VESITALOUS

1/2006

Vesi-huollon erityis-tilanteet

ABS
käsittelee jätevesiä

- Pumppsamot
- Kaukolämpöpumput
- Työmaauppopumput
- Tyhjöpumput

- Jätevesipumput
- Ilmastimet
- Epäkeskoruuvipumput
- Sekoittimet

abs

We know how water works

ABS Finland Oy
Turvekuja 6, 00700 Helsinki
Puh. 075 324 0300, Fax (09) 558 053
www.abspumps.com

VESITALOUS

1 2006

Vol. XLVII

Julkaisija
YMPÄRISTÖVIESTINTÄ YVT OY

Kustantaja
TALOTEKNIIKKA-JULKAISUT OY
Harri Mannila
E-mail: harri.mannila@talotekniikka-julkaisut.fi

Päätoimittaja
TIMO MAASILTA
Maa- ja vesitekniikan tuki ry
Annankatu 29 A 18
00100 Helsinki
E-mail: timo.maasilta@mvtt.fi

Toimitussihteeri
TUOMO HÄYRYNEN
Puistopiha 4 A 10
02610 Espoo
Puhelin (050) 585 7996
E-mail: tuomo.hayrynen@talotekniikka-julkaisut.fi

Talous ja tilaukset
TAINA HIHKIÖ
Puhelin (09) 694 0622
Faksi (09) 694 9772
Nordea 120030-29108
E-mail: vesitalous@mvtt.fi

Ilmoitukset
MIKKO KORHONEN
Ollilantie 11 S
04250 Kerava
Puhelin ja faksi (09) 242 8057
GSM (0500) 707 757
E-mail: mikko.korhonen@mark-kor.fi

Kannen kuva
JUKKA NISSINEN

Painopaikka
FORSSAN KIRJAPAINO OY

ISSN 0505-3838

Ilmestyy kuusi kertaa vuodessa.
Vuosikerran hinta 50 €.

www.vesitalous.com

Tämän numeron kokosi
MINNA HANSKI
E-mail: minna.hanski@mmm.fi

VESITALOUS 2/2006

ilmestyy 7.4. Teemana on Itämeri. Ilmoitusvaraukset 16.3. mennessä.

www.vesitalous.com

Pyydä vesihuollon tarviketarjous
Vesitalouden markkinapaikan kautta!

SISÄLTÖ

Pitäisikö huolestua?
Jaakko Sierla — 5

Vedenjakelun toimivuus ja turvallisuus
Jarmo Siekkinen
Artikkelissa arvioidaan viranomaisten uusia ehdotuksia erityistilanteisiin varautumiseksi, niiden vaikutuksia ja toteuttamismahdollisuuksia taajamien ja maaseudun monimuotoisen vesihuoltolaitoskentän näkökulmasta. — 7

Ennakoi, valmistaudu, toimi! Vesihuoltolaitoksen viestintä erityistilanteissa
Eeva Hörkkö
Vesihuoltolaitoksen toiminta koskettaa useita ihmisiä, joten kriisiviestinnän tarve on ongelmatilanteissa suuri. Kriisiviestintäsuunnitelma ja -ohjeet ovat osa vesihuoltolaitoksen valmiussuunnitelmaa. — 10

Vesilaitosten henkilöstön pätevyysvaatimukset
Jari Keinänen
Vesihuollon toimivuuden ja talousveden laadun turvaamiseksi vesihuoltolaitosten henkilökunnan koulutus, kokemus ja asiantuntemus ovat erittäin tärkeitä tekijöitä. Sosiaali- ja terveysministeriö on valmistellut terveydensuojelulain muutosehdotuksen, jonka tavoitteena on säätää pätevyysvaatimuksista. — 14

Kasviplanktonin tutkimusmenetelmät
Liisa Lepistö, Kristiina Vuorio, Anna-Liisa Holopainen, Maija Huttunen, Reija Jokipii ja Maija Niemelä
Kasviplankton on yksi niistä biologisista muuttujista, joita käytetään vesipolitiikan puitedirektiivin edellyttämässä vesien ekologisen tilan arvioinnissa. Mikroskopoimalla tehtävässä tutkimuksessa käytetään kvantitatiivista, semikvantitatiivista tai kvalitatiivista tutkimusmenetelmää. — 16

Iranin vesiongelmat
Esko Kuusisto
Iranissa rakennettiin puolen Päijännetunnelin pituinen vedensiirtojärjestelmä jo runsaat 3000 vuotta sitten. Nyt suunnitellaan maailman korkeinta patoa. Teknisistä saavutuksista huolimatta maan vesiongelmat ovat mittavat. — 22

Happea kaloille!
Jukka Sassi ja Erkki Saarijärvi
Talvella 2003 koettujen kalakuolemien kokemusten perusteella havaittiin, että hapetuksen laitevalintaan ja toteutukseen liittyvä asiantuntemus oli usein puutteellista. Tilanteen parantamiseksi käynnistettiin projekti, jossa testattiin hapetuslaitteita laboratorio- ja kenttäkokein. — 27

Hydrologisia aikasarjoja puiden vuosilustoista
Samuli Helama, Markus Lindholm ja Jouko Meriläinen
Useimmat hydrologiset havaintosarjamme eivät ylety kovinkaan pitkälle 1800-luvun puolelle. Yllättävän tarkkoja vastauksia moniin historiallisia sademääriä koskeviin kysymyksiin voidaan saada puiden vuosilustojen systemaattisella tutkimuksella. — 31

Tehokasta vesiensuojelua virtaamansäädöllä
Hannu Marttila ja Björn Klöve
Oikein suunnitellulla ja mitoitetulla virtaamansäädöllä voidaan pienentää merkittävästi turvetuotantoalueen virtaamahuippuja ja kuormitusta. — 34

Liikehakemisto — 40

Palvelun keskeyttämisestä
Anneli Tiainen — 47

Vesitalous, sisällysluettelo 2005 — 48

Abstracts — 49

Yliopistoelämää
Pertti Vakkilainen — 50

Asiantuntijat ovat tarkastaneet lehden artikkelit.

TOIMITUSKUNTA

MINNA HANSKI
dipl.ins.
Maa- ja metsätalousministeriö

EEVA HÖRKKÖ
tiedottaja
Vesi- ja viemärilaitosyhdistys

ESKO KUUSISTO
fil.tri, hydrologi
Suomen ympäristökeskus, hydrologian yksikkö

HANNELE KÄRKINEN
dipl.ins., ympäristöinsinööri
Uudenmaan ympäristökeskus

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

RIKU VAHALA
dipl.ins. (väit.)
Vesi- ja viemärilaitosyhdistys

OLLI VARIS
tekn.tri, dosentti, akatemiatutkija
Teknillinen korkeakoulu

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

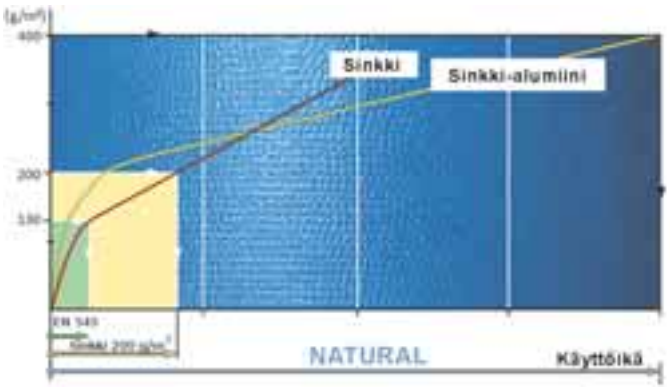
PAM Worldwide

SG-putki on nyt NATURAL

SG-valurautaputken monikäyttöisyyttä ja kestävyyttä on entisestään parannettu.

NATURAL-putken innovatiivinen monikerroksinen sinkki-alumiinipinnoite parantaa olennaisesti putken käyttöikää ja laajentaa sen käyttöaluetta. NATURAL-putki soveltuu myös maaperiin, joissa tavallinen sinkki-bitumipinnoite ei takaa riittävää korroosiosuojaa.

Lue lisää osoitteessa www.sgps.fi.



NATURAL-putken sinkkipinnoitteen vahvuus 400 g/m² ylittää yli kolminkertaisesti normin vähimmäisvaatimukset (sinkillä 130 g/m²).

SAINT-GOBAIN
PIPE SYSTEMS

Saint-Gobain Pipe Systems Oy
Merstolantie 16, 29200 HARJAVALTA, Nuijamiestentie 3 A, 00400 HELSINKI
Puh. 0207 424 600, fax 0207 424 601
sgps.finland@saint-gobain.com
www.sgps.fi

Jaakko Sierla
Vesihallintoneuvos,
Maa- ja metsätalousministeriö
E-mail: jaakko.sierla@mmm.fi
Kirjoittaja toimi viime kesäkuussa loppuraporttinsa jättäneen vesihuollon erityistilannetyöryhmän puheenjohtajana.

Pitäisikö huolestua?

Taannoiset ministeriön pikkujoulut osuivat samalle päivälle, jolloin STT uutisoi vesipulan uhkaavan Heinolaa sähkökatkosten seurauksena. Ministeri Juha Korkeaoja oli päivän tapahtumien tasalla ja kysäisi, pitäisikö meidän huolestua tilanteesta. Kysymys on hyvin aiheellinen, vaikka tässä tapauksessa miltei yhtä aikaa pois päältä pudonneet kolme päävedenottamoa saatiin toimintakuntoon niin, että vedenjakelu saattoi lopulta jatkua ilman häiriöitä.

Myöhemmissä keskusteluissa Vesi- ja viemärilaitosyhdistyksen jouluglögeillä kävi ilmi, ettei varavoimalaitteiden puuttuminen ole mitenkään tavatonta suurehkoillakaan vesihuoltolaitoksilla. Aggregaatit ovat kyllä hankintalistalla, mutta tämäntyyppisillä hankinnoilla on taipumus siirtyä tuonnemmaksi kiireellisempien tieltä. Kuitenkin jo vuonna 1989 vesihuollon toimivuuden turvaamista selvittänyt työryhmä katsoi, että asianmukainen varautuminen edellyttää varavoimalaitteiden hankintaa osana laitoksen normaalia toimintaa.

Yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaamiseen tähtäävän varautumisen merkitys on tuon työryhmän ajoista merkittävästi kasvanut. Voimakkaana herätteenä on ollut terrorismin uhka, mutta vielä olennaisempaa on luonnon ääri-ilmiöihin ja tekniseen toimintaympäristöön liittyvien varautumistarpeiden jatkuva lisääntyminen. Vesihuollossa erityistilanteisiin varautumisen parantamistarpeen osoittivat selvästi vuosien 2002–2003 kuivuus ja vuoden 2004 tulvat sekä myrskyjen aiheuttamat sähkökatkokset.

Näistä syistä maa- ja metsätalousministeriö asetti uuden työryhmän laatimaan ehdotukset toimenpidesuosituksiksi vesihuollon erityistilanteiden varalta, oppaaksi vesihuollon erityistilanteisiin varautumisesta ja vesihuoltolaitosten varmuusluokituksen kehittämiseksi. Viime kesänä loppuraporttinsa jättänyt työryhmä tarkasteli vesihuoltoa kokonaisuutena niin, että myös viemäröinnille ja jäteveden käsittelylle aiheutuvat ongelmat olivat tarkastelussa mukana. Erityistilanteiden käsittelyssä työryhmä ei keskittynyt poikkeusoloihin, vaan käsitteli aihetta kattavasti ”putkirikoista terrori-iskuihin”.

Työryhmä ehdotti vesihuoltolaitoksille lakisääteistä varautumissuunnitteluvelvoitetta. Nykyisin varautumisvelvoitteita on vain kunnan teknisen toimialan osana toimivilla vesihuoltolaitoksilla valmiuslain nojalla. Ehdotettu varautumissuunnitelma kattaisi valmiuslain mukaisiin poikkeusoloihin varautumisen lisäksi myös normaaliajan häiriötilanteet. Ehdotuksia laadittaessa otettiin huomioon peruspalvelujen tuottamisessa meneillään oleva rakenteellinen kehitys, jonka myötä vesihuoltolaitoskentässäkin tapahtuu yhdistymistä suuremmiksi yksiköiksi ja irtautumista kunnan välittömästä ohjausvallasta.

Työryhmä ehdotti myös vesihuoltolaitosten varmuusluokituksen uudistamista. Nykyistä selkeämpi luokitus edistäisi osaltaan vesihuoltolaitoksen omien varavedenottamoiden lisäämiseen tai alueellisen yhteistyön aikaansaamiseen tähtääviä investointeja. Nämä tavoitteet otetaan myös aiempaa vahvemmin huomioon suunnattaessa valtion tukea vesihuoltoon. Työryhmän muiden ehdotusten tavoitteina on parantaa toimijoiden välistä yhteistyötä, vesiepidemioiden ehkäisemistä, vesihuoltopalvelujen toimivuutta erityistilanteessa, viestinnän sujuvuutta sekä taajamatulviin ja hulevesiin liittyvien riskien hallintaa.

Työryhmän raportti oli viime vuoden lopulla laajalla lausuntokierroksella. Lausuntojen pohjalta ehdotukset käydään läpi ja tarvittaessa tarkistetaan. Jatkotoimet ovat käynnistyneet ripeästi ja osa ehdotuksista on jo toteutusvaiheessa. Työryhmän työhön liittyen on jo valmistunut kotieläintilojen huoltovarmuusopas. Tämän vuoden alussa ilmestyy opas vesihuollon erityistilanteisiin varautumisesta sekä haja-asutusalueiden vesihuollon varautumisopas. Näihin julkaisuihin on koottu kattavasti nykyinen paras tieto vesihuollon eritystilanteisiin varautumisesta.

BE › THINK › INNOVATE ›

Kun valitset Grundfosin, saat enemmän kuin pumpun. Saat asiansa tuntevan huoltoverkoston, vertaansa vailla olevan varaosapalvelun ja teknisen osaamisen.

Grundfos-pumppujen huolto Suomessa on järjestetty sekä omilla huoltopisteillä että valtuutetuilla huoltoliikkeillä.

Omat huoltopisteemme sijaitsevat Vantaalla, Turussa, Tampereella, Lappeenrannassa sekä Seinäjoella. Muu Suomi hoituu valtuutetuilla huoltoliikkeillämme.
Varaosapalvelua saat Vantaalla sijaitsevan varaosamyyntimme lisäksi myös kaikista huoltoliikkeistämme.

Näyttöä osaamisesta – kohteena Suomenlinna:

Suomenlinnan merenalainen huoltotunneli on elintärkeä 900 vakituiselle asukkaalle ja muille saarella toimiville yhteisöille. Tunneliin tihkuu noin 500 kuutiota merivettä vuorokaudessa, joten pumppujen on oltava tehokkaita ja luotettavia. Grundfos Pumput urakoi pumppaamon kuntoon vuonna 2005.

Pumppaamon käyttökulut pienemmiksi

Merivettä tunnelista pois pumppaavat pumput olivat alkuperäisiä, kun pumppaamon remontointiin ryhdyttiin viime vuoden keväällä. Grundfos Pumput sai noin 35 000 euron kokonaisurakan, ja asensi pumppaamoon yhteensä kolme 18,5 kilowatin moottoreilla varustettua pumppua. Yksi pumppu riittää vuotoveden poistamiseen, mutta kaikki kolme pidetään käynnissä vuoron perään, koska tunneli sijaitsee niin kriittisessä paikassa. Pumpuissa on kahden vuoden takuuaika, ja huoltosopimus kattaa pienemmät ja isommat huollot.

Vantaa:
Oy Grundfos Pumput Ab
Mestarintie 11, 01730 Vantaa

Lappeenranta:
Talotekninenmyynti ja -huolto
Kunnallistekninenmyynti ja -huolto
Oy Grundfos Pumput Ab
Alaniitynkatu 19, 53100 Lappeenranta

Turku:
Talotekninenmyynti
Kunnallistekninenmyynti ja -huolto
Oy Grundfos Pumput Ab
Harmokatu 5, 20380 Turku

Seinäjoki:
Kunnallistekninenmyynti ja -huolto
Oy Grundfos Pumput Ab
Tuottajantie 12, 60100 Seinäjoki

Tampere:
Talotekninenmyynti
Kunnallistekninenmyynti ja -huolto
Oy Grundfos Pumput Ab
Kauhakorvenkatu 43, 33720 Tampere

Grundfos-huolto:
puhelin 030 6656 50
telefax 030 6656 560

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

www.grundfos.com

GRUNDFOS

Vedenjakelun toimivuus ja turvallisuus

Jarmo Siekkinen
Vesihuoltoinsinööri, dipl. ins.
Pohjois-Savon ympäristökeskus
E-mail: jarmo.siekkinen@ymparisto.fi

Suomessa pohjavedenkäyttö vesihuoltolaitosten raakavetenä on lisääntynyt tasaisesti 1960-luvulta lähtien. Haja-asutuksen vedenhankinnan kehittyessä on otettu käyttöön entistä pienempiä pohjavesimuodostumia. Viime vuosina vedenkierrossa tapahtuneilla suurilla vesitaseen vaihteluilla on ollut vaikutusta vedenhankintaan ja -jakeluun. Poikkeukselliset säävaihtelut ovat vaikuttaneet myös vesihuoltolaitosten vedenjakelun varmuuteen. Toimiva vesihuolto on tunnustettu ja merkittävä yhdyskunnan perusrakenne sekä sen kehityksen ehto. Vesihuollolla on keskeinen merkitys myös yhteiskunnan huoltovarmuudessa.

Tässä artikkelissa käsittelen muutamia keskeisiä vesihuollon erityistilannetyöryhmän toimenpide-ehdotuksia arvioiden niiden vaikutuksia sekä toteutumismahdollisuuksia taajamien ja maaseudun monimuotoisen vesihuoltolaitoskentän näkökulmasta. Haja-asutuksen vesijohtoverkoston rakentamisella Suomessa on pitkät perinteet. Uusia haasteita tuo maaseudun keskittyneen asutuksen jätevesienjohtaminen ja -käsittely. Pohjois-Savon alueella rakennettiin 1990-luvulla merkittävä osa haja-asutuksen vesijohtoverkostoista. Vesihuoltolain mukaisia vesihuoltolaitoksia on Pohjois-Savossa yhteensä noin 150 kpl. Näiden lisäksi on noin 140 pienempää vesilaitosta, joilla on vedenjakeluverkosto. Lukumääräisesti pienet vesilaitokset ovat sijoittuneet Ylä-Savoon. Ne toimivat vedenjakeluyhtiöinä alueella, jossa maatalous on keskittynyt maidontuotantoon.

Maidontuotantotilojen eläinmäärät ovat kasvaneet huomattavasti ja toimintoja on automatisoitu. Koneellistaminen on pyritty viemään niin pitkälle kuin suinkin mahdollista ajoittain hyvinkin rajoitetun työvoiman määrän pakottamana. Lypsykoneen ja tilatankin pesusta huolehtii täysin pesuautomaatti. Maidontuotantotilojen toiminnan edellytys on toimiva, varma ja laadukas vedenjakelujärjestelmä. Kaikilta osin pienet vesihuoltolaitokset eivät täytä tätä vaatimusta. Maidonjalostusteollisuus keskittyy luonnollisesti alueelle, jossa raaka-ainetta maitoa on saatavana lyhyiden kuljetusetäisyyksien sisältä. Teollisuuden vedenhankinnasta vastaa täysin kunnallinen vesihuoltolaitos sekä tukkuvesiyhtiö, joka vastaa vedentuottamisesta ja alueellisesta vedenjakelusta.

Uusi varmuusluokitus

Suomen ensimmäinen vesilaitosten kriisiluokitustyö käynnistettiin Tshernobylin ydinvoimalaonnettomuuden jälkimainingeissa vuonna 1987. Viimeisin Suomen vesilaitosten turvallisuusluokitus -selvitys on tehty vuonna 1997. Aiempien luokitusten arviointi perustui pitkälti vesilaitoksen käytettävänä olevan pohjaveden määrään. Luokituksessa arvioitiin pohjavesialueen antoisuus sekä myöhemmin myös yhdysvesijohtojen kautta mahdollisesti saatavan verkostoveden määrä tilanteessa, jossa tärkein pohjavedenottamo on pois käytöstä. Kriisi- ja turvallisuusluokkia oli 4–5, joiden vedentoimittamisen rajat ovat samat kuten uudessa esitetyssä varmuusluokituksessa. Tuloksia ovat hyödyntäneet lähinnä ministeriöt, Suomen ympäristökeskus sekä alueelliset ympäris-

Vesijohtovuoto Kuopiossa. Kuva Kari Kuosmanen.

tökeskukset suunnatessaan valtion tukea vesihuollon investointikohteisiin.

Edelliset vesihuoltolaitosten turvallisuusluokitukset ovat perustunut lähinnä raakaveden tuotantokapasiteettiin. Pohjaveden käyttäminen vesilaitosten raakavetenä on yleensä arvioitu ongelmattomaksi, joka on antanut vedenhankinnan sekä jakelun toiminta- ja huoltovarmuudesta optimistisen kuvan verrattuna sitä vesihuoltolaitosten todellisiin valmiuksiin toimia erityistilanteissa.

