosten perusteella voidaan sanoa, että liejusimpukat kestävät korkeitakin TBT-pitoisuuksia, kuolevuuden kuitenkin nopeasti kasvaessa 1000 µg/kg tason jälkeen. Simpukoiden korkeahko TBT:n sietokyky saattaa kuulostaa hyvältä tulokselta, mutta asiaa tarkemmin pohdittaessa korkea sietokyky on ravintoketjuvaikutuksen kannalta huono asia. Mikäli simpukat sietävät korkeita TBT-pitoisuuksia ja kerryttävät tinaa itseensä, niitä syövät eläimet saavat niin ikään suuria annoksia. Liejusimpukoi- ta syövät mm. kampelat sekä monet muut pohjakalat ja mahdollisesti jotkin linnut (esim. haahka). Luultavasti samankaltaista (mutta vielä tuntematonta) reittiä pitkin myös kuhat saavat itseensä tinayhdisteitä. Monen ravintoketjun huipulla komeilee ihminen, joten ihmisiinkin organotinayhdisteitä lopulta kulkeutuu.

Lisätutkimus tarpeen

Vuonna 2005 loppuunviety projekti antoi tärkeitä tuloksia orgaanisten tinayhdisteiden levinneisyydestä Saaristomerellä sekä niiden vaikutuksista eliöihin, mutta projektista ponnahti esille myös uusia kysymyksiä organotinojen vaikutuksista. Lisätutkimus onkin tarpeen, jotta saataisiin parempi käsitys eri organotinayhdisteiden vaikutuksista Suomen vesialueen eliöstöön. Varsinkin TPT:n ja tinayhdisteiden hajoamistuotteiden haitallisuus verrattuna TBT:aan on vielä maailmanlaajuisestikin epäselvä. Lisäksi organotinayhdisteiden kulkeutuminen ravintoketjuissa trofiatasolta toiselle on yhä vain arvailujen varassa. Oman osuutensa lisäselvityksiin tuo Lounais-Suomen ympäristökeskus koordinoidessaan ympäristöministeriön rahoituksella kesällä 2006 jatkoa edellisen vuoden projektille, paneutuen TPT:n haittojen arvioimiseen liejusimpukoilla suoritettavien altistuskokeiden avulla.

Tappavat tinayhdisteet mutkistavat ruoppauksia ja läjityksiä



Jani Peltonen

E-mail: jmpelt@utu.fi

Kirjoittaja opiskelee biologiaa Turun yliopistossa ja on toiminut tutkimusavustajana ympäristöministeriön rahoittamassa hankkeessa ”Vaarallisten tinayhdisteiden (TBT, TPT) kulkeutuminen ja biologiset vaikutukset Suomen lounaisella rannikkoalueella”.



Harri Helminen

FT, erikoistutkija

Lounais-Suomen ympäristökeskus

E-mail: harri.helminen@ymparisto.fi

Merenkulun kannalta ruoppaustoiminta on usein välttämätöntä, esim. laivaväylillä. Kuitenkin juuri näillä alueilla orgaanisten tinayhdisteiden pitoisuudet ovat korkeita. Saastuneita massoja ei saa läjittää mereen, eikä korkeita organotinapitoisuuksia sisältäviä ruoppausmassoja voi läjittää maallekaan, vaan ne on käsiteltävä vaarattomiksi. Jälkikäsitteilyyn on useita menetelmiä, joiden kustannukset ja tehokkuus vaihtelevat. Tässä artikkelissa kerromme lähinnä tributyyliitin ominaisuuksista ja esittelemme ruoppausmassojen käsittelymahdollisuuksia.

Tributyyliitina (TBT) kuuluu laajaan orgaanisten tinayhdisteiden ryhmään, joita on käytetty laajasti eri teollisuudenaloilla (taulukko 1). TBT:n pääasiallinen päästölähde on laivojen ns. antifouling-maalit. Maalien teho perustuu myrkyä jatkuvaan liukenemiseen maalista.

Yleisin ympäristössä esiintyvä antifouling-aineena käytetty orgaaninen tinayhdiste on TBT, joka koostuu tinaatomista, johon on sitoutunut kolme butyyliketjua. TBT on veteen hyvin niukasti liukeneva ja sillä on voimakas lipofiilinen ominaisuus. Näin ollen TBT sitoutuu hyvin herkästi orgaaniseen aineeseen, mm. savipartikkeleihin. Kun TBT sitoutuu savipartikkeleihin, sitä al-

kaa kertyä pohjasedimenttiin, jossa sen hajoaminen haitattomampiin muotoihin kestää useita vuosia. Hajoamisen edellytyksenä tosin on, että TBT:n pitoisuus ei ole niin korkea, että se estäisi mikrobien toiminnan.

TBT on useimmille merieliöille hyvin haitallinen yhdiste. Eri tutkimuksissa TBT:n on todettu olevan akuutisti tappavan myrkyllinen jo hyvinkin pieninä pitoisuuksina. Kungoloksen ym. (2001) mukaan vesikirpulle (*Daphnia magna*) ns. LC₅₀-arvo oli alle 1 µg/l Sn. Tutkimuksissa on havaittu myös, että jo 0,5 µg/l tinapitoisuudet aiheuttavat muutoksia sinisimpukan (*Mytilus edulis*) perimälle (Hagger ym. 2005). Lisäksi kirjolohelle (*Salmo gairdneri*) 1,5 µg/l ti-

napitoisuus on tappava (Martin ym. 1989). Akuutin myrkyllisyyden lisäksi TBT:lla on kroonisia vaikutuksia. Kroonisia vaikutuksia on havaittu jopa 0,005 µg/l pitoisuuksissa, kuten esimerkiksi naaraskotiloiden hedelmättömyyttä ns. imposex-ilmion takia (naaralle muodostuu koiraan sukuelimet) (mm. Santos ym. 2006). Myös selkärangkaisilla on todettu aiheutuvan hormonaalisia häiriöitä TBT:sta. Esimerkiksi erään simpulajin (*Sebastes marmoratus*) naarailta on todettu koirashormonien lisääntymisen TBT:n vaikutuksesta (Zheng ym. 2005).

Ihminen voi altistua TBT:lle lähinnä syömällä TBT:aa sisältäviä tuotteita tai käsitellessään TBT:aa sisältäviä materiaaleja (mm. Hoch 2001). Käytännössä TBT:n altistus tulee elintarvikkeista, lähinnä kalasta ja äyriäisistä. TBT:lle altistuminen voi myös tapahtua esim. työskennellessä telakalla, jossa poistetaan vanhoja antifouling-maaleja. Tämän kaltainen toiminta on kuitenkin vähäistä ja hyvä suojaautuminen estää altistumista. TBT:n vaikutuksista ihmisiin ei ole paljoakaan tietoa. On kuitenkin viitteitä siitä, että TBT:lle altistuminen on haitallista ihmiselle. Orgaanisilla tinayhdisteillä on todettu olevan immunotoksisia ja endokriinisiä vaikutuksia (esim. Appel 2004) sekä joitain neurotoksisia vaikutuksia (esim. Tsunoda ym. 2006). TBT:n pitkäaikaisvaikutuksia ihmiselle ei ole tutkittu, mutta onnettomuuksien yhteydessä on havaittu ihon ärsytystä, huimausta, pahoinvointia, päänsärkyä, väsymystä ja hengitysvaikeuksia. TBT:lla suoritettujen eläinkokeiden perusteella Maailman terveysjärjestö (WHO) ja Euroopan elintarviketurvallisuusviranomainen (EFSA) ovat antaneet ihmisille suurimman päivittäisen hyväksyttävän maksimiannoksen tasoksi 0,25 µg TBT:aa ruumiinpainon kiloa kohden.

Saastuneet ruoppausmassat maton alle?

TBT:lla pilaantuneiden ruoppausmassojen meriläjäytys ei ole varsinainen jälkikäsittelemenetelmä, mutta tekniikkaa käytetään laajalti. Mikäli ruoppausmassan TBT-pitoisuus on alle ympäristöministeriön määrittämän tason 2 (Ai-

Taulukko 1. Orgaanisten tinayhdisteiden teollisia käyttökohteita ja -tarkoituksia (Hoch 2001).

Käyttökohte	Käyttötarkoitus
PVC:n stabilointi	lämmön ja valonkestävyyden parantaminen
Antifouling-maalit	biosidina kiinnittyviä eliöitä vastaan
Maatalouskemikaalit	sieni-, hyönteis- ja punkkimyrkkyinä, sekä karkotteena
Puunkyllästysaineet	hyönteis- ja sienimyrkkyinä
Lasin käsittelymateriaalit	tinaoksidikalvona lasissa
Materiaalien suojausaineet (kivi, nahka, paperi)	sieni-, levä- ja bakteerimyrkkyinä
Tekstiilien käsittelykemikaalit	hyönteismyrkkyinä ja -karkotteena
Lääkkeet	siipikarjan matolääkkeenä

ristolla 150 µg/kg, muualla Suomessa 200 µg/kg), se voidaan periaatteessa läjittää mereen (Ympäristöministeriö 2004). Meriläjäytyksen seurauksena TBT:aa pääsee uudelleen kiertoon.

Mikäli ruopattavan massan TBT-pitoisuus ylittää meriläjäytyksen määritetyt raja-arvot, on yksi vaihtoehto maalile läjittäminen, eli massa sijoitetaan esim. kaatopaikalle tai pilaantuneiden sedimenttien loppusijoituspaikalle. Maalle läjitykseen liittyy ongelmia, kuten vesipitoisuuden vähentäminen ruoppausmassasta ja syntyneen jäteveden käsittely haitattomaksi. Maalle läjitys on massan kuivaamisen ja kuljetuskustannusten vuoksi usein hyvin kallista. Kuten mereen läjitys, ei maalle läjityskään poista alkuperäistä ongelmaa, pilaantunut sedimentti vain siirretään paikasta toiseen.

Stabiloinnissa pilaantunut sedimentti sidotaan kiintoaineeseen. Stabiloinnin tarkoituksena on estää TBT:n pääsy takaisin ympäristöön, mutta se ei poista TBT:aa sedimentistä. Stabiloinnissa käytetään mm. sementtiä ja bitumia sitovana aineena. Stabilointi tapahtuu sille suunnitelluissa padotuissa altaissa. Vaarana on, että TBT muuttuu pH:n muutosten vuoksi uudelleen veteen liukenevaan muotoon, ja kulkeutuu takaisin vesistöihin.

Ruoppausmassaa voidaan puhdistaa myös biologisella käsittelyllä. Biologisilla menetelmillä tarkoitetaan mikrobitoiminnan avulla tapahtuvaa puhdistusta sekä kasvien käyttöä puhdistukseen. Mikrobien avulla tapahtuvas-

sa puhdistuksessa pyritään optimoimaan mikrobien avulla tapahtuva TBT:n luonnollista hajoamista. Fytoremediaatiossa pyritään siihen, että kasvit keräävät TBT:aa kudoksiinsa ja hajottavat sitä. (Penttinen 2001). Ruoppausmassan käsittelyssä voidaan hyödyntää kumpaakin biologisen käsittelyn menetelmää yhtäaikaaisesti. Aumatun ruoppausmassaan pyritään saamaan mikrobitoiminnalle mahdollisimman hyvät olosuhteet ja aumatun massan päälle istutetaan kasveja, jolloin hajotustoiminta tehostuu. Belgiassa toteutetussa EU-Life-rahoitteisessa 'TBT Clean' -projektissa todettiin, että kasveilla on mikrobitoimintaa ja uusio-käyttöä edistäviä, maaperää parantavia vaikutuksia.

Lämpökäsittelyssä ruoppausmassaa kuumennetaan 500-800°C lämpötilaan, jossa TBT höyrystyy. Höyrystämisen jälkeen massa voidaan vielä siirtää jälkipolttoon, jossa sitä poltetaan noin 1000 °C lämpötilassa. Tehopoltolla tarkoitetaan vieläkin kuumempaa lämpökäsittelyä, jossa lämpötila on jopa 1300 °C. Jo 450 °C lämpötilassa on saavutettu yli 99 % TBT:n puhdistusteho. Tehopolttoa käytettäessä TBT:n poistamisessa voidaan saavuttaa jopa 99,99 % poistoteho.

Kemiallisella pesulla tarkoitetaan ruoppausmassan puhdistusmenetelmää, jossa ruoppausmassa pestään veden ja kemikaalien avulla. Puhdistuksessa käytettävät kemikaalit ovat mm. uuttoliuoksia, pinta-aktiivisia aineita, pH:n säätäjiä ja kelatoivia yhdisteitä. On

havaittu, että varsinkin korkeassa pH:ssa (pH 12) saavutetaan TBT:lla korkea liukoisuus ja näin ollen TBT saadaan eroteltua sedimentistä pesuveden avulla. Pesuvedeen jäävä TBT on helpompi puhdistaa kuin sedimenttiin sitoutunut.

Rumpukuivauksen avulla saavutetaan lähinnä ruoppausmassojen esipuhdistus, jossa sedimentissä oleva hiekka erotellaan muusta aineksestä. On havaittu, että hiekassa on suhteellisesti eniten TBT:aa, vaikka hienommassa aineksestä TBT:n absoluuttinen määrä onkin korkeampi. Hiekkaan on kertynyt mm. maalihiukkasia, jotka sisältävät korkeita TBT-pitoisuuksia. Erotellusta hiekasta voidaan maalihiukkaset erotella esim. tiheyserottelu- ja keltutusmenetelmillä.

Kemiallinen ja elektrokemiallinen hapettaminen soveltuu paremmin TBT:n puhdistamiseen vedestä kuin ruoppausmassasta. Kemiallinen menetelmä on kuitenkin huomioitava, sillä esim. sedimentin kemiallisessa pesussa TBT erotetaan kiintoaineksesta vesiliukoiseen muotoon. Kemiallisessa hapettamisessa käytetään voimakkaita hapettimia, kuten otsonia ja kalium- ja natriumpermanganaattia, vetyperoksidia ja natriumpersulfaattia. Hapettimet aikaansaavat TBT:n hajoamisen haittomaan muotoon. Kaliumpermanganaattilla käsitellyistä massoista saadaan hajotettua jopa yli 96 % TBT:sta. Elektrokemiallisessa hapettamisessa puhdistettavan massan läpi johdetaan voimakas sähkövirta, joka saa aikaan TBT:aa hajottavia radikaaleja. Kemiallisessa ja elektrokemiallisessa hapettamisessa syntyy kuitenkin myrkyllisiä kaasuja prosessin aikana.

Höyryerottelumenetelmässä säädelään painetta ja lämpötilaa siten, että sedimenttipartikkelit hajoavat ja TBT:n höyrystyy. Höyrystämisen jälkeen TBT:aa sisältävä höyry ja puhdas sedimentti erotetaan toisistaan syklonissa. Höyryerottelumenetelmällä saavutetaan jopa 99 % puhdistusteho, ja se soveltuu erityisesti ruoppausmassan hienojakoisimman osan puhdistukseen.

Fotolyysi ja aktiivihiihiisuodatus soveltuvat parhaiten TBT:aa sisältävän veden puhdistamiseen. Fotolyysissä TBT:aa ylläpitäviä kemiallisia sidoksia

hajotetaan joko suoraan UV-valolla tai välillisesti UV-valolla tuotettujen radikaalien avulla. Fotolyysillä on saavutettu jopa 90 % puhdistusteho TBT:n poistossa vedestä.

Aktiivihiihiisuodatus ei ole varsinaisesti TBT:n hajotusmenetelmä, koska suodatuksessa TBT muutetaan veteen liuenneesta muodosta aktiivihiiheen sidotuksi. Mikäli TBT:aa sisältäviä vesisiä joudutaan puhdistamaan, on aktiivihiihiisuodatus havaittu hyvin tehokkaaksi menetelmäksi. TBT:aa sisältävän käytetyn aktiivihiihen voi käsitellä esim. polttamalla, jolloin siihen sitoutunut TBT hajoaa vaarattomaan muotoon.

Kuinka arvokas on puhdas ympäristö?

Eri puhdistusmenetelmiä on vertailtu mm. EULife-rahoitteisen 'TBT Clean'-projektissa. Vertailtuja menetelmiä oli useita, mutta varteenotettavia vaihtoehtoja olivat vain lämpökäsittely ja stabilointi, mikäli stabilointiin yhdistetään biologinen käsittely. Lämpökäsittelyn hinnaksi arvioitiin 150–180 euroa tonnilta, stabiloinnin 80 euroa/tonni. Lämpökäsittelyllä saavutetaan jopa yli 99 % puhdistusteho, kun stabiloinnin ja biologisen käsittelyn yhteistehoksi jää noin 70 %.

'TBT Clean'-projektissa todettiin, että korkeita tinapitoisuuksia sisältävien massojen puhdistukseen (tai haluttaessa mahdollisimman puhdasta jälkikäsiteltyä massaa) polttokäsittely on ainoa varteenotettava vaihtoehto. Polton etuna on myös muiden orgaanisten myrkyjen poistuminen käsiteltävästä massasta. Mikäli ruoppausmassa sisältää vain pieniä määriä tinaa, stabilointi yhdessä biologisen käsittelyn kanssa on kustannustehokas menetelmä, mutta haittana on runsas tilantarve ja pitkä käsittelyaika.

Suunniteltaessa TBT:aa sisältävien ruoppausmassojen jälkikäsiteltyä onkin huomioitava käsittelyn kustannusten lisäksi menetelmien tehokkuus. Mikäli jatkuvasti päädytään edullisimpaan käsittelytekniikkaan, saattaa massojen puhdistus jäädä puolitiehen ja ongelman ratkaisu vain näennäiseksi.

Kirjallisuus:

- Appel, K. E.** 2004: Organotin Compounds: Toxicokinetic Aspects. *Drug Metabol. Rev.* 36:763–786.
- Hagger, J. A., Depledge, M. H. & Galloway, T. S.** 2005: Toxicity of tributyltin in the marine mollusc *Mytilus edulis*. *Mar. Pollut. Bull.* 51:811–816.
- Hoch, M.** 2001: Organotin compounds in the environment – an overview. *Appl. Geochem.* 16:719–743.
- Kungolos, A., Hadjispyrou, S., Samaras, P., Petala, M., Tsiridis, V., Aravossis, K. & Sakellaropoulos, G. P.** 2001: 7th Int. Conf. on Environ. Sci. and Tech., Ermoupolis, Syros island, Greece.
- Martin, R. C., Dixon, D. G., Maguire R. J., Hodson, P. V. & Tkacz, R. J.** 1989: Acute toxicity, uptake, depuration and tissue distribution of tri-n-butyltin in rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Aquat. Toxicol.* 15:37–52.
- Penttinen, R.** 2001: Suomen ympäristökeskuksen moniste 227: Maaperän ja pohjaveden kunnostus – Yleisimpien menetelmien esittely. Helsinki. 51 s.
- Santos, M. M., Reis-Henriques, M. A., Vieira, M. N. & Solé, M.** 2006: Triphenyltin and tributyltin, single and in combination, promote imposex in the gastropod *Bolinus brandaris*. *Ecotoxicol. Environ. Safety* 64:155–162.
- Tsunoda, M., Aizawa, Y., Konno, N., Kimura, K. & Sugita-Konishi, Y.** 2006: Subacute administration of tributyltin chloride modulates neurotransmitters and their metabolites in discrete brain regions of maternal mice and their F1 offspring. *Toxicol. Industr. Health* 22:15–25.
- Ympäristöministeriö** 2004: Ympäristöopas 117: Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje. Helsinki. 121 s.
- Zheng, R., Wang, C., Zhao, Y., Zuo, Z. & Chen, Y.** 2005: Effect of tributyltin, benzo(a)pyrene and their mixture exposure on the sex hormone levels in gonads of cuvier (*Sebastiscus marmoratus*). *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 20:361–367.