Uuden varmuusluokituksen keskeinen muutos on siinä, että luokituksella tullaan arvioimaan vesihuoltolaitosten vedenjakelun toimittamisvarmuutta normaaliajan häiriötilanteissa. Tarkastelun lähtökohtana pidetään edelleen sitä, että vesihuoltolaitoksen merkittävin vedenottamo, pinta- tai pohjavedenottamo, on poissa käytöstä esimerkiksi pilaantumisen tai pitkäaikaisen kuivuuden seurauksena. Tällöin tarkastellaan tilannetta, miten paljon vesihuoltolaitoksen muilta vedenottamoilta sekä toisilta vesihuoltolaitoksilta voidaan toimittaa talousvettä asukasta kohti vuorokaudessa ottaen huomioon oman verkoston ja yhdysvesijohtojen toimituskapasiteetti. Myös yhdysvesijohtoihin liittyvät toimitussopimukset otetaan huomioon. Kotitalouksien käyttöön jäävää keskimääräistä vesimäärää laskettaessa on otettava huomioon laitoskohtaisesti määritellyt terveydenhuollon ja elintarviketeollisuuden sekä muiden erityislaitosten minimivedentarpeet.

Ehdotuksen mukaan vesimäärää laskettaessa sovelletaan seuraavia tärkeimpiä periaatteita ja kriteereitä.

– Samalla pohjavesialueella sijaitsevia vedenottamoita, joilla on hydraulinen yhteys, ei voida lukea toistensa varavedenottamoiksi.
– Samassa vesistössä olevia pintavedenottamoita ei voida lukea toistensa varavedenottamoiksi.
– Yhdysvesijohtojen ja oman verkon todelliset toimituskapasiteetit tulee tuntea mitoituksen, mallinnuksen ja testauksen perusteella.
– Vesihuoltolaitoksen sekä yhdysvesijohtojen toimitussopimukset on otettava huomioon.
– Erityistilannesuunnitelmien on oltava ajan tasalla ja tilanteen edellyttämät järjestelyt on kyettävä saattamaan toimintakuntoon 24 tunnissa.

Varautumissuunnitelmat kaikille laitoksille

Vesihuollon varautumisessa on keskeistä vesihuollon kehittämissuunnittelun ja vesihuollon poikkeus- ja erityistilanteiden suunnittelun sisällön ja vaatimusten kehittäminen. Suunnittelun lähtökohtana tulee olla riittävä vesihuollon uhkatekijöiden tunnistaminen ja niiden vaikutusten kohdentumisen arviointi vesihuoltolaitoksen kannalta. Vesihuollon poikkeus- ja häiriötilanteita tulee harjoitella säännöllisesti testaten suunnitelmien toimivuus ja

niiden kehittämisen tarve. Harjoituksiin liittyvä tiedottaminen ja viestintä edistää tiedonkulkua viranomaisten ja muiden toimijoiden välillä.

Pohjois-Savon kuntien ja yhtiöiden vesihuoltolaitoksille on laadittu vesihuollon erityis- ja poikkeustilanteiden suunnitelmat. Näitä suunnitelmia voidaan pitää varsin hyvinä ja niiden toimivuutta on testattu valmiusharjoituksissa sekä käytännön erityistilanteissa. Vesihuollon poikkeus- ja erityistilanteiden harjoitusten suunnitteluun tulee kiinnittää erityistä huomiota. Harjoituksessa käytävät tilanteet tulee laatia laitoskohtaisesti niiden ominaispiirteiden mukaisesti normaaliajan häiriötilanteita varten. Harjoitusten säännöllinen järjestäminen vaikuttaa selvästi siihen, että suunnitelmat pidetään päivitettynä ja erityisesti vesihuoltolaitosten valmiudet tiedottamisessa myös normaaliajan häiriötilanteissa ovat huomattavasti parantuneet.

Suunnitteluvelvoitteen laajeneminen Pohjois-Savossa noin sadan vesiosuuskunnan vesilaitostoiminta-alueelle tulee olemaan merkittävä haaste. Alueella toimii useita suuria osuuskuntien vesihuoltolaitoksia, joiden verkostoon on liittynyt monia isoja maidontuotantotiloja. Suunnittelu tulisi toteuttaa alueittain yhteistyössä kuntien ja osuuskuntien vesihuoltolaitosten kanssa.

Toimintavarmuuden parantaminen

Lähiaikoina julkaistava opas ”Vesihuollon erityistilanteet ja niihin varautuminen” sekä maa- ja metsätalousministeriön työryhmäraportti ”Vesihuollon erityistilannetyöryhmän loppuraportti” luovat suuntaviivat vesihuollon normaaliajan häiriöihin varautumiseksi. Loppuraportissa on esitetty ehdotukset vesihuollon varautumisen kehittämiseksi. Lisäksi uuden vesihuoltolaitosten varmuusluokituksen edellyttämät kriteerit tuovat toteutuessaan selvästi huomattavaa parannusta vesilaitostoiminnan luotettavuuteen sekä toimintaedellytyksiin poikkeus- ja erityistilanteissa. Tavoitteena on, että suuret, yli 5000 henkilöä palvelevat vesihuoltolaitokset saavuttavat varmuusluokan II vuoteen 2012 mennessä. Tämä vaatii monilla laitoksilla investointeja varavedenottamon puutteiden poistamiseksi tai muuten vedenjakelun varmistamiseksi. Vedenhankinnan kannalta tärkeät pohjavesialueet ja niiden käyttömahdollisuudet on suuremmaksi osaksi selvitetty ja käytettävissä vedenhankinnan suunnittelua varten. On myös huomattava, että vanhojen pintavedenottamoiden käytöstä luovuttaessa pohjaveteen siirtyminen ei saa johtaa varavedenottomahdollisuuksien heikkenemiseen.

Taulukko. Ehdotuksen mukaiset varmuusluokat ja vesimäärät.

Luokka	Talousvettä käytettävissä (l/as/d)	Luokka	Pesu/huuhteluvettä käytettävissä lisäksi (l/as/d)
I	>120		
II	50–120		
III	5–50	III+	>120
0	0–5		

Pohjavesialueiden kokonaispinta-aloissa on huomattavia alueellisia eroja. Pohjois-Savon, Etelä-Savon ja Keski-Suomen ympäristökeskuksen alueilla pohjavesialueiden osuus pinta-alasta on alle 3 %. Alueilla, joiden pohjavesivarat ovat vähäiset tai sijoittuvat maantieteellisesti epäedullisesti vedenhankinnan näkökulmasta, alueellinen yhteistyö korostuu vedenhankinnan varmistamisessa ja kehittämisessä.

Varauduttaessa toimimaan laajasti ilmenevissä erityistilanteissa, kuten kuivuus, on jakeluvarmuuden kannalta tärkeää mallintaa sekä testata yhdys- ja siirtovesijohtojen toimivuus haluttujen vesimäärien siirtämiseksi. Toimenpideehdotuksissa halutaan kiinnittää huomiota talousveden laadunvarmistamiseen vedenhankinnassa ja -jakelussa. Vaatimuksella desinfiointivalmiudesta kaikille vesihuoltolaitoksille sekä uudistamalla talousveden laadusta vastaavien pätevyysvaatimusmääräykset saavutetaan etenkin pienten vesihuoltolaitosten osalta huomattava parannus.

Pohjois-Savon osalta varmuusluokituksen tavoitetta vuoteen 2012 mennessä voidaan pitää realistisena. Kuopion kaupungin vedenhankinnan varmistava sekä toisen pohjavesialueen käytön mahdollistava siirtovesijohdon ja vedenottamon rakentaminen toteutuu vuoden 2007 loppuun mennessä. Ylä-Savossa Nissilän pohjavesihanke on käynnistymässä ja valmistunee vuonna 2009. Varkauden ja Leppävirran vedenhankinnan varmistamiseksi on koepumpattu uusia pohjavesialueita, joiden käyttäminen vedenhankinnan varmistamiseksi on suunniteltu toteutuvan vuoteen 2010 mennessä.

Vedenhankinnan erityistilanteisiin varautumisessa korostuvat alueellinen yhteistyö ja tarve yhteistyössä tarkastella kriittisesti erityisesti pienten vesihuoltolaitosten toiminnallisia ja taloudellisia resursseja vesihuollon huoltovarmuuden kannalta.

Ennakoi, valmistaudu, toimi! Vesihuoltolaitoksen viestintä erityistilanteissa

Eeva Hörkkö
Tiedottaja
Vesi- ja viemärilaitosyhdistys

Vesihuoltolaitoksen toiminta koskettaa useita ihmisiä, joten kriisiviestinnän tarve on ongelmatilanteissa suuri. Kriisiviestintäsuunnitelma ja -ohjeet ovat osa vesihuoltolaitoksen valmiussuunnitelmaa. Kun jotain tapahtuu, tiedon tarve on välitön, spekulaatio alkaa heti. Tiedota itse ennen kuin on pakko.

Vesihuoltolaitoksen kriisiviestintä hälyttää käyttäjiä tarvittaessa mahdollisesta vaarasta. Toinen viestinnän tavoite on saada vesihuoltolaitoksen näkökulma kuuluviin, niin että julkisuuteen syntyy oikea mielikuva tilanteesta. Aloitteellisuus on kriisiviestinnässä valttia. Ripeällä tiedottamisella välttyy joutumasta altavastaajan asemaan, kertoo Kuopion Veden toimitusjohtaja Helena Partanen.

Kaikki alkaa ennakoinnista

Helena Partanen kertoo, että Kuopion Vedessä on viestintävastaavien ja tulosyksiköiden päälliköiden kanssa ennakolta käyty läpi mahdolliset kriisi- ja poikkeustilanteet. Yhdessä on pohdittu, mitä tilanteita voi sattua ja miten näissä tilanteissa toimitaan sekä miten niihin voidaan valmistautua. Kuopion Veden kriisiviestintäohjeistusta on kaksi mapillista, mutta kriisin sattuessa heti esille vedetään vain muutama paperi. Tärkeimmät ovat viestintäkaaviot yhteystietoineen, tilanteiden toimintaketjut ja kartat.

Kriisiviestinnässä Kuopion Vedellä on käytössä selkeät ensitilanteen viestintäkaaviot, joita ylläpidetään jatkuvasti. Viestintäkaaviot ovat listauksia yhteyshenkilöistä eri tilanteisiin. Kaavioon on koottu erilaisia tilanteita, kuka vesihuoltolaitoksen omalla taholla on kyseisessä tilanteessa mukana, kehen otetaan yhteyttä sekä millä tavalla toimitaan. Viestintäkaaviossa on henkilönimet ja tarkat yhteystietiedot, myös kotipuhelinnumerot.

Kaavio on tarkoitettu vain vesihuoltolaitoksen kriisiviestinnän käyttöön, ei julkiseen jakeluun. Kaikki on tiivistetty yhdelle suurelle A3-kokoiselle sivulle. Kaavio on eräs tärkeimmistä apuvälineistä, sen avulla saadaan heti yhteyttä, tiivistää Helena Partanen. Hätätilanteessa numerot eivät tahdo niin helposti löytyä luetteloista tai netistä, eikä kotinumeroita välttämättä ole saatavilla. Haasteena on yhteystietojen ylläpito. Viestintäkaaviot on käytävä läpi vähintään kerran vuodessa.

Kuopion Veden kriisiviestintäohjeistukseen kuuluu tiivistelmä tilanteiden toimintaketjusta, siitä miten lähdetään ensiviestintä tekemään. Vesihuoltolaitoksella on valmiiksi mietitty jo pitkälle mitä viestitään tietyn tyyppisissä tilanteissa. Asioista kerrotaan hyvin jämäkästi ja nopeasti. Esimerkiksi ensimmäisessä tiedotteessa saatetaan kertoa, että päävesijohto on rikkoutunut, annamme seuraavan tiedotteen asiasta klo 12. Mikäli syytä rikkoutumiseen ei vielä tiedetä, ei asiaa lähdetä arvuut-

Kuva 1. Kuopion Veden toimitusjohtaja Helena Partanen korostaa rauhallisuuden merkitystä kriisiviestinnässä. Kannattaa miettiä hiljaa viisi minuuttia, eikä suin päin lähteä tiedottamaan.

Kuva 2. Kriisiviestintään on selkeät ohjeet ja suunnitelmat, joita ylläpidetään jatkuvasti, kertoo suunnittelupäällikkö Marja Stjerna.

telemaan, painottaa suunnittelupäällikkö Marja Stjerna. Stjerna on suunnitellut ja kehittänyt Kuopion Veden valmiussuunnitelmaa ja kriisiviestintäohjeistusta.

Vesihuoltolaitoksella on kriisiviestintäohjeistukseen koottu paljon taustatietoja, joita käydään valmiusharjoituksissa läpi, ja samalla tarkistetaan toimintaohjeet. Tietoa on kerätty suurimmista veden kuluttajista, esimerkiksi elintarviketeollisuusyrityksistä ja niiden vedenkäytöstä. Kirjattuna ovat näiden tahojen yhteyshenkilöt, -tiedot ja kotinumerot, kertoo Helena Partanen.

Harjoitus tekee mestarin

Kuopion Vedessä on ollut useita harjoituksia kriisiviestintään liittyen eri tahojen kanssa. Viimeksi keväällä osallistuttiin puolustusvoimien harjoitukseen yhdyskunnan elintärkeiden toimintojen turvaamiseksi, sanoo Helena Partanen.

Harjoitukset ovat välillä vähän työläitäkin, mutta niissä huomataan, jos ohjeistuksessa ja toimintatavoissa on puutteita. Kriisiviestintäohjeistuksen päivityskin tulee tehtyä, toteaa Marja Stjerna.

Kriisitilanteissa tapahtumalle täytyy antaa kasvot. Lehtimiesjoukon edessä on vaikeaa esiintyä luontevasti. Harva meistä on siihen tottunut. Tiukkojen kysymysten lisäksi lehtikuvissa tai tv-kuvassa kehonkieli ei aina ole yhdenmukainen sanallisen viestin kanssa. Oudossa tilanteessa huomaamattaan saattaa ottaa puolustautumis- tai piiloutumisasennon. Myös hermostuneisuuden purkautuminen naurahtamalla saattaa olla kohtalokasta ja tulla tulkituksi välinpitämättömyytenä vakavassa tilanteessa. Avainhenkilöiden mediavalmennus tuo itsevarmuutta haastattelutilanteisiin.

Kokonaisvaltainen tilannekuva hanskassa

Helena Partanen korostaa rauhallisuuden merkitystä kriisiviestintätilanteissa. Kannattaa miettiä hiljaa viisi minuuttia vaikka porukalla kartan ääressä, eikä suin päin lähteä tiedottamaan. Tietysti he toimivat, jotka laittavat venttiileitä kiinni ja korjaavat vikaa, mutta viestinnässä pohditaan rauhassa, mitä seuraavaksi tehdään.

Kuopion Vedessä on käytössä monipuoliset ja hyvät kartat kriisiviestintätilanteisiin. Niiden avulla pystytään heti hahmottamaan kokonaisuus. Kartalta nähdään selvästi minkä alueen asukkaisiin mahdollinen vaikutus kohdis-

Kuva 3. Aloitteellisuus on kriisiviestinnässä valttia, ensimmäinen tiedote täytyy saada jakeluun nopeasti. Kuvassa Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon käyttöpäivystäjä Pasi Koivuniemi.

tuu. Siihen on merkitty tärkeimmät vedenkuluttajat kuten laitokset ja sairaalat. Hädässä ja kiireessä kartta toimii muistin apuna, tiedetään kenelle pitää ensimmäiseksi ilmoittaa tapahtuneesta. Kartan avulla päästään nopeasti tilanteen tasalle, tähdentää Helena Partanen. Kriisitilanteessa kartta laitetaan seinälle toimitusjohtajan huoneeseen. Näin vesihuoltolaitoksella on yhdessä pisteessä ajan tasalla oleva kokonaisvaltainen tilannekuva ja tilanteen seuranta hallussa.

Kuopion Vedessä työnjako on ollut selkeää ja yhteistyö sujuvaa, arvovaltakiistoihin ei ole jouduttu energiaa tuhlaamaan. Neuvona Marja Stjerna toteaa, että kriisiviestinnässä on hyvä, että on useampia henkilöitä yhdessä asiaa hoitamassa. On turha jäädä itsekseen miettimään miten toimia. Yksin voi tulla paniikki ja mennä lukkoon. Pahassakin tilanteessa säilyy ajatus koossa, kun mukana on useampi teki-

Kuva 4. Lehdistöön täytyy luoda ja ylläpitää suhteita. Toimittajia voi kutsua vesihuoltolaitokselle kuulemaan vireillä olevista asioista. Veden puhdistusprosessia esittelee Itkonniemen vesilaitoksen käyttömestari Vilho Taskinen.

jä. Vaikka tilanne sattuisi juhannusyönä, kannattaa turha häveliäisyys unohtaa ja soittaa työkaveri paikalle apuun.

Asiakkaille kysely ja keskustelutilaisuuksia

Kuopion Veden jätevesipumppaamon ylivuototilanteessa heinäkuussa 2004 pidettiin tiedotus- ja keskustelutilaisuus niille asukkaille, joita tilanne koski. Väen kutsui koolle alueen asukkaiden oma puuhamies. Paikalle saapui runsaasti ihmisiä ja kysymyksiä tehtiin paljon. Tilaisuus oli erittäin myönteinen, vaikka oli kaunis kesä ja asukkaiden uimarannat olivat saastuneet. Helena Partanen kertookin sanoneensa tilaisuuden aluksi, että uskalsin sentään tulla ja ihan yksin vielä! Tapaamisessa asukkaat pääsivät kertomaan huolensa ja huomasivat, että heitä kuunnellaan, samalla sovittiin miten alueen asukkaat parhaiten tavoittaa jatkossa.

Kokemuksesta voi sanoa, että asiakastilaisuuksia kannattaa kriisitilanteissa pitää, erityisesti jos ongelmatilanne ja vahinko on pitkäkestoinen. Marja Stjerna lisää, että keskustelutilaisuuksissa pääsee kertomaan, että laitoksella ei istuta kädet ristissä vaan tehdään kaikki mahdollinen tilanteen korjaamiseksi. Tilaisuudet ovat vesihuoltolaitoksen imagon kannalta tärkeitä.

Ensimmäinen tiedote jakeluun heti

Lehdistötiedote tulee lähettää oikeaan aikaan eli mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Helena Partanen toteaakin, että tapahtumien kautta on opittu, että ei tehdä liian täydellistä tiedotetta, joka vasta illansuussa saadaan valmiiksi. Tiedote täytyy saada jakeluun heti. Ensimmäinen tiedote on aika lyhyt ja myöhemmin kerrotaan enemmän, opastaa Helena Partanen.

Luottamuksellinen suhde lehdistöön on tärkeää. Minkäänlaisesta peittelystä tai vähättelystä ei voi olla ajatustakaan, täytyy puhua rehellisesti ja myöntää virheet nöyrästi. Henkilökohtainen tunteminen auttaa yhteistyössä. Toimittajat ovat antaneet jopa kotinumeronsa, jotta työajan ulkopuolella saadaan mahdollisista kriiseistä tiedote asukkaille esimerkiksi alueradion välityksellä. Lehdistöön kannattaa luoda ja ylläpitää suhteita jo ennen kuin kriisejä tapahtuu. Toimittajia voi kutsua vesihuoltolaitokselle kuulemaan kuulumisia ja vireillä olevien hankkeiden tilanteen.

Kuopiossa on olemassa kaupunkitason kriisiviestintäohjeistus. Kaupunkitasolla ymmärretään vesihuoltolaitoksen kriisiviestinnän merkitys. Viestintäkanavat on pyritty saamaan joustaviksi ja viikonloppupäivystyksiä on mietitty. Yhteistyöpalavereissa on vesihuoltolaitoksen väen lisäksi ollut mukana lehdistön edustajia ja kaupunkitiedotus. Myös viranomaisten kanssa on käyty asioita etukäteen läpi puolin ja toisin.

Kuvat: kirjoittaja ja Kirsi Tähti, Kuopion Vesi.

Uponor-maaviemäri-järjestelmät

A Uponor-maaviemärijärjestelmä Ultra Rib 2
- 100 vuoden käyttöikä
- liitettävissä myös hitsaamalla

B Uponor-maaviemärijärjestelmä Dupplex
- kevyt ja nopea asentaa
- kestää kulutusta ja kemiallista rasitusta

C Uponor-sadevesijärjestelmä PP
- vankka ja kestävä putkisto sadevesikäyttöön tai rumpuputkiksi
- kattava kokovalikoima

Viemärijärjestelmien ABC – avain kokonaistaloudelliseen viemäröintiin
- aina oikea putki oikeaan paikkaan
- kaikille yhteinen yhdejärjestelmä
- mittatarkat ruiskupuristetut liitososat

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

uponor
www.uponor.fi

Vesilaitosten henkilöstön pätevyysvaatimukset

Jari Keinänen
Ylitarkastaja, Sosiaali- ja terveysministeriö
E-mail: jari.keinanen@stm.fi
Kirjoittaja työskentelee sosiaali- ja terveysministeriön terveysosastolla ylitarkastajana vastuualueenaan talous- ja uimaveden laatu ja valvonta sekä ympäristöterveydenhuollon toimeenpanon kehittäminen.