Automaattinen veden laadun seuranta avuksi hajakuormituksen arviointiin



Asko Särkelä

MMM, ympäristöasiantuntija,
Vantaanjoen ja Helsingin seudun
vesiensuojeluyhdistys ry
E-mail: asko.sarkela@vhvvsy.fi

Kirsti Lahti

MMT, toiminnanjohtaja,
Vantaanjoen ja Helsingin seudun
vesiensuojeluyhdistys ry

Heli Vahtera

MMM, limnologi,
Vantaanjoen ja Helsingin seudun
vesiensuojeluyhdistys ry

Sirpa Penttilä

MMM, ylitarkastaja,
Uudenmaan ympäristökeskus

Irmeli Ahtela

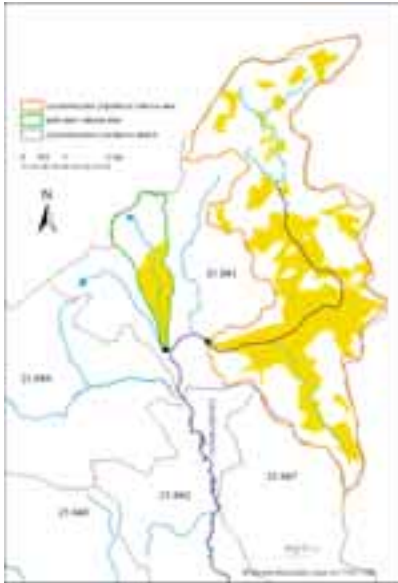
MMM, ylitarkastaja,
Uudenmaan ympäristökeskus

– testausta peltovaltaisen valuma-alueen joessa ja ojassa

Jatkuvatoimisella veden sameuden ja pinnankorkeuden mitauksella voidaan luotettavasti arvioida peltoalueiden kiintoaine- ja fosforikuormaa. Pienistä pelto-ojista kulkeutuu suuria määriä kiintoainetta ja ravinteita pääuomaan. Koska suurin osa fosforista on sitoutunut kiintoaineeseen, tulisi eroosion torjumisen olla, lannoituksen vähentämisen ohella, keskeinen maatalouden vesiensuojelutoimi.

Yhdyskuntien ja teollisuuslaitosten parantuneen puhdistustekniikan myötä hajakuormituksen suhteellinen osuus vesistöihin tulevasta kiintoaine- ja ravinnekuormituksesta on kasvanut. Lepsämänjoki on Vantaanjoen sivujoki, jonka valuma-alueelta pistekuormitus jokeen on poistunut lähes kokonaan. Joen valuma-alueelta maatalouden aiheuttama typpikuormitus on noin 50 % ja fosforikuormitus 73 % kokonaiskuormituksesta ympäristöhallinnon VEPS-mallin mukaan (Marttila ym. 2005).

Vaikka lannoitteiden käyttö Suomessa on maatalouden ympäristötuen aikana vähentynyt huomattavasti, vesistökuormitus ei ole laskenut asetettujen tavoitteiden mukaisesti (Granlund ja Rääke 2005). Lepsämänjoki valuma-alueena on kuulunut yhtenä kohde-alueena maatalouden ympäristötuen vaikuttavuuden seuranta (MYTVAS) -tutkimukseen (Palva ym. 2001, Pyykkönen ym. 2004) ja joen alajuoksulta on otettu vesinäytteitä vähintään kuukausittain jo useamman vuoden ajan. Lepsämänjoen veden laadussa ei ole vuo-



Kuva 1. Tutkimusalueet Lepsämänsjöen valuma-alueella (vihreä on pelto-ojan ja punainen joen yläjuoksun valuma-alue, peltoalueet keltaisella).

sien 1997–2003 kuluessa myöskään havaittu muutosta parempaan suuntaan (Marttila ym. 2005). Kyseisenä aikana alueen pelloille on ravinnetaselaskelmien mukaan edelleen jäänyt vuosittain ravinteita käyttämättä (Marttila ym. 2005).

Hydrologiset tekijät vaikuttavat voimakkaasti hajakuormituksen suuruuteen ja pienissä uomissa niiden merkitys korostuu. Peltoviljelyn kuormituksen arviointiin tarvitaan edelleen kiipeästi tiheämpää tietoa vedenlaatu- ja virtaamamuutoksista läheltä kuormituslähdettä, jotta eri ympäristö- ja viljelytoimenpiteiden vaikutuksia vesistökuormitukseen voidaan osoittaa.

Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry seurasi intensiivisesti lokakuussa 2005 maaperältään savisella Lepsämänsjöen valuma-alueella peltovaltaisen joen yläjuoksun ja yhden jokeen laskevan pelto-ojan veden laatua. Jokeen ja ojaan asennettiin automaattiset mittausasemat, jotka mittasivat 4 viikon ajan veden sameuden, lämpötilan ja sähkönjohtavuuden sekä pinnankorkeuden kerran tunnissa.

Hankkeen tavoitteena oli testata, miten automaattiset mittausasemat toimivat pienissä savisameissa pelto-ojissa, selvittää pienten peltovaltaisten puro-

Taulukko 1. YSI6000MS-anturipaketin anturit ja valmistajan ilmoittamat tekniset ominaisuudet.

Anturi	Mittausalue	Erotuskyky	Tarkkuus
Sameus	0–1000 NTU	0,1 NTU	5 % tai 2 NTU
Johtokyky	0–10 000 mS/m	0,1 mS/m	0,5 % tai 0,1 mS/m
Lämpötila	–5–+45 °C	0,01 °C	0,15 °C

Taulukko 2. Tutkimuskohteiden valuma-alueen pinta-ala, peltoprosentti ja keskivirtaama tutkimusjakson aikana sekä vertailuna koko Lepsämänsjöen valuma-alue.

	pinta-ala, km ²	pelto-%	keskivirtaama, l/s
Lepsämänsjöen yläjuoksu	23,0	36,5	60,0
Pelto-oja	2,6*	38,5	1,5
Lepsämänsjoki	213,7	25,0	690

* Pelto-ojan pinta-alan määrittämisessä ei ole otettu huomioon salaojien purkautumissuuntia.

jen veden laadun muutoksia syysva-lunnan aikaan sekä arvioida pelloilta tulevaa kuormitusta jatkuvatoimisen mittauksen sekä niitä tukevien ravin-neanalyysien avulla.

Aineisto ja menetelmät

Lepsämänsjöen yläjuoksulle sekä jokeen laskevaan pelto-ojaan (kuva 1) asennettiin syksyllä 2005 automaattiset mittausasemat, jotka mittasivat kerran tunnissa veden sameuden, lämpötilan ja sähkönjohtavuuden sekä pinnankorkeuden. Mittalaitteina käytettiin YSI6000MS-anturipakettia (taulukko 1) ja GWMS-dataloggeria. Asemien tuottamat mittaustulokset siirrettiin GSM-yhteydellä laitetoimittajan palvelimelle. Optinen sameusanturi oli varustettu mekaanisella pyyhkijällä, joka esti mittausikkunan likaantumisen. Vedenkorkeusasteikkoon asennettu paineanturi mittasi veden korkeutta. Virtaamat määritettiin joelle ja ojalle laadittujen purkautumiskäyrien ja pinnankorkeustietojen avulla. Mittausjakso ajoitui 28.9.–27.10.2005.

Joessa anturipaketti kiinnitettiin roikkumaan siltarakenteista vapaaseen veteen. Asennushetkellä Lepsämänsjöen vesisyvyys oli noin 50 cm, virtaama

noin 50 l/s. Pelto-ojan anturipaketti (kuva 2) kiinnitettiin betonilaattaan metallikiinnikkeillä siten, että anturi sijaitsi 15 cm laatan pinnan yläpuolella. Laatta upotettiin ojan pohjaan. Käytännössä anturin ja ojan pohjan väliseksi etäisyydeksi jäi noin 15 cm. Asennushetkellä pelto-ojassa oli noin 25 cm vettä, virtaama noin 1 l/s.

Tiedot joen ja ojan valuma-alueista on koottu taulukkoon 2. Alueen maaperä on pääosin savea. Korkeussuhteiltaan valuma-alueet ovat melko tasaisia. Osa valuma-alueiden pelloista jää usein keväisin tulvien alle. Valtaosa pelloista oli mittausaikana kynnettyinä tai kevyt-muokattuna, varsinkin pelto-ojan valuma-alueella.

Tutkimusjakson aikana anturien läheisyydestä otettiin myös 8 vesinäytettä, joista laboratorioissa analysoitiin sameuden ja sähkönjohtavuuden lisäksi veden kiintoainepitoisuus, typen ja fosforin kokonaispitoisuudet sekä fosfaattifosfori ja nitraatti/nitriittitypen summa. Mittausjakson jälkeen, marraskuun alussa otettiin vielä 4 erillistä vesinäytettä. Joen ja ojan pohjasta otettiin tutkimuksen aikana myös 0–5 cm:n pintakerroksesta sedimenttinäytteet viljavuusanalyysiä varten.

Tutkimusajan lämpötila- ja sadanta-

tiedot Helsinki-Vantaan lentoaseman havaintoasemalta saatiin Ilmatieteen laitoksen Ilmastokatsauksista. Lisäksi käytettiin koko Lepsämänjoen osavalmualueelle mallinnettua virtaamatietoa (www.ymparisto.fi/vesistoenustet). Vuoden 2005 keskivirtaama Lepsämänjoessa oli 2,8 m³/s.

Tulokset ja tulosten tarkastelu

Syksyn säätila ja virtaamat

Tutkimusta edeltävä syyskuu oli tavanomaista lämpimämpi ja vähäsateisempi. Vantaanjoen alueella satoi vain 24 mm, kolmanneksen keskimääräisestä (kuva 3). Syksy jatkui poikkeuksellisen lämpimänä ja vähäsateisena lokakuun puoliväliin asti. Syyskuussa alkunut pohjaveden pinnan lasku jatkui myös lokakuussa ja maankosteudessa oli selvää vajuusta. 20. lokakuuta alkoi viikon mittainen sadejakso. Sade tuli lumena 25.–26.10. ja maa sai noin 5 cm:n lumipeitteen. Lokakuun sademäärä oli 34 mm, mikä oli alle puolet ajankohdalle tyypillisestä. Loka-marraskuun vaihteessa säiden lämmentyminen sulivat. Marraskuun alkupuolen vesisateet nostivat myös jokien virtaamia.

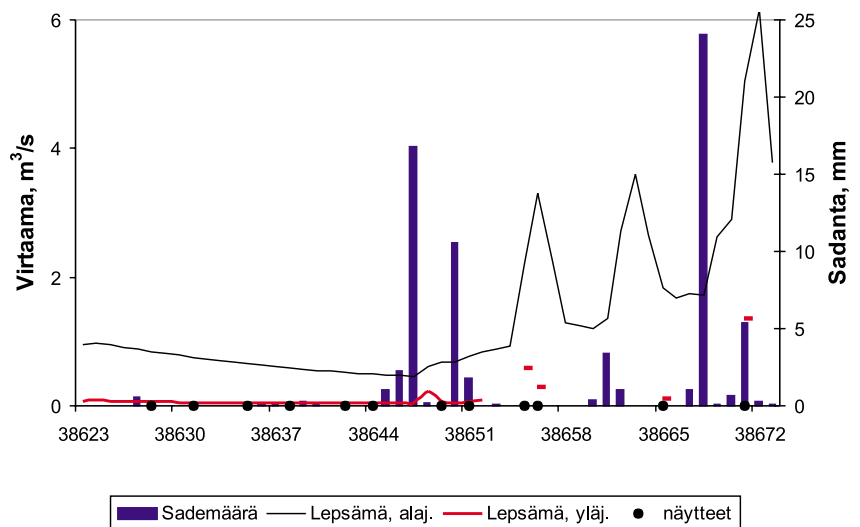
Mittausasemien toiminta

Mittausjakson aikaiset Lepsämänjoen yläjuoksun ja pelto-ojan virtaamat on esitetty kuvassa 3 yhdessä sadantatietojen kanssa. Mittausjakson aikana veden lämpötila laski +14 °C:sta lähes nolnaan. Ojaveden lämpötilassa oli selkeästi havaittavissa vuorokauden lämpötilarytmi, ero yli 4 °C, kun taas jokivedessä vaihtelu oli alle asteen luokkaa.

Automaattiset mittausasemat toimivat ojissa hyvin. Laboratoriossa mitatut vesinäytteiden sähköjohtavuudet ja sameudet olivat anturimittausten kanssa yhdenmukaiset (kuva 5). Pelto-ojassa veden sähköjohtavuus oli koko ajan korkeampi kuin Lepsämänjoen yläjuoksulla. Laadunvarmennuksen yhteydessä pelto-ojan sameusmittaustuloksista poistettiin ainoastaan 10 selvästi poikkeavaa havaintoa tutkimusjakson noin 800 mittaustuloksesta ja Lepsämänjoen mittaustuloksista ainoastaan



Kuva 2. Mittauslaitteena käytettiin YSI600 OMS-anturipakettia.

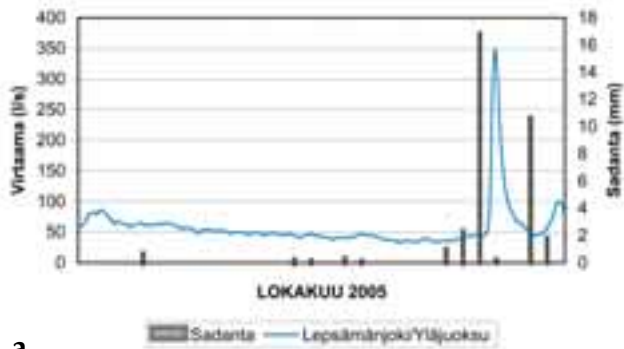


Kuva 3. Vuorokausisadannat (mm) Helsinki-Vantaan lentoasemalla ja Lepsämänjoen virtaama joen ala- ja yläjuoksulla syksyn 2005 tutkimusjaksolla. Kuvaan on merkitty ympyröin vesinäytteiden ottoajankohdat. Veden laadun automaattinen mittausjakso ajoittui 28.9.–27.10.2005.

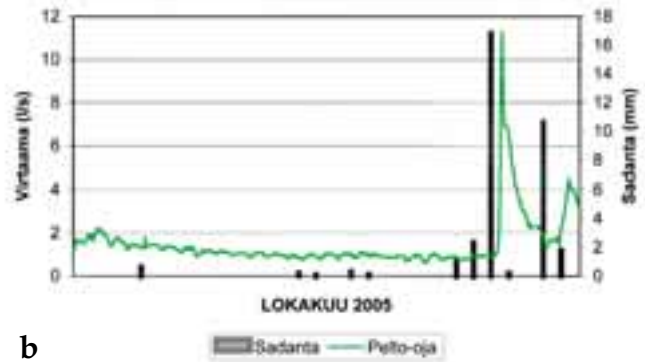
3 havaintoa. Nämä yksittäiset mittaustulokset aiheutuivat todennäköisesti vesimyyrien, lintujen ja sammakoiden aiheuttamista häiriöistä.

Veden sameus reagoi nopeasti virtaamamuutoksiin niin joessa kuin ojasakin (kuvat 4 ja 5b). Laboratoriomäärityksissä sameus korreloi erittäin merkittävästi veden kiintoaine- ja koko-

naisfosforipitoisuuden kanssa sekä joessa että ojassa (kuva 5). Anturien sameusarvojen sekä laboratorioanalyysien sameuden ja kiintoaineen sekä sameuden ja kokonaisfosforipitoisuuden lineaaristen regressioyhtälöiden (kuva 6) avulla oli mahdollista laskea tarkasti joen ja ojan kiintoaine- ja fosforipitoisuus koko mittausjakson ajalle (kuva 7).

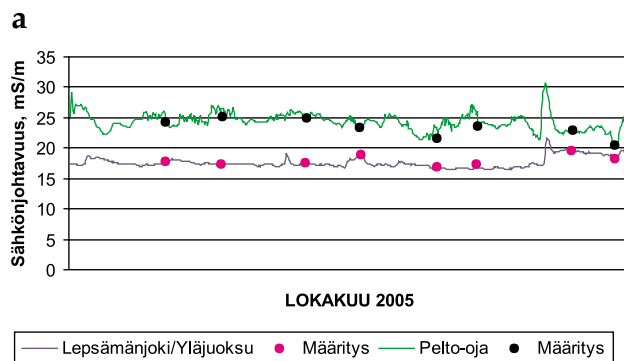


a

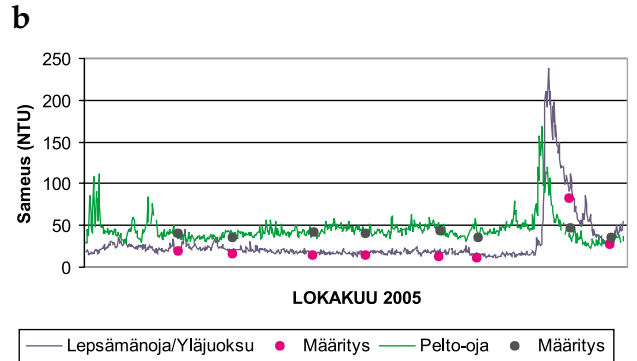


b

Kuva 4. Lepsämänjoen yläjuoksun ja pelto-ojan virtaamat sekä sadanta Helsinki-Vantaan lentoasemalla.

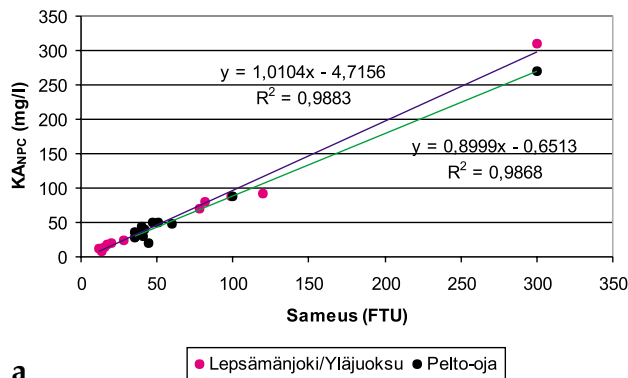


a

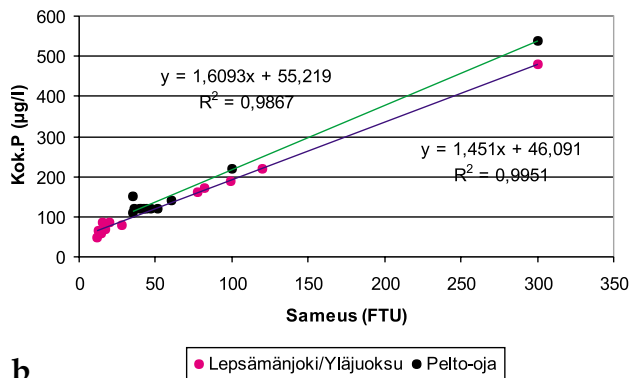


b

Kuva 5. Lepsämänjoen yläosan ja pelto-ojan sähkönjohtavuus (a) ja sameus (b).



a



b

Kuva 6. Sameus ja kiintoaine sekä sameus ja kokonaisfosfori korreloivat erittäin hyvin keskenään.