Vesihuollon toimivuuden ja talousveden laadun turvaamiseksi vesihuoltolaitosten henkilökunnan koulutus, kokemus ja asiantuntemus ovat erittäin tärkeitä tekijöitä. Voimassa olevassa vesihuoltoon liittyvässä lainsäädännössä ei kuitenkaan ole säännöksiä vesihuoltolaitosten henkilökunnan pätevyydestä.

Useissa viimeaikaisissa kansallisissa selvityksissä on tuotu esiin tarve parantaa vesihuoltolaitosten henkilökunnan pätevyyttä ja asiantuntemusta etenkin pienillä vesihuoltolaitoksilla. Edellisestä johtuen sosiaali- ja terveysministeriö on valmistellut terveydensuojelulain muutosehdotuksen (HE 179/2005 vp), jonka tavoitteena on säätää vesihuoltolaitoksilla talousveden laatuun vaikuttavia toimenpiteitä tekevien henkilöiden pätevyysvaatimuksista.

Miksi?

Vuonna 1985 annetussa Lääkintöhallituksen yleiskirjeessä säädettiin yli 200 hengelle vettä toimittavan vesilaitoksen vastaavan hoitajan pätevyydestä. Yleiskirje annettiin silloisen terveydenhoitolain nojalla ja se kumottiin Lääkintöhallituksen lakkauttamisen yhteydessä vuonna 1991. Terveydenhoitolainsäädännön uudistuksen yhteydessä mahdollisuudesta säätää kuntien vesilaitosten vastaavien hoitajien pätevyydestä luovuttiin lähinnä kaupunkiliiton vastustuksen johdosta. Tästä johtuen 1995 voimaan tulleessa terveydensuojelulaissa (763/1994) ei ole ollut säännöksiä vastaavan vesilaitoshoitajan pätevyydestä.

Viime vuosina kuntien terveydensuojeluviranomaisilta, veden käsittelylaitteita toimittavilta yrityksiltä ja myös laitoksilta itseltään on tullut sosiaali- ja terveysministeriöön viestejä, joiden mukaan laitosten veden laadusta vastaavien työntekijöiden koulutus ja osaaminen eivät aina ole riittäviä nykytekniikan hallitsemiseksi. Työntekijöiden pätevyyteen liittyvät ongelmat ovat olleet akuuteimpia pienissä vesihuoltolaitoksissa. Ongelmat ovat tulleet esille myös muutamien vesivälitteisten epidemioiden selvitystyön yhteydessä.

Suomen ympäristökeskus käynnisti vuoden 2005 alussa hankkeen ”pienten pohjavesilaitosten ongelmat: suunnittelu, ylläpito ja valvonta”. Osana tätä hanketta selvitettiin tämänhetkinen tilanne muun muassa pienten pohjavesilaitosten ylläpidon osalta (Piikkilä 2005). Selvityksessä todetaan, että pieniä pohjavesilaitoksia hoidetaan erittäin yleisesti oman toimen ohella ilman varsinaista vesihuollon koulutusta tai kokemusta. Laitosten ylläpito oli usein huoletonta ja laadullisesti hyvin vaihtelevaa. Laitosten hoitajien tiedonpuute ilmeni usein laitosten rappeutumisena ja likaantumisena. Lisäksi merkittäväksi ongelmaksi nähtiin laitosten hoitajien ikääntyminen ja nuorempien, esimerkiksi osuuskunnan jäsenten kiinnostuksen puute laitoksen hoitoon.

Vuosien 1998–2004 aikana Suomessa raportoitiin yhteensä 46 vesiepidemiaa, joissa sairastui noin 16 000 ihmistä (Miettinen 2005). Suurin osa vesiepidemioista on ilmennyt pienillä alle 500 kuluttajaa palvelevilla vesihuoltolaitoksilla. Vesihuollon erityistilannetyöryhmä esitti yhtenä 15 toimenpide-ehdotuksestaan, että vesiepidemioiden ehkäisemiseksi vesihuoltolaitosten (talousvettä toimittavat laitokset, jotka toimittavat vettä yli 50 henkilön tarpeisiin) talousveden laadusta vastaaville hoitajille tulisi määritellä pätevyysvaatimukset joko sertifiointimenettelyllä tai säätämällä niistä terveydensuojelulaissa (maa- ja metsätalousministeriö 2005).

Miten, kenelle?

Elintarvikehuoneistoissa työskentelevien henkilöiden, jotka käsittelevät herkästi pilaantuvia elintarvikkeita, on vuodesta 2002 lähtien ollut osoitettava hygieeninen osaamisensa suorittamalla hyväksytysti Elintarvikeviraston hyväksymän osaamistestaajan järjestämä osaamistesti. Terveydensuojelulain muutosehdotuksessa esitetään vastaavanlaisen osaamistestauksen ulottamista talousvettä yli 50 henkilön tarpeisiin toimittavien vesilaitosten (vesihuoltolaitos) henkilöstölle.

Jatkossa vesihuoltolaitosten olisi huolehdittava, että kaikilla vesihuoltolaitoksessa työskentelevillä, talousveden laatuun vaikuttavia toimenpiteitä tekevillä tulisi olla Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskuksen (STTV) hyväksymä laitosteknistä ja talousvesihygieenistä osaamista koskeva testitodistus. Testitodistus edellytettäisiin koulutustaustasta riippumatta kaikilta niiltä henkilöiltä, jotka tekevät veden käsittelyn tai jakelun aikana talousveden laatuun vaikuttavia toimenpiteitä. Testitodistus edellytettäisiin myös niiltä, jotka eivät ole laitoksen palkkalistoilla, mutta tekevät laitokselle talousveden laatuun liittyviä toimenpiteitä esimerkiksi ostopalveluna. Testitodistus olisi voimassa viisi vuotta todistuksen antopäivästä, minkä jälkeen testi tulisi suorittaa uudestaan.

Osaamistestejä voisivat järjestää STTV:n hyväksymät testaajat. Testaajiksi hyväksytään henkilöt, joilla on vähintään keskiasteen koulutus sekä talousveden laatuun ja tekniikkaan liittyvä asiantuntemus ja kokemus. Käytännössä testaajina toimisivat lähinnä vesihuoltoalan koulutusta antavat perus- ja täydennyskoulutuslaitokset sekä järjestöt. Testiin voisi osallistua ilman sitä edeltävää koulutusta tai kurssia. STTV vastaisi osaamistestin ylläpitämisestä ja kehittämisestä, testikysymysten laatimisesta, testin hyväksyttävästä suorittamisesta sekä testitodistuksen sisällöstä.

Mitä, milloin?

Jotta selviytyisi laitosteknistä ja talousvesihygieenistä osaamista koskevasta testistä, vesihuoltolaitoksen työntekijällä tulisi olla perustiedot talousveden mikrobiologiasta ja kemiasta, talousveden laatuun liittyvästä lainsäädännöstä, veden hankinnasta, vedenkäsittelystä, verkostoista, käyttötarkkailusta sekä erityistilanteisiin varautumisesta.

Eduskunnassa käsiteltävänä oleva terveydensuojelulain muutos, jossa testaamisesta säädettäisiin, tulisi voimaan keväällä 2006. STTV:llä tulisi olla testaukseen liittyvät järjestelmät valmiina tammikuussa 2007, jonka jälkeen testaajiksi halukkaat tahot voisivat hakeutua testaajiksi. Todistus hyväksytysti suoritetusta laitosteknistä ja talousvesihygieenistä osaamista osoittavasta testistä tulisi olla kaikilla vesihuoltolaitoksilla talousveden laatuun vaikuttavia toimenpiteitä suorittavilla henkilöillä kesäkuun loppuun mennessä vuonna 2008.

Tarkemmat määräykset testitodistuksesta sekä laitosteknisestä ja talousvesihygieenisestä osaamisesta annetaan sosiaali- ja terveysministeriön asetuksella. Asetuksella säädetään tarkemmin myös siitä, ketä testausvelvoite vesihuoltolaitoksella koskee. Sosiaali- ja terveysminiteriön asetusta on valmisteltu ministeriössä yhteistyössä STTV:n ja VVY:n edustajien kanssa ja valmistelun yhteydessä on kuultu myös vesihuoltolaitoksia, koulutuksen järjestäjiä sekä opetushallitusta. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus lähtee laajalle lausuntokierrokselle helmikuussa 2006 ja tavoitteena on, että se tulee voimaan toukokuussa 2006.

Kirjallisuus:

Piikkilä, E. 2005. Pienten pohjavesilaitosten tekniikka, ylläpito ja valvonta. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu.

Miettinen, I., Pitkänen, T. & **Zacheus, O.** 2005. Vesiepidemiat ja niiden selvittäminen. Vesitalous 46(4): 9–12.

Maa- ja metsätalousministeriö. 2005. Vesihuollon eritystilannetyöryhmän loppuraportti: Ehdotukset toimenpiteiksi vesihuollon varautumisen kehittämiseksi. Työryhmämuistio MMM 2005:7. 97 s.

Kasviplanktonin tutkimusmenetelmät

Liisa Lepistö
professori, hydrobiologi
Suomen ympäristökeskus
E-mail: liisa.lepisto@ymparisto.fi

Kristiina Vuorio
FK
Ekologian osasto, Turun yliopisto

Anna-Liisa Holopainen
FL, MMK
Karjalan tutkimuslaitos, Ekologian osasto,
Joensuun yliopisto,
Pohjois-Karjalan ympäristökeskus

Maija Huttunen
tutkimusassistentti
Merentutkimuslaitos, Biologian osasto

Reija Jokipii
apulaistutkija
Suomen ympäristökeskus

Maija Niemelä
apulaistutkija
Suomen ympäristökeskus

Kasviplankton on yksi niistä biologisista muuttujista, joita käytetään vesipolitiikan puitedirektiivin (VPD) edellyttämässä vesien ekologisen tilan arvioinnissa. Mikroskopoimalla tehtävässä tutkimuksessa käytetään kvantitatiivista, semikvantitatiivista tai kvalitatiivista tutkimusmenetelmää.

Kvantitatiivisella menetelmällä saadaan sekä kasviplanktonin lajikoostumus että biomassa. Semikvantitatiivista menetelmää käytetään selvitettäessä kasviplanktonin lajikoostumusta esimerkiksi α-klorofyllin pitoisuuden lisäksi, sillä lajikoostumuksen selvittäminen pelkästään α-klorofyllimittausten perusteella on mahdotonta. Näiden kahden menetelmän lisäksi voidaan käyttää kvalitatiivista menetelmää, jossa määritetään valtalajit.

Kaikissa kasviplanktontutkimuksissa tarvitaan hyvää lajintuntemusta. Lajintuntemusta ja siihen liittyvää taksonomista tietoutta tulee ylläpitää koulutuksen ja vertailumääritysten avulla sekä käyttämällä yleisesti hyväksyttyä määrityskirjallisuutta (vrt. Olrik ym. 1998). Tulosten vertailtavuuden ja tulkittavuuden parantamiseksi suositellaan, että kaikkien samaan tutkimushankkeeseen kuuluvien havaintopaikkojen näytesarjat tutkitaan samalla menetelmällä ja analysoinnin suorittaa sama henkilö. Tutkimuksessa käytettävän laskentamenetelmän määrittää aina työn tilaaja tai tutkimuksen suunnittelija. Taksonit määritetään tutkimussuunnitelmassa asetetulle tasolle. Käytetyn tutkimusmenetelmän tarkkuus vaikuttaa työhön käytettävään aikaan ja kustannuksiin.

Kasviplanktonanalyyseja tehdään vastaisuudessakin sekä perusseurannan että toiminnallisen seurannan tarpeisiin, mikä edellyttää vertailukelpoisten tulosten saamista vertailuvesistöistä ja kuormitetuista vesistä. Artikkelissa esitetään suomalaisen kasviplanktontyöryhmän (liite 1) koostama menetelmäsuositus.

Näytteenotto, kestävöinti ja näytteiden valmistaminen

Kasviplanktontutkimusta varten otetaan kokoomanäyte tutkimussuunnitelman mukaisesta syvyydestä asianmukaisella näytteenottimella (esim. Limnos). Näytettä tarvitaan vähintään 200 ml. Lajiston yksityiskohtaisempaa määrittämistä varten voidaan lisäksi

Liite 1. Kasviplanktontyöryhmän jäsenet ja heidän yhteystietonsa. Tekstin toimittaneet kiittävät koko ryhmää hyvästä ja hedelmällisestä yhteistyöstä.

Nimi	Instituutti	Sähköposti
Ala-Uotila, Pirkko	Raision-Naanatalin vesilaitos	pirkko.ala-uotila@vesilaitos.fi
Finni, Terttu	R & T. Finni	finni@mbnet.fi
Holopainen, Anna-Liisa	Joensuun yliopisto	anna-liisa.holopainen@joensuu.fi
Huttunen, Maija	Merentutkimuslaitos	maija.huttunen@fimr.fi
Hällfors, Guy	Merentutkimuslaitos	guy.hallfors@fimr.fi
Hällfors, Seija	Merentutkimuslaitos	seija.hallfors@fimr.fi
Jokipii, Reija	SYKE	reija.jokipii@ymparisto.fi
Kokkonen, Pirkko	SYKE	pirkko.kokkonen@ymparisto.fi
Lagus, Annika	Turun yliopisto	alagus@utu.fi
Lehtinen, Sirpa	SYKE	sirpa.lehtinen@ymparisto.fi
Lepistö, Liisa	SYKE	liisa.lepisto@ymparisto.fi
Niemelä, Maija	SYKE	maija.niemela@ymparisto.fi
Palomäki, Arja	Jyväskylän yliopisto	arja.palomaki@ymtk.jyu.fi
Räsänen, Marjut	Helsingin kaupungin ympäristötoimisto	marjut.rasanen@hel.fi
Luukkonen (ent. Schalin), Tove		
Tikkanen, Toini		
Vuorio, Kristiina	Turun yliopisto	krivuo@utu.fi

ottaa näyte haavilla, jonka silmäkoko on 10 µm. Jo ennen näytteenottoa lisätään näytepulloon kasviplanktonin kestävöimiseksi hapanta Lugol-liuosta 0,5–1 ml / 200 ml vettä (kestävöidyn näytteen värin tulee olla vaalean ruskehtava). Näytepulloina tulisi käyttää mieluiten värittömiä lasipulloja.

Näytteitä säilytetään valolta suojattuna, viileässä, mieluiten jääkaappilämpötilassa ja niiden kunto on tarkistettava vuosittain. Mikäli näytettä ei tutkita vuoden aikana, lisätään Lugol-liuosta tarpeen mukaan. Lugol-liuosta ei suositella säilytettäväksi yli yhtä vuotta. Näytteiden pitempiaikaista säilytystä varten voidaan lisätä 2 ml 37% formaldehydiä 200 ml:aan näytettä (Mäkelä ym. 1992). Jos näytteisiin on lisätty formaldehydiä, niitä voidaan säilyttää huoneenlämmössä, pimeässä tuuletettavassa tilassa.

Laskeutettava näytemäärä (2–50 ml) valitaan näytteen arvioidun solutiheyden mukaan. Mitä tiheämpi näyte, ts. mitä enemmän leviä, sitä pienempi määrä sitä laskeutetaan. Ennen laskeuttamista huoneenlämpöistä näytettä sekoitetaan noin 2 minuuttia pulloa edestakaisin kääntelemällä. Jos on oletettavissa, että näytteessä on runsaasti syanobakteereita (sinileviä), voidaan niiden laskeutumista edistää lisäämällä laskeutuskammioon pieni pisara laimennettua astianpesuainetta (laimennussuhde: 0,5 ml astianpesuainetta / 300 ml vettä). Laskeutuskammio asetetaan tasaiselle, vaakasuoralle alustalle valolta suojattuun, vedottomaan paikkaan. Näytteen laskeutusaika riippuu laskeutettavasta tilavuudesta (taulukko 1), ja on enimmillään 5 vuorokautta. Laskeumista varten näyte siirretään siirtokyvettiin.

Kuka tahansa voi ottaa näytteitä havaitsemistaan poikkeuksellisista leväesiintymistä ja toimittaa ne tutkittaviksi alueellisiin ympäristökeskuksiin, Suomen ympäristökeskukseen tai Merentutkimuslaitokseen. Näyteastiaksi soveltuu esimerkiksi ”pilttipurkki”, johon kerätään suoraan veden pinnalle kasautuneesta esiintymästä noin 50–100 ml levämassaa valtalajien selvittämistä varten. Näytteenoton yhteydessä tulisi arvioida esiintymän runsaus myöhemmin artikkelissa esitetyllä tavalla. Näyte kestävöidään tutkimuslaboratoriossa, jos sitä ei tutkita muutaman vuorokauden kuluessa.

Kasviplanktontutkimuksen analyysimenetelmät

Kasviplanktonin koostumus ja biomassa selvitetään joko laajaa tai suppeaa kvantitatiivista tutkimusmenetelmää käyttäen. Laajassa menetelmässä lasketaan vähintään 500 laskentayksikköä (esim. solua) kahta tai kolmea suurennusta käyttäen. Suppeassa menetelmässä lasketaan noin 200 laskentayksikköä kahdella suurennuksella.

Taulukko 1. Suositukset näytteen laskeutusajaksi.

Laskeutuskammion ja kyvetin tilavuus (ml)	Laskeutuskammion ja kyvetin korkeus (cm)	Laskeutus-aika (h)
2	0,5	3
5	1	5
10	2	10
25	5	24
50	10	48

Lajiston koostumus voidaan tutkia myös semikvantitatiivisella tai kvalitatiivisella menetelmällä. Semikvantitatiivisella menetelmällä saadaan kasviplanktonin lajisto ja määrää kuvaavana taustatietona käytetään a-klorofyllimittauksia. Kvalitatiivisella menetelmällä näytteestä määritetään joko ekologisesti merkittävät tai potentiaalisesti myrkylliset valtalajit.

Seuraavassa kuvataan tarkemmin kasviplanktonin analysoinnissa käytettävät menetelmät, suurennukset, laskentayksiköt ja kvantitatiivisen menetelmän laskentatulosten muunto biomassaksi. Ennen varsinaista analyysiä tulee kaikissa menetelmissä tarkastella noin puolet kyvetin (tai peitinlasin) pohjan pinta-alasta pienellä suurennuksella yleiskuvan saamiseksi.

Taulukko 2. **Lasketuille yksiköille odotettavissa oleva lajikohtainen virheprosentti, kun laskentayksikkö = solu, 100 µm:n rihma, koko rihma tai yhdyskunta (Helcom EC 8/97). Huom. yhdyskuntina esiintyvien, mutta soluttain tai 100 µm:n pätkinä laskettavien taksonien odotettavissa oleva virheprosentti tulee laskea yhdyskuntien tai rihmojen lukumäärän perusteella.**

Maksimivirhe = $\pm 2 \frac{100}{\sqrt{n}}$ %, jossa n = laskettujen yksiköiden lukumäärä

Odotettavissa oleva virheprosentti (%)	Laskentayksikköjen lukumäärä (kpl)
± 50	16
± 28	50
± 24	75
± 20	100
± 13	200
± 10	400

Kvantitatiivinen menetelmä

Laskenta tehdään laskeutetusta näytteestä käänteismikroskoopilla yleensä vaihevastakohtaoptiikalla eli faasikontrastilla (Utermöhl 1958, Olrik ym. 1998, Helcom EC 8/97, CEN/TC 230/WG 2/TG 3). Havaitut taksonit määritetään laji-, suku-, lahko- tai luokkatasolle sillä suurennuksella ja valaistuksella (vaihevastakohta, kirkaskenttä tai, jos mahdollista interferenssikontrasti), jossa lajituntomerkit ovat parhaiten nähtävissä.

Käytettävät suurennukset:
- Suuri suurennus: 400–1000x
- Pieni suurennus: 100–250x

Laskentayksikkö:
- Yksikköinä pidetään itsenäisesti laskettavia yksittäisiä soluja ja yhdyskuntia. Pitkät rihmat lasketaan joko soluttain tai 100 µm:n yksikköinä.
- Laskenta tehdään soluittain aina, kun se on mahdollista. Samassa näytteessä voi samalla lajilla olla erilaisia laskentayksiköitä, esim. monisoluinen *Synura*-yhdyskunta ja irrallisena esiintyvä Synura-solu ovat kumpikin yksi yksikkö. Huom. yhdyskuntia tai rihmoja muodostavien lajien odotettavissa oleva maksimivirhe (taulukko 2) lasketaan yhdyskuntien tai kokonaisten rihmojen lukumäärästä (Lund 1958, Vernick 1978).