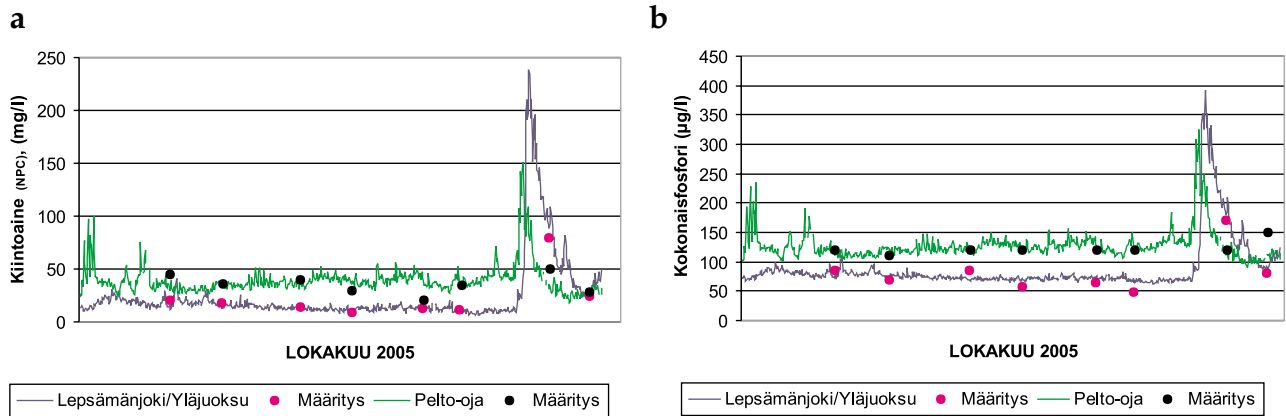
Kiintoaine- ja ravinnekuormat

Virtaaman ja laskennallisten kiintoaine- ja kokonaisfosforipitoisuuksien avulla laskettiin joen ja ojan kuukauden aikana kuljettama kiintoaineen ja kokonaisfosforin määrä. Lepsämänjoen yläjuoksun kuukauden aikana kuljettama kiintoainekuormitus oli 5 900 kg ja fosfori-

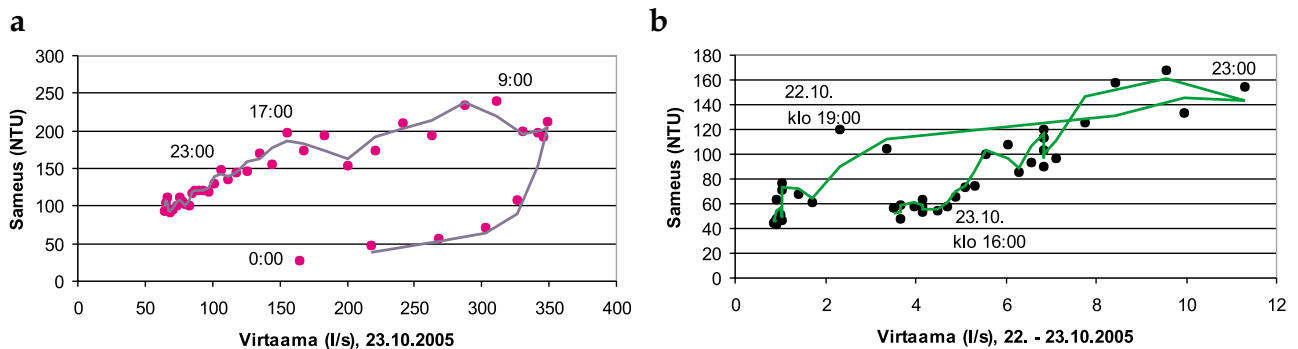
kuormitus 16 kg. Pelto-ojan vastaavat kuukausikuormat olivat 167 kg ja 0,5 kg. Lepsämänjoen yläjuoksulla vajaa 2/3 kuormituksesta tuli valantahuipun aikaan (22.10.–26.10.2005, 4 100 kg kiintoainetta ja 7,7 kg fosforia), vastaavasti pelto-ojalla vajaa puolet (22.10.–25.10.2005, 65 kg kiintoainetta ja 0,17 kg fosforia).

Rekolainen (1992) on todennut pelloilta vesistöihin huuhtoutuvasta vuotuisesta fosforikuormasta 90 % tulevan 46 päivän sisällä painottuen keväällä lumen sulamiskauteen ja syksyn sateisiin aikoihin.

Lepsämänjoen alajuoksulla lokakuun 2005 fosforikuormitus (130 kg) oli ainoastaan noin prosentin koko vuoden



Kuva 7. Lineaaristen regressioyhtälöiden avulla lasketut joen ja ojan kiintoaine- ja fosforipitoisuudet mittausjaksolla.



Kuva 8. Veden sameuden muutokset olivat hyvin nopeita mittausjakson valuntahuipun (22.–23.10.) aikaan.

(10 500 kg) kuormituksesta (Vahtera 2006). Vuotuinen kuormitus alueen peltohehtaaria kohti oli siis noin 2 kg/ha.

MYTVAS -tutkimuksessa kerätyn haastatteluaineiston perusteella lasketut peltojen ravinnetaseet Lepsämäenjolta vuosilta 1997–2002 osoittivat, että fosforitaseet olivat keskimäärin kuuden vuoden aikana vuosittain 7 kg/ha (3–12 kg/ha) ylijäämäisiä (Marttila ym. 2005). Edeltävien vuosien keskimääräisten fosforitaseiden perusteella voidaan siis arvella alueen peltoihin varastoituneen vuonna 2005 keskimäärin noin 5 kg P/ha. Lannoitusta olisi siis edelleen alueella vähennettävä, jotta peltojen fosforivarasto ehtyisi ja voitaisiin toivoa myönteisiä vesistövaikutuksia.

Pelto-ojassa veden kokonaisfosfori- ja liukoisten fosfaattifosforipitoisuuksien keskiarvot anturijakson aikana olivat korkeammat (122 ja 40 µg/l) kuin joessa (83 ja 23 µg/l), mutta kokonaistypen ja nitraatin pitoisuudet (1500 ja 1000 µg/l) olivat samaa suuruusluok-

kaa (taulukko 3).

Virtaaman kasvu nosti sekä oja- että jokiveden ravinnepitoisuuksia (kuva 3, taulukko 3). Varsinkin anturijakson jälkeen, varsinaisen valuntahuipun aikaan, kiintoaine- ja ravinnepitoisuudet 2–6 -kertaistuivat. Niin ikään keväällä 2006 (16.4.2006) pelto-ojasta mitattiin kevään tulvahuipun aikaan erittäin korkeita kiintoaine- ja ravinnepitoisuuksia (sameus 1400 FTU, kiintoaine (KANPC) 1100 mg/l, Kok P. 1100 µg/l, fosfaattifosfori 120 µg/l).

MYTVAS-tutkimuksessa mukana olleiden peltolohkojen viljavuusfosforiluvut olivat pelto-ojan valuma-alueella suuremmat, keskimäärin 23 mg/l, kuin joen yläosan valuma-alueella, jossa viljavuusfosfori peltolohkoilla oli 12 mg/l. Tutkimuksen yhteydessä määritettiin myös joen ja pelto-ojan pohjan pintakerroksen viljavuusfosfori, joka pelto-ojassa oli 7,7 mg/l ja joessa 4,8 mg/l. Pelto-ojan jokea suuremmat ravinnepitoisuudet antavat viitteitä alueen pel-

tolohkojen viljavuusfosforilukujen ja veden laadun välisestä yhteydestä. Kuitenkin valuma-alueiden väliset kok erot ja hydrologiset olosuhteet sekä virtaamien ajoittuminen vaikuttavat erittäin voimakkaasti kuormitukseen.

Pelto-ojasta näyttää siis syksyn ja kevään tulva-aikoina, jolloin ojan kuljetuskyky ja kiintoaineen tarjonta ovat suurimmillaan, kulkeutuvan suuriamääriä kiintoainetta ja ravinteita pääuoman kuljetettavaksi. Näinä tulva-aikoina peltojen kasvipeitteisyys on vähimmillään. Lisäksi viimeaikaisten havaintojen perusteella ilmaston lämpeneminen on lisännyt huomattavasti talviaikaista valuntaa ja hajakuormitusta (Jumppanen 1999). Suurin osa fosforikuormasta tulee kiintoaineeseen sitoutuneena. Typpi puolestaan huuhtoutuu pääosin liukoisessa muodossa.

Maaperän hiukkasten irtoaminen ja kulkeutuminen virtaavan veden mukana voidaan kuitenkin estää jo lähtöalueella. Koska kasvillisuuden merki-

Taulukko 3. Lepsämänjoen yläjuoksun ja pelto-ojan analyysitulokset. Anturijakson aikaiset tulokset on lihavoitu.

	Kiintoaine _{NPC} , mg/l		Kokonaisfosfori, µg/l		Liukoinen fosfaattifosfori, µg/l		Kokonaistypppi, µg/l		Nitraatti- ja nitriittitypen summa, µg/l	
	Joki	Oja	Joki	Oja	Joki	Oja	Joki	Oja	Joki	Oja
3.10.2005	20	45	86	120	28	35	990	1500	630	1100
6.10.2005	18	36	70	110	24	30	2400	1600	580	1200
10.10.2005	14	40	85	120	25	35	1100	1700	610	1100
13.10.2005	8,7	30	58	120	19	35	870	1500	620	1000
17.10.2005	13	20	64	120	19	32	990	1400	670	960
19.10.2005	12	35	48	120	15	32	960	1400	710	1100
24.10.2005	80	50	170	120	27	31	3100	1700	2300	1200
26.10.2005	24	28	80	150	27	88	1600	1500	1200	930
30.10.2005	92	88	220	220	34	50	6200	8400	5300	7400
31.10.2005	88	48	190	140	28	36	4800	5600	3800	5000
9.11.2005	70	50	160	120	26	38	3800	5300	2700	4400
15.11.2005	310	270	480	540	54	94	6900	11000	5000	8900

tys roiske-erosion ja pintaerosion estämisessä on todettu tärkeäksi, voidaan sen avulla estää tehokkaasti eroosion ensimmäinen vaihe eli maaperän hiukkasten irtoaminen (Valkama 2004).

Ympäristötukijärjestelmässä suuri osa vesistöä kuormittavasta pelto-alueesta on jäänyt vähälle huomiolle. Järjestelmässä on keskitytty suojavyöhykkeiden perustamiseen pääuomiin ja jätetty sivu-uomat vähemmälle huomiolle. Aiemmin vesilain valtaojien varren 0,6 metrin piennar on kasvanut ympäristötuen perustuen myötä vain metriin. Vantaanjoen valuma-alueella pienet sivu-uomat kattavat suurimman osan maan ja veden välisestä kosketuspinnasta. Maatalouden vesiensuojelumenetelmiä tulisi siten tehostetusti kohdentaa myös pienille peltovaltaisille valuma-alueille.

Muutokset virtavesien laadussa nopeita

Lepsämänjoen yläjuoksulla havaittiin pienen virtaamahuiipun nousu- ja laskevaiheen välillä samalla virtaamalla noin 10-kertainen sameusarvo 17 tunnin sisällä (kuva 8). Pelto-ojassa sameuden muutos ei ollut aivan yhtä nopeaa. Tutkimustulosten pohjalta otaksuttiin, että vähäsateisen kauden jälkeen osa matalan pelto-ojan pohjalle kasaantuneesta aineksesta lähti liikkeelle välittömästi virtaaman nousuvaiheessa aikaansaaden veden sameuden sa-

manaikaisen nousun. Sen sijaan syvemmissä Lepsämänjoessa virtaaman nousu ei välittömästi nostanut veden sameutta, vaan vaadittiin suurempi, joen pohjan saavuttava virtaus, että ojan pohjalle kasaantunut aines lähti virran mukana liikkeelle. Tikkanen ym. (1985) arvioivat talven alivirtaamien aikana uomien pohjalle laskeutuneen materiaalin lähtevän liikkeelle virtaaman nousuvaiheessa.

Johtopäätökset

Hyvin nopeat vaihtelut ojen veden laadussa asettavat suuria haasteita näytteenotolle. Jatkuvatoimisen automaattisen mittauksen avulla voidaan tehdä luotettavia arvioita jokiuomien kiintoaine- ja ravinnepitoisuuksista. Tämän tutkimuksen pohjalta pelkäästään veden sameutta ja virtaamaa mittaamalla voidaan luotettavasti arvioida joen kiintoaine- ja fosforikuormitusta. Koska suurin osa fosforista on sitoutunut kiintoaineeseen, tulisi eroosion torjumisen olla, lannoituksen vähentämisen ohella, keskeinen maatalouden vesiensuojelutoimi.

Kirjallisuus:

Granlund, K. & Räike, A. (2005). Peltoviljely. Teoksessa Leivonen, J. (toim.) Vesiensuojelun tavoitteet vuoteen 2005 – toteutumisen arviointi vuoteen 2003 asti. Suomen ympäristö 811: 32–36.

Jumppanen, K. (1999). Ilmasto-olojen vaihtelun vaikutuksia Turun edustan merialueen veden laatuun. Vesitalous 2/99, 14–20.

Marttila, J., Vahtera, H., Granlund, K. & Lahti, K. (2005). Ravinnetase vesiensuojelun apuvälineenä. Uudenmaan ympäristökeskus – Monisteita 155. 104 s.

Palva, R., Rankinen, K., Granlund, K., Grönroos, J., Nikander, A. & Rekolainen, S. (2001). Maatalouden ympäristötuen toimenpiteiden toteutuminen ja vaikutukset vesistökuormitukseen vuosina 1995–1999. MYTVAS-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö, 478. 92 s.

Pyykkönen, S., Grönroos, J., Rankinen, K., Laitinen, P., Karhu, E. & Granlund, K. (2004). Ympäristötuen mukaiset viljelytoimenpiteet ja niiden vaikutukset vesistökuormitukseen vuosina 2000–2002. Suomen ympäristö 711. 119 s.

Rekolainen, S. (1992). Maatalouden aiheuttama fosfori- ja typpikuorma vesistöihin. Teoksessa Rekolainen, S. & L. Kauppi (toim.) Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 359 – Maatalous ja vesien kuormitus. Yhteistutkimusprojektin tutkimusraportit, 9–15.

Tikkanen, M., Seppälä, M. & Heikkinen, O. (1985). Environmental properties and material transport of two rivulets in Lammi, southern Finland. Fennia 163, 217–282.

Vahtera, H. (2006). Vantaanjoen yhteistarkkailu - vedenlaatu vuonna 2005. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistyksen julkaisu, käsikirjoitus.

Valkama, P. (2004). Virtaavan veden aiheuttama eroosio ja sen ehkäisy. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistyksen julkaisu 53/2004. 49 s.

Läntisen Pien-Saimaan veden laatu on paikoin parantunut



Riitta Heikka

Kemiantekniikan tohtori (LTY 1998)

Kirjoittajan erikoisalana on kemometria, jossa monimuuttujamenetelmillä (pääkomponenttianalyysi PCA ja PLS-regressio) voidaan tutkia aikasarjoista havaintojen luokittumista sekä muuttujien välisiä riippuvuuksia. Menetelmiä voidaan soveltaa mitä moninai- simpiin aikasarjoihin.

Varsinaista uutta tietoa tutkimus ei lisää, mutta se antaa uuden ulottuvuuden tarkastella pitempiaikaisia muutoksia veden laadussa käsittelemällä vedenlaatumuuttujia yhtä aikaa. Läntisen Pien-Saimaan velvoite- tarkkailun tuloksia vuosilta 1987–2004 tutkittaessa tuli esille eri havaintopaikkojen luokittuminen vedenlaadun perusteella. Lisäksi veden laadun paraneminen tutkituilla muuttujilla on selvästi nähtävissä usealla näytepaikalla.

Työssä on luokiteltu näytteenotto- paikkoja veden laadun perusteella län-

tiisellä Pien-Saimaalla vuosina 1987–2004. Menetelmänä on käytetty pääkomponenttianalyysiä (PCA), jossa mitattujen vedenlaatumuuttujien yhteisvaikutus voidaan tiivistää helposti tulkittaviksi kuviksi. Myös joidenkin näytteenotto- paikkojen muutoksia vuodesta 1987 vuoteen 2004 on tarkasteltu.

Läntinen Pien-Saimaa

Pien-Saimaan vesistöalue sijaitsee Suur-Saimaan lounaispuolella. Työssä tutkitut näytteenotto- paikat sijaitsevat läntisellä Pien-Saimaalla, joka kaakossa rajoittuu Pappilansalmeen (kuva 1). Alueen vesipinta-ala on noin 122 km² ja keskisyyvyys 4,7 m. Läntinen Pien-Saimaa rajoittuu koillisessa Taipalsaaren

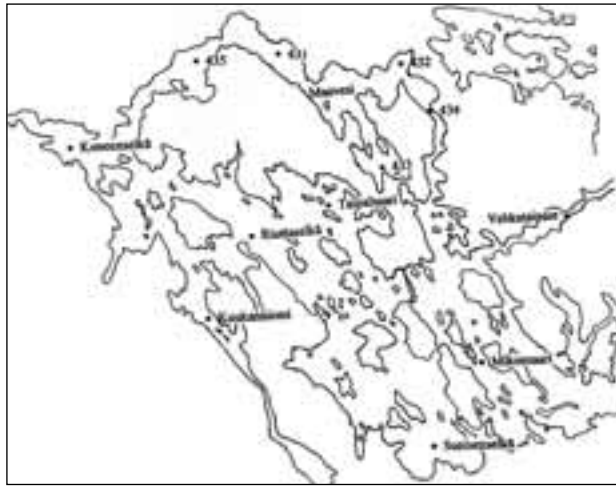
kuntaan, etelässä Lappeenrannan kaupunkiin, lounaassa Lemminkäisen kuntaan ja lännessä Savitaipaleen kuntaan. Lappeenrannan ja Taipalsaaren kirkonkylän välinen pengertie jakaa läntisen Pien-Saimaan hydrologisesti kahteen erilaiseen alueeseen. Vehkataipaleen pumppaamo siirtää 40 m³/s vettä Suur-Saimaalle, mikä aiheuttaa kymmenkertaisen virtauksen luonnolliseen virtaukseen verrattuna pengertien pohjoispuolella. Pengertien eteläpuolella patovaikutuksen lisäksi virtaamaolosuhteisiin vaikuttaa Lappeenrannan kaupungin käyttövedenotto Sunisenselältä. Vesialueiden hydrologisen erilaisuuden lisäksi myös ravinnepitoisuus on erilainen näillä vesialueilla.

Maavesi on Leväsensalmen ja Kopsalsalmen väliin jäävä vesialue Pien-Saimaalla. Sen pinta-ala on 12,7 km² ja keskiyvyys vain 1,9 m. Maaveden vesi on tummempaa ja ravinnepitoisuus korkeampi kuin muualla Pien-Saimaalla. Tämän tyyppistä vettä on myös Koneenselällä ja Lavikanlahdella. Veden vaihtuminen Maavedellä on hidastunut kapeiden silta-aukkojen takia. Tutkimuksen mukaan (Huttula, 2002) pelkästään silta-aukkojen leventäminen 1,5–2 kertaa suuremmaksi parantaisi Maaveden veden laatua.

Kuormitus koostuu useista lähteistä läntisellä Pien-Saimaalla. Tasaisen kuormituksen vesialueelle aiheuttaa maa- ja metsätalous sekä haja-asutus. Taipalsaaren jätevedet laskettiin Saimaanharjun kohdalta Pien-Saimaaseen aina vuoteen 1992 asti. Nykyään ne pumpataan jätevedenpuhdistamolle Lappeenrantaan. Suurin osa tässä tutkimuksessa mukana olleista näytepaikoista on läntiseen Pien-Saimaaseen rajoittuvien kuntien rahoittamia. UPM:n tuotantolaitokset Lappeenrannassa ovat suuri ympäristön kuormittaja. Tehtaiden vaikutus läntiseen Pien-Saimaaseen on vähäinen veden kiertosuunnan takia. Vehkatalpaalen ja Mikonsaaren näytteenottoaikat kuuluvat Etelä-Saimaan teollisuuslaitosten laajaan velvoitetarkkailuun. Läntisen Pien-Saimaan suurin pistekuormittaja lienee Suursuon turvetuotantoalue, jolta on yli kolmenkymmenen vuoden ajan laskettu valumavedet Maaveeteen. Suursuon takia velvoitetarkkailupaikkoja ovat pisteet 431–435 kuvassa 1.

Pääkomponenttianalyysiin valitut muuttujat ja havaintopaikat

Tutkimuksessa mukana olivat taulukossa 1 esitetyt vedenlaatumuuttujat. Kuvissa muuttujista käytetään nimeä tai sen lyhennettä, paitsi liuenneen hapen kyllästysasteesta käytetään laatua. Tarkkailun talvi- (maaliskuu) ja kesäkauden (elokuu) analyysitulokset on taulukoitu koko vesipatsaan keskiarvoina vuosilta 1987–2004. Työssä on käytetty talvi- ja kesäkauden analyysitulosten keskiarvoja. Alkuperäisiä analyysituloksia on ollut useita tuhansia. Joistakin näytteenottoaikoista



Kuva 1. Läntinen Pien-Saimaa ja työssä käytetyt veden laadun havaintopaikat.

Taulukko 1. Tarkkailusta tutkimukseen valitut muuttujat ja niiden yksiköt.