Esimerkkejä laskentayksiköistä:
1. Yksittäin laskettavat leväsolut, jotka ovat irrallaan tai muodostavat yhdyskuntia, esimerkiksi: *Dinobryon*-kultalevät, soluketjuja muodostavat piilevät, kuten *Aulacoseira, Chaetoceros, Detonula, Leptocylindrus, Melosira* ja *Skeletonema* sekä *Planctonema* ja muut rihmamaiset viherlevät ja irralliset *Uroglena*-kultaleväsolut.
2. Yhdyskunnat, esimerkiksi: syanobakteerit *Aphanocapsa, Aphanothece, Coelomoron, Coelosphaerium, Cyanodictyon, Cyanonephron, Gomphosphaeria, Microcystis, Radiocystis, Snowella, Woronichinia,* viherleväsuvut, kuten *Sphaerocystis* sekä *Uroglena*, kun yhdyskunta on ehjä.
3. Kenobiot ja yhdyskunnat, joissa ± pysyvät solumäärät, mm.: viherlevät *Coelastrum* (8, 16-solua), *Crucigenia* (4-solua), *Didymocystis* (2-solua), *Eudorina* (32-solua), *Pandorina* (16-solua), *Pediastrum* (4, 8, 16, 32-solua jne.), *Desmodesmus* ja *Scenedesmus* (2, 4, 8-solua).
4. Yhdyskunnat, jotka lasketaan 4-soluryhminä, esimerkiksi: viherlevät *Crucigeniella* ja *Dictyosphaerium* sekä syanobakteeri *Merismopedia*.
5. Muodoltaan ja kooltaan vaihtelevat yhdyskunnat: yhdyskunta jaetaan silmämääräisesti osayhdyskunniksi, joita käytetään laskentayksikköinä.
6. Pitkiä rihmoja muodostavien taksonien laskentayksikkönä käytetään 100 µm:n pituisia yksiköitä: *Anabaena, Anabaenopsis, Aphanizomenon, Gloeotrichia, Nodularia, Oscillatoria, Planktolyngbya, Planktothrix, Pseudanabaena* ja muut rihmamaiset syanobakteerit.

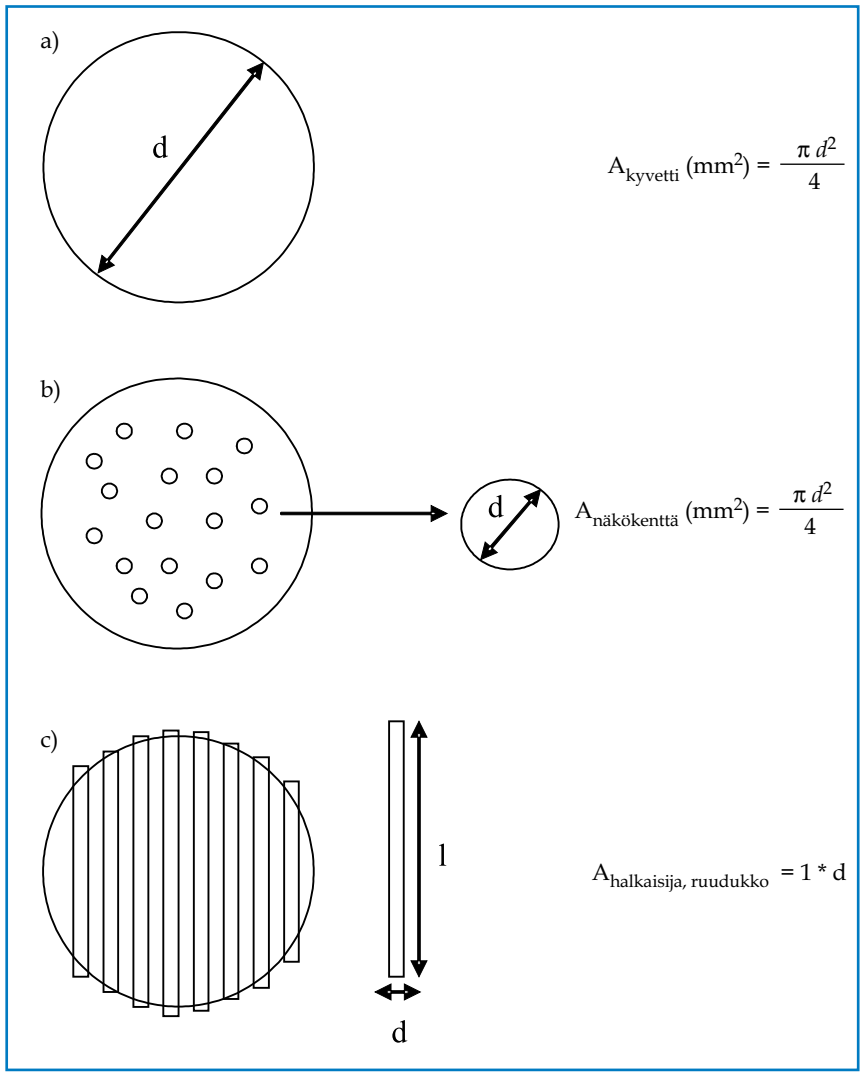
Laaja kvantitatiivinen menetelmä

Näytteen taksonit määritetään ja lasketaan mahdollisimman tarkasti käyttäen yleensä kahta tai kolmea suurennusta. Pienet taksonit (<20 µm) lasketaan suurella suurennuksella joko soluina, soluittain laskettavina yhdyskuntina, 100 µm:n yksikköinä tai rihmoina. Laskenta tehdään 50–100 näkökentältä tai 60–100 ruudukolta (10x10 ruutua), jotka valitaan satunnaisesti koko kyvetin pohjan alalta tai ristikkäisiltä halkaisijoilta, jotka ulottuvat myös mahdollisimman lähelle kyvetin reunoja. Suurikokoisemmat taksonit (>20 µm) lasketaan soluina, yhdyskuntina tai 100

µm:n yksiköinä pienellä suurennuksella niin ikään satunnaisesti valituilta 50–100 näkökentältä tai 60–100 ruudukolta koko kyvetin pohjan alalta tai ristikkäisiltä halkaisijoilta (kuva 1). Suuret ja harvalukuiset taksonit (esim. Ceratium) lasketaan joko puolelta tai koko kyvetin pohjan alalta pienimmällä suurennuksella (esim. 100x). Runsaimmin esiintyviä taksoneja pyritään laskemaan vähintään 50 laskentayksikköä (taulukko 2). Jotta laskennasta aiheutuva teoreettinen maksimivirhe olisi mahdollisimman alhainen, pyritään analyysissä laskemaan tietty osa-alue kyvetin pohjan alasta tai vähintään 500 laskentayksikköä näytteestä (Lund 1958, Vernick 1978). Näytteeseen satunnaisesti joutuneita rantavyöhykkeen pohjalta irronneita leviä, kuten esim. Nostoc-syanobakteeriyhdyskuntia, ei laskennassa huomioida.

Suppea kvantitatiivinen menetelmä

Näyte lasketaan yleensä kahta suurennusta käyttäen. Pienikokoiset taksonit lasketaan suurella suurennuksella vähintään 25 näkökentältä tai 30 ruudukosta (10 x 10 ruutua), jotka valitaan satunnaisesti, joko koko kyvetin alalta tai ristikkäisiltä halkaisijoilta (kuva 1). Suuret taksonit lasketaan pienellä suurennuksella, kuten edellä on esitetty. Analyysissä lasketaan kuitenkin vähintään yhteensä 200 laskentayksikköä. Tätä menetelmää käytettäessä odotettu maksimivirhe on suurempi kuin laajassa kvantitavitiivissa menetelmässä, koska tutkitun kyvetin osa-alueen osuus jää pienemmäksi, mikä suurentaa kerrointa ja myös lopullista biomassaa.



Kuva 1. Yksilölukumäärät tilavuusyksikköä kohti lasketaan seuraavien kuvassa esitettyjen kaavojen mukaan: a) kyvetin pohjapinta-ala b) näkökentän pinta-ala, ja c) ruudukon/ halkaisijan pinta-ala.

Laskentatulosten muunto biomassa-arvoiksi

Mikroskopoimalla saatu laskentatulos voidaan muuttaa kasviplanktonin kokonaisbiomassaksi (tuorepaino mg l^{-1} = g m^{-3}) käyttämällä valmiita tilavuusluetteloita, joista saadaan lajikohtaiset solutilavuudet: (www.ymparisto.fi/syke?tutkimus ? hankkeet ja tulokset? järvien biomonitorointi? kasviplanktonin tilavuudet), tai (Olenina ym. painossa), tai laskemalla solutilavuudet itse. Tilavuuden määrittämistä varten tulee mitata vähintään 10 solua. Valmiiden solutilavuustietojen soveltaminen edellyttää aina näytteessä olevien levien solumittojen vertaamista taulukossa annettuihin mittoihin. Mikäli ei ole käytettävissä havaitun lajin solukokoa vastaavaa tilavuutta, tai on määritetty laji, jonka tilavuutta ei ole taulukoissa, tai halutaan tehdä omat tilavuuslaskennat, lasketaan solutilavuus solun muotoon soveltuvaa geometrista kaavaa käyttäen (Tikkanen & Willén 1992, Helcom EC 8/97).

1. Laskentayksiköiden lukumäärä (kpl l^{-1}) saadaan alla olevasta kaavasta:

$$\frac{\left(\frac{A_{kyvetti}\ (mm^2)}{A_{halkaisija,\ näkökenttä,\ ruudukko}\ (mm^2)}\right) * \left(\frac{N_{lasketut}\ (kpl)}{N_{halkaisijat,\ häkökentät,\ ruudukot}\ (kpl)}\right) * 1000}{V_{kyvetti}\ (ml)} = \text{kpl}\ l^{-1}$$

Liite 2. Esimerkki oligotrofisen järven kasviplanktonnäytteen laskentatuloksesta.

Näytenro: 20024
Laskija: NN 6.5.2002 Joensuun yliopiston Karjalan tutkumuslaitoksen vesilaboratorio
Havaintopaikka: Iso-Hietajärvi 27 Pohj: 7006700 Itä: 4535960
Päivämäärä: 10.7.2001 Näytesyvyys: 0.00–1.00 m
Näytetyyppi: Kasviplankton
Laskeutusalusta 3.00 Tilavuus: 50.10 ml Halkaisija: 25,80 mm
Mikroskooppi: Leitz Fluovert FS: 1 X 12.5 X 20 (runkokerroin X okulaarit X objektiivi)

	Tilavuus μm^3	Kpl l^{-1}	%	Biomassa mg l^{-1}	%
CYANOPHYTA – CYANOPHYCEAE		**17370**	**4.16**	**0.0053**	**5.30**
CHROOCOCCALES		*17370*	*4.16*	*0.0053*	*5.30*
Aphanothece clathrata W.&G.S. West	251	7518	1.80	0.0019	1.90
Chroococcus limneticus Lemm.	1809	1260	0.30	0.0023	2.30
Snowella septentrionalis Kom. & Hindak	126	8592	2.06	0.0011	1.10
CRYPTOPHYTA		**251316**	**60.16**	**0.0361**	**36.10**
		157878	*37.79*	*0.0361*	*36.10*
Cryptomonas sp.	1769	8592	2.06	0.0152	15.20
Katablepharis ovalis Skuja	92	84846	20.31	0.0078	7.80
Rhodomonas lacutris Pasch.&Ruttn.	204	64440	15.43	0.0131	13.10
DINOPHYTA		**2568**	**0.61**	**0.0057**	**5.70**
		1284	*0.31*	*0.0057*	*0.00*
Ceratium hirundinella (O.F.Müll.) Schrank	27344	210	0.05	0.0057	0.00
Gymnodinium sp.	9	1074	0.26	0.0000	0.00
CHRYSOPHYTA		**118536**	**28.37**	**0.0242**	**24.20**
CHRYSOPHYCEAE		*80736*	*19.33*	*0.0150*	*15.00*
Bitrichia chodatii (Rev.) Chod.	226	1074	0.26	0.0002	0.20
Chrysidiastrum catenatum Laut.	1281	840	0.20	0.0011	1.10
Dinobryon acuminatum Ruttn.	117	6444	1.54	0.0008	0.80
Dinobryon borgei Lemm.	16	12888	3.09	0.0002	0.20
Mallomonas akrokomos Ruttn.	1010	9666	2.31	0.0098	9.80
Mallomonas caudata Iwan. em. Krieg.	3215	210	0.05	0.0007	0.70
Mallomonas punctifera Korsh.	3077	210	0.05	0.0006	0.60
Monochrysis parva Skuja	9	2148	0.51	0.0000	0.00
Pedinella sp.	21	45108	10.80	0.0009	0.90
Pseudokephyrion entzii Conr.	324	2148	0.51	0.0007	0.70
DIATOMOPHYCEAE		*37800*	*9.05*	*0.0092*	*9.20*
Aulacoseira distans v. alpigena Grun.	226	36516	8.74	0.0083	8.30
Cyclotella sp.	678	1074	0.26	0.0007	0.70
Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz.	1053	210	0.05	0.0002	0.20
CHLOROPHYTA		**23670**	**5.67**	**0.0287**	**28.70**
CHLOROPHYCEAE		*22830*	*5.46*	*0.0279*	*27.90*
Botryococcus neglectus	4187	5040	1.21	0.0211	21.10
Elakatothrix genevensis Hind.	58	6444	1.54	0.0004	0.40
Quadrigula pfitzeri (Schröd.) G.M. Sm.	1206	1680	0.40	0.0020	2.00
Tetrastrum komarekii Hind.	100	1074	0.26	0.0001	0.10
Willea sp.	502	8592	2.06	0.0043	4.30
CONJUGATOPHYCEAE		*840*	*0.20*	*0.0008*	*0.80*
Staurodesmus extensus (Borge) Teil.	938	840	0.20	0.0008	0.80
TUNNISTAMATON KASVIPLANKTON		4296	1.03	0.0000	0.00
MONADIT JA FLAGELLAATIT		*4296*	*1.03*	*0.0000*	*0.00*
Kaksisiimaiset heterotrofiset flagellaatit	3	4296	1.03	0.0000	0.00
Näyte yhteensä		**417756**	**100.00**	**0.1000**	**100.00**

Taksonien lukumäärä näytteessä: 28

2. Kunkin taksonin laskentayksiköitten lukumäärä muutetaan biomassaksi kertomalla ko. laskentayksikön tilavuus laskukaavan antamalla yksilömäärällä.
3. Eri leväryhmien (esim. luokka tai lahko) biomassa ja kokonaisbiomassa saadaan laskemalla yhteen niihin kuuluvien taksonien biomassat.

Kasviplanktonlaskennan tulosten muunto biomassa-arvoiksi voidaan tehdä tietokoneohjelmilla. Osaan ohjelmista on liitetty valmis lajitiedosto tilavuuksineen, jota voidaan tarvittaessa täydentää. Liitteessä 2 on esitetty esimerkki kasviplanktonlaskennan tulosteesta.

Semikvantitatiivinen menetelmä

Semikvantitatiivinen menetelmä soveltuu parhaiten laajoihin seurantatutkimuksiin ja myös se edellyttää hyvää lajintuntemusta. Kasviplanktonin määrää kuvaavana taustatietona tulee käyttää a-klorofyllimittauksia. Samaa vesistöä tutkittaessa näytettä laskeutetaan aina sama määrä tulosten vertailtavuuden parantamiseksi. Kaikkien havaittujen taksonien runsaus arvioidaan asteikolla 1–5 ristikkäisiltä halkaisijoilta näkökentittäin. Vaihtoehtoisesti voidaan sopia, että arvioidaan esimerkiksi vain viiden valtalajin runsaus asteikolla 3–5 (taulukko 3). Huom. Kaikista näytteistä ei välttämättä löydy jokaista runsausluokkaa.

Taulukko 3. Lajiston runsaus yksilömäärinä arvioituna asteikolla 1–5.

1 = yksittäinen (vain muutamia yksilöitä näytteessä)
2 = vähän (useita yksilöitä näytteessä)
3 = kohtalaisesti (yksilöitä lähes joka näkökentässä)
4 = paljon (useita yksilöitä joka näkökentässä)
5 = runsaasti (yksilöitä runsaasti joka näkökentässä)

Kvalitatiivinen menetelmä

Näyte analysoidaan joko objektilasilta tai kyvetiltä tutkimus- tai käänteismikroskoopilla yhtä tai kahta suurennusta käyttäen. Joissakin tapauksissa joudutaan tekemään kuivapreparaatteja tai käyttämään elektronimikroskooppia. Tällä menetelmällä näytteestä määritetään joko ekologisesti merkittävät tai potentiaalisesti myrkylliset **valtalajit** (esim. massaesiintymän aiheuttaja). Menetelmällä ei voida tuottaa täydellistä lajilistaa eikä tietoa lajien välisistä runsaussuhteista.

Leväesiintymän silmämääräinen havainnointi

Massaesiintymän (lähinnä syanobakteerit) laajuus ja runsaus määritetään havaintopaikalla silmämääräisesti seuraavasti:

0 = Ei levää, veden pinnalla tai rantavedessä ei ole havaittavissa levää
1 = Vähän levää, levää havaittavissa vedessä vihertävinä hiutaleina tai rannalle on ajautunut vähäisiä kasaumia
2 = Runsaasti levää, vesi on selvästi leväpitoista, veden pinnalla on pieniä levälauttoja tai rannalla on leväkasaumia
3 = Erittäin runsaasti levää, laajoja levälauttoja tai rannalla paksuja kasaumia runsaasti tai erittäin runsaasti

Yleensä, kun esiintymän runsaus on luokkaa 2 tai 3, valtalajit selvitetään kvalitatiivisella tutkimuksella laji-, suku-, lahko- tai luokkatasolle ja lajien runsaus näytteessä arvioidaan sanallisesti: runsas, jonkin verran, vähän.

Tulosten toimittaminen tilaajalle

Tilaajan kanssa tehdyn sopimuksen mukaan tuloksiin voidaan liittää asiantuntijalausunto tai raportti, jossa tarkastellaan kasviplanktonin määrää (biomassaa) ja sen ilmentämää veden rehevöitymisastetta verrattuna kirjallisuudesta saataviin raja-arvoihin. Lajiston koostumuksessa on syytä kiinnittää huomiota etenkin rehevyyttä ilmentäviin lajeihin tai leväryhmiin. Tulosten yhteydessä on aina ilmoitettava tiedot näytteenotto- ja analyysimenetelmistä sekä analysoijan yhteystiedot. Tuloksista tulee ilmetä taksonin nimi, lukumäärä, ryhmäbiomassat ja kokonaisbiomassa liitteen 2 mukaisesti.

Kirjallisuus:

CEN/TC 230/WG 2/TG 3, Work Item 00230207, document N 0449. Water quality – Guidance standard for the routine analysis of phytoplankton abundance and composition using inverted microscopy (Utermöhl technique). In preparation.

Helcom EC 8/97. Manual for Marine Monitoring in the Combine Programme of Helcom. Annex C-6. Phytoplankton species composition, abundance and biomass. 22 s. (http:\\sea.helcom.fi/Monas/CombineManual2/PartC/CFrame.htm).

Lund, J.W.G. 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimation by counting. Hydrobiologia 11: 143–170.

Mäkelä, A., Antikainen, S., Mäkinen, I., Kivinen, J. & **Leppänen, T.** 1992: Vesitutkimusten näytteenottomenetelmät. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja -sarja B 10. Helsinki. 87 s.

Olenina, I., Hajdu, S., Edler, L., Andersson, A. Wasmund, N., Busch, S. Göbel, J., Gromisz, S. Huseby, S., Huttunen, M., Jaanus, A., Kokkonen, P. Ledaine, I. & **Niemkiewicz**. Biovolumes and size classes of phytoplankton in the Baltic Sea. Baltic Sea Environment Proceedings. Painossa.

Olrik, K., Blomqvist, P., Brettum, P., Cronberg, G. & **Eloranta, P.** 1998. Methods for quantitative assessment of phytoplankton in freshwaters. Part 1. Naturvårdsverket, Stockholm, 86 s.

Tikkanen,T. & **Willén,T.** 1992: Växtplanktonflora. Naturvårdsverket. Tuna-Tryck, Eskilstuna. 280 s.

Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quatitativen Phytoplanktonmethodik. Int. Verein. theor. angew. Limnologie, Mitteilung 9: 1–38.

Venrick, E.L. 1978. How many cells to count? Teoksessa: A. Sournia (toim.) Phytoplankton manual. UNESCO Monogr. Oceanogr. Methodology 6. Paris. S. 167–180.

Iranin vesiongelmat

Esko Kuusisto
fil.tri
Suomen ympäristökeskus
E-mail: esko.kuusisto@ymparisto.fi

Iranissa rakennettiin puolen Päijännetunnelin pituinen vedensiirtojärjestelmä jo runsaat 3000 vuotta sitten. Nyt suunnitellaan maailman korkeinta patoa. Teknisistä saavutuksista huolimatta maan vesiongelmat ovat mittavat.

Pieni kaupunki Persian ylängöllä, ehkä jopa neljä vuosituhatta sitten. Monta poikkeuksellisen kuivaa vuotta peräkkäin – mistä vettä? Viisas mies tekee rohkean ehdotuksen: kaivetaan maanalainen tunneli, joka johdattaa vettä lähteestä, vuoren juurelta.

Hanke on työläs ja uhkarohkea, etäisyyttäkin on toista peninkulmaa. Ensin kaivetaan pystysuoria kuoppia, niiden pohjalta lähdetään työstämään tunnelia molempiin suuntiin. Viereisistä kuopista lähtevien tunnelien päät yhdistyvät maan alla. Kaksi vuosikymmentä kestävän urakan jälkeen koko tunneli, *qanat*, on valmis.