Vedenlaatumuuttuja	Yksikkö
Sähkönjohtavuus, s.j.	mS/cm
pH	
Sameus	FTU
Liuenneen hapen kyllästysaste	O ₂ kyll.-%
Väri, väriluku	mg Pt/l
Kokonaisfosforipitoisuus, P	µg/l
Kokonaistyppipitoisuus, N	µg/l
Kemiallinen hapen-kulutus CODMn	mg O ₂ /l

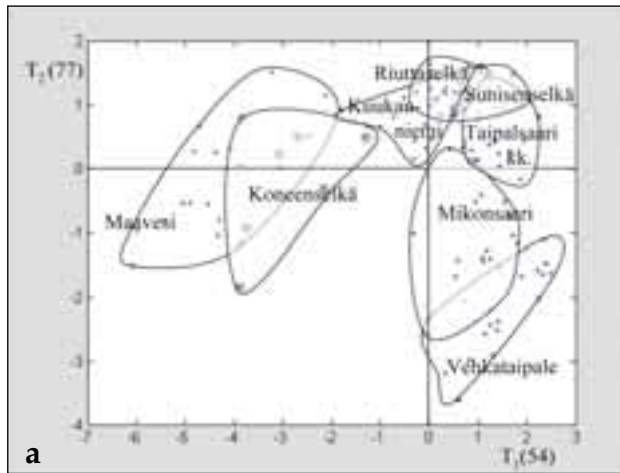
puuttuivat sekä talvi- että kesäkauden analyysitulokset vuodelta 2000. Vuoden 1999 kesäkauden analyysitulokset puuttuivat muista näytteenottoaikoista paitsi Maavedeltä. Näissä on kesäkauden arvona käytetty vuoden 1998 kesäarvoa. Perusteluna on veden laadun hitaat muutokset aikasarjoissa. Myös Maave-

den sameuden arvoissa oli puutteita.

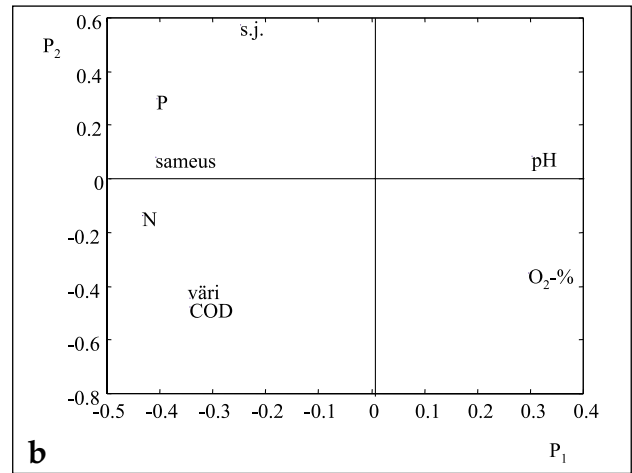
Taulukossa 2 on esitetty tutkimuksessa mukana olleet havaintopaikat. Suur-Saimaalla Pien-Saimaalle pumpattavan veden laatu Vehkatalpaaleessa (K12) on Kyläniemen eteläpuolisten selkävesien päällysveden kaltaista (Laine, 2001). Vaikka Vehkatalpaaleen näytteenottoaikaan saattaa tulla hiukan sellutehtaiden jätevesiä, voidaan sitä pitää Pien-Saimaan ”puhtaan” veden referenssinä. Mikonsaaren (K1) havaintopaikka myös Lappeenranta-Taipalsaari pengertien itäpuolelta on valittu tutkimukseen. Sunisenselkä (LPS7) ja Riuttaselkä (LPS10) ovat pengertien länsipuolella olevien isojen vesialueiden näytteenottoaikat. Taipalsaaren kirkonkylän (TAIP3) ja Kuukanniemen (KUUK5) havaintopaikat ovat lähimpänä rantoja. Lavikanlahden edustalla oleva näytepaikka Koneenselällä (LAVIK4) on otettu mukaan, vaikka aikasarjasta puuttuu vuosia. Maaveden neljän näytteenottoaikaan (431–434) ja yhden Leväsen salmen länsipuolella

Taulukko 2. Veden laadun tutkimuksessa käytetyt havaintopaikat, niiden syvyys ja näytteiden lukumäärä koko vesipatsaasta.

Havaintopaikka	lyhenne	koordinaatit, KP-KI	syvyys, m	näytteiden lkm. syvyysuunnassa
Vehkatalpaale	K12	678314-356614	4	1
Mikonsaari	K1	677733-356274	12	4
Sunisenselkä	LPS7	6773450-3561370	10	3
Riuttaselkä	LPS10	6781930-3553040	15	4
Taipalsaari	TAIP3	678304-355640	5	2
Kuukanniemi	KUUK5	677794-355190	10	4
Koneenselkä	LAVIK4		12	4
Maavesi	431-435		4,5-5	1–2



Kuva 2a. PCA: Ensimmäinen (T1) ja toinen (T2) pääkomponentti Läntisen Pien-Saimaan havaintopaikoista. Havaintopaikat ovat Maavesi, Koneenselkä, Kuukanniemi, Riittaselkä, Sunisenselkä, Taipalsaaren kirkonkylä, Mikonsaari ja Vehkakaipale. Ensimmäinen pääkomponentti selittää 54 %, ja ensimmäinen ja toinen selittävät 77 % aineiston varianssista.



Kuva 2 b. Kuviin 2 a, 3 ja 4 liittyvät muuttujien lataukset P1 ja P2 tasoon piirrettynä kuvana. Näistä nähdään muuttujien merkitys malliin. Muuttuja on sen tärkeämpi mitä kauempana se on origosta.

olevan näytteenottokohdan (435) tulosten keskiarvoa on pidetty Maaveden (Maavesi) arvoina tutkimuksessa. Havaintopaikat (LAVIK4) ja (Maavesi) edustavat Pien-Saimaan tummavetisintä ja ravinnerikkainta osaa.

Pääkomponenttianalyysi

Pääkomponenttianalyysissä (PCA, Principal Component Analysis) monimuuttujainen mittausaineisto voidaan esittää 1–3 ulotteisessa koordinaatistossa (tässä työssä 2 ulotteisessa koordinaatistossa). Ensimmäinen pääkomponentti suuntautuu muuttuja-avaruudessa suurimman hajonnan suuntaan. Toinen pääkomponentti, joka on kohtisuorassa ensimmäiseen nähden, suuntautuu jäljellä olevan suurimman hajonnan suuntaan, jne. Kun havainnot projisoidaan esimerkiksi ensimmäisen ja toisen pääkomponentin muodostamaan tasoon, aineistossa mahdollisesti olevat luokat tulevat tällöin esille. Esimerkiksi tässä työssä sellaiset näytteenottopaikat, joissa veden laatu mittausten muuttujien perusteella on samanlainen, asettuvat lähelle toisiaan kuvassa. Pääkomponenttimallissa tutkittava mittausaineisto, matriisi X, voidaan jakaa kahden alempidimensioisen mat-

riisiin, T ja P, tuloksi sekä X-matriisiin muotoiseksi jäännösmatriisiksi, E.

$$X = TP' + E \quad (1)$$

Tutkittavassa havaintomatriisissa X havaintopaikat ovat riveillä ja muuttujat sarakkeissa. Matriisin T arvot ovat havaintopaikkojen projektioita pääkomponentille. Matriisin P arvoja kutsutaan muuttujien latauksiksi. Mitä suurempi on muuttujan latauksen arvo, sen suurempi merkitys sillä on pääkomponentin muodostuksessa. Kun T-matriisista piirretään kaksi ensimmäistä saraketta tasoon, nähdään havaintopaikkojen sijainti toisiinsa nähden. Vastaavasti P-matriisista tasoon piirrettynä nähdään eri muuttujien vaikutus havaintopaikkojen sijaintiin. Matriisi E on mallintamatta jäänyt osuus X-matriisista.

Tavallisesti ennen analyysiä mittausten muodostama havaintomatriisi skaalataan. Tämä tarkoittaa sitä, että jokaisesta matriisisarakkeen havainnosta vähennetään sen keskiarvo, ja tulos jaetaan kyseisen sarakkeen keskihajonnalla. Skaalatussa matriisissa muuttujien keskiarvo on 0 ja keskihajonta 1. Skaalaus tasoittaa eroja muuttujien välillä. Näin pienet muutokset muuttujissa eivät jää suurien muuttujien varjoon.

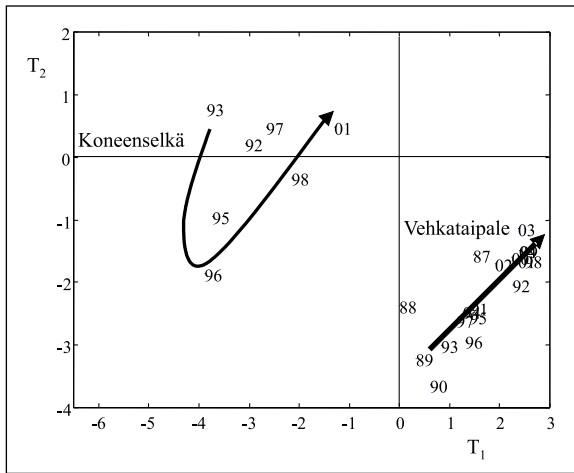
Skaalaus käsittelee jokaista näytteenottopaikkaa samalla tavalla, mikä tekee vertailun mahdolliseksi. Tässä työssä on käytetty Matlab-ohjelmistoa (Matlab, 2001, Taavitsainen, 1991).

Tulokset

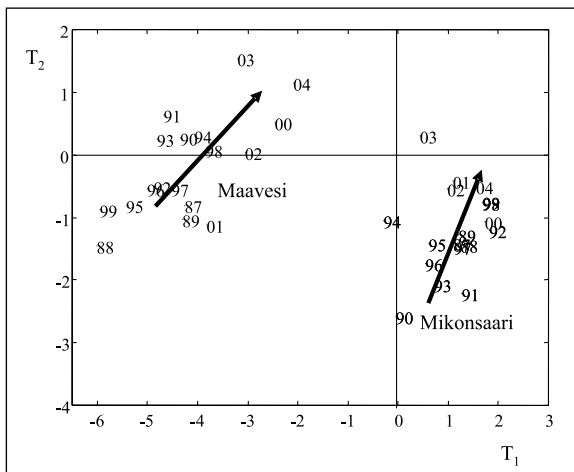
Pääkomponenttianalyysi erottelee ensimmäisen pääkomponentin suunnassa Maaveden ja Koneenselän veden muusta läntisen Pien-Saimaan vedestä, kuva 2a. Toisen pääkomponentin suunnassa erottelee tapahtuu Lappeenranta-Taipalsaari pengertien jakamana. Kuvasta 2b nähdään muuttujien vaikutus kuvan 2a luokittelutulokseen. Tien itäpuolella olevissa näytteenottopaikoissa Vehkakaipale ja Mikonsaari on matalampi kokonaisfosfori, sähköjohtokyky ja liuenneen hapen kyllästysaste sekä korkeampi COD ja väri kuin tien länsipuolen näytteenottopaikoissa. Kohonneet COD- ja väriarvot voivat olla UPM:n jätevesien aiheuttamia.

Vehkakaipale

Vehkakaipale sijaitsee oikealla alakulmassa kuvassa 2a. Happipitoisuus on korkea, ja typen, fosforin ja sameuden arvot ovat alhaisimmat läntisen Pien-



Kuva 3.
Kuvasta 2 a tulostetut Koneenselän ja Vehkakaipaleen tutkimuksessa olleet vuosiluvut analyysitulosten vuosikeskiarvojen perusteella.



Kuva 4.
Kuvasta 2 a tulostetut Maaveden ja Mikonsaaren tutkimuksessa olleet vuosiluvut analyysitulosten vuosikeskiarvojen perusteella.

Saimaan näytteenottoaikoista juuri Vehkakaipaleen vedessä. Toisen pääkomponentin suunnassa Vehkakaipaleen vesi erottuu toisista mallissa olleista matalamman sähkönjohtokyvyn ja kokonaisfosforipitoisuuden ansiosta.

Kuvasta 3 nähdään vuosien 1987–2004 veden laadun muutokset Vehkakaipaleen vedessä. Vuoden 1987 tilanne on ollut lähes samanlainen kuin vuoden 2004. Vuosina 1988–1990 veden laatu on heikentynyt, mutta jo 1991 ja varsinkin 1992 veden laatu on selvästi parantunut. Tähän on varmasti vaikuttanut silloisen UPM-Kymmene Oyj:n Kaukaan aktiivilietelaitoksen käyttöönotto vuonna 1991. Tämä näkyy myös artikkelin Heikka et al, 2001 tuloksissa. Tämän jälkeen vuosina 1993–1997 veden laatu on taas hivenen heikentynyt, jonka jälkeen veden laatu on parantunut vuoden 1987 laatua paremmaksi vuosiksi 1998–2004. Kokonaisuutena tutkitulla ajanjaksolla veden

laatu on muuttunut parempaan suuntaan.

Mikonsaari

Kuvassa 2a Mikonsaari asettuu Vehkakaipaleen ja Lappeenranta-Taipalsaari pengertien länsipuolisten vesialueiden väliselle alueelle. Tämä näytteenottoaika on altis UPM:n jätevesille, jotka aika ajoittain (esim. talvella pohjaa pitkin) kulkeutuvat ”vastavirtaa” Pien-Saimaalle päin. Tätä näytteenottoaikkaa voidaan pitää kuitenkin tutkituista paikoista toiseksi puhtaimpana.

Mikonsaaren veden laadun heikkene mistä vuosina 1990, 1994 ja 2003 voidaan selittää edellä mainituilla UPM:n jätevesillä, kuva 4. Tähän viittaavat kohonneet sähkönjohtokyky ja natriumpitoisuus. Kokonaisuutena veden laadun muutos mukaillee Vehkakaipaleen veden laadun muutosta, mikä on luonnollista veden virtaussuunta huomioon ottaen.

Sunisenselkä ja Riuttaselkä

Sunisenselän ja Riuttaselän veden laatua ei juuri pystytä tämääntapaisella luokittelulla erottamaan toisistaan, kuva 2a. Sunisenselkä sijoittuu ”aavistuksen” puhtaammalle puolelle kuin Riuttaselkä. Näiden näytteenottoaikojen vesi ensimmäisen pääkomponentin suunnassa on samantapainen kuin Vehkakaipaleen ja Mikonsaaren vesi. Toisen pääkomponentin suunnassa Sunisenselän ja Riuttaselän veden sähkönjohtokyky ja kokonaisfosforipitoisuus ovat korkeammat sekä väri, kemiallinen hapenkulutus ja hapen kyllästysaste matalammat kuin Vehkakaipaleen ja Mikonsaaren vesisissä. Toisen pääkomponentin suunnassa veden laadun eroihin vaikuttavat hydrologiset tekijät sekä päästölähteiden erot (vrt. sellujätevedet sekä maa- ja metsätalouden sekä haja-asutuksen aiheuttama hajajuormitus).

Taipalsaaren kirkonkylä

Taipalsaaren kirkonkylän näytteenottoaikassa on varsin puhdasta Pien-Saimaan vettä, kuva 2a. Tutkittujen vuosien pisteet asettuvat osittain Sunisenselän luokkarajan sisäpuolelle. Erot ovat pieniä, ja voivat johtua esimerkiksi hapenkyllästysasteesta. Taipalsaaren kirkonkylän näytteenottoaikassa, matalammassa vedessä on korkeampi hapenkyllästysaste kuin Sunisen- ja Riuttaselän syvemmissä paikoissa.

Kuukanniemi

Kuukanniemen veden laatu on hivenen edellä esiteltujen näytepaikkojen veden laatua heikompi. Kuukanniemen vuoden 1991 (äärimmäinen vasen piste luokassa Kuukanniemi kuvassa 2a) veden laatu on lähentynyt jopa Koneenselän veden laatua.

Koneenselkä ja Maavesi

Ensimmäisen pääkomponentin suunnassa Lavikanlahden edustalla oleva Koneenselkä ja Maavesi erottuvat korkean sameusarvonsa, typpi- ja fosforipitoisuutensa sekä matalan pH:n ja hapenkyllästysasteensa perusteella, kuva 2a. Koneenselkä on hivenen Maavettä puh-

taamalla puolella. Toisen pääkomponentin suunnassa nämä näytteenotokohdat eivät juuri erotu toisistaan.

Veden laadun muutokset tutkitulla ajanjaksolla nähdään kuvista 3 ja 4. Kuvista voisi ensimmäisen pääkomponentin mukaan päätellä, että veden laatu on parantunut. Toisen pääkomponentin mukaan fosforipitoisuus on kuitenkin hivenen noussut. Toisin sanoen veden laadun selvää paranemista on kuvista vaikea nähdä. Tässä tutkimuksessa ei ollut muuttujina vedenpinnankorkeutta eikä sadantaa. Nämä muuttujat saattavat vaikuttaa veden laatuun varsinkin Maavedellä, joka on matala.

Maaveden tulokset ovat neljän näytteenotuspisteen keskiarvoja. Koneenselältä puuttui näytteitä useilta vuosilta, mutta vuosia, joilta näytteet ovat olemassa, voidaan pitää luotettavina.

Yhteenveto

Tutkimuksessa käytetyllä monimuut-

tujamenetelmällä (PCA) voitiin luokitella Pien-Saimaan vesialueita mitattujen muuttujien avulla. Pien-Saimaan ravintorikkaan ja sameavetisen osan, Lavikanlahden vaikutus näkyy Koneenselän veteen, joka laadultaan lähestyy Maaveden veden laatua. Nämä kaksi näytteenottoaikkaa ovat tässä tutkimuksessa olleista eniten saastuneet. Puhtaimpina erottuvat Vehkakaipaaleen ja Mikonsaaren vedet. Sellutehtaiden jätevesien puhdistuminen näkyy näissä näytteenotokohdissa veden laadun paranemisena tutkitulla (1987–04) ajanjaksolla. Taipalsaaren pengertien länsipuolisissa näytteenottoaikoissa: Sunisenselkä, Riuttaselkä, Taipalsaaren kirkonkylä ja Kuukanniemi, veden laatu on kohtuullisen hyvää ja muutokset pieniä tutkitulla ajanjaksolla.

Kirjallisuus:

Saimaan vesiensuojeluyhdistys ry, 14-osainen vesistökartta, Lappeenranta, 1971.

Laine P., Kohti vesiensuojelun aikaa, Veden laadun muutokset eteläisellä Saimaalla, Väitöskirja, Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu, 111.

Huttula T., Leväsen salmen ja Kopinsalmen avar-tamisen merkitys Maaveden veden vaihduntaan ja vedenlaatuun,

Massart, D. L., Vanderginste, B. G. M., Buydens, L. M. C., de Jong, S., Lewi, P. J. & Smeyers-Verbeke, J., 1997. Handbook of Chemometrics and Qualimetrics, Part A, Elsevier.

MATLAB, Reference Guide, The Math Works, Inc., USA, 2002.

Haario H. & Taavitsainen, V-M., 1991. Data Analysis Toolbox for use with MATLABM, User's Guide, Control CAD Oy: Espoo, Finland.

Heikka, R., Laine, P., Reinikainen, S-P. & Minkinen, P. 2001. Etelä-Saimaan ja Vuoksen tila kohtunut. Vesitalous 42(3): 17–25.

Jantunen M., Maaveden veden laatu ja siihen liittyvät tekijät, Tila- ja kehitysraportti (osana Maaveden kuormituksen alentamisen suunnitteluhanketta vuosina 2001–2004), Saimaan vesiensuojeluyhdistys ry., No 1809/2004.

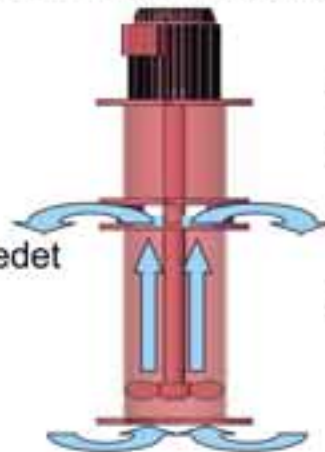
waterix oy
luonnon puolesta



WATERIX ILMASTIMET

Käyttökohteet

- Jätevedenpuhdistamot
- Tasausaltaat
- Kaatopaikkojen valumavedet
- Luonnonvedet



Ominaisuudet

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

TESTIMENESTYJÄ

Waterix Oy
Luoteisrinne 5
02270 Espoo

Puh. 020 7981 230
Fax 020 7981 239
info@waterix.com
www.waterix.com

Talinnan Vesi – oliko yksityistäminen todella tarpeen?