Mutta riittääkö vesi? Tämän takaamiseksi tarvitaan naisenergiaa. Tunnelille valitaan morsian, joka jakaa hääaterian 'sulhasen' eli qanatin kanssa. Sitten morsian kylpee tunnelin vedessä. Rituaali takaa, että vesi ei koskaan ehdy.

Kun ensimmäinen qanat valmistui, maapallolla lienee ollut noin viisikymmentä miljoonaa ihmistä. Tänä päivänä Iranin eli muinaisen Persian väkiluku on yli 70 miljoonaa. Qanatit turvaavat yhä useiden miljoonien ihmisten vesihuollon ja kastelevat 1,5 miljoonaa peltohehtaaria. Maanalaisten vesitunnelien kokonaispituus on yli satatuhatta kilometriä ja yhteenlaskettu antoisuus noin 500 kuutiometriä sekunnissa (English 1998).

Niukat vesivarat, runsas käyttö

Iran on viisi kertaa Suomen laajuinen valtio. Yli puolet maasta on aavikkoaluetta, jolla vuotuinen sademäärä jää alle 200 millimetriin. Kaspianmeren rannikkokaistalla sataa paikoin yli 1500 mm, myös vuoristoissa sadanta voi olla runsas. Lunta kertyy erityisesti Elbrusvuorille, jotka kohoavat Teheranin ja Kaspianmeren välissä. Maan korkein huippu, 5700-metrinen Demavend, on valkoinen ympäri vuoden.

Iranilaiset meteorologit väittävät, että Loutin aavikolla Keski-Iranissa on mitattu 59 °C, mikä olisi maapallon pinnan lämpöennätys. WMO:n tilastoima virallinen maailmanennätys on 57,7 °C, havaittu Libyan Al 'Aziziyahissa syyskuussa 1922. Pakkasta Iranissa on mitattu runsaat 30 astetta.

Iranin uusiutuvat vesivarat ovat 160 kuutiokilometriä vuodessa eli Suomeen verrattuna puolitoistakertaiset. Vaikka väkeä on 14 kertaa niin paljon kuin Suomessa, vettä on asukasta kohti runsaat 2000 kuutiometriä vuodessa. Tämä on selvästi enemmän kuin esimerkiksi Saksassa ja Iso-Britanniassa. Suuri kasteluveden tarve nostaa kuitenkin Iranin vedenkulutuksen huippulukemaan, 1600 m^3/as. vuodessa. Tämä on enemmän kuin yhdessäkään Euroopan valtiossa.

Iranin uusiutuvista vesivaroista on siten käytössä lähes neljä viidesosaa. Kansainvälisen normiston mukaan (United Nations 1997) jo 40% käyttöaste merkitsee valtiolle vakavia vesiongelmia. Huikea väestönkasvu kärjistää tilannetta; Iranin väkiluvun on ennakoitu ylittävän sata miljoonaa vuonna 2021.

Sadannan ja sen myötä vesivarojen epätasainen alueellinen jakautumi-

Kuva 1. Pohjapato Zayandehjoessa Isfahanin kaupungin kohdalla. Joen valuma-alueen ala on noin 40 000 km^2 ja keskivirtaama runsaat 40 m^3/s. Isfahanin ja muiden taajamien vesihuollon ohella joen vedellä kastellaan lähes 200 000 peltohehtaaria.

nen vaikeuttaa myös maatalouden kehittämistä ja asutuskeskusten vesihuoltoa. Yli kaksi kolmasosaa vesivaroista on suppealla alueella maan länsi- ja pohjoisosissa, joihin onkin ahtautunut puolet väestöstä, mukaan lukien liki 15 miljoonan asukkaan Teheran.

Tulvia ja kuivuutta

Maailman sadan tuhoisimman luonnonkatastrofin listalla on viisi Irania kohdannutta onnettomuutta. Ne ovat kaikki maanjäristyksiä, pahimpana Bamin kaupungin joulukuussa 2003 tuhonnut järistys, joka vaati jopa 50 000 uhria.

Mutta myös tulvat koettelevat Irania. Elokuun 1954 tulvissa kuoli yli 10 000 ihmistä, muun muassa tuhat pyhiinvaeltajaa Farahzadin kaupungissa. Teheranin seudulla on koettu useita pahoja tulvia ja niistä johtuvia maanvyöryjä. Lumen sulamisen aiheuttamat kevättulvat ovat eräissä Pohjois-Iranin joissa jokavuotisia ja ne aiheuttavat joskus huomattavia vahinkoja.

Sharifin (2005) mukaan tulvien esiintymistiheys Iranissa on 40 vuoden aikana merkittävästi kasvanut, kuten myös niiden aiheuttamat vahingot. Samalla eroosio on kiihtynyt; Sharifin mukaan Iran kärsii siitä suhteellisesti enemmän kuin mikään muu Aasian maa. Yksi ainoa tulva täytti viidenneksen Golestanissa sijaitsevan patoaltaan tilavuudesta ja aiheutti 130 miljoonan euron vahingot.

Iranin talouselämän kannalta kuivuus on kuitenkin oleellisesti pahempi riesa kuin tulvat. Vuosina 1999–2001 veden niukkuus aiheutti ainakin viiden miljardin euron vahingot (Foltz 2002). Lähes sata kylää evakuoitiin Keski-Iranissa, vettä säännösteltiin monissa suurissa kaupungeissa. Esimerkiksi miljoonakaupunki Isfahanin vesihuollon perustana oleva joki, Zayandeh, kuivui. Kaakkois-Iranissa kuivui Hamounjärvi, josta oli pyydetty vuosittain yli 10 000 tonnia kalaa.

Pohjavedellä keskeinen merkitys

Iranissa säädettiin maailman vanhin pohjaveden käyttöä koskeva laki jo 900-luvulla. Se sisälsi yksityiskohtaisia määräyksiä erityisesti qanatien rakentamisesta ja niiden virtaaman jakoperusteista. Uusia qanateja ei juuri ole rakennettu vuoden 1950 jälkeen, mutta näillä maanalaisilla tunneleilla on yhä oleellinen merkitys Iranin vesihuollossa. Pohjaveden hyödyntäminen on viime vuosikymmeninä kuitenkin kiihtynyt; porakaivoja on rakennettu kymmenin tuhansin.

Pohjaveden osuus veden kokonaiskäytöstä on lähes puolet. Uusiutuvien pohjavesivarojen määräksi on arvioitu 56 kuutiokilometriä vuodessa, mutta pohjaveden käyttö oli jo vuonna 2000 yli 60 km^3 (Larijani 2005). Monien tärkeiden akviferien pinta alenee 1–2 met-

Kuva 2. Autoilija noutamassa vettä qanatista Yezdin kaupungin lähistöllä. Tämä vedensiirtotunneli virtaa muutaman metrin syvyydessä autiomaan halki lähes kolmekymmentä kilometriä.

riä vuodessa ja kaivoja syvennetään jatkuvasti. Rannikoiden lähellä suolainen vesi on jo turmellut lukuisia kaivoja.

Pohjaveden liikakäyttö on johtanut myös maanpinnan vajoamiseen. Rafsanjanin maakunnassa tämä ilmiö on rikkonut taloja ja putkistoja; maanpinta on paikoin painunut monia metrejä (Toufigh & al. 2005). Pohjaveden käyttö alueella on 30 vuodessa kuusinkertaistunut.

Teheranin vesihuolto

Puro solisee kadunvartta pitkin alas kohti Teheranin keskustaa. Näitä vuorilta tulevia puroja on useiden katujen varsilla. Vettä riittää siis myös esteettisiin tarkoituksiin – tämä kaupunki ei voi kärsiä veden puutteesta?

Vesipula on kuitenkin melkoinen uhka Teheranille. Pohjavettä pumpataan 260 kaivosta, jotka tyydyttävät 40% vedenkulutuksesta. Kolmelta suurelta padolta – Karaj, Latian ja Lar – johtaa Teheraniin vedensiirtojärjestelmä. Lisäveden tarve on ainakin 300 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. Sitä ei voida tyydyttää pohjavedellä; uusia patoja ja veden kaukosiirtoa tarvitaan.

Teheranissa on asennettu viime vuosina useita satojatuhansia vesimittareita hillitsemään kulutusta, joka on asukasta kohti länsimaiden suurkaupunkeihin verrattuna yli kaksinkertainen. Vähintään yhtä tärkeää on korjata putkistojen vuotoja ja saada luvaton vedenkäyttö kuriin.

Jätevesien puhdistuksen osalta Teheran on ottamassa ensimmäistä merkittävää askelta: kahden miljoonan asukkaan jätevesille mitoitettu puhdistamo on rakenteilla ja sen pitäisi käynnistyä vuonna 2006. Seuraavan kymmenen vuoden aikana on tarkoitus investoida runsaat kaksi miljardia euroa Teheranin jätevesihuoltoon. Samalla tutkitaan mahdollisuuksia käyttää puhdistettua jätevettä kasteluun ja teollisuuden tarpeisiin.

Kastelu on suurin veden käyttäjä

Iranin maatalous tuottaa erityisesti vehnää, riisiä, sokeriruokoa, hedelmiä ja pähkinöitä. Suurin osa maanviljelystä tapahtuu pienillä perhetiloilla. Vain Kaspianmeren tuntumassa ja Zagrosvuorten itärinteillä saadaan kunnollisia satoja ilman kastelua, joka käyttääkin peräti 92% Iranin vedenkulutuksesta.

Viljelty peltoala on noin 18 miljoonaa hehtaaria, josta kastelun piirissä on vajaa puolet. Sadosta liki 90% saadaan kastelluilta mailta; esimerkiksi vehnän hehtaarisato on kastelualueilla yli 3000 kg, mutta sadantaan perustuvassa viljelyssä vain 1000 kg.

Pintavalutus on yhä yleisin kastelun muoto Iranissa. Kun monet kastelujärjestelmät ovat lisäksi iäkkäitä, hävikit ovat suuret. Larijanin (2005) mukaan kasvit hyödyntävät vain 20–27% kasteluvedestä. Tämä merkitsee, että kaksi kolmasosaa Iranin koko vedenkulutuksesta on kasteluun liittyvää hävikkiä.

Kuva 3. Iranissa on useita viime vuosikymmeninä rakennettuja suuria patoja, kuten 95 metrin korkuinen Sadd-e Zayandeh Rud. Sen patoaltaan tilavuus on lähes 1500 milj. kuutiometriä. (Kuva: Annukka Lipponen)

Heikot kastelujärjestelmät edistävät myös maaperän suolapitoisuuden kasvua. Noin 0,6 miljoonaa hehtaaria viljelysmaata kärsii vakavista suolaongelmista. Näiden maiden entisöinti tuottaviksi on kallista; suolan huuhtominen pois onnistuu vain tehokkaan salaojituksen avulla.

Uudenaikaisten kastelumenetelmien piirissä on vain vajaat miljoona peltohehtaaria. Hallitus pyrkii kasvattamaan tätä alaa 100 000 hehtaarilla vuodessa. Kuitenkin Iranin on pakko vähentää kasteluveden käyttöä tulevaisuudessa, koska asutuksen ja teollisuuden veden tarve kasvaa merkittävästi. Kastelun tehostamisen ohella on käynnissä rohkeitakin kokeiluja. Esimerkiksi ohrasta on saatu tyydyttäviä satoja, kun puolet kasteluvedestä on kasvukauden jälkipuoliskolla otettu Kaspianmerestä. Sen veden suolapitoisuus on 10–13 promillea eli noin kolmasosa valtamerten suolaisuudesta.

Hurjia vesivoimasuunnitelmia

Iranissa on rakennettu patoja ainakin kahden vuosituhannen ajan. Amirin pato Shirazin kaupungin pohjoispuolella rakennettiin 900-luvulla ja se on yhä käytössä. Iranin vanhin vesivoimala on kuitenkin vain 40 vuoden takaa. Fossiilisten polttoaineiden osuus Iranin primäärienergian tuotannosta on 97 prosenttia, ja myös suurin osa sähköstä on perinteisesti tuotettu öljyllä tai kaasulla. Rakennetun vesivoiman teho oli

Kuva 4. Korkeatasoista käymälähygieniaa. Huoltoaseman vessa Isfahanin ja Teheranin välisen moottoritien varrella.

Kuva 5. Suolan peittämät maat ovat yleisiä Iranin kuivuusalueilla.

vuonna 2000 runsaat tuhat megawattia.

Tällä hetkellä Iran on maailman merkittävimpiä vesivoiman rakentajia. Vuonna 2004 vihittiin käyttöön 1000 megawatin Abbaspourin voimalaitos, vuonna 2006 alkaa pyöriä 2000 megawatin Karoun. Molemmat sijaitsevat Khuzestanissa Lounais-Iranissa. Rakennettu teho on tällä hetkellä jo ylittänyt 5000 MW ja se kaksinkertaistunee muutamassa vuodessa. Suunnitelmat tähtäävät 20 000 MW:n tehoon vuoteen 2020 mennessä, mutta kiihtynyt patoaltaiden liettyminen saattaa hidastaa rakennusohjelmaa.

Myös suomalaiset ovat mukana Iranin vesivoimasektorilla. Elektrowatt-Ekono sai elokuussa 2005 Bakhtyarin voimalaitoksen esiselvitysurakan. Tämän Zagrosvuoristoon suunnitellun voimalan teho olisi 1200 MW ja sen pato olisi maailman korkein, 315 metriä.

Kosteikot ja järvet

Iranissa lähellä Kaspianmerta sijaitsee pieni kaupunki nimeltä Ramsar. Siellä allekirjoitettiin vuonna 1971 kansainvälinen kosteikkosopimus, jonka 146 maata on allekirjoittanut, mukaan lukien tietysti suomaa Suomi.

Iran ei tule kosteikoista puhuttaessa ensimmäiseksi mieleen. Maassa on kuitenkin 1,4 miljoonaa hehtaaria suojeltuja Ramsar-kosteikoita, kun Suomessa niitä on 'vain' 0,8 milj. ha. Iranin laajimmat kosteikot sijaitsevat maan luoteisosissa Urmiajärven ympärillä. Tämän hypersuolaisen järven ala vaihtelee välillä 3500–6500 km^2. Järven vedessä on niukasti eliölajeja, mutta kosteikoilla pesii runsaasti pelikaaneja ja flamingoja. Myös Keski-Iranissa on useita laajoja suolajärviä ja niihin liittyviä kosteikoita.

Eufratin ja Tigrisin suisto on jakautunut Irakin ja Iranin kesken. Saddamin hallinto kuivatti alueen kosteikoita laajasti ja onnistui lähes tuhoamaan suoarabien kulttuurin. Osa väestöstä onnistui pakenemaan Iranin puolelle, jossa suistokosteikoita on jäljellä runsaat 300 000 hehtaaria.

Kaspianmeren tuntumassa levittäytyy noin 700 kilometrin pituinen kosteikkojen ja järvien vyöhyke. Huomattava osa sen alasta on otettu maatalouskäyttöön. Ihmisen toimet – ja myös ilmaston kuivuminen – uhkaavat myös Sistanin kosteikoita Iranin ja Afganistanin rajaseudulla.

Kirjallisuus:

English, P.W. 1998. Qanats and lifeworlds in Iranian Plateau villages. Yale Forest and Environment Studies Bulletin 103: 187–205.

Foltz, R.C. 2002. Iran's water crisis: cultural, political and ethical dimensions. Journal of Agricultural and Environmental Ethics 15: 357–380.

Larijani, K.M. 2005. Iran's water crisis; inducers, challenges and counter-measures. ERSA 45th Congress of the European Regional Science Association, Vrije University, Amsterdam. 20 s.

Toufigh, M.M. & al. 2005. Land subsidence and the consequences of large groundwater withdrawal in Rafsanjan, Iran. Conference on Iranian water problems, Yezd, March 2005. 8 s.

United Nations. 1997. Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world. UN Commission on Sustainable Development, E/CN.17/1997/9. 39 s.

Happea kaloille!

Talvella 2003 koettujen kalakuolemien kokemusten perusteella havaittiin, että hapetuksen laitevalintaan ja toteutukseen liittyvä asiantuntemus oli usein puutteellista. Tilanteen parantamiseksi käynnistettiin projekti, jossa kahdeksalla hapetuslaitteella suoritettiin ensimmäisessä vaiheessa laboratoriokokeet ja toisessa osassa kolmella laitteella kenttäkokeet. Kenttäkokeiden perusteella voidaan todeta, että laitteiden tehoissa ja toimintaperiaatteissa on eroja, jotka tulee huomioida kunnostuksen suunnitteluvaiheessa.

Jukka Sassi
Tutkimusinsinööri
VTT Tuotteet ja tuotanto
E-mail: jukka.sassi@vtt.fi

Erkki Saarijärvi
Toimitusjohtaja, limnologi
Vesi-Eko Oy Water-Eco Ltd
E-mail: erkki.saarijarvi@vesieko.fi

Talvi 2003 muistetaan poikkeuksellisen runsaista kalakuolemista, jotka olivat seurausta järvien heikosta happitilanteesta (mm. Saarinen, 2003). Talven happikato oli poikkeuksellisten sää- ja vesiolojen takia koetellut useita sellaisia järviä, joissa happiongelmat ovat yleensä vähäisiä. Talvi antoi paljon uutta ajateltavaa, koska kalakuolemat saattavat vahvistaa epäedullisia kehitysprosesseja, joista merkittävin on heikkokuntoisten ja epäedullisten kalastorakenteiden kehittyminen vieläkin epäedullisemmiksi. Tämä taas saattaa johtaa sinileväkukintoihin. Lukuisista järvien pelastusoperaatioista voitiin havaita, että tuntemus hapetustarpeesta, hapetuslaitteiden tehovaatimuksista tai tarkoituksenmukaisen laitteen valinnasta oli hyvin kirjavaa. Lisäksi laitevalmistajien ilmoittamista ilmastustehoista ei aina ilmene miten ja missä olosuhteissa ne oli määritelty.

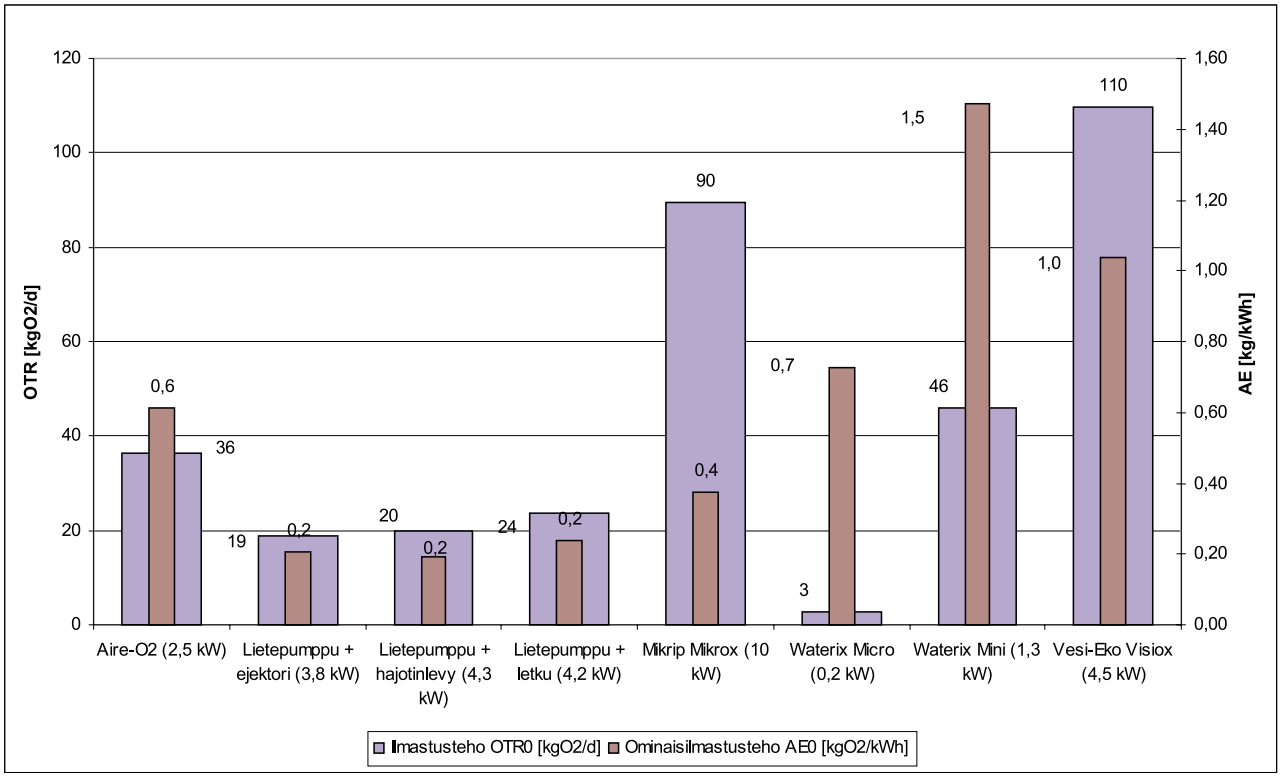
Laboratoriokokeet

Laboratoriokokeiden tavoitteena oli selvittää laitteiden ilmastusteho eli tuotto ja ominaisteho eli hyötysuhde sekä löytää ideoita laite- ja tuotekehitykseen ja konsultointipalvelujen tuottamiseen. Lisäksi laboratoriokokeiden perusteella valittiin kolme laitetta kenttäkokeisiin. Laitteiden tehomääritysten lisäksi tavoitteena oli kehittää ilmastuslaitteiden testaukseen soveltuva mittaus- ja tulostenkäsittelyjärjestelmä.

Laboratoriokokeet suoritettiin toukokuussa 2004 Suomen Ympäristökeskuksen (SYKE) Suomenojan tutkimusasemalla Espoossa. Kokeissa tutkittiin yhteensä kahdeksan eri ilmastuslaitteen tehokkuutta laboratorio-olosuhteissa. Tutkitut laitteet olivat Claritec Oy:n maahantuoma Aire-O_2 -hapetuslaite, Mik-Rip Teräs Oy:n Mikrox -hapetin, Vesi-Eko Oy:n Visiox -ilmastin sekä Waterix Oy:n Mini ja Micro -ilmastimet. Varsinaisten ilmastuslaitteiden lisäksi tutkimuksessa oli mukana ns. omatoimi-ilmastuksessa paljon käytetty lietepumppu, josta testattiin kolme eri yhdistelmää: lietepumppu + letku, lietepumppu + hajotinlevy sekä lietepumppu + ejektori.

Laitteet asennettiin tilaajan toimesta puhdasvesialtaaseen, jonka vesitilavuus oli 46 m^3. Kaikki projektissa mukana olleet laitteet testattiin samassa altaassa. Happipitoisuuden muutosta seurattiin happimittareilla, jotka oli sijoitettu altaan eri kohtiin ja eri syvyyksiin. Mittarit kalibroitiin ennen kokeita valmistajan ohjeiden mukaisesti. Mittarien paikat pyrittiin valitsemaan siten, että kokeen aikana voidaan havainnoida happipitoisuuden muutoksia eri puolilla allasta. Koealtaan vesi tehtiin hapettomaksi kemiallisesti natriumsulfiitilla.

Kaikkien laitteiden mittaustulokset



Kuva 1. Kaikkien projektissa testattujen laitteiden ilmastustehot OTR ja ominaisilmastustehot AE hapettomaan veteen (T = 4 °C, lämpötilakerroin 1,024).

käsiteltiin yhdenmukaisesti jäteveden ilmastuksessa käytettävällä periaatteella (Pelkonen, 1989). Laitteille määriteltiin laboratoriokokeiden tulosten perusteella ilmastusteho (OTR) ja ominaisilmastusteho (AE). Ilmastusteho vastaa ilmastuksen tuottoa ja ominaisilmastusteho ilmastuksen hyötysuhdetta (Kuva 1).

Laitteiden ilmastustehot OTR vaihtelivat välillä 3–110 kgO_2/d ominaisilmastustehojen AE vaihdellessa välillä 0,2–1,5 kgO_2/kWh (T = 4 °C, lämpötilakerroin 1,024). Kaikkien laitteiden mittaustulokset käsiteltiin yhdenmukaisesti jäteveden ilmastuksessa käytettävällä periaatteella. Laitteiden mitatut ottotehot vaihtelivat välillä 0,2–10 kW (Taulukko 1).

Laboratoriokokeiden virhetarkastelu

Testilaiteiden dimensioista ja erityisesti ottotehojen suuresta vaihtelusta aiheutuvat mittakaavatekijät sekä koealtaan seinämien vaikutukset aiheuttavat koetuloksiin epävarmuutta, jotka osaltaan vaikeuttavat tulosten vertailtavuutta. Tulosten vertailtavuuden parantamiseksi tulisi testattavien laitteiden teholuokka olla samaa suuruusluokkaa. Lähteessä (Pöpel, 1976) käsitellään hapettimien tehon suhdetta koealtaan tilavuuteen. Sopivia tehokkuuksia suhteessa koealtaan vesitilavuuteen ovat Pöpelin tutkimusten mukaan 60–100 W/m^3. Aire-O_2- hapetuslaitteella suhdeluku oli 52, Mikroxilla 217, Microlla 4 ja Minillä 27, Visioxilla 97 ja lietepumpun eri yhdistelmillä välillä 79–90. Siten lietepumpulla ja Visioxilla suhde oli lähes optimaalinen. Mikroxin ottoteho vaikutti altaan tilavuuden suhteen ylimitoitetulta ja Minin sekä Micron vastaavasti alimitoitetulta. Minin ja Micron tapauksissa myös mittausjaksojen kokonaiskestot olisivat voineet olla pidempiä. Lisäksi koealtaan veden lämpötilan vaihtelu eri testiajojen välillä tulisi olla mahdollisimman pieniä. Suoritetuissa laboratoriokokeissa veden lämpötila vaihteli välillä 6,1–17,6 °C.

Kenttäkokeet

Kenttäkokeiden tavoitteena oli seurata laitteiden toiminnan vaikutusta veden happipitoisuuteen ja jääolosuhteisiin sekä havainnoida laitteen asennukseen ja toimintaan liittyviä asioita (mm. jään kertyminen laitteeseen, toimintavarmuus). Lisäksi tavoitteena oli selvittää laitteiden asennukseen ja käyttöön liittyvät työturvallisuusnäkökohdat (sähköturvallisuus, koealueen merkintä).

Kokeissa seurattiin kolmen laitteen toimintaa kolmella eri kohdejärvellä. Waterix Oy:n Mini (2 kpl eri paikkoihin) asennettiin Nummen Pitkäjärvelle, Vesi-Eko Oy:n Visioxin toimintaa seurattiin Siilinjärven Ahmonlammella ja omatoimi-ilmastuksessa käytettävää lietepumppua varustettuna hajotinlevyllä Nummi-Pusulan Ruutinlammella. Seurantajakson aikana suoritettujen happimittausten perusteella määritel-

Taulukko 1. Laitteiden perustiedot sekä ilmastuksen tuotto ja hyötysuhde.

Laite	Valmistaja	Paino nimellisteho [kW]	Moottorin ottoteho [kW]	Mitattu tuotto [kgO_2/d]	Ilmastuksen hyötysuhde [kgO_2/kWh]	Ilmastuksen
Aire O2	Claritek Oy (maahantuoja)	40–50 kg[1]	2,5	2,5	36	0,6
Lietepumppu +ejektori	Lietepumpuilla lukuisia valmistajia sekä maahantuojia	n. 80 kg	4	3,8	19	0,2
Lietepumppu + hajotinlevy		n. 80 kg	4	4,3	20	0,2
Lietepumppu + letku		n. 80 kg	4	4,2	24	0,2
Mikrox	Mik-Rip Teräs Oy	n. 700 kg	7,5	10	90	0,4
Micro	Waterix Oy	6–9 kg	0,09	0,2	3	0,7
Mini	Waterix Oy	n. 19 kg	1,1	1,3	46	1,5
Visiox	Vesi-Eko Oy	n. 200 kg	4	4,5	110	1,0

[1] Kokonaispaino noin 120 kg ml. kellutusponttonit sekä kiinnitysraudat.

tiin laitteen vaikutus veden happipitoisuuteen. Minin tapauksessa vaikutuksen tarkastelussa hyödynnettiin lisäksi laskennallista tarkastelua. Kaikkien kolmen laitteen osalta voidaan todeta, että niiden käyttö joko nosti veden happipitoisuutta (Visiox ja lietepumppu) tai hidasti happipitoisuuden pienenemistä (Mini).

Havaintojakson aikana Minin imuputken päässä ollut verkko tukkeentui ja heikensi laitteen tuottoa. Visiox ja lietepumppu toimivat ilman katkoksia koko havaintojakson ajan. Minin ja lietepumpun toiminta aiheuttaa veden virtausta melko laajalla alueella ja siten avannon muodostaminen heikentää jääolosuhteita merkittävästi. Visioxin tapauksessa avantoa ei syntynyt laitteen pressukehän ulkopuolelle.

Laitevalintaan vaikuttavat seikat

Hapetuksen menetelmävalintaan ja laitemitoitukseen vaikuttaa merkittävästi järven kerrostuneisuus. Matalissa ja kesäkerrostumattomissa järvissä talven hapetustarve voidaan järjestää joko ottamalla lisähappea ilmasta veden vaakakierrätyksellä tai siihen yhdistetyllä hapetuksella. Rehevyyden hallinnan kannalta hankalissa matalissa järvissä, joissa esiintyy epämääräistä ja/tai vaihtelevaa kesäkerrostuneisuutta, voidaan talvella käyttää hapetusta tai kierrätyshapetusta. Kesällä voidaan säätää kerrostuneisuutta pakotetuilla välikierroilla, estää kerroksellisuus tai hapettaa alusvettä. Syvissä järvissä, joissa esiintyy kesäinen lämpötilakerrostuneisuus, voidaan käyttää alusveden hapetusta tai kierrätyshapetusta. Hapetuksessa käytettävän laitteiston valintaan vaikuttavat laitteen riittävä tuotto suhteessa kohdejärven happitarpeeseen, käytöstä aiheutuvat sivuvaikutukset, hyötysuhde, ylläpitokustannukset sekä hankintahinta. Laitteiston riittävä tuotto on perusedellytys onnistuneelle hapetukselle. Aihetta on käsitelty myös lähteessä (Lappalainen ja Lakso, 2005).

Kustannuksiin vaikuttavat tekijät

Hapetuksen kustannukset voidaan arvioida määrittelemällä joko veteen siirrettävän happimäärän hinta tai hapetuksen vuosikustannus hapetettua pinta-alaa kohti. Yksikkökustannukset vaihtelevat ilmapuhallusta käyttävissä laitteissa välillä 0,1–0,4 /kgO2 ja kierrätyshapetuksessa välillä 0,05–0,2 /kgO2. Järven pinta-alaan suhteutettuna vuosittaisten kustannuksen vaihteluväli on normaalisti 40–200 /ha. Turvamääräysten mukaisesti hyväksytysti suoritetun sähköistyksen hinta vaihtelee kohteesta ja ilmastustarpeesta riippuen 2 000–3 000 euron välillä. Kokonaiskustannukset vaihtelevat merkittävästi mm. kohteen pinta-alasta, ilmastustarpeesta ja käytettävän laitteen hyötysuhteesta riippuen. Hapetuksesta aiheutuvat kustannukset ovat aina tapauskohtaisia (Lappalainen ja Lakso, 2005).

Turvallisuusnäkökohdat

Hapetukseen liittyvät turvallisuusnäkökohdat liittyvät tarvittavien sähköasennusten tekemiseen sekä jääolosuhteiden muuttumiseen laitteen toiminnan seurauksena. Hapetuslaitteita käytettäessä laitteiden toimintaympäristö edellyttää erityistä huolellisuutta ja käyttöympäristön erityispiirteiden huomioimista sähköasennusten tekemisessä. Sähköalan töitä saavat tehdä vain kelpoisuusvaatimukset täyttävät henkilöt ja yritykset. Sähkötöitä ovat sähkölaitteistojen rakennustyöt sekä sähkölaitteiden ja -laitteistojen korjaus- ja huoltotyöt. Turvatekniikan keskus TUKES (www.tukes.fi) pitää rekisteriä sähköurakoitsijoista, joilla on oikeus tehdä sähkötöitä.

Sellaisten hapetuslaitteiden kohdalla, jotka tekevät avannon tai heikentävät merkittävästi jään paksuutta laitteen vaikutusalueella on kiinnitettävä huomiota ilmastusalueen huolelliseen mer-

kitsemiseen. Varoitusmerkkien tulee olla riittävän selkeät, jotta jäällä liikkujat voivat havaita ne myös huonossa säässä. Hapetuksesta on aiheellista varoittaa järvellä liikkujia ja ranta-asukkaita myös rannalle kiinnitettävillä varoitustauluilla hyvissä ajoin ennen ilmastuksen aloittamista. Lisäksi paikallislehtiä voidaan hyödyntää tiedottamisessa. Avannon reunalle voidaan tuoda pelastusrenkaiden lisäksi myös pelastusvene hätätilanteiden varalle.

Johtopäätökset

Järvien suurin kunnostustarve aiheutuu kahdesta osittain toisiinsa kytkeytyvästä, erityisesti virkistyskäyttöä haittaavasta ongelmasta: rehevöitymisen heikentämästä veden laadusta sekä mataluuden ja rehevöitymisen aiheuttamasta umpeenkasvusta. Hapetuksella voidaan parantaa rehevöitymisen seurauksena heikentynyttä veden laatua.

Laboratoriokokeissa testatut laitteet olivat lietepumppua lukuun ottamatta prototyyppejä. Tuloksista voidaan todeta, että kaupallisten laitteiden prototyyppien hyötysuhteet ovat parempia kuin hätäilmastukseen käytetyssä lietepumpussa. Laitteen hyötysuhde on yksi merkittävä valintakriteeri etenkin pitkäkestoisen hapetuksen suunnittelussa. Hankkeen tulosten seurauksena tulee tapahtumaan laitteiden tuotekehitystä, jonka jälkeen niiden hyötysuhteet ja tuotot tulevat parantumaan. Tulevaisuudessa olisikin tarpeellista uusia nyt tehdyt laboratoriokokeet. Järvien hapetukseen soveltuvilla laitteilla saattaa olla tulevaisuudessa sovelluskohteita myös teollisuus- ja yhdyskuntajätevesien käsittelyprosesseissa.

Järviolosuhteissa hapetustarpeen arviointi monimutkaistuu eikä tieto laitteen ominaisilmastustehosta ole riittävä. Ennen kuin laitevalinta voidaan tehdä, tulee tietää järven happitilanne, sekä arvioida järven hapenkulutus. Hapenkulutukseen arvioimiseen tarvitaan tietoa altaan tilavuudesta, lämpötilasta sekä alusveden happipitoisuuden alenemisnopeudesta. Tässä projektissa saatu tieto laitteiden hyötysuhteista ja tuotoista on siis vasta ensimmäinen askel hapetuksen oikeassa mitoittamisessa.

Laitevalintaan vaikuttavat myös monet muut tekijät kuin hapetustarve. Hapetukselle voidaan asettaa tilanteesta riippuen erilaisia tavoitteita. Hätähapetuksissa pyritään pelastamaan järven kalasto, eikä sillä pyritäkään rehevyyden vähentämiseen. Pitkävaikutteisissa kunnostushankkeissa hapetustarpeen mitoittaminen ja tavoitehappipitoisuuden saavuttaminen on tärkeää, jotta hankkeen tavoitteisiin voidaan päästä. Tosin pitkäaikaisissa kunnostuksissa, joita hapetuskohteet usein ovat, voi valittavan laitteiston hyötysuhde nousta lähes yhtä tärkeäksi valintakriteeriksi kuin laitteen tuotto.

Hankkeen edetessä on noussut esiin muutamia jatkotutkimustarpeita. Hapetuksen vaikuttavuuden arviointia tulisi kehittää hankkeessa, jossa perehdyttäisiin hapetustarpeen arviointiin erilaisissa järvikunnostuskohteissa. Järvikunnostushankkeiden toteuttajille olisi tarpeellista suunnitella rahoitusmalli, jossa arvioitaisiin millaisiin hankkeisiin tarvitaan koko hapetuksen urakointi ja millaisiin hankkeisiin voi soveltua itse hoidettuna vuokrahapetin.

Onnistunut hapetus vaatii runsaasti tietoa ja erikoisosaamista sekä näiden yhdistämistä kyseessä olevan kunnostuskohteen tilanteeseen. Kunnostuksen suunnittelussa eri alojen ammattilaisten tietämyksen hyödyntäminen edesauttaa tavoitteiden saavuttamisessa. Yhdistämällä hapetus muiden rehevyyttä vähentävien keinojen kanssa ja samanaikaisesti vähentämällä järven ulkoista kuormitusta on mahdollista saavuttaa pitkäkestoisia ja järven virkistys- ja vapaa-ajankäyttöarvoja parantavia lopputuloksia.

Kirjallisuus:

Lappalainen, M., Lakso, E. 2005. Järvien kunnostus, luku 12: Järvien hapetus. Suomen ympäristökeskus. Ympäristöopas 114. 336 s.

Pelkonen, M. 1989. Hapensiirto aktiivilieteprosessissa. Vesitalous 30(4): 47 – 51.

Pöpel, H.J. 1976. Aeration and Gas Transfer. Delft University of Technology. Department of Civil Engineering.

Saarinen, A. 2003. Selvitys talvella 2002–2003 ilmenneiden happikatojen aiheuttamista kalakuolemista ja ilmastustoimenpiteiden vaikutuksista Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan järvillä. Uudenmaan ympäristökeskus. Uudenmaan ympäristökeskus – Monisteita 134. 64 s.

Hydrologisia aikasarjoja puiden vuosilustoista

Samuli Helama
Institut für Geologie und Paläentologie,
Johann Wolfgang
Goethe-Universität
E-mail: s.helama@em.uni-frankfurt.de

Markus Lindholm ja Jouko Meriläinen
SAIMA Savonlinnan ekotieteet,
Opettajankoulutuslaitos (JoY)

Viimeisten vuosien aikana on Suomessa koettu keskimääräistä huomattavasti kuivempia ajanjaksoja. Osittain vastaava kuiva aika koettiin 1940-luvun alussa. Mutta onko samankaltaisia kuivia ajanjaksoja ollut aiemminkin, kenties useammin tai harvemmin? Entäpä mikä on pidemmällä aikajänteellä tapahtuvien sademäärävaihteluiden osuus kokonaisvaihtelusta? Useimmat hydrologiset havaintosarjamme eivät ylety kovinkaan pitkälle 1800-luvun puolelle, eivätkä ne siten välttämättä kykene vastaamaan näihin kysymyksiin. Yllättävän tarkan vastauksen voi sitä vastoin saada puiden vuosilustojen systemaattisella tutkimuksella.

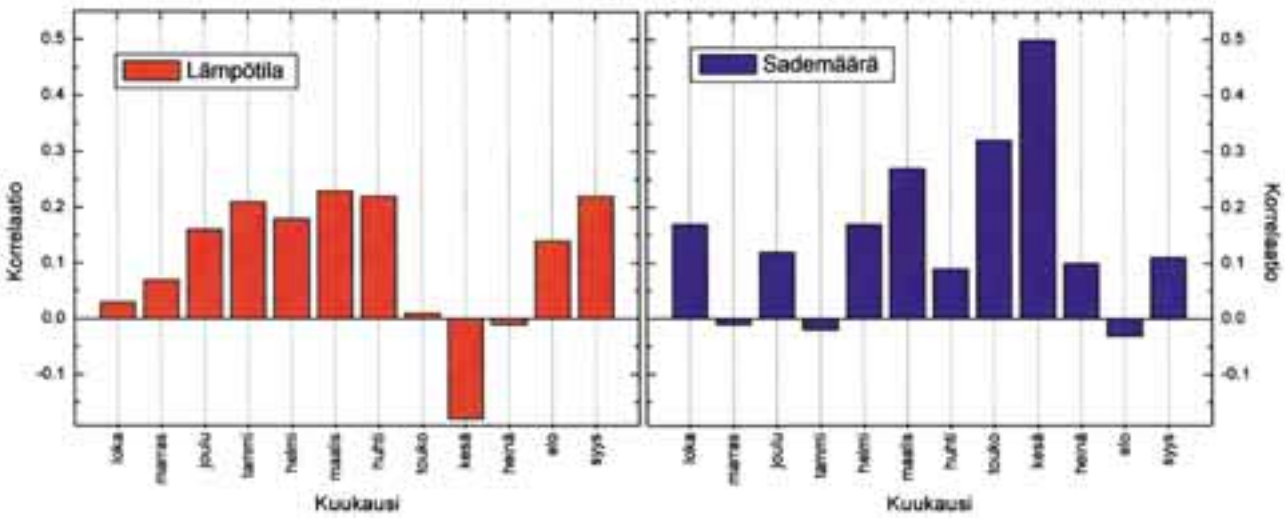
Ilmaston vuotuisella ja pidemmällä aikajänteellä tapahtuvalla vaihtelulla on huomattava merkitys puiden kasvuun. Puiden kasvun menneitä vaihteluita voidaan puolestaan hyvin tarkasti määrittää esimerkiksi puiden vuosirenkaiden eli lustojen leveyksiä mittaamalla. Mittaamalla lustonleveydet puun koko elinkaaren ajalta, saadaan näin tuotettua monisatavuotisia aikasarjoja, jotka heijastavat tarkasti puun vuosi vuodelta kokemia kasvunvaihteluita. Koska ilmastolla on suuri merkitys vuosilustoissa havaittavaan vaihteluun, kuvaavat nämä aikasarjat täten myös niitä ilmastomuuttujia, joihin puun kasvu on kunakin vuonna voimakkaimmin reagoinut.

Tietylle alueelle kohdistuvassa tutkimuksessa voidaan käyttää kymmeniä, jopa satoja yksittäisistä puista mitattuja vuosilustoihin perustuvia aikasarjoja. Näiden sarjojen vuotuisesta keskiarvosarjasta puolestaan muodostuu alueen puunkasvua ajan funktiona yksittäisiä puita paljon tarkemmin kuvaava alueellinen puulustokronologia. Suomalaisista puulajeista tunnetaan tarkimmin nimenomaan männyn vuosilustojen ilmaston vaihtelusta riippuva käyttäytyminen. Tässä kirjoituksessa paneudutaan esittämään jo suoritettujen tutkimusten tuloksia (Lindholm ym. 2000; Helama & Lindholm 2003; Helama 2004); erityisesti tarkastellaan puiden vuosilustojen ja sateisuuden välistä suhdetta eteläisessä osassa Suomea, sekä puulustoissa havaittavan kasvunvaihtelun mallintamista hydrologisen tutkimuksen tarpeisiin.