Jarmo Hukka

TkT, dosentti

(vesialan tulevaisuudentutkimus)

Tampereen teknillinen yliopisto

Kirjoittaja on hämmästellyt vesihuollon yksityistämistä jo vuodesta 1995.



Eija Vinnari

KTM, DI, tutkija

Tampereen teknillinen yliopisto

Kirjoittaja tekee väitöskirjatutkimusta vesihuoltopalvelujen hinnoittelusta ja pääoman hallinnasta TTY:n tohtorikoulussa.

Vuonna 2001 Tallinna myi vesihuoltolaitoksensa osake-enemistön kansainväliselle vesilaitosyhtiölle varmistaakseen investointivarojen riittävyyden. Vuoden 2005 loppuun mennessä yksityiset omistajat olivat kuitenkin ottaneet takaisin laitoksen osakepääomaan ”investoimansa” 44 miljoonaa euroa ja sen päälle vielä neljä miljoonaa euroa. Kesäkuun 2005 alussa tapahtuneen pörssiin listautumisen ansiosta yksityisen omistajan osakesalkun arvo on lisäksi noin 100 miljoonaa euroa.

Viron vuonna 1991 tapahtuneen itsenäistymisen jälkeen Tallinnan vesilaitoksen toimintaa kehitettiin ja nykyaikaistettiin voimakkaasti muun muassa Ruotsin ja Suomen veronmaksajien varoilla. Lisäksi Euroopan jälleerakennus- ja kehityspankki (EBRD) on myöntänyt laitokselle lainoja vuodesta 1994 lähtien. Osittain tämän ulkopuolisen tuen ansiosta Tallinnan vesihuoltopalvelujen kehittäminen ja hallinnoiminen edistyivät mallikkaasti ja julkista vesilaitosta pidettiin varsin hyvin toimivana ja oikeaan suuntaan kehittyvänä organisaationa. Silti kaupunginhallitus ja -valtuusto ajoivat aktiivisesti vesihuoltolaitoksen yksityistämistä, ja toimilupasopimus ulkomaisen yksityisen operaattorin kanssa asetettiin tavoitteeksi jo vuoden 1994 toimintakertomuksessa. Tallinnan kunnallinen

vesi- ja jätevesilaitos yhtiöitettiin vuonna 1997 ja se sai nimekseen AS Tallinna Vesi. Vuosina 1997–1998 kaupunginhallitus ehdotti useita kertoja, että osa yhtiön osakkeista myytäisiin kansainväliselle ”strategiselle sijoittajalle”.

Syyt myyntiin

Viime vuosikymmenen lopulla AS Tallinna Veden johtokunta ja yksityistämiskonsultti Suprema Securities laskivat, että sekä yhtiön kassavirrat että lainakapasiteetti olivat riittämättömiä saavuttamaan arvioidun 21,1 miljoonan euron vuotuisen investointitarpeen. Heidän ratkaisunsa oli saada mukaan yksityinen sijoittaja, jonka alkuinvestointi AS Tallinna Veden osakepääomaan olisi tehnyt vesihuoltolaitoksen tarvitsemat investoinnit mahdollisiksi ensimmäisten



Kuva 1. Paljassaaren jäteveden puhdistamo. (Kuva: AS Tallinna Vesi)

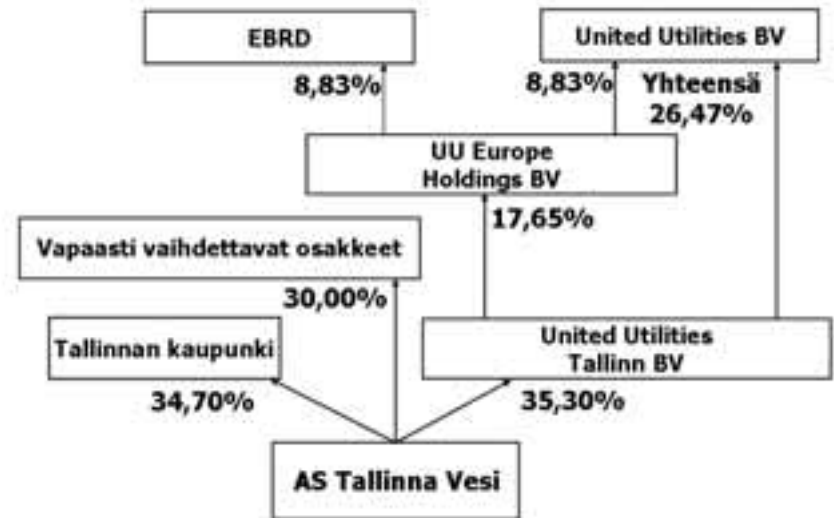
vuosien ajan. Kaupungin edut oli tarkoitus varmistaa niin sanotulla kultaisella osakkeella, joka takaa kaupungille veto-oikeuden useissa päätöksissä, sekä erilaisilla sopimuksilla (osakkeenomistajien sopimus, palvelusopimus). Muut keskeiset syyt myyntiin olivat:

- marraskuusta 1999 lähtien vallassa olleen valtuuston oikeistoenemmistön pyrkimys yksityistää kaikki mahdollinen käyttöomaisuus, mukaan lukien kaupungin infrastruktuuri, sekä
- valtuuston päätös kattaa kaupungin budjetoidut kulut yksityistämisestä saatavilla tuloilla – eli vaikka tarkkaa rahasumma ei ollut vielä edes tiedossa, se oli jo kulutettu etukäteen.

Yksityistämiskehitys

Kesäkuussa 2000 Tallinnan kaupunginvaltuusto päätti myydä 50,4 % osakepääomasta kansainvälisen tarjouspyynnön kautta. Lokakuussa 2000 EBRD vauhditti yksityistämisprosessia 22,5 miljoonan euron yrityslainalla. EBRD olisi myös ollut halukas sijoittamaan 10 miljoonaa euroa osakepääomaan ja saamaan siten vesilaitoksen osakkeenomistajana 14 %:n osuuden osakepääomasta ja äänivallasta.

Tarjouksia jätettiin kaksi. Tammi-kuussa 2001 kaupunki myi osake-enemmistön ja vastaavan äänivallan yksityiselle yritykselle nimeltä International



Kuva 2. AS Tallinna Veden osakkeenomistajat.

Water UU (IWUU), joka oli kahden yrityksen, International Waterin ja United Utilitiesin, puoliksi omistama yhtiö. IWUU sai 50,4 % osakkeista maksamalla 41 miljoonaa euroa Tallinnan kaupungille ja sijoittamalla 44 miljoonaa euroa AS Tallinna Veden osakepääomaan.

Toukokuussa 2001 AS Tallinna Vesi vaati kaupunkia maksamaan sadevesien johtamisesta – palvelusta, joka kuului ennen yksityistämistä laitoksen tehtäviin ja sisältyi vesi- ja jätevesimaksuun. Saman vuoden lopulla vesiyhtiö ja kaupunki joutuivat kiistaan alkupe- räisestä hintojenkorotusta koskevasta sopimuksesta, joka täytyi neuvotella uudelleen johtuen tarjouspyynnön ja vastaavasti palvelusopimuksen ehto- ja koskevista eri tulkinnoista.

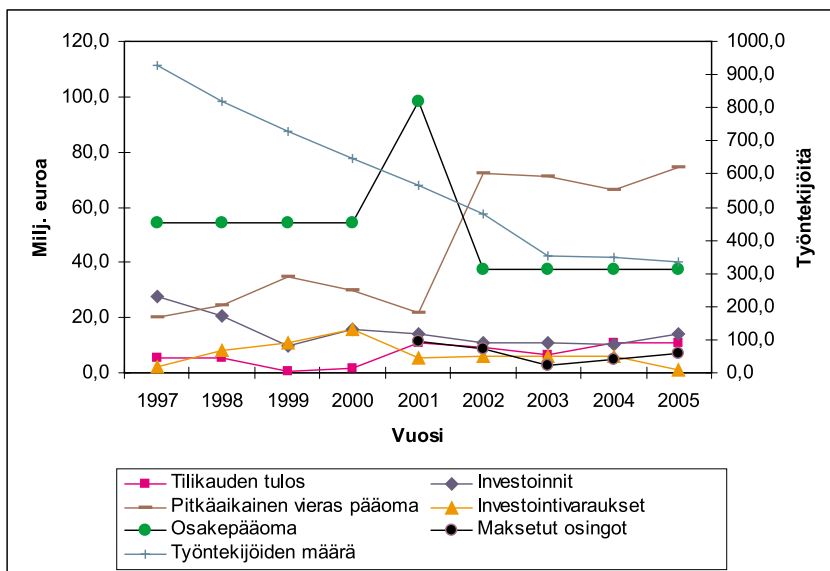
Joulukuussa 2003, varmistaakseen yksityistämistä suosivan toimintapoli- tiikkansa onnistumisen ja markkinoin- nin, EBRD tuli AS Tallinna Veden osaka- kaaksi lunastamalla United Utilities BV:n (UUBV) kanssa puoliksi Interna- tional Waterin osakkuuden. EBRD ja UUBV perustivat yhteisen holding-yhtiön nimeltään UU Europe Holdings BV, mikä takasi päätösvallan säilymisen UUBV:llä huolimatta Tallinnan kau- pungin ja EBRD:n 62,2 prosentin osuu- desta osakepääomasta. Samassa yhtey- dessä IWUU:n tilalle perustettiin uusi yritys, United Utilities Tallinn BV (UUT). AS Tallinna Veden omistussuh- dekaavio on esitetty kuvassa 2.

AS Tallinna Veden osakekannasta 30 prosenttia noteerattiin Tallinnan pörssi- n päälistalla 1.6.2005 ja sen osakkei- den omistajia oli kaikkiaan 2329. Pörssiin listautumisen ja osakeannin ansiosta UUBV on saanut tai on saamas- sa arviolta 27,2 miljoonaa euroa (7.12.2005, toteutuneen osakkeen kurs- sin mukaan). Lisäksi 2.5.2006 osakkeen arvolla laskien UUBV:n osakesalkun arvo on noin 102 miljoonaa euroa.

Yksityisen omistajan "investoinnit"

AS Tallinna Veden taloudellinen tilan- ne ennen yksityistämistä ja sen jälkeen on esitetty kuvassa 3. Yhtiön tekemät varsinaiset kokonaisinvestoinnit yksi- tyistämisen jälkeen ovat olleet noin 12,2 miljoonaa euroa vuodessa, kun yksi- tyistämistä edeltävä vuotuinen inves- tointitase oli keskimäärin 18,5 miljoonaa euroa. Liiketoimintasuunnitelmas- sa sovittu taso puolestaan oli 12,8 mil- joonaa euroa vuodessa eli huomatta- vasti alhaisempi kuin yksityistämispäätöksen tukena käytetty tarvearvio (21,1 miljoonaa).

Vuoden 2000 lopussa yhtiön osake- pääoma oli 54,3 miljoonaa euroa ja inves- tointivaraukset olivat 15,6 miljoonaa euroa, kun ne vuoden 2005 lopussa oli- vat enää 37,5 miljoonaa ja 1,3 miljoonaa euroa. Käytännössä Tallinnan Veden investoinneista onkin vastannut EBRD



Kuva 3. AS Tallinna Veden taloudellinen tilanne 1997–2005.

antamalla lainaa 22,5 miljoonaa euroa ennen yksityistämistä vuonna 1994, saman verran vuonna 2000 sekä 76,9 miljoonaa euroa vuonna 2002 – osakepääoman vähentämisestä huolimatta.

Vuoden 2002 loppuun mennessä eli kahdessa vuodessa IWUU oli saanut laitoksen osakepääomaan maksamastaan 44 miljoonasta eurosta takaisin jo 41 miljoonaa euroa eli huikeat 93 prosenttia. Tästä summasta oli pumpattu ulos osinkoina 10 miljoonaa euroa sekä osakepääoman uudelleenjärjestelyillä 31 miljoonaa euroa. Osa osinkoina jaetuista voitoista oli tehty jo ennen yksityistämistä.

Vuonna 2003 IWUU sai osinkoina 1,4 miljoonaa euroa ja UUBV sai vastavasti 1,8 miljoonaa euroa vuonna 2004. Vuonna 2005 UUBV sai 1,8 miljoonaa euroa puretuista pakollisista varauksista ja 1,9 miljoonaa euroa osinkoina. Näin yksityinen strateginen sijoittaja on jo viidessä vuodessa saanut laitoksen osakepääomaan investoimastaan 44 miljoonasta eurosta ”takaisin” noin 48 miljoonaa euroa.

AS Tallinna Vesi kuitenkin kärsi vuosien 2001–2004 aikana 31,3 miljoonan euron tappion – keskimäärin 7,8 miljoonaa euroa vuodessa – johtuen osakkeenomistajien taktikoinneista.

Huomattuaan, että yksityistämisprosessilla oli ennakoimattomia seurauk-

sia, kaupunginvaltuusto yritti korjata tilannetta perustamalla itsenäisen vesi- ja viikesein valvontaelimen. Kyseisen organisaation jäsenet ovat kuitenkin kaupungin ja vesi-yhtiön valitsemissa, joten käytännössä järjestely muistuttaa enemmän itsesääntelyä kuin puolueetonta valvontaa.

Mitä olisi voitu tehdä toisin?

Osittaisen yksityistämisen tuloksena Tallinnan kaupunki sai 41 miljoonaa euroa myyntituloina sekä oman osuutensa myynnin jälkeisistä vuotuisista osingoista, osakepääoman uudelleenjärjestelystä ja pakollisten varausten purkamisesta. Se olisi kuitenkin saanut 31 miljoonaa euroa ilman myyntiäkin omistamansa vesi-yhtiön osakepääoman uudelleenjärjestelyllä ja pakollisten varausten purkamisella. Kaupunki on lisäksi joutunut maksamaan laitokselle enemmän sadevesien poisjohtamisesta ja taloliittymien tekemisestä kuin on saanut siltä osinkotuloina.

Yksityistäminen ei ole kuitenkaan juuri vaikuttanut henkilöstömäärän kehitykseen: työntekijöiden määrä on laskenut tasaisesti vuodesta 1994 lähtien (kuva 3). Tämäkin osoittaa, että Tallinna Vesi yritti omasta aloitteestaan tehostaa toimintojaan jo ennen yksityistämistä.

Edellä kuvatut ongelmat olisi voitu välttää, jos kaupunginvaltuusto olisi ollut varovaisempi ja täsmällisempi laatiessaan tarjouspyyntöasiakirjoja ja palvelusopimusta. Erityisesti jos kaupunki vastusti osakepääoman vähentämistä tai oletti investointitason olevan 21,1 miljoonaa euroa vuodessa seuraavan 12 vuoden ajan, sen olisi pitänyt vaatia tarvittavia lisäyksiä liiketoimintasuunnitelmaan, sisällyttää ne tarjouspyynnön ehtoihin tai pitää itsellään yhtiön osake- ja äänivaltaenemmistö. Myös aidosti itsenäisen valvontaelimen perustaminen olisi tullut huomioida jo tarjouspyyntövaiheessa.

Kaupungin olisi tullut laatia seuraavan 12–25 vuoden ajalle kassavirta-analyysi ja siitä seuraavat tariffivaatimukset, jotka olisivat huomioineet mahdolliset osakepääoman uudelleenjärjestelyt, kirjanpitoikäytännöt sekä tehokkuusparannukset. Kansalaiset ja asiakkaat olisivat maksaneet joka tapauksessa palveluista ja investoinneista, olisi ne sitten tarjonneet ja tuottanut julkisessa tai yksityisessä omistuksessa oleva yhtiö. Koska ennen yksityistämistä tehdyt investoinnit olivat lähes kaksi kertaa niin suuria kuin yksityistämisen jälkeen tehdyt, olisi varmasti kaupungin omistama laitos kyennyt toteuttamaan ainakin saman kokoluokan investoinnit kuin on nyt tehty myynnin jälkeen – varsinkin kun sen ei olisi tarvinnut maksaa osinkoja ja palvelumaksuja yksityisille omistajille.

Yksityistämispäätös perustui kuitenkin lähinnä poliittiseen toiveajatteluun yksityistämisen tarjoamista mahdollisuuksista. Eri vaihtoehtojen pohdinta oli ilmeisen tarpeetonta ja kiusallista, koska jo ennakoon oli päätetty ostaa niin sanotusti sika säkissä.

Lisäksi on selvää, että IWUU olisi voinut suhtautua myönteisemmin yhteistyöhön ja yhtiön olisi tullut keskustella tärkeimmistä kysymyksistä yksityiskohtaisesti – ne olivat ilmeisesti hyvin epäselviä kaupunginvaltuuston jäsenille ennen kuin palvelusopimus, osakkeenomistajien sopimus ja liiketoimintasuunnitelma allekirjoitettiin.

EBRD:n roolia tässä prosessissa voidaan myös pitää varsin erikoisena. Sen toimintaan kuuluu kilpailun lisääminen sekä yksityistäminen ja yritystoiminnan

tukeminen. AS Tallinnan Veden tapauksessa se on onnistunut kahdessa jälkimmäisessä, mutta kilpailu ei kuitenkaan ole lisääntynyt yksityistämisen myötä. Julkisessa omistuksessa olleesta monopolista tuli käytännössä yksityinen monopoli. On myös outoa, että EBRD tuli AS Tallinna Veden omistajaksi sellaisen holding-yhtiön kautta, joka takaa UUBV:lle päätösvalan kaupungin ja EBRD:n osake-enemmistöä huolimatta.

Loppupäätelmät

Tallinnan tapaukseen liittyy useita kysymyksiä, joihin ei todennäköisesti koskaan saada yhtä oikeata vastausta. Mihin tarvittiin yksityistä omistajaa, joka ei kuitenkaan ole investoinut laitokseen mitään, vaan päinvastoin pumpannut rahaa ulos? Eikö Tallinnan kaupunki olisi saanut lainoja EBRD:ltä tai muilta rahoittajilta investointeihin? Eivätkö lai-

toksen johto ja työntekijät olleet riittävän kyvykkäitä ylläpitämään laitosta? Eikö laitoksen johtokunnalla ja viime kädessä valtuustolla ollut tarpeeksi asiantuntemusta tai halua ohjata laitoksen kehittämistä ja valvoa sen toimintaa?

Voiko yksityisen omistajan ja operaattorin toiminta olla niin paljon tehokkaampaa kuin julkisen organisaation, että sille kannattaa maksaa osinkoja ja palvelusopimuksesta? Olisivatko kaupunkilaiset saaneet vesihuoltopalveluja edullisemmin ja ilman maksujen korotuksia, jos yksityiselle yritykselle ei olisi tarvinnut maksaa puolta laitoksen voitoista sekä operointipalkkiota? Mitä tapahtuu palvelusopimuksen lähetessä loppuaan? Myykö yksityinen omistaja osuutensa yhtiöstä päätettyään ensin jatkaa operaattorina vielä ainakin seuraavat 15 vuotta?

Voidaanko edellä esitetyn jälkeen väittää, että Tallinnan tapauksessa yk-

sityistäminen on ollut ehdottomasti tarpeen ja että "strategiselle sijoittajalle" asetetut odotukset ovat toteutuneet? Tarinan opetus lienee siinä, että julkisten vallankäyttäjien tulisi hyödyntää päätöstenä perusteina eri vaihtoehtojen kokonaisvaltaisia arviointoja erityisesti luonnollisten monopolien osalta.

Kirjoittajat haluavat kiittää EU:n rahoittamaa tutkimushanketta Watertime (www.watertime.net), jossa tutkittiin vesihuoltoon liittyvää strategista päätöksentekoa 29 eurooppalaisessa kaupungissa ja kehitettiin osallistuvan päätöksenteon hyviä käytäntöjä; tutkimukseen osallistuneita Osmo Seppälää ja Risto Teinosta, tutkimuksessa haastateltuja Edgar Savisaarta, Heiki Kivimaata ja Toivo Jürgensonia sekä erityisesti AS Tallinna Veden viestintäpäällikköä Karita Sallia. Myös artikkelia kommentoineille Mikko Isakowille, Tapio Katkolle ja Pekka Pietilälle olemme kiitoksen velkaa. 