Monisatavuotisia aikasarjoja

Eri alueilla vallitsevista erilaisista ympäristöoloista johtuen voi sama puulaji reagoida ilmastotekijöihin eri tavoin maamme eri osissa. Useissa tutkimuksissa on osoitettu, että varsinkin eteläisessä Suomessa männyn puulustoilla on selkeä riippuvuus kasvukauden kosteusoloihin (Lindholm ym. 2000). Tästä on selkeänä osoituksena positiivinen korrelaatio alkukesän sademäärän ja männyn puulustojen leveyden välillä Itä-Savossa (kuva 1). Männyn vuosilustojen voidaan näin ollen ajatella heijastavan tällä alueella nimenomaan alkukesän sademääriä, tiettyjen epävarmuustekijöiden puitteissa.

Mikäli tutkimuksessa on käytettävissä vain elävistä puista mitattuja vuosilustoja, rajaa puulustokronologian pituuden tällöin vanhimman yhä elossa



Kuva 1. Männyn lustokronologian ja eri kuukausien keskiarvolämpötilojen ja sademääräsummien (Punkaharjun säähavaintoasema) välinen suhde osoittaa Itä-Savon lustokronologian korreloivan selkeästi nimenomaan kasvukauden alun, erityisesti touko- ja kesäkuun sademäärän kanssa (Helama & Lindholm 2003). Kunkin pylvään korkeus kuvastaa korrelaatiota puulustojen ja ko. ilmastomuuttujan välillä. Korrelaatiot on laskettu niin kasvukautta edeltävän talvikauden (loka-maaliskuu) kuin kasvukauden (huhti-syyskuu) ilmastomuuttujille.

olevan tutkitun puun ikä. Maamme eteläosissa päästäisiin kronologiaa rakentamaan tällöin tuskin paria sataa vuotta pidemmälle ajassa taaksepäin. Puiden vuosilustoihin perustuvaa alueellista kronologiaa voidaan kuitenkin pidentää huomattavasti käyttämällä näytemateriaalia esimerkiksi vanhoista puurakennuksista tai luonnossa säilyneistä, jo kauan sitten kuolleista puista. Jälkimmäisistä tärkeimpiä puulustojen luonnonarkistoja ovat kelot sekä järvien pohjasedimentteihin vuosisatoja, jopa vuosituhansia sitten hautautuneet ja siellä hyvin säilyneet puunrungot. Tämänkaltaista historiallista, arkeologista ja subfossiilista puulustomateriaalia keräämällä ja mittaamalla voidaan lustokronologian pituutta kasvattaa parhaimmillaan jopa useisiin tuhansiin vuosiin saatavissa olevan materiaalin historiallisesta iästä riippuen. Kuolleista puista mitattuja lustosarjoja voidaan ristiinajoittaa vuoden tarkkuudella niiden kasvua ohjaavan yhteisen ilmastoriippuvan rytmin mukaan nk. Ristiinajoituksen avulla (tarkan kuvauksen menetelmästä suomeksi antoi Helama ym. 2005). Meillä Suomessa on Savonlinnan ympäristössä vuosilustoihin kohdistuvaa tutkimusta ja materiaalin keräystyötä tehty Saima-yksikössä (http://www.joensuu.fi/ktl/saima), jonka kokoamaa materiaalia ovat tässä esiteltävät puiden lustosarjat.

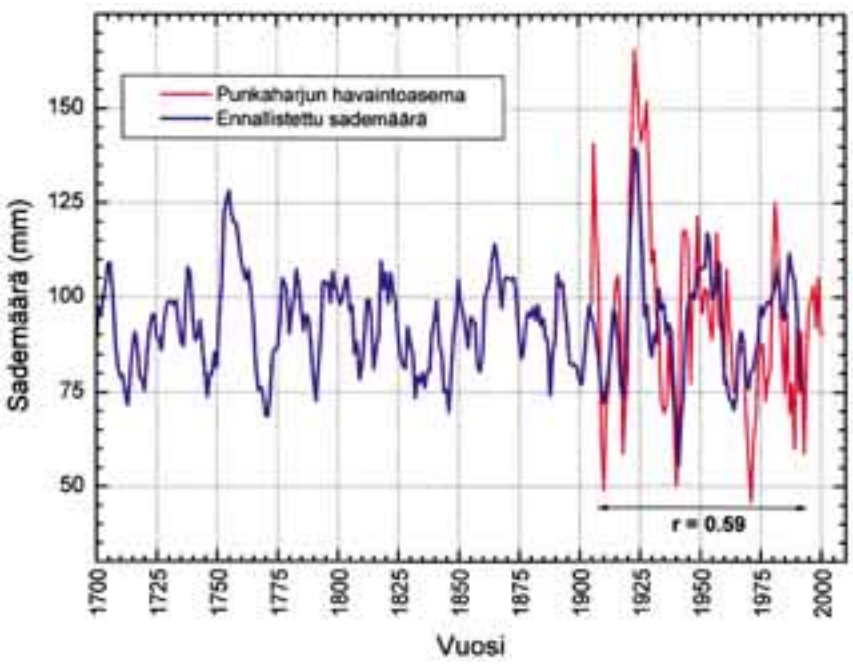
Rekonstruoituja sademääriä

Puulustokronologia voidaan matemaattisesti muuntaa sademäärärekonstruktioksi, eli ennallistetuksi sademääräsarjaksi, yksinkertaisimmillaan esimerkiksi lineaarisen regression avulla. Tämä tapahtuu käyttäen varsinaisia meteorologisia sademäärätietoja yhdessä puiden vuosilustojen aikasarjojen kanssa. Tällöin johdetaan siirtofunktio, jonka avulla voidaan kuhunkin vuotuiseen lustonleveyden arvoon perustuen laskea sitä vastaava ennallistettu sademäärää kuvaava lukema. Näin aikaansaatu hydrologinen ennallistettu aikasarja, sademäärärekonstruktio, yltää parhaimmillaan ajassa taaksepäin yhtä pitkälle kuin olemassa oleva puulustokronologia. Seuraavassa tarkastellaan aikaisemmin esitellyt sademäärärekonstruktiosta saatuja tuloksia (Helama & Lindholm 2003).

Vertailu varsinaisen sademäärähavaintosarjan ja lustokronologiaan perustuvan rekonstruktion välillä osoittaa lustokronologian ennallistavan sademäärävaihtelun sangen hyvin (kuva 2). Myös vuosikymmenten aikajänteellä tapahtuva sademäärävaihtelu ennallistuu lustokronologian avulla varsin oivallisesti. Kuvassa 3 esitetty korrelaatiokerroin (r) on samaa suuruusluokkaa muiden kirjallisuudessa esitettyjen männyn (*Pinus sylvetris L.*) puulustoihin perustuvien sademäärärekonstruktioiden vastaavien arvojen kanssa (Jacoby ym. 1999; Thomsen 2001; Oberhuber & Kofler 2002).

Mielenkiintoisena yksityiskohtana voidaan havaita vuosien 1939–1942 välisenä aikana koettu ankara kuiva ajanjakso. Kyseinen ajanjakso oli myös selvästi kuivin 1900-luvun ajanjakso lustokronologiaan pohjautuvassa rekonstruktiossa. Tämän lisäksi vuodet 1940 ja 1942 kuvastuivat eräinä kaikkein kuivimmista koko tuhatvuotisen rekonstruktion mukaan (Helama & Lindholm 2003; Helama 2004).

Ennallistetut sademäärät viestivät 1900-luvun vaihteluun verrattavaa heilahtelua välillä kuivempia, välillä kosteampia ajanjaksoja kohti myös aikaisempina vuosisatoina. 1920-luvun puolivälin kaltainen sateinen ajanjakso paljastuu myös 1750-luvulta. Turun varhaisen ilmastollisen havaintosarjan mukaan 1750-luku näyttäisi myös olevan aikaa ilman huomattavan kuivia vuosia (Holopainen 2004: s. 33). Myös tätä ajanjaksoa, samoin kuin 1920-luvun sateista aikaa, näyttäisi seuranneen muutos kohti keskimääräistä kuivempia olosuhteita seuraavan vuosikymmenen loppua kohti. Samankaltaista ilmiötä ei sen sijaan voitane liittää aivan viime vuosina kokemaamme kuivuuteen.



Kuva 2. Varsinainen Punkaharjun sääasemalla mitattu sekä lustokronologian perusteella ennallistettu touko-kesäkuun sademäärävaihtelu Itä-Savon alueella viimeisen 300 vuoden aikana. Korrelaatiokerroin (r) kuvastaa sarjojen yhteisvaihtelun voimakkuutta. Molemmat aikasarjat on esitetty pidemmän aikajänteen vaihtelun havainnollistamiseksi painotettuna kolmevuotisena liukuvana keskiarvona (kertoimet: 0.35, 0.3, 0.35).

Koska puulustokronologiassa havaittava kasvunvaihtelu vastaa nimenomaan kevään aikana tapahtuvaa sademäärävaihtelua (kuva 1), ei ennallistettujenkaan sademäärävaihteluiden tulisi tulkita vastaavan sateisuudessa tapahtuneita vaihteluita tämän vuodenajan (touko–kesäkuu) ulkopuolella. On kuitenkin varsin mielenkiintoista havaita, että myös Alpeille esitetty männyn (*Pinus sylvestris L.*) vuosilustoihin perustuva sademäärärekonstruktio kuvastaa nimenomaan touko-kesäkuun sademääriä (Oberhuber & Kofler 2002). Onkin ilmeistä, että juuri kasvukauden alun kosteusoloilla on erityinen merkityksensä männyn kasvulle tulevien kesäkuukausien aikana useissa eri kasvuympäristöissä (Lindholm ym. 2000).

Tulevaisuuden mahdollisuuksia

Jo olemassaolevan rekonstruktion tarkkuutta on mahdollista parantaa keräämällä ja ristiinajoittamalla lisää vanhoista puista mitattuja lustosarjoja kronologiaan. Myös kronologian pidentäminen on tällä tavoin mahdollista, mikäli yhä vanhempaa puumateriaalia on saatavilla. Tutkimuksissa on tähän saakka käytetty pääasiassa puiden vuosilustojen leveyksiä. Puiden vuosilustoista on mitattavissa kuitenkin myös muita muuttujia, joiden käyttö joko yksin tai yhdessä lustonleveyssarjojen kanssa saattaisi varsin huomattavasti parantaa jo olemassaolevan sademäärärekonstruktion tarkkuutta. Eräs jokseenkin yleisesti käytetty menetelmä on lustojen tiheyksien mittaaminen röntgentutkimuksen avulla ja näin aikaansaatujen aikasarjojen käyttö yhdessä lustonleveyden kanssa ilmastorekonstruktiota rakennettaessa. Lustontiheysmittauksissa saadaan mitattua hyvin yksityiskohtaista tietoa luston kahden osan, vaalean kevätpuun ja tummemman kesäpuun, ominaisuuksista. Muun muassa näiden vuosilustojen osatekijäin ympäristötiedolla voitaisiin tarkentaa sademäärien rekonstruktioita.

Toisaalta voi myöskin olla, ettei kuukausittainen sademääräsumma ole paras mahdollinen muuttuja kuvaamaan puiden kasvun ja puun käytettävissä olevan kosteuden suhdetta. Muita kyseiseen tarkoitukseen maailmalla käytettyjä muuttujia ovat mm. sadepäivien lukumäärä (esim. kasvukauden aikana) sekä erilaiset kosteutta kuvaavat indeksit, esim. Palmer-indeksi (Cook ym. 2004). Männyn lisäksi myös kuusen vuosilustoilla on Etelä-Suomessa havaittu selkeä riippuvuus vuotuisista kosteusoloista. Kuusikronologiat ovat yleensä kuitenkin lyhyempiä, ja niitä on tarjolla mäntykronologioita vähemmän.

Kirjallisuus:

Cook E.R., Woodhouse C.A., Eakin C.M., Meko D.M. & **Stahle D.W.** 2004: Long-Term Aridity Changes in the Western United States. Science 306: 1015–1018.

Helama S. 2004: Millennia-long tree-ring chronologies as records of climate variability in Finland. Yliopistopaino. 54, [62] s. [Väitöskirja, HY.]

Helama S., Eronen M. & **Timonen M.** 2005: Dendrokronologinen ristiinajoitus – absoluuttinen ajoitusmenetelmä. Geologi 57 (3): 61–65.

Helama S. & **Lindholm M.** 2003: Droughts and rainfall in south-eastern Finland since AD 874, inferred from Scots pine ring-widths. *Boreal Environmental Research* 8: 171–183.

Holopainen, J. 2004: Turun varhainen ilmastollinen havaintosarja. Ilmatieteen laitos. Raportteja 2004: 8. 59 s.

Jacoby G., D'Arrigo R., Pederson N., Buckley B., Dugarjav C. & **Mijiddor R.** 1999: Temperature and precipitation in Mongolia based on dendroclimatic investigations. IAWA Journal 20: 339-350.

Lindholm M., Lehtonen H., Kolström T., Meriläinen J., Eronen M. & **Timonen M.**, 2000: Climatic signals extracted from ring-width chronologies of Scots pine from the Northern, Middle and Southern parts of the boreal forest belt in Finland. Silva Fennica 34: 317-329.

Oberhuber W. & **Kofler W**. 2002: Dendroclimatological spring rainfall reconstruction for an inner Alpine dry valley. Theoretical and Applied *Climatology* 71: 97–106.

Thomsen G. 2001: Response to winter precipitation in ring-width chronologies of *Pinus sylvetris L.* from the northwestern Siberian Plain, Russia. Tree-Ring Research 57: 15–29.

Tehokasta vesiensuojelua virtaamansäädöllä

Hannu Marttila
tekn.ylioppilas
Oulun yliopisto,
vesi- ja ympäristötekniikan laboratorio
E-mail: hannumar@paju.oulu.fi
Kirjoitus perustuu Hannu Marttilan Oulun yliopiston vesi- ja ympäristötekniikan laboratoriossa tehtyyn diplomityöhön.

Björn Klöve
professori, vesitekniikka
Oulun yliopisto,
vesi- ja ympäristötekniikan laboratorio
E-mail: bjorn.klove@oulu.fi

Oikein suunnitellulla ja mitoitetulla virtaamansäädöllä voidaan pienentää merkittävästi turvetuotantoalueen virtaamahuippuja ja kuormitusta. Reduktio on huomattavin kiintoaineen osalta, mutta menetelmä poistaa myös kiintoaineeseen sitoutuneita ravinteita. Koska virtaamansäätö pidentää veden viipymää, edistää se myös muiden vesiensuojelumenetelmien puhdistuskapasiteettia. Tässä artikkelissa tuodaan esille uusia kenttäkokeissa ja laboratoriossa mitattuja tuloksia vuosilta 2003 ja 2004.

Turve on Suomessa merkittävä kotimaisen energian lähde. Turvetuotannon keskeisin ympäristöongelma on valumavesistä aiheutuvat vesistövaikutukset, jotka muuttavat alapuoliseen vesistöön valuvan veden määrää ja laatua. Paikallisesti turvetuotantoalue voi olla merkittävä kuormittaja. Turvetuotanto lisää vesistöjen kiintoaine-, humus-, ja ravinnekuormitusta sekä nostaa mm. alumiinin ja raudan pitoisuuksia valumavesissä. Turvetuotantoalueelta tulevaa kuormitusta onkin pyrittävä vähentämään mahdollisimman tehokkailla vesiensuojelumenetelmillä käyttäen ns. parasta käyttökelpoista tekniikkaa (BAT). Virtaaman säädön ratkaisut kehitettiin 1990-luvulla (Klöve 1994, Klöve 1997). Menetelmä on otettu käyttöön monilla turvetuotantosoilla ja on pintavalutuskenttien ohella suosituin menetelmä tehostamaan turvetuotannon vesiensuojelua. Itse poistuman mittaaminen on ollut vaikeaa, koska hyödyn arvioinnissa on kerättävä riittävästi aineistoa varsin harvoin sattuvien virtaamahuippujen ajalta. Menetelmän hyväksikäyttöä on osittain rajoittanut vähäinen mittaustieto kiintoaineen poistosta, minkä vuoksi tässä esitettävä ”Luisansuon tutkimukset” käynnistettiin. Tutkimuksen päätavoitteena oli tutkia Luisansuon turvetuotantoalueelle sijoitettujen virtaamansäätöpatojen toimintaa sekä niiden vaikutusta valumavesien virtaamaan ja laatuun. Toisena tavoitteena oli tarkemmin tutkia uomaan laskeutuneen kiintoaineen eroosiota ja siihen vaikuttavia tekijöitä.

Virtaamansäädön periaate ja mitoittaminen

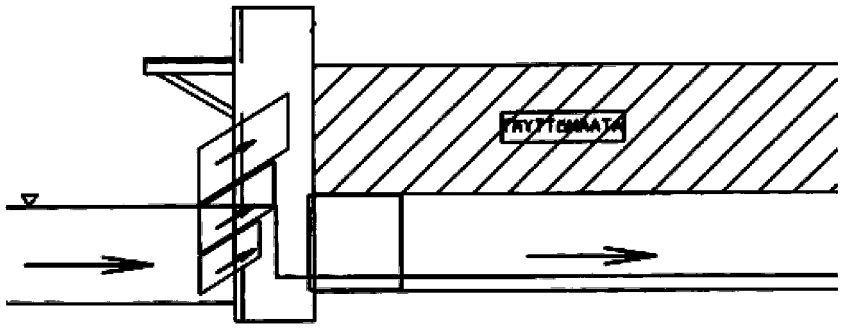
Virtaamansäädön periaatteena on tasata suurimpia virtaamahuippuja ja pienentää veden virtausnopeutta ojissa (Klöve 2000). Muut nykyisin yleisem-

min käytössä olevat vesiensuojelumenetelmät toimivat hyvin pienten virtaamien aikana, mutta suurimmat virtaamahuiput aiheuttavat huomattavaa kuormitusta alapuoliseen vesistöön. Virtausnopeuden tulisi olla pienempi kuin sedimentin kriittinen liikkeellelähtönopeus, jolloin kiintoainetta ei suspentoidu uomaston pohjalta. Virtaaman säädössä viivytetään virtaamahuippujen aikana tulevia valumavesiä padottamalla. Siten mahdollistetaan kiintoaineen ja siihen sitoutuneiden yhdisteiden laskeutuminen uomastoon ja muiden vesiensuojelurakenteiden (laskeutusallas, pintavalutuskenttä) riittävä puhdistuskapasiteetti.

Virtaamansäätö pienentää myös kentän pinnalta huuhtoutuvaa kiintoainekuormaa, koska kelluva turve ehtii vettyä ja laskeutua. Veden pidempi viipyminen tuotantoalueen ojissa ja vesiensuojelurakenteissa saattaa edesauttaa epäorgaanisen typen poistumista. Lisäksi veden pinnan nosto pienentää hapellista turvekerrosta ja pidentää veden liikereittiä turpeessa, mikä todennäköisesti vähentää typpikuormitusta, koska typen mineraalisaatio vähenee ja denitrifikaatio voi lisääntyä (Klöve 2000). Kustannuksiltaan virtaamansäätö on edullinen vertailtaessa sekä perustus- että käyttökustannuksia muihin vesiensuojeluratkaisuihin.

Virtaamansäätöpatojen sijoituksessa pyritään hyödyntämään uomaston koko pinta-ala. Padotus ei saa kuitenkaan olla niin voimakasta, että vesi tulvisi tuotantokentälle. Padotuskyvyn tulee olla riippuvainen vedenpinnan korkeudesta, mikä toteutetaan kolmella päällekkäisellä putkella (kuvat 1 ja 2). Tällöin voidaan tasata sekä pieniä että suuria valumia. Padot sijoitetaan joko sarka- tai kokoojaojiin tai laskeutusaltaiden yhteyteen. Putkien halkaisija riippuu valuma-alueen koosta ja ojaston varastotilavuudesta. Ne kallistetaan tulovirtaamaa vastaan, jolloin estetään kelluvan turpeen kulkeutuminen putkeen (Klöve 2000). Paikasta ja tilanteesta riippuen on patoja asennettaessa joko kaivettava ojaa syvemmäksi tai suunniteltava patorakenne asennuspaikan vaatimalla tavalla. (Marttila 2005). Ylin tulvaputki mitoitetaan valunnalle 300 l/s/km^2 (Klöve 2000). Se suositellaan ylimitoittamaan harvinaisimpien suurien sateiden tai lumien sulamisen varalle sekä tilanteisiin, jolloin muut putket ovat tukkeutuneet. Purkuputkien päät on myös suositeltavaa suojata tukkeutumisen estämiseksi (Marttila 2005).