5th IWHA Conference, Past and Futures of Water, 13-17 June 2007 Tampere, Finland

First Call for Sessions and Papers

The International Water History Association (IWHA) will hold its fifth biennial conference in Tampere, Finland, in June 2007.

The conference program addresses diverse topics related to water history and futures, and will provide an excellent opportunity for scholars and practitioners from a variety of disciplines and different parts of the world to meet and discuss the many fascinating aspects of water history.

You are requested to send your proposals for sessions and/or papers by 15 October 2006.

Major themes are: Water and the city; Water, health and sanitation; Water, food and economy; Water history research methodologies; and Water history and its relevance.

Other relevant session topics are welcome.

The event is co-organized and hosted by University of Tampere (Dept. of History) and Tampere University of Technology, (Institute of Environmental Engineering and Biotechnology) For more information visit www.envhist.org or http://www.envhist.org/iwha2007_Cfp.pdf

Vesi ja kulttuuri



Markku Isoaho

Ins. (AMK), MSc
kehittämispäällikkö, Oulun Vesi
E-mail: markku.isoaho@ouka.fi

YK:n alainen UNESCO on järjestänyt Maailman vesipäivän maalikuussa vuodesta 1992 lähtien. Tänä vuonna Maailman vesipäivän 22.3.2006 teemana oli Water and Culture. Vesi ja kulttuuri -aihe on Oulussa erityisen ajankohtainen, koska kaupunki on tänä vuonna Euroopan kulttuuripääkaupungin 2011 hakijoiden joukossa. Vesihuollon kannalta ajankohta on myös sopiva. Oulun Vesi sai viime vuonna ensimmäisenä suurena vesilaitoksena Suomessa ISO 9001 -standardin mukaan laaditulle laadunhallintajärjestelmälleen akkreditoitun sertifiointin. Monet Oulun tärkeät vesihuoltoratkaisut saatiin valmiiksi, ja mm. päätettiin hakea vesioikeudellista lupaa pohjaveden ottamiseen Viinivaaran pohjavesialueelta 70 kilometrin päästä kaupungista.

Jo kouluaikoina, kun halusimme aloittaa ylevästi aiheemme aiheesta Vesi ja kulttuuri, kirjoitimme: "Jo muinaiset roomalaiset rakensivat kuuluisia akvedukteja, joissa johdettiin vettä Rooman valtakunnan poliiksiin". Tuolloin emme käsitelleet Rooman aikaisia vesiasioita sen enempää, ja opettajamme taisi hymyillä ja todeta, että asia on kyllä totta, mutta tavallista ainetta ei ole syytä aloittaa niin kaukaa.

Vesi ja kulttuuri -aihe tarkoittaa vesihuoltoihmisen näkökulmasta samaa kuin vesihuolto ja kulttuuri. Tällöin antiikin Rooman vesihuollon tarkastelu on hyvinkin sopiva näkökulma. Itse asiassa on aloitettava vieläkin kauempaa. Historian yleisen tulkinnan mukaan kreikkalainen Kreetan saari on eurooppalaisen kulttuurin kehto. Koulukirjoissa mainitaan myös ohimennen, että Kreetalla oli 3000 vuotta sitten kehittynyt vesi- ja viemäriverkosto. Ensimmäistä Kreetan palatsikaupunkia

alettiin rakentaa jo 4000 vuotta sitten.

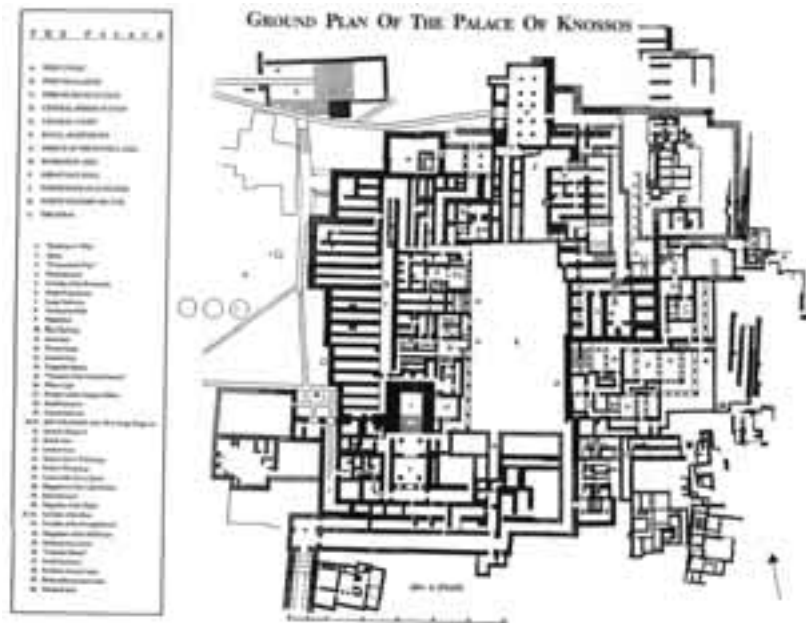
Knossoksen palatsi

Eurooppalaisen vesihuollon historia siis alkaa myös Kreetan saarelta ja siellä Knossoksen kuninkaanpalatsista, joka oli minolaisen kulttuurin keskus v. 3000–1400 eKr. Kreetalla alkanut voimakas kulttuurikehitys saavutti huipunsa v. 1700–1450 eKr. Kreetalle rakennettiin silloin laajoja palatseja, joille oli luonteenomaista pohjakaavan jäsentymättömyys. Tärkein niistä oli Knossoksen kuninkaanpalatsi, joka oli eurooppalaisen kaupan ja kulttuurin keskus. Kreetan laivasto hallitsi tunnettuja maailman meriä. Kauppaa käytiin silloisten sivilisaatioiden kanssa muinaista Egyptiä myöten. Palatsien vesijohdot, kylpyhuoneet ja varastotilat kertovat huomattavasta varallisuudesta.

Knossos oli tarunomaisen kuninkaan Minoksen hallituskaupunki, jonne hän

tarun mukaan rakennutti labyrintin. Kreikkalaisessa mytologiassa Daidalos ja hänen poikansa Ikaros olivat Minoksen vankina Kreetalla labyrintissä. Daidalos onnistui kuitenkin käden taitojensa ansiosta pakenemaan poikansa kanssa labyrintistä linnunsulista ja vahasta tekemillään siivillä, mutta Ikaros lensi isänsä varoituksista huolimatta liian lähelle aurinkoa, poltti siipensä ja syöksyi mereen.

Myöhemmin historia on paljastanut, että Knossoksessa todella oli labyrinttiä muistuttava palatsi. Englantilaisen Sir Arthur Evansin 1890-luvulla aloittamien kaivausten tuloksena on tullut esiin mm. mahtavia palatsinraunioita sekä arvokkaita maalauksia ja koriste-esineitä. Knossoksen palatsi on käsittänyt noin 1500 huonetta. Suurin osa niiden raunioista on nykyään turistien nähtävänä. Knossoksen palatsin ympärillä asui vakituisesti myös valtava joukko käsityöläisiä ja muuta ns. tavallista kansaa.



Kuva 1. Knossoksen kuninkaanpalatsin pohjapiirros. Palatsi oli suurimmassa loistossaan v. 1700–1450 eKr. Tuolloin se käsitti liki 1500 huonetta. Palatsia pidetään kreikkalaisen mytologian ”labyrinttinä”. (Kuva on kopioitu paikan päältä saadusta lehtisestä v. 1993.)



Kuva 2. Antiikin ajan akvedukti Roquefavourissa, Ranskassa. Valokuva Édouard Baldus, noin 1850. (Lähde: Turo Manninen, *Ei vettä rantaa rakkaampaa OULUN VESILAITOS VUOSINA 1902–2002, Oulun Vesi 2002.*)

Vesijohto- ja viemäriverkosto

Vesi johdettiin Knossoksen kaupunkiin Kreetan vuorilta vesijohtoja pitkin (ruukkuputkilla) usean kilometrin päästä. Kaupungin rakennukset oli viemäroity maanalaisilla kanaaleilla, jotka toimivat myös piha- ja torialueiden ja muiden julkisten alueiden (mm. Euroopan ensimmäisen teatterin) sadevesiviemäreinä. Knossoksessa oli ns. kolmivesijärjestelmä, yksi talousvettä varten (sitä tuotiin näillä ruukkuputkilla), toinen jäteväettä varten (vesihuuhelukäymälät yms.) ja kolmas sadevettä varten. Sadevettä käytettiin hyväksi muissa palatsikaupungeissa, joissa ei ollut muuten hyvää vettä saatavissa.

Kuten sanottua palatsien vesijohtot ja kylpyhuoneet ovat osoituksena huomattavasta varallisuudesta. Toimivan vesihuollon merkitystä voidaan myös tarkastella niin, että vesijohtot ja viemärit olivat korkeakulttuurin kehittämisen perustana. Voidaan jopa yleisesti väittää, että ne ovat olleet kaikkien ns. korkeakulttuurien edellytys. Tuhat vuotta minolaisen kauden jälkeen Rooman valtakuntaan rakennetut vesijohtot eli akveduktit tunnetaan kautta historian.

Rooman, alkujaan pienen kylän laajeneminen maailmanvallaksi on ollut yksi historian suurista kysymyksistä, samoin kuin se, miten tuo maailmanvalta menetettiin. Yhtenä selittävänä tekijänä on pidetty etruskien rakentamia viemäreitä. Rooman kukkuloiden väliset suoalueet kuivatettiin rakentamalla tulevan Forum Romanumin alueelle Cloaca Maxima, joka johti vedet Tiberjokeen. ”Viimeinen etruskikuningas” Tarquinius Suberbus eli Röyhkeä aloitti Cloaca Maximian rakentamisen ilmeisesti vuonna 534 eKr. Suuren viemärien rakentaminen oli mahdollista etruskien keksimän holvimuuraustekniikan ansiosta. Tämä insinööritaidon mestarinäyte oli tärkeä myös myöhemmin rakennettujen vesijohtojen eli akveduktien rakentamistekniikassa.

Vesihuolto ja kulttuuri

Koska vesi on elämisen ehto, veden ja kulttuurin yhteyttä pitää tarkastella nimenomaan järjestetyn vesihuollon kannalta. Jo esihistoriallisella ajalla ihmiset ovat ottaneet juomavetensä lähteistä ja muista luonnonvesistöistä. Varhaisimmat alkeelliset yhteisöt ovat kehittyneet

lähteiden ja rakennettujen kaivojen ympärille. Mutta kun puhutaan varsinaisten sivilisaatioiden historiasta, mukaan tulee myös aina järjestetty vesihuolto. Vesihuollolla tarkoitetaan tällöin sekä vedenjakelua että viemärintiä ja kuivatusta.

Historioitsijat ovat tulkinneet minolaisen kulttuurin taiteesta ja rakentamistekniikasta, että siinä oli vaikutteita sen ajan muista sivilisaatioista kuten sumerilaisesta kulttuurista Mesopotamiasta. Sumerilaiset kehittivät tultuaan Babyloniaan (nykyisen Irakin alueelle) kirjoitustaidon, mistä katsotaan historiallisen ajan alkaneen n. 3200 eKr. Samaan aikaan ajoittuvat tiedot ensimmäisistä kehittyneistä vesihuoltojärjestelmistä. Varhaishistoriassa ja kautta koko historian luku- ja kirjoitustaito kulkevat käsi kädessä kehittyneen maanviljelyksen ja vesihuollon kanssa.

Samaan aikaan on kehittynyt myös ns. Indus-kulttuuri. Tämä kulttuuri kuokoisti Indusjoen varsilla nykyisen Pakistanin ja Luoteis-Intian alueella noin 2600–1800 eKr. Induksen kulttuuri oli kaupunkien kulttuuria. Tähän on hyvä lainata Maailman historian pikkujätti-

läisestä kuvaus kaupunkien vesihuolosta:

Kaupunkien viemäröintijärjestelmä on tehokkuudessaan ollut ainutlaatuinen. Useimmissa poltetusta tiilestä tehdyissä rakennetuissa asuintaloissa on ollut kylpyhuone ja käymälä; katujen alla kulkivat viemärit, joiden kunnossapidosta ja tyhjenyksestä huolehdittiin tarkasti. Hygieenisuus eli nimenomaan päivittäinen kylpeminen on ilmeisesti ollut tärkeä uskonnollinen rituaali aivan kuten myöhemmin hindulaisuudessa. Akropoliin hallitseva rakennus onkin suuri vesiallas, ilmeisesti juuri rituaalisiin puhdistusmenoihin tarkoitettu.

Edellä oleva kuvaus koskee siis yli 4000 vuotta vanhan kaupungin vesihuoltoa. Samanlaisia kuvauksia löytyy myös Kiinan ja Japanin varhaisesta historiasta.

Menestystekijät

Knossoksen nousu silloisen maailman johtavaksi keskuksesi selittyy historioitsijoiden tulkinnan mukaan keskeisen sijainnin ja luonnonvarojen lisäksi seuraavilla tekijöillä, joita kannattaa tarkastella minkä tahansa menestyneen eurooppalaisen kaupungin näkökulmasta:

Nopea laivasto. Kreetalaiset rakensivat satoja nopeita laivoja käsittävän kauppalaivaston. Kaikilla tuolloin tunnetuilla merillä purjehtivat laivat olivat tyyppiltään sellaisia, etteivät merirosvot pystyneet vaarantamaan kaupankäyntiä. Laivaston rakentaminen ja hallitseminen perustui sopiviin saatavilla oleviin raaka-aineisiin ja ylivoimaiseen osaamiseen. Kreetan rannikolla oli useita hyviä luonnonsatamia, joista käsin laivasto saattoi toimia. Nopeiden laivojen ansiosta Knossos saattoi nousta varallisuuden keskuksesi ilman ulkopuolista uhkaa. Sodankäyntiin ei tarvinnut uhrata varoja. Mainittakoon, että loistonsa aikana minolainen kulttuuri eli matriarkaalista aikaa. Toisin sanoen naisilla oli itsenäinen, tasa-arvoinen ja arvostettu asema yhteiskunnassa.

Hallinto. Hallinnon ja kulttuurin keskuksesi olivat kuninkaanpalatseja. Hallinto pohjautui hyvin pitkälle vietyyn byrokraatiaan. Toiminnan kannalta byrokraattisuus oli positiivinen ominaisuus. Jo Knossoksen palatsin 1500 huo-



Kuva 3. Oulun Veden Maikkulan vesitorni valmistui Knuutilankankaalle v. 1993. Vesitorni on tasamaastoisessa Oulussa korkeatasoisen vesihuollon yötä päivää näkyvä symboli. (Kuva: Juha Sarkkinen)

neen hallitseminen on täytynyt edellyttää jonkinlaista hierarkiaa. Hyvin toimiva organisaatio on saanut aikaan sen, että eri alojen osaaminen on saatu tehokkaimpaan mahdolliseen käyttöön. Ylivoimainen osaaminen on siis perustunut koko yhteisön tietojen hyödyntämiseen.

Maine. Minos -kuninkaan maine oli levinnyt koko silloiseen maailmaan. Samoin kreetalaisen laivaston yliveritaisuus oli tiedossa maailman merillä, mikä pienensi Kreetaan kohdistuvaa välitöntä uhkaa.

Toimiva vesihuolto. Puhtaan veden saanti Kreetan pohjavesialueilta tyydytti terveellisen juomaveden tarpeen. Vesijohtojen rakentaminen asuntoihin ja myös ylellisiin kylpylöihin mahdollisti sosiaalisen elämän kehittymisen eri muodoissaan. Palatseihin rakennettiin myös täysin toimiva viemäröinti. Näin ollen hygieeninen taso oli korkeaa luokkaa. Runsaan vedenkäytön ja viemä-

röinnin ansiosta kulkutautien leviäminen lienee ollut vähäistä. Kaiken kaikkiaan toimivan vesihuollon ansiosta ihmisten terveydentilan voidaan olettaa olleen erityisen hyvä. Kuvaukseen pitää lisätä vielä palatsialueen sadevesiviemäröinti. Viemäröinti käsitti rakennusten jätevesiviemäröinnin ja alueen sadevesien pois johtamisen. Sadeveden johtaminen viemäreihin on aika ajoin laimentanut kylpyhuoneista ja käymälöistä tullutta jätevettä, joka siis oli nykytermein vain saniteettivesiä. Sadevesiviemäröinti lienee samalla toiminut jäteveden ilmastajana ja palvellut eräänlaisena puhdistusmenetelmänä.

Knossoksen tuhoutuminen

Jos Rooma rappeutui vähitellen, minolainen kulttuuri romahti kerralla. Knossoksen kuninkaanpalatsi oli kärsinyt ennen loistonsa aikaa maanjäristyksistä, mutta se rakennettiin aina vain uudel-

leen. Noin vuonna 1450 eKr. sattuneen Theran (nykyisen Santorinin) saaren tulivuorenpurkauksen ja maanjäristyksen seurauksena Knossos ja muut Kreetan palatsit tuhoutuivat. Samalla tuhoutuivat saarelle rakennetut vesihuoltojärjestelmät. Maanjäristystä seurannut hyökyaalto tuhosi yhdessä yössä koko Kreetan laivaston. (Tänä päivänä ymmärrämme tsunamin tuhovoiman.) Näin laajasta tuhosta Knossos ei enää koskaan noussut entiseen loistonsa. Kreetta menetti yhdessä hetkessä lähes kaikki menestystekijänsä.

Rooman valtakunnan jälkeen vesihuollon osaaminen tai ainakin ymmärrys vedenjakelun ja viemäroinnin tärkeydestä ihmisten terveydelle katosi Euroopasta sadoiksi ellei tuhansiksi vuosiksi. Kun lukee historiaa eurooppalaisten kaupunkien kehityksestä, köyhyydestä, sodista ja hygienian tasoista, tajuaa, mikä merkitys puhtaalla vedellä on ihmisille. Puhumattakaan koko maailman nykyisestä synkstä tilanteesta: 80 % kaikista maailman sairauksista aiheutuu likaisesta juomavedestä ja puutteellisesta viemäroinnistä.

Suomen vesihuolto

Suomessa järjestetyn vedenjakelun historia on vielä lyhyempi kuin muualla Euroopassa. Oulun vesi- ja viemärilaitos täytti vasta sata vuotta. Viemäroinnin historia on vielä tätäkin lyhyempi. Paikoin Suomen maaseudulla sitä ei ole alettu vielä edes kirjoittaa. Harvaan asutulla maaseudulla toki yleisen viemärin merkitys on ollut vähäisempi kuin kaupungeissa, mutta silti.

Ja vielä tänä päivänä vesihuollon ammattilaisten keskuudessa keskustellaan, tulisiko sadevesiviemäroinnin (uusi sanakummajainen on hulevesiviemäri) kuulua vesihuollon piiriin. Ennen jätevedenpuhdistustoiminnan käynnistymistä Suomessa – Oulussa vuonna 1973 – kaupunkien viemärit tehtiin ns. sekaviemäreinä, jolloin putket mitoitettiin rankkasateiden mukaan. Kuten muinaisissa vesihuoltojärjestelmissä Kreikassa ja Roomassa, viemärointi toimi jotenkuten ilman puhdistamoitakin.

Kuten alussa mainittiin, kun tässä yhteydessä puhutaan vedestä ja kulttuurista, tarkoitetaan järjestettyä vesihuol-



Kuva 4. Ilmakuva Oulun Veden Taskilan jätevedenpuhdistamosta; laajennus, joka käsitti aktiivilietelaitoksen ilmastusaltaan ja yläosassa näkyvät pyöreät jälkiselkeytsaltaat, otettiin käyttöön vuoden 2005 alussa, minkä jälkeen puhdistustulokset ovat olleet hyviä. (Kuva: Oulun Veden arkisto)

toa ja kaupunkikulttuuria, vaikka kulttuuri nimensä mukaisesti alun perin on tarkoittanut maanviljelystä. Ja vesihuolto käsittää vedenhankinnan, viemäroinnin ja kuivatuksen. Kuten sivilisaatioiden historia osoittaa, vedenhankinnalla tarkoitetaan myös muuta vettä kuin juomavettä. Peseytymisellä ja kylpemisellä on merkitystä sosiaalisen ja uskonnollisen elämän kehittymisen kannalta.

Viemärointitekniikka

Viemäroinnin merkitystä ihmisten terveyteen, yleiseen hygieniaan ja ympäristön tilaan, on syytä tässä uudelleen tarkastella vesihuoltotekniikan kannalta. Kreetalaisen Knossosin viemärointi oli toimiva lähes 4000 vuotta sitten.

Suomessa harrastettiin sekaviemäritekniikkaa viime vuosikymmeniin saakka, jolloin jätevesille alettiin rakentaa erillisiä putkia ja sadevedet johdettiin erikseen vesistöihin. Nykyisin erikseen johdetun jäteveden laatu on sellaista, että se edellyttää kunnollista puhdistamista ennen purkuvesistöön johtamista.

Ihminen on jo historian alkulähteillä

tiennyt, että vesi on ihmisen elinehto. Mesopotamiasta on löydetty Veden jumalatar esittävä patsas, joka on yli 4000 vuotta vanha. Se esittää vesiastiaa kädessään pitävää naista. Kreikan hellenistiseltä kaudelta v. 100 eKr. on ns. Milon Venus, joka esittää kylpyyn valmistautuvaa Afroditea. Patsasta on löytymisensä jälkeen pidetty naiskauden symbolina. Nämä esimerkit osoittavat, että kulttuurin suuret luomukset kautta historian liittyvät naiseen ja veteen. (Sodat ja tuho liitetään yleensä mieheen.)

Vedenjakelu, viemärointi ja kuivatus ovat siis kaikkien ns. korkeakulttuurien perusta. Ilman toimivaa vesihuoltoa ei ole edellytyksiä kulttuurin nousulle kuoi-
koistukseen.

Oulun kaupunki

Oulun kaupungin vedenhankinta ja puhdistus perustuu pintaveden käyttöön. Raakavesi otetaan Oulujoesta ja puhdistetaan kahdella pintavedenpuhdistamolla, minkä jälkeen se pumpataan vesijohtoverkostoon. Vesijohtojen

piirissä ovat käytännöllisesti katsoen kaikki kaupunkilaiset.

Itsestään selvää on, että puhdasta vettä tarvitaan moniin eri tarkoituksiin. Vedenhankinnan tärkeys on Suomessa yleisesti tunnustettu ja turvattu lainsäädännöllisin keinoin. Yleisesti hyväksytty periaate on kirjattu vesilakiin ja mm. alalla tunnustettuun kirjalliseen auktoriteettiin Vesihuolto-käsikirjaan v. 1981 seuraavasti: Yhdyskunnan vedenhankinta on aina asetettava etuoikeutettuun asemaan kaikkien muiden veteen liittyvien intressien rinnalla.

Hyvälaatuinen talousvesi tuotetaan Oulussa nykyaikaisen tekniikan (voi puhua huipputekniikasta) avulla, millä korvataan kaupungin läheisyydestä puuttuvat luonnolliset pohjavesilähteet. Käyttökelpoiset pohjavesivarat ovat 70 kilometrin päässä.

Oulun Vesi on ollut vuosikausia mukana selvittelemässä vaihtoehtoja pintaveden käytölle yhdessä vesiviranomaisten kanssa. Viime syksynä vihdoin kaupunki jätti Pohjois-Suomen ympäristölupavirastolle hakemuksen pohjaveden ottamiseksi Viinivaaran pohjavesialueelta Pudasjärveltä, Utajärveltä ja Ylikiimingistä. Kun ottaa huomioon vedenhankinnan merkityksen yhdyskunnalle, olemassa olevan lainsäädännön ja yleisesti hyväksytyt periaatteet, hankkeen voisi odottaa etenevän ilman kohtuuttomia esteitä – mukaan lukien luonnonsuojelua koskevat rajoitukset.

Kerrottujen historian esimerkkien mukaan vettä on pystytty mainitun matkan päästä johtamaan kaupunkeihin jo tuhansia vuosia sitten. Antiikin ajan vedenhankinta- ja viemärintiratkaisut toteutettiin koko yhteiskunnan voimin ja kustannuksella, koska veden merkitys ymmärrettiin. Vaikka aika ajoin käytettiin orjatyövoimaa, suurin osa hankkeista tehtiin yksityisinä urakoina.

Viemärinti

Oulun kaupungin viemärinti on rakennettu samassa tahdissa vesijohtojen kanssa. Aluksi viemärit olivat mainittuja sekaviemäreitä ja nykyisin ne ovat erillisviiemäreitä eli jätevesille ja sadevesille on rakennettu omat putket. Eril-

lisiä sadevesiviiemäreitä alettiin rakentaa vuonna 1965. Myös viemärintin piirissä ovat melkein kaikki kaupungin asukkaat.


Asuntoalueiden ongelmana olivat takavuosina sadevesiviiemärintin puutteesta aiheutuvat haitat, pintavesihaitat ja viemäritulvat. Yleensä ongelmat johduvat siitä, että erillisiä sadevesiviiemäreitä ei ollut, eikä sekaviiemäreitä – kun niihin pääsi joka tapauksessa pintavesiä – ollut rakennettu tarpeeksi väljiksi. Kattavan rakentamisen ja riittävän saneerauksen ansiosta viemärintin ongelmat alkavat olla historiaa. Viemärit eivät enää juuri aiheuta terveystriskeä.

Nykypäivänä yhdyskuntien jätevedet ovat sellaisia, että ne edellyttävät erikseen puhdistamista ennen purkuviesistöön laskemista. Vuoteen 1973 saakka kaupungin jätevedet johdettiin puhdistamattomina suoraan mereen. Vuonna 1973 valmistui kaupungin jätevedenpuhdistamo Taskilaan. Jätevedenpuhdistamo on parannettu viime vuosina. Uusittu puhdistamo aloitti toimintansa viime vuoden alussa.

Vesihuollon arvostus

Veden merkitys ihmisen elämälle ja vesihuollon merkitys kulttuurin kukoistukselle on niin tärkeä, että vesihuollon arvostus tulisi uudelleen nostaa Suomessakin kokonaan uudelle tasolle. Valtion ja kuntien pitäisi osallistua vesihankkeisiin samalla tavalla kuin parhaimmillaan 1960-luvulla, jolloin maaseudun vesijohtoja rakennettiin suuren yksimielisyyden saattamana. Haja-asutusalueiden jätevesiviiemärinti ja myös asuinympäristön kuivatus tulisi nyt vuorostaan nostaa arvoiselleen tasolle.

Oulun kaupungin kohdalla suuren pohjavesihankkeen toteuttaminen vaatisi mainittua 1960-luvun yksituumaisuutta. Vaikka kaupunki pystyy toteuttamaan hankkeen yksinkin, valtion mukanaolo osoittaisi vesihuollon tärkeyden ymmärtämisen.

Sen jälkeen on helppo olla mukana koko maailman vesiongelmiin ratkaisemisessa ja rahoittamisessa. Sillä olisi suora vaikutus miljoonien ihmisten elämään. 



www.nordkalk.com

On tärkeää nähdä eteensä.

Erinomaiset kalkkituotteemme hoitavat vesistöjä ja pitävät vedet kirkkaina. Asiantuntemus erottuu.





Harald Velter
Emeritusprofessori
Tallinnan tekninen yliopisto

Ympäristönsuojelun osalta aloite yhteistyöhön tuli Suomen puolelta, kun tekn.lis. Aimo Maasilan johtama vesi-insinöörien ryhmä Maa- ja vesitekniikan tuki r.y:stä saapui Tallinnaan ja aloitti yhteistyön Tallinnan teknisen yliopiston, Vesitalouden valtiollisen komitean sekä Viron johtavien suunnittelutoimistojen edustajien kanssa. Siitä alkoi nyt jo 40 vuotta kestänyt yhteistyö- ja ystävyysuhde, myös perheiden välillä. Myös karjalan ja viipurin heimot olivat erittäin kiinnostuneita ystävyysuhteiden kehittämistä. Yksi yhteistyön perustajista oli Helsingin Teknillisen korkeakoulun professori Pentti Kaitera. Hän oli vesientutkija, mutta hänet tunnetaan myös mm. siitä, että hän avusti inkeriläisiä muuttamaan Virossa ja Leningradin alueelta Suomeen sotavuosina 1942–43. Professori Kaiteran kutsumana vierailin Suomessa vuonna 1965 lähes kolme viikkoa. Luennoin Helsingin Teknillisessä korkeakoulussa, tutustuin Suomessa rakennettuihin jätevesien puhdistuslaitteisiin ja loin suhteita vesialan suunnittelutoimistojen kanssa. Siinä kaikessa oli Maa ja vesitekniikan tuen puheenjohtajan Aimo Maasilan apu korvaamaton.

Molempia maita kiinnosti erityisesti Suomenlahden tilan jatkuva huononeminen. Sodanjälkeinen teollisuuden kasvu ja kaupunkien laajentuminen, erityisesti Suomenlahdesta itään olevalla alueella aiheuttivat huolia. Suomen Merentutkimuslaitoksen tiedemiesten professorien Ilmo Helan ja Aarno Voipion

Viro–Suomi siltaa perustamassa

Toisen maailmansodan jälkeinen aikakausi oli vaikea molemmille veljeskansoille – Suomelle ja Virolle. Suomi säilytti kuitenkin itsenäisyytensä ja siellä alkoi talouden voimakas kasvu 1960-luvulla. Virolaiset elivät sodan jälkeen käytännössä muusta maailmasta täysin eristettynä Neuvostoliiton osavaltiona. Liennytyks- kausi alkoi vuonna 1964 Neuvostoliiton johtajan Nikita Hruštovin aikana, kun Suomen Tasavallan presidentti Urho Kekkonen vieraili Virossa. Hän esitti Tarton Yliopistossa vironkielisen puheensa, joka edisti vanhoja heimoperinteitä ja loi mahdollisuudet kansojemme väliselle yhteistyölle. Laivaliikenne Tallinnan ja Helsingin välillä alkoi, ja Pohjois-Virossa seurattiin Suomen tv-lähetystyksiä. Ensimmäiset yhteydet ihmisten välillä syntyivät.

tarkoituksena oli solmia ja ylläpitää aikaisempia kontakteja ja luoda Suomenlahden vesien seurannan ohjelmat, jotta voitiin kartoittaa suurimmat jätevesien lähteet ja suunnitella keinot jätekuormituksen poistamiseen tai huomattavaan vähentämiseen. Erityisen huolestuneita oltiin tilanteesta Leningradissa sekä alueilla, jossa louhittiin palavaa kiveä. Vuonna 1967 saapui Tallinnaan ensimmäistä kertaa sodan jälkeen Suomen merentutkimusalus ”Aranda”. Tapaamisella Tallinnan teknisessä yliopistossa (TPI) pohdittiin mahdollista suunnitelmaa jätevesien tutkimisesta, mikä koski aluksi vain aluevesirajojen ulkopuolista osaa.

Neuvostoliiton ja Suomen tieteellisen yhteistyön puitteissa oli mahdollista perustaa Suomenlahden vesien- suojelun työryhmä. Sitä vauhditti presidentti Kekkosen edustajan akateemikko Kustaa Viikunan vierailu Virossa.

Vuonna 1968 ehdotin yhteisen työryhmän muodostamista Suomelle. Tä-

tä ajatusta pidettiin hyvänä ja pian tämän jälkeen vahvistettiin Suomenlahden työryhmän perustaminen. Erikois- kiitokset siitä hallitusneuvos P. O. Väisäselle, josta tuli työryhmän johtaja, ja suurlähettiläs Karpiselle. Töitä johtivat prof. Aarno Voipio sekä tämän tekstin kirjoittaja. Alatyöryhminä muodostettiin merifysiikan, merikemian, biologian, kalatalouden, öljyntorjunnan ja teknisten rakennusten työryhmät. Työryhmiin osallistuivat johtavat tiedemiehet molemmista maista. Suomesta: Merentutkimuslaitokselta prof. A. Voipio, P. Mälkki, P. Tulkki, F. Koroleff, J. Lassig; Helsingin yliopistosta professorit Ryhänen, Å. Niemi, V. Sjöblum; Vesihallituksesta pääjohtaja S. Jaatinen, prof. S. Mustonen, prof. R. Laaksonen, R. Savisaari; Helsingin Teknillisestä korkeakoulusta professorit P.Kaitera, E. Kajo- saari; merikuljetusten laitokselta S. Hildén ja Maa- ja vesitekniikan tuesta A. Maasilta, dipl. ins. J. Nikula, prof. K.Niinivaara, ; suunnittelutoimisto Maa



*Suomalaiset
Tallinnassa
vuonna 1965.*

*Vasemmalta:
Jyri Kaljumäe,
Harald Velner,
Kauko Niinivaara,
Laine Velner ja
Aimo Maasilta.*

ja Vesi Oy:stä dipl. insinöörit U. Rausti, ja M. Tikka sekä paljon muita, joista mainittakoon vielä dipl.ins. Aaro Haverinen sekä työryhmän sihteerinä ansiokkaasti toiminut Lauri Haverinen.

Myös Viron työryhmien koostumus oli kattava. Virolaisen työryhmän toiminnan organisoivat tieteellinen sihteeri FT Villu Astok, joka on kokenut meritutkija. Meritutkimuksia (merifysiikka, merikemia) seurasi Viron hydrometeorologian laitoksen johtaja Grigori Portnov. Hän oli Viron työryhmän varajohtaja ja samalla Neuvostoliiton HM-laitoksen luottamusmies. Hän osasi usein ratkaista vaikeita tilanteita virolaisten tiedemiesten hyväksi, silloin kun he olivat virkamatoilla ulkomailla. Todellisuudessa meritutkimuksia suorittivat asiantuntijat Viron Tiedeakatemiasta, Tallinnan teknisestä yliopistosta ja Tallinnan hydrologian laitokselta. Prof. Arvi Järvekülg, dosentti Eeri Kukku, prof. Astrit Saava sekä muut biologit aloittivat ja tekivät erittäin hedelmällistä yhteistyötä Helsingin yliopiston tutkijoiden kanssa. Koska Viron tutkijoilla ei ollut Suomenlahdella omaa tutkimusalustaa, seurannan alaiset tutkimukset tehtiin erikoisvarusteisella Suomen Aranda-aluksella, joka ensimmäistä kertaa sai Suomenlahden projektin puitteissa oikeuden tulla Leningradiin ja Nevanlahteen. Silloin alkoi myös yhteistyö Leningradin vesitutkijoiden kanssa.

Suomenlahden vesientutkimuksen tulokset viime vuosikymmenillä on esitetty perusteellisesti kirjassa "Water Protection of the Gulf of Finland and Estonian Waterbodies" (edited by H. A. Velner), joka ilmestyi Maa- ja vesitekniikan tuen julkaisemana vuonna 2005.

Viro ja senaikainen Neuvostoliitto oli-

vat 1960-luvulla jääneet jälkeen jätevesien puhdistuslaitteiden ja vesistöjen likaantumista vähentävän teknologian kehittämässä. Virolle olivat tärkeitä Suomen kokemukset tällä alalla. Suomenlahden vesien saastumisen rajoittamiseksi tehokkaisten puhdistuslaitteiden rakentaminen oli aloitettava välittömästi. Virossa perustettiin allekirjoittaneen johtamana Valtiollisen vesitalouden ja maanparannuksen komiteassa (puhemies Oskar Valing) Jätevesien puhdistuslaitteiden toimikunta, johon kuuluivat parhaat suunnittelijat ja tiedemiehet. Pohjoisnaapurimme kokemusten avulla valmistettiin suunnittelulaitoksilla "Eesti Projekt", "Eesti Tööstusprojekt" ja "Maaehitusprojekt" jätevedenpuhdistuslaitteet, jotka sarjaan kytettyinä pystyivät puhdistamaan biologisesti jopa 200–400 m³ jätevettä vuorokaudessa. Yhteensä otettiin käyttöön 1970-luvulla lähes 1000 pienpuhdistamo. Suomenlahden työryhmän jäsenet TTY:n dosentti H. Mölder, dipl. insinöörit J. Kaljumäe ja E. Kirt jatkoivat työtä laitteiden täydentämiseksi, erityisesti jäteveden fosforiyhdisteiden poistamiseksi. Kuten myöhemmät tutkimukset ovat osoittaneet, lähes kaikki pienpuhdistuslaitokset (jopa 70 %) ovat toimineet tehotomasti, koska niiden hoito on neuvostoajan olosuhteissa ollut keinoa. Sen takia suuri osa laitteista on nyt peruskorjattava tai rakennettava uudet nykyaikaiset laitokset. Pienpuhdistamojen rakentaminen oli silloin koko Neuvostoliiton laajuudessa uutta. Näitä laitteita yritimme ottaa käyttöön ensiksi myös naapurimaissamme Latviassa ja Liettuassa.

1970-luvulla kehittyi aktiivinen yhteistyö Baltian maiden välillä ja sen kas-

vualustana oli Suomenlahden Vesien suojeleminen työryhmän toiminta, joka avasi ikkunan maailmaan.

Yhteistyö kehittyi myös Leningradin tiedemiesten ja insinöörien kanssa. Suomenlahden puhtauden kannalta todettiin 1970-luvulla olevan erittäin tärkeää rakentaa tehokkaat puhdistuslaitteet Leningradiin ja myös Tallinnaan. Pohjoismaiden rahoitusjärjestelmän antama tuki tuli tässä todella tarpeeseen. Tallinnan viemäriverkoston puhdistuslaitteiden rakentaminen aloitettiin 1970-luvun alussa. Hyvän yhteistyön tuloksena "Eesti Projektin", Tallinnan vesilaitoksen insinöörien (M. Välbe, J. Kaljumäe, P. Pärtel ym.) ja suunnittelutoimisto Maan ja Veden sekä Helsingin kaupungin välillä on nykyään Tallinnassa rakennettu biologis-kemialliset puhdistuslaitteet, jotka täyttävät nykyaikaiset vesien suojeleminen vaatimukset. Suomenlahden vesien suojeleminen työryhmän alku teki mahdolliseksi 1970-luvun lopulla Leningradissa suunnitella ensimmäiset projektit kaupungin jätevesien puhdistamiseksi, ja tämä työ on nyt suurelta osin valmis.

Vielä 30–40 vuotta sitten oli öljyasaasteen vaara Suomenlahdella vähäisempi kuin nykyään, koska öljykuljetusten määrä laivoilla oli huomattavasti pienempi. Yritimme kehittää Suomen ja Viron Merihallitusten välistä yhteistyötä tälläkin alueella. Päähuomio oli kuitenkin keskittynyt satama-aitaiden öljyasaasteen ehkäisemiseen, jota varten hankittiin öljyvuomit. Tehokkaat keinot öljyvuomien torjuntaan avomerellä, varsinkin talvisissa jääolosuhteissa, puutuivat Suomestakin. Vesien virtauksen mallinnusta tehtiin todella aktiivisesti (R. Tamsalu ym.). Avomerellä öljyvuomien torjuntaan pitäisi käytettävissä olla öljynkeruualukset kuten tämänvuotiset kovat kokemukset (lintujen kuolemantapaukset) Viron luoteis- ja länsirannikolla osoittavat. Tällaiset alukset ovat kuitenkin kalliita eikä Viron valtio pysty niitä tänä päivänä hankkimaan.

Suomenlahden vesien suojeleminen työryhmän toiminta oli Itämeren maitten vesien suojeleminen yhteistyön perustana, mikä vahvistettiin virallisesti vuonna 1974 Helsingin vesien suojeleminen valtiotodistuksen allekirjoittamisella ja Komission työn aloittamisella (HELCOM) vuonna 1980.