Patojen sijainnilla varmistetaan, että vesi nousee valitun ojakorkeuden verran padon taakse koko valuma-alueella. Jos tuotantoalue on kalteva, on patoja rakennettava useita (Klöve 1994, 1997, 2000). Padot tulee asentaa niin, etteivät ne kohtuuttomasti haittaa turvetuotantoa. Tuotannon edetessä ja tuotantopinnan laskiessa virtaamansäätöpadot on asennettava uudelleen tuotantopintaa vastaavaan korkoon ja tarkistaa purkuputkien halkaisijoiden soveltuvuus muuttuneisiin olosuhteisiin (Marttila 2005). Padon etupuolelle on tarvittaessa tehtävä syvennys laskeutuvalle kiintoaineelle (Klöve 2000).



Kuva 1. Luisansuolla käytettyjen virtaamansäätöpatojen rakennekuva (Pohjatutkimus- ja mittauspalvelu Oy). Säätöputket kallistetaan virtaussuuntaa vastaan, jotta putkiin ei kulkeutuisi ojissa kelluvaa turvetta.

(a) (b)

Kuva 2. Virtaamansäätöpato asennuksen jälkeen. Ensimmäinen putki on peittynyt veden alle (a). Näkymä virtaamansäätöpadon sisäosaan (b). (Kuvat: Hannu Marttila)

Tutkimusalue ja tutkimusmenetelmät

Tutkimus tehtiin Luisansuon turvetuotantoalueella, joka sijaitsee Pohjois-Pohjanmaalla Iijoen vesistöalueella Yli-Iin kunnassa Hirvelän kylän pohjoispuolella. Alue on topografialtaan tasaista ja se kuuluu maamme soisimpiin alueisiin. Luisansuon tuotantoalueella kunnostus aloitettiin vuonna 1994 ja tuotanto vuonna 1998. Nykyinen tuotantoala on 54 ha.

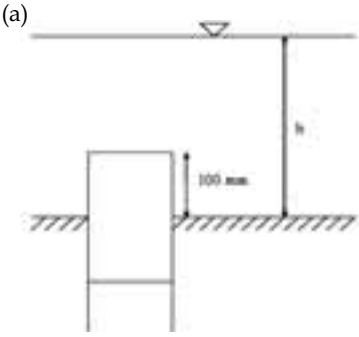
Luisansuon tutkimuksessa verrattiin samalla turvetuotantoalueella sijaitsevia alueita, jotka poikkesivat toisistaan lähinnä vain tutkittavan toimenpiteen suhteen. Kesäkausi 2003 oli vertailuvuosi, jolloin Luisansuon alueella vertailtiin alueiden 1 ja 2 hydrologiaa ja kuormitusta ennen patojen asennusta sekä mitoitettiin alueelle 1 virtaamansäätöpadot (Heikkinen 2003). Tutki-

musalueelle sijoitettiin kesällä 2004 kolme virtaamansäätöpatoa (kuva 3). Ne sijoitettiin alueelle 1 (29,45 ha), ja aluetta 2 (25,04 ha) käytettiin vertailualueena. Seuraavana kesänä 2004 Luisansuon turvetuotantoalueella tutkittiin padotuksen vaikutuksia. Tutkimuksissa seurattiin sadantaa perinteisellä kuppimittarilla sekä sääasemalla. Virtaamaa seurattiin Thompsonin mittapadoilla ja Telog -paineantureilla, jotka sijaitsivat kokoojaojissa ennen laskeutumisaltaita. Virtaamansäätöpatojen puhdistustehoa seurattiin automaattisilla näytteenottimilla, jotka sijaitsivat samassa paikassa virtaaman mittauksen kanssa. Sekä tutkimus- että vertailualueelta otettiin näyte kuuden tunnin välein, neljä kertaa vuorokaudessa. Vesinäytteet analysoitiin vuorokautisista kokoomanäytteistä yleisesti käytössä olevien standardien mukaisesti. Kuormitukset laskettiin näytteenottohetken veden laadun ja jakson keskivirtaaman perusteella. Reduktioprosentit laskettiin ennen patojen asennusta sekä patojen asentamisen jälkeen tehtyjen mittausten perusteella.

Kiintoaineen kulkeutumista mitattiin maastossa ja laboratoriossa. Turvesuon ojiin asennettiin sedimenttikeräimiä, jotka tyhjennettiin säännöllisesti (kuva 4). Sedimenttien eroosioon vaikuttavia tekijöitä mitattiin laboratoriokourussa (Marttila 2005).

Kuva 3. Luisansuon tutkimusjärjestely (Kuva: Suomen Ilmakuva Oy).

(a)



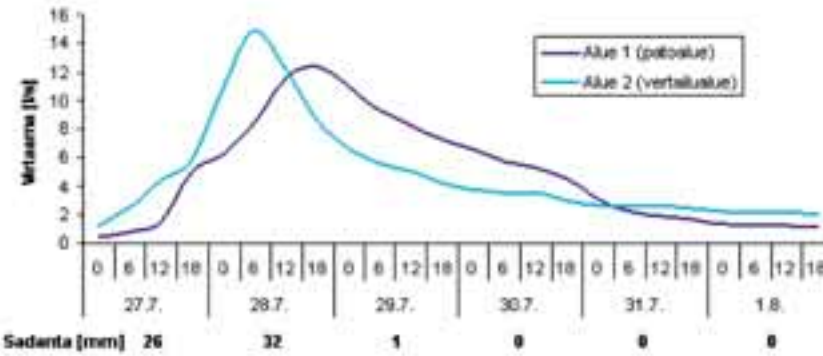
(b)

Kuva 4. Sedimenttikeräinten asennustapa (a) ja sedimenttikeräimen asentamista Luisansuon kokoomaojaan (b). (Kuva: Paavo Vehkomäki)

Virtaamansäädön vaikutukset

Tutkimusvuosi 2003 ennen patojen asentamista oli keskimääräistä kuivempi. Luisansuon alueella esiintyi kuitenkin rankkasateita, joiden aikana alueen 1 (tuleva patoalue) virtaamahuiput olivat suurempia kuin alueella 2 (vertailualue). Todennäköisin syy tähän oli alueen 1 suurempi ojakaltevuus. Kiintoainepitoisuudet vaihtelivat vuonna 2003 alueella 1 välillä 6,67–17,33 mg/l ja alueella 2 välillä 1,33–14,67 mg/l (Heikkinen 2003). Vuonna 2003 alueella 1 oli jonkun verran suurempi typpi-, fosfori ja kiintoainekuorma kun alueella 2 (taulukko 1).

Runsassateinen kesäkausi 2004 soveltui hyvin virtaamansäätötutkimukseen. Luisansuon turvetuotantoalueella esiintyi ajoittain runsaita rankkasateita, etenkin elokuun aikana. Näiden sateiden aikana patoalueelle syntyi suuria virtaamia, jolloin pystyttiin tutkimaan patojen toimintaa huippuvirtaamien aikana. Padot pienensivät patoalueen keskivirtaamaa selvästi. Virtaamahuippujen todettiin leikkautuvan 27–87 % verrattaessa tilanteeseen ennen patoja (kuva 5). Virtaaman säädön jälkeen virtaamahuiput viivästyivät patoalueella 6–12 tuntia huippuvirtaamien aikana. Kuvassa 5 näkyy



Kuva 5. Virtaamahuippu Luisansuolla 27.7–1.8.2004 väliseltä ajalta. Sadanta kahden vuorokauden aikana 58 mm.

Taulukko 1. Luisansuon turvetuotantoalueen brutto-ominaiskuormitus sekä tuotantoalueelta purkautuneen veden keskimääräinen laatu tuotantokausilla 2003 (14.6–18.9.2003) ja 2004 (7.6–13.9.2004). Näytteenottopaikka sijaitsi ennen laskeutusaltaita.

	N_{kok}	NH_4	NO_3+NO_2	NO_2	P_{kok}	PO_4	Fe	ka*
	g/ha d	g/ha d	g/ha d	g/ha d	g/ha d	g/ha d	g/ha d	g/ha d
2003								
Alue 1	8,0	2,6	0,9	0,7	1,3	1,1	27,5	42,0
Alue 2	5,6	0,3	3,3	0,1	0,7	0,6	16,4	34,8
2004								
Alue 1	40,9	2,1	5,5	0,01	2,0	0,8	25,5	921,8
Alue 2	56,8	2,0	7,2	0,02	2,6	1,0	39,7	2026,7
	N_{kok}	**NH_4**	**NO_3+NO_2**	**NO_2**	**P_{kok}**	**PO_4**	**Fe**	**ka**
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l
2003								
Alue 1								
Keskiarvo	1833	590	313	146	303	268	6467	10
Min	1600	10	1	2	240	210	5100	7
Maks	2300	990	1400	1100	410	350	8300	20
Alue 2								
Keskiarvo	977	167	467	17	117	100	2710	6
Min	820	2	130	1	97	81	2300	1
Maks	1300	510	850	57	170	150	3700	13
2004								
Alue 1								
Keskiarvo	5230	300	1024	3	325	177	4575	30
Min	1400	3	120	1	130	51	2300	1
Maks	15000	1500	1800	8	580	390	8200	461
Alue 2								
Keskiarvo	9538	465	1218	4	424	184	6265	97
Min	860	3	350	2	78	63	1700	2
Maks	42000	2400	3000	7	1300	790	21000	1543
Mittapadon valuma-alue, ha		alue 1	kok. ala tuot. ala	30,7 29,45		alue 2	kok. ala tuot. ala	40,2 25,04

* kiintoaine

myös padottava vaikutus, jolloin liikkeelle lähteneen kiintoaineen on mahdollista laskeutua takaisin uoman pohjalle.

Jatkuvalla näytteenotolla saatiin edustava kuva kiintoaine- ja ravinnearvoista myös virtaamanhuippujen ajalta. Kiintoainepitoisuudet vaihtelivat patoalueella välillä 0,77–460,53 mg/l ja vertailualueella välillä 1,52–1542,86 mg/l (taulukko 1). Keskimäärin padot pienensivät 61–94 % kiintoainekuormitusta ja koko kesäkauden ajalta patoalueen pitoisuudet olivat 3–5 kertaa pienemmät kuin vertailualueella niin pienillä kuin suurilla virtaamilla (kuva 7). Tämä on huomattava väheneminen, kun vielä huomioidaan patoalueen (alue 1) suurempi kaltevuus, suurempi kyky kuljettaa kiintoainetta ja alueen 2 suurempi kiintoainekuorma ennen padotusta vuonna 2003.

Kentän ojiin asennettuihin sedimentikeräimiin laskeutui kiintoainetta keskimäärin 43,2 g/m^2/d. Patojen etupuolelle sijoitettuihin keräimiin laskeutui 5–10 kertaa enemmän kiintoainetta kuin muualle uomastoon sijoitettuihin keräimiin. Täten virtaamansäätöpadot lisäävät mainittavasti kiintoaineen laskeutumista ojien pohjalle. Padot pienensivät myös voimakkaasti kiintoainemäärän riippuvuutta virtaamasta (kuva 6). Kokonaistypen kuormitusta padot vähensivät 45–91 % ja kokonaisfosforin kuormitusta 47–88 %. Ravinteiden suuri reduktio selittyy osaksi kummankin voimakkaasta korrelaatiosta kiintoaineeseen, jolloin kiintoainekuormituksen pienentyessä väheni myös ravinnekuormitus.

Vesien padottaminen tuotantoalueen ojastoon ei vaikuttanut oleellisesti turvetuotantoon. Runsaista sateista johtuen pohjavedenkorkeus turpeessa nousi kummallakin alueella kesään 2003 verrattaessa. Patoalueella ei kuitenkaan havaittu suurempaa vedenpinnan nousua turpeessa olevissa havaintokaivoissa, joten virtaamansäätöpadoilla ei ole tutkimuksen mukaan

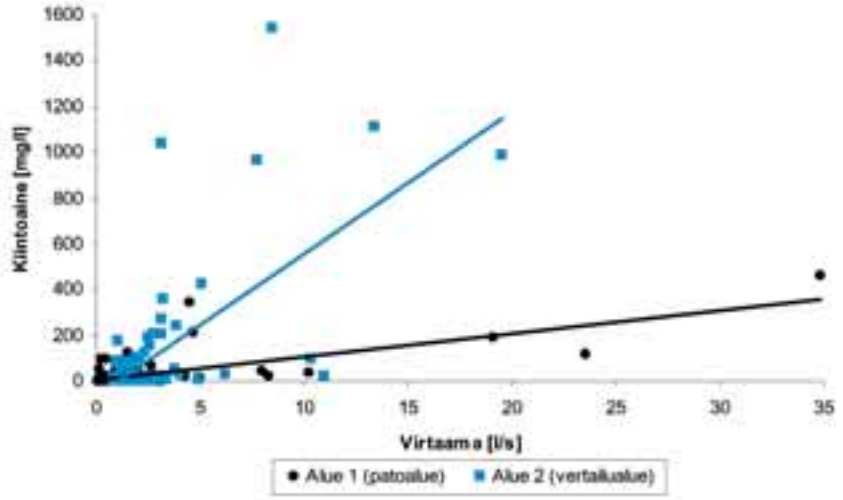
merkittävää vaikutusta pohjaveden korkeuteen.

Turvesedimentin ominaisuudet ja eroosioherkkyys

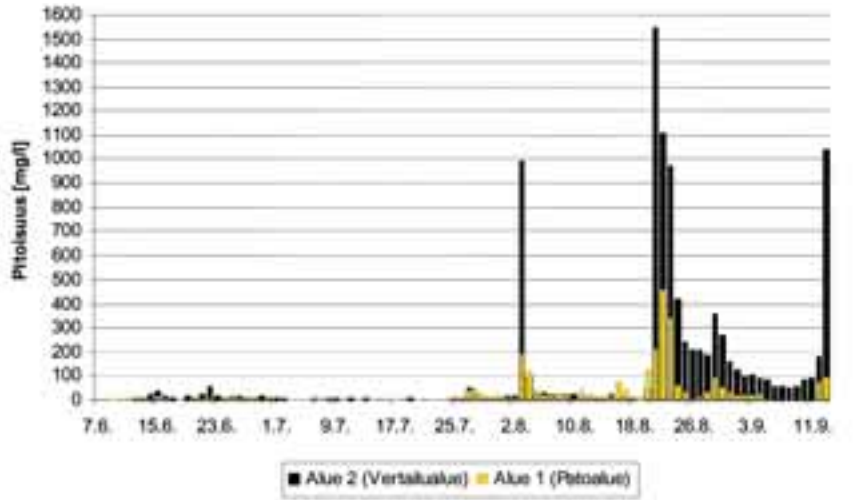
Turpeen ominaisuuksista kiinnitettiin erityisesti huomiota eroosioon vaikuttaviin tekijöihin. Virtaaman täytyy saavuttaa tietty nopeus, ns. kriittinen nopeus/leikkausjännitys ennen kuin aines lähtee virran kuljetukseen. Leikkausjännitys riippuu virtausnopeudesta ja vesisyvyydestä. Virtaamansäädöllä pyritään pitämään virtaama ojissa alle kriittisen nopeuden, mikä estää ojan pohjan eroosiota. Turvetuotantoalueilla tämä on tärkeää, koska uomaeroosio on kuormituksen kannalta merkittävämpää kuin kentän pintaeroosio (Klöve 1994). Tämä korostuu rankkasateiden yhteydessä, kun kiintoainekuormituskin on korkeimmillaan.

Turpeen kriittistä leikkausjännitystä uoman pohjalla tutkittiin kiertovedellisen laboratoriouoman avulla. Näytteiden annettiin stabiloitua uomassa 15 min–10 vrk, minkä jälkeen virtaamanopeutta kasvatettiin tasaisesti. Kriittiseksi leikkausjännitykseksi saatiin 0,06 Pa, joka ei muuttunut enää kolmen vuorokauden jälkeen (kuva 8). Kriittinen virtausnopeus oli 0,15 m/s. Pintakerroksen (löyhäkerros) havaittiin erodoituvan 0,01 Pa leikkausjännityksellä ja 0,06 m/s virtausnopeudella (kuva 9). Turpeen pintakerros erodoituu helposti etenkin huippuvirtaaman jälkeisessä tilanteessa. Pintakerroksen eroosio on täten merkittävä kiintoaineen lähde tilanteessa, jossa sedimentti ei ole vielä ehtinyt stabiloitua. Virtaamansäätöpatojen mitoituksessa olisi suositeltavaa käyttää virtausnopeuden mitoitusarvona 0,06 m/s.

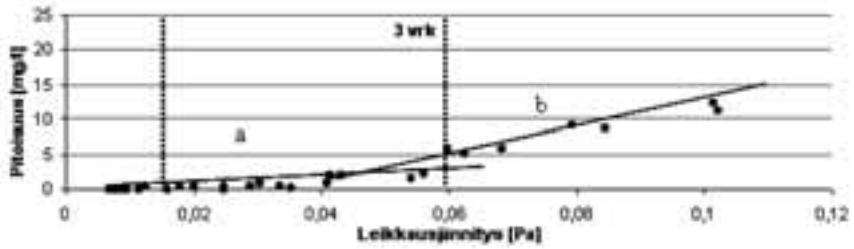
Partikkelianalysaattoreilla turvesedimentin mediaanipartikkelikooksi saatiin n. 42 µm, jolloin sedimentti on osaksi kohesiivinen. Tämä tukee laboratoriouomassa havaittua turpeen stabiloitumista. Vesinäytteistä tehdyt partikkelikokojakaumamääritykset osoittivat patojen pienentävän kiintoaineen mediaanipartikkelikokoa ja poistavan valumavesistä suurimmat partikkelit. Kokeissa varattiin sedimenttiä myös muilta läheisiltä turvetuotantoalueilta.



Kuva 6. Luisansuon turvetuotantoalueella olevan patoalueen ja vertailualueen kiintoainepitoisuudet virtaamaan verrattaessa kesäkaudella 2004.



Kuva 7. Luisansuon kiintoainepitoisuus kesäkaudella 2004 (7.6.–13.9.04).



Kuva 8. Eroosiokokeen tulokset 3 vrk:n stabiloitumisen jälkeen. (a) Sedimentin heikomman lujuuden omaava pintakerros suspentoituu pienillä leikkausjännityksillä. (b) Lujempi heikon päällyskerroksen alla oleva kerros vaatii suspentoituakseen suuremman leikkausjännityksen.

(a) (b) (c)

Kuva 9. Turvenäytteen eroosio uomassa kokeen aikana. Tilanne ennen eroosiokoetta (a), sedimenttinäyte seissyt 3 vrk:ta. Ennen kriittisen leikkausjännityksen ylittymistä (n. 0,04 Pa) eroosiota tapahtuu vain pinnassa (b), pieniltä alueilta. Kriittisen leikkausjännityksen ylittyessä (> 0,06 Pa) eroosiota tapahtuu koko pinnan alueelta (c) ja syvemmätkin kerrokset alkavat erodoitua. (Kuvat: Hannu Marttila)

Partikkelikokojakaumassa ei kuitenkaan havaittu oleellista eroa eri soiden välillä. Tutkimusten tulokset ovat siten luultavasti yleistettävissä koskemaan myös muita turvetuotantoalueita.

Johtopäätökset

Luisansuon tutkimuksen tulokset osoittavat selkeästi virtaamansäätöpatojen toimivan tehokkaasti. Virtaamansäätöpadot pienentävät ojien virtausnopeutta ja vähentävät täten uomaeroosiota ja tehostavat kiintoaineen laskeutumista padottamalla vettä väliaikaisesti turvetuotantoalueen ojastoon. Virtaushuiput leikkautuvat niin pienillä kuin suurimmillakin virtaamilla ja kiintoaineen sekä ravinteiden kuormitus pienenee merkittävästi. Virtaamahuippujen pienentyminen on tärkeää kuormituksen vähentämisen kannalta, koska uomaeroosio on huomattava kiintoaineen lähde. Samalla viipymän kasvaessa paranee myös muiden käytössä olevien vesiensuojelumenetelmien toimivuus ja kapasiteetti.

Virtaamansäätöpatojen mitoituksessa on otettava huomioon turpeen pintakerroksen kriittinen liikkeellelähtönopeus. Veden virtausnopeus ojassa ei saisi olla suurempi kuin 0,06 m/s. Patojen suunnittelussa on kiinnitettävä huomioitava riittävän padotuksen aikaansaantiin oikealla putkikoon valinnalla sekä patojen sijoittelulla. Suunniteltaessa ja asennettaessa on tärkeää patojen oikea korko tuotantopintaan nähden. Oikealla asennustavalla estetään veden tulviminen tuotantokentälle ja taataan menetelmän toimivuus.

Kirjallisuus:

Heikkinen, M. 2003. Virtaaman säädön perusteet turvetuotantoalueiden vesiensuojelussa, diplomityö. Oulun yliopisto, Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto, 74 s.

Klöve, B. 1994. Turvetuotannon kiintoainekuormituksen vähentäminen. Lisensiaattityö. Teknillinen korkeakoulu, Rakennus- ja maanmittaustekniikan osasto, 149 s

Klöve, B. 1997. Environmental impact of peat mining; development on storm water treatment methods. Department on Water Resources Engineering, Lund Institute of Technology, Lund University, Report No. 1020, 159 s.

Klöve, B. 2000. Turvetuotannon vesistökuormituksen synty: Virtaaman säädön käyttö ja soveltaminen vesiensuojeluun, 30 s.

Marttila, H