Suunnittelu ja tutkimus

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

AIR-IX
SUUNNITTELU

Air-ix Ympäristö Oy

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

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

Kala- ja Vesitutkimus Oy

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

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

Eteli-Pohjanmaan
VESITUTKIJAT OY

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

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

K&R Kiuru & Rautiainen Oy
Vesihuollon asiantuntijatoimisto

- Laitosten yleis- ja prosessisuunnittelu
- Vesihuollon kehittämissuunnitelmat
- Talous- ja organisaatio selvitykset
- Taksojen määrityssennusteet
- Ympäristölupahakemukset

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

Vesilaitokset
Jätevesilaitokset
Flotaatiolaitokset

INSINÖÖRITOIMISTO OY RICON AB

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

Knowledge taking people further---

Vesi- ja ympäristötutkimuksia

- Limnologia
- Kalatalous
- Vesikemia
- Hydrobiologia

Yhdyskuntatekniikan ratkaisuja

- Vedenhankinta
- Jätevedenpuhdistamot
- Vedenpuhdistuslaitokset
- Vesihuoltolinjat

RAMBOLL www.ramboll.fi
puhelin 020 755 611

R

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

INSINÖÖRITOIMISTO PAAVO RISTOLA OY

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

www.ristola.com

Kunnallistekniikan osaamista

SUUNNITTELU-TOIMISTO ALUETEKNIikka OY
www.aluetekniikka.com

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

Flotaatiotekniikkaa yli 40 vuotta
Vesilaitokset
Jätevesilaitokset
Jäähdytysvesilaitokset

INSINÖÖRITOIMISTO OY RICTOR AB

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

VESI- JA VIEMÄRILAITOKSET
VERKOSTOSUUNNITTELU JA -MALLINNUS
SUUNNITTELUYHTEISTYÖTÄ - PÄÄSUUNNITTELUA

SITO YS Sito Oy

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

PÖYRY

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

"Jos kaikki Suomen järvet..."

VESISTÖJEN KUNNOSTUS JA HOITO

SUUNNITTELU JA TUTKIMUS **TÖTEUTUS**
 -VE-LIMNO ravinnetasemallisto MOKOX-huipetusurakointi
 -VE-EKOSIMU happamallisto
 -Kunnostussuunnitelmat



Yrittäjätie 12
70150 Kuopio
 Puh. (017) 279 8600
 Fax (017) 279 8601
www.vesi-eko.fi
tiedustelut@vesi-eko.fi

VESI-EKO OY
WATER-ECO
www.vesi-eko.fi

LIMNOLOGITOMISETO-VESIEN HOONON JA KUNNOSTUKSEN ASIAINTUNTUJA



Vesi- ja ympäristötekniikan asiantuntemusta ja suunnittelua

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

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

Together we can do it. **YIT**

Vedenkäsittelylaitteet ja -laitokset

AKVA FILTER - PUHTAAN VEDEN PUOLESTA!

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



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

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

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

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



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


Dosfil oy – Vedenkäsittelyn hallintaa –

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

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

KYSY MEILTÄ

KAIKO OY



Yhteystiedot:
KAIKO OY
 Henry Fordin katu 3 C
 00130 HELSINKI

Puhelin: (09) 884 1010
 Faksi: (09) 884 0129
 S-posti: kaike@kaike.fi

Diagram showing 'VEDEN-KÄSITTELY' (Water Treatment) branching into 'Annettu-tekniikka' (Applied Technology) and 'Vedenmittaus' (Water Measurement).

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

UV-LAITTEET

♦ JUOMAVEDET ♦ JÄTEVEDET
 ♦ UIMA-ALTAAT ♦ PROSESSIVEDET

Hanovia
 WORLD CLASS UV

Luotettavat mittaus- ja säätölaitteet – ProMinentiä
 Experts in Chem-Feed and Water Treatment



Online-mittaukset DULCOMETER

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

www.prominent.fi

ProMinent Finland Oy
 Orapihlajatie 39
 00320 Helsinki

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

Vesihuollon koneet ja laitteet



We know how water works

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

ABS Finland Oy

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



www.flygt.fi

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

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

PA-VE

Palo- ja Vesitekniikka PA-VE Oy

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

www.pa-ve.com

KaLVIT[®]

KaLVI Oy

- palopostit
- paloventtiilit
- seinäpalopostit
- erikoispostit

Keuruu 014 771551
info@kalvi.fi

SPG Vesitekniikka Oy

- verkko- ja suodatinhuolto
- putkireparatioset
- desinfiointi
- saneeraus työt

Tampere 03 2534446
spc.kalvitek@kolumbus.fi

EDULLISET JA LUOTETTAVAT
VENTTIILIT JA VIRTAUSSÄÄTÖLAITTEET
VEDENKÄSITTELYYN

KEYFLOW OY

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



Veeseadmed

VENTTIILIT - KARANJATKOT
KAIVOT - PALOPOSTIT

Veeseadmed Oy, LAHTI 03 - 730 4002

info@veeseadmed.fi www.veeseadmed.com

PUMPUT JA VEDENKÄSITTELYLAITTEET TEOLLISUUTEEN JA KUNNALLISEEN VESIHUOLTOON

Pumppaamot

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



Vedensuodattimet

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



**PUMPPU
LOHJA OY**

www.pumppulohja.fi

Puh. 020 741 7220



www.watman.fi

Vesikemikaalit



ESIKÄSITTELYKEMIKAALIT • PINTAKÄSITTELYKEMIKAALIT • PERUSKEMIKAALIT
VEDENPUHDISTUSKEMIKAALIT • SAOSTUSKEMIKAALIT • RASKASMETALLIEN SAOSTUS

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

www.algol.fi

 **ALGOL**
CHEMICALS

Ciba Specialty Chemicals Oy

Polymeerit
juoma- ja jäteveden
käsittelyyn sekä
lietteenkuivaukseen

Ciba



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

**VESIKEMIKAALIEN
YKKÖNEN**

kemira

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



Korkealaatuiset
kalkkituotteet
vesi- ja
viemäritaitoksille

SMA Saxo Mineral Oy

Selänpolku
55400 Turku

Puh. 016-215 3225
Fax 016-215 3232

info@saxomineral.fi
www.saxomineral.fi

eka

an Akzo Nobel company

LAATUKEMIKAALEILLA
parhaisiin tuloksiin

Vedenkäsittelykemikaalit

- Polyalumiinikloridit • Natriumaluminaatti
- Natriumbhypokloriitti • Kloori • Natronlipeä

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

www.nordkalk.com

**Tunnettemme
veden.**

 **Nordkalk**

Jätevesien- ja lietteenkäsittely

Hydropress Huber Ab

HUBER
TECHNOLOGY

Kaikki laitteet mekaaniseen jäteveden-
käsittelyyn:

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

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

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

OY SLAMEX AB

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

TURBO SUOMI

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

HV-TURBO kompressorit
STAMO sekoittimet
LANDIA upposekoittimet ja pumput

tam

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

T & A Mämmelä Oy

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

KART OY KART AB

- urakoiva ja valmistava konepaja

Jätevedenpuhdistamot, -pumppaamot
Välpeenkäsittely

Raakavesipumppaamot
Kalkkirouhesäiliöt, -siilot, -suodattimet
Suodatussäiliöt

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

Verkostot ja vuotoselvitykset



24 h (09) 855 30 40

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

OTA YHTEYTTÄ!

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

PIPELIFE

Muoviputket vesihuoltoon

Pipelife Finland Oy

Puh. 030 600 2200
www.pipelife.fi

ALITUS- PORAUKSET

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

LÄNNEN ALITUSPALVELU OY

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

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

Putket maahan.
Kaivamatta.

Ympäristöystävällinen vaihtoehto avokaivuulle

 Vaakaporauspalvelu VPP Oy

Puhelin (02) 674 3240 ■ www.vppoy.com

Nopeasti asennusvalmiit KOKKO-painot

www.jakobeton.fi

KOKKO S-10

Lukkopaino 90mm:stä ylöspäin

KOKKO S-20

Sidos 75mm:stä alaspäin

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

JA-KO
BETONI OY BETONG AB



SÄHKÖMUHVITSAUS

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

PUSKUHITSAUSKONEET

20 – 1600 mm ja koulutus.

PUTKISTOTULPAT 12 – 2000 mm.

OPTIPIPE OY

PL 1, 04201 KERAVA

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

PAINEHUUHTELU OY PTV

Viemäriverkoston kuntokartoitus

- TV-tutkimus • savututkimus
- zoom-tutkimus • digi-mittaus

AVAUS
HUUHTELU
SULATUS

Päivystysnumero 0400 910 989

Puh. 020 7500 320

Alhoniituntie 6, 01900 Nurmijärvi
info@painehuuhteluptv.fi

Putkistovuotojen selvittelyä



- vesijohtoverkoston vuotojen selvittelyt
- viemäriverkoston vuotojen haku
- vuodonhakulaitteet
- vesi- ja jätevesimittarit sekä järjestelmät
- korjausmuhvit sekä laippapora haarat
- PE-sähköhitsausmuhvit
- PE-pistoliliittimet

Tämä kaikki yli 15 vuoden kokemuksella

SPT SUOMEN
PUTKISTO
TARVIKE OY

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

Automaatiojärjestelmät

Vesi on hallinnassamme

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

BK-automation
Your Partner in Process Control

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

Kiinteistön ylläpidon ja
rakentamisen tiedonhallinnan
asiantuntija



BUILDERCOM
www.buildercom.fi

Enviro Data Oy

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

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



MIPRO OY - VESIHUOLLON ASIAANTUNTIJA

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

MIPRO OY
INFRA - Vesi- ja energiahuollon automaatio

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

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

MODERNIA TEKNIKKAA VESIHUOLTOON

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



SLATEK

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



Yhdyskuntatekniikka 2007

Infratech • Turku 23.-25.5.2007

Koko ala yhdessä näyttelyssä • www.yhdyskuntatekniikka.fi

Finnish journal for professionals in the water sector
Published six times annually
Editor-in-chief **Timo Maasilta**
Address **Annankatu 29 A 18, 00100 Helsinki, Finland**
Environmental awareness increased in dredging
Matti J. Niemi

Every year, the Port of Turku has to dredge about 60 000–100 000 cubic metres of sediment deposited in the navigation channel and harbour basin mainly due to the sludge transported by the River Aura. Environmental awareness of the impact of dredging and dumping has increased dramatically in recent years, and the Port of Turku has been very active in developing environmentally sound operations. A great challenge facing the authorities in the immediate future is to find appropriate methods and sites for the treatment and final disposal of the contaminated masses. It is to be hoped that Finland's environmental administration will make a major contribution to the resources required.

Does dredged material remain where it is dumped? The Kuuva case.
Tuula Kohonen

The Port of Turku has been dumping dredged sediments in northern Airisto for more than 60 years. In 1989–1999, over 2.3 million cubic metres of dredged material were dumped in marine areas adjacent to Kuivaniemi, Ruissalo. Owing to the lack of quality criteria, all the material was dumped into the sea. An obligatory survey undertaken in 1998 revealed that dredged sediment had spread from the Kuuva disposal site to the navigation channel of Naantali. Echo sounding conducted in the area later showed that over 1.6 million cubic metres of dredged material had accumulated in the part of the navigation channel surveyed.

Hazardous tin compounds in the Archipelago Sea
**Jani Peltonen,
Maria Toivanen and
Harri Helminen**

Studies have demonstrated that the organic tin compounds tributyl tin (TBT) and triphenyl tin (TPT) are highly toxic to marine organisms. An extensive research programme was undertaken in the Archipelago Sea in the summer of 2005 to establish the concentrations of organic tin in sea bottom sediments and fish and also the biological effects of TBT on Baltic tellins (*Macoma balthica*). Tin compounds were detected in

almost all sediments of the Archipelago Sea; some fish exhibited very high concentrations of organic tin, and TBT was found to be a cause of mortality in bivalves.

Toxic tin compounds complicate dredging and dumping
**Jani Peltonen and
Harri Helminen**

Dredging is frequently essential for the maintenance of shipping channels. Yet it is at these very sites that concentrations of organic tin compounds tend to be high. Contaminated masses may not be dumped in the sea; nor may dredged sediments with high contents of organic tin compounds be dumped as such on land but must be rendered harmless. Several techniques varying in cost and efficiency exist for this purpose. The article describes the properties of tributyl tin and suggests different ways of treating dredged sediments.

Automated water quality monitoring to assess the non-point load
**Asko Särkelä, Kirsti Lahti,
Heli Vahtera, Sirpa Penttilä
and Irmeli Ahtela**

Water quality was monitored with automated sensors for one month in autumn in the upper course of the Lepsämäenjoki river and in a farm ditch. The sensors measured the temperature, turbidity, conductivity and level of the water once an hour. The monitoring data were communicated by wireless data transfer to a server. The laboratory analytical data were identical to the sensor data. Water turbidity correlated well with the concentration of suspended matter and total phosphorus. The load of phosphorus and suspended solids to the river could be calculated from turbidity and water flow on an hourly basis.

Water quality in western Pien-Saimaa lake has improved in places
Riitta Heikka

In recent decades, the quality of water in a number of Finnish lakes has changed dramatically, before the 1980s for the worse but since then for the better. The improvement is due to a

reduction in the load from municipal and industrial wastewaters and from agriculture. Volumes of analytical data, the bulk gathered in the course of obligatory monitoring, have been stored in the environmental information system of the Finnish environmental administration and in the archives of municipalities, industrial plants and water protection associations. Long time-series like these are useful for multivariate studies.

Tallinnan Vesi – was privatisation necessary?
**Jarmo Hukka and
Eija Vinnari**

In 2001, the city of Tallinn sold 50.4% of the share capital of its water services company (AS Tallinna Vesi) to an international investor with a view to securing adequate funds for investments. By the end of 2005, the private owners had recovered their initial investment of EUR 44 million as well as an additional EUR 4 million. In June 2005, the company was listed on the Tallinn Stock Exchange, and the value of the private owners' shares is currently estimated to be about EUR 100 million. The investments have been financed mainly with a loan from the European Bank of Reconstruction and Development.

Water and culture
Markku Isoaho

Since 1992, UNESCO has been organising World Water Day on 22 March every year. The theme of the event this year was Water and Culture. This theme is particularly topical for Oulu, as the town is one of the applicants for the title of Cultural Capital of Europe in 2011.

Other articles
Toxins move when the wind blows
Harri Helminen
Building a bridge between Finland and Estonia
Harald Velner
Will the Sea Directive help the Baltic Sea?
Anita Mäkinen



Anita Mäkinen
Meriasiantuntija, WWF
E-mail: anita.makinen@wwf.fi

Kuva: Jarmo Wright

Meridirektiivistäkö apu Itämerelle?

EU:lta on puuttunut kokonaisvaltainen ja yhtenäinen meripolitiikka, minkä puutteen paikkaamiseksi komissio julkisti kesäkuun alussa Meripolitiikan vihreän kirjan arvioitavaksi. Dokumentin tavoitteena on edistää Euroopan kilpailukykyä ja taloudellista kasvua integroimalla kaikki mereen liittyvät toiminnot: merenkulku, teollisuus, kauppa, turismi, energia, kalastus ja merten tutkimus.

Kestävä kehitys on EU-politiikan keskeisiä kulmakiviä. WWF:ssä näkemyksemme on, että mikäli ympäristöasioita ei priorisoida, niin pitkässä juoksussa myöskään kestävä taloudellinen kasvu ei ole mahdollista. Meret ja merten suojele tulevaisuudessa siis ottaa vakavasti. Kannatamme vahvaa Meripolitiikka ja erityisesti vahvaa Meristrategiaa, jonka tulevaisuudessa pitäisi muodostaa Meripolitiikan ympäristöpilarin.

Lokakuussa 2005 komission julkistama strategia meriympäristön suojelemiseksi ja säilyttämiseksi osoittautui kuitenkin hampaattomaksi. Euroopan merten hyvinvointia uhkaavat ICES:n raportin mukaan eniten ilmastomuutos ja kalastus. Itämerellä korostuvat näiden uhkien lisäksi osaksi maanviljelystä aiheutuva ravinnekuormitus ja merenkulku. Nämä toiminnot on kuitenkin rajattu tai ne ovat rajautuneet strategian ulkopuolelle. Meriympäristömme kannalta suurimpia uhkia säädellessään yhteisön maatalous-, kalastus-, energia- ja liikennepolitiikan kautta.

Meripolitiikan suurimpia haasteita onkin, miten nämä toiminnot ja politiikat saadaan integroiduksi mikäli meriympäristön suojelemaan tähtäävässä meristrategiasta ja sen oikeudellisesti sitovasta direktiiviluonnoksesta ne on rajattu pois. Asetelma ei ympäristön kannalta näytä kovin lupaavalta.

Tehtyä ehdotusta on kuvattu kunnianhimoiseksi, mutta WWF:ssä emme voi pitää ehdotusta kunnianhimoisena ainakaan toimenpiteiden osalta. Nyky muodossaan Meristrategian keskeisimmäksi sisällöksi näyttäisi jäävän jäsenvaltioille annettu kehoitus kansainvälisten sopimusten toimeenpanosta. Sen sijaan aikatavoiteissaan ehdotusta voidaan pitää lähes yltyöpäisenä, odotetaanhan Euroopan merien hyvä ekologinen tila saavutetun viimeistään jo vuonna 2021–15 vuoden kuluttua. Tosin tällä hetkellä merten hyvä ekologinen tila on vielä määrittelemättä.

Meriympäristöstrategian lailliseen sitovuuteen ts. Meristrategiadirektiiviin Suomi on ottanut myönteisen kannan, mikä mielestämme on hyvä asia.

Suomalaisille ymmärrys Euroopan merien huonosta tilasta avautuu Itämeren tilan kautta. Suomi on pyrkinyt parantamaan Itämeren tilaa, mistä kansainvälinen WWF on antanut Suomen hallitukselle kansainvälisen Gift to the Earth- palkinnon. Suomella on Itämeren suojeleuohjelma ja sen toimeenpano-ohjelma, suojeleuohjelman pohjalta käynnistynyt vedenalaisen meriluon-

non inventointiohjelma VELMU ja Suomi toimii Itämeren suojeleusopimuksen toteuttamiseksi Helcomin piirissä. Suomi lukee kaiken tämän ehdotetun meristrategiadirektiivin toimeenpanoksi.

Kysymmekin, mikä olisi nykyisältoisen meristrategiadirektiivin tuoma lisäarvo Suomessa? Oikotietä onneen ei ole, joten lisäpotkua tarvitaan, sillä vain tekemällä työtä Itämeren tilan parantamiseksi voimme saavuttaa tuloksia. Työ myös maksaa: Meristrategiadirektiivin toimeenpanosta aiheutuu talousvaikutuksia, joihin tulee varautua valtion budjetissa.

Koko Itämeren kannalta suotuisaa on se, että Helcom saattaa tulevaisuudessa olla keskeinen EU:n meristrategian toimenpiteiden alueellinen koordinaattori ja keskustelufoorumi EU:n ja Venäjän välillä. EU:n naapuruuspolitiikan nimissä Venäjän kanssa tulee toki tehdä myös muutoin yhteistyötä. Suomen EU-puheenjohtajuuskaudella neuvottelut Suomenlahden tilan parantamiseksi tulisi käynnistää tosissaan.

Itämeren tulevaisuuden varmistamiseksi ei riitä pelkkä nykyinen meridirektiiviluonnos. Tarvitsemme rohkeata vuoropuhelua sekä Meripolitiikan vihreän kirjan ja meristrategian välille, että myös meristrategian ja muiden meriympäristön kannalta merkittävien EU-politiikkojen kuten yhteisön kalastus- ja maatalouspolitiikan välille.



Yhdyskuntatekniikka 2007

Infratech • Turku 23.-25.5.2007

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

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

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

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

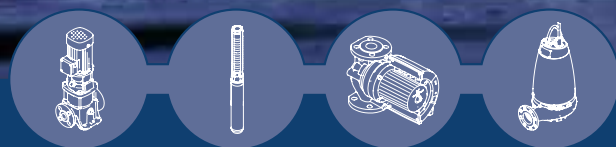
Koko ala yhdessä näyttelyssä • www.yhdyskuntatekniikka.fi

BE > THINK > INNOVATE >

Tarpeesi ovat saaneet meidät ajattelemaan toisin

Ota selvää miten; tilaa luettelomme osoitteesta

www.grundfos.com/prof-profile



Asiakkaan tarpeet ovat kaiken Grundfosin toiminnan lähtökohta. Näiden tarpeiden täyttäminen edellyttää pumpputekniikan jatkuvaa kehittämistä. Lue lisää tästä sitoutumisesta jatkuvaan kehitykseen uudesta Grundfos Professional Profilesta. Tilaa omasi veloitusetta web-sivun kautta tai soittamalla lähimmälle Grundfos-edustajalle, puhelin 030 6656 50

GRUNDFOS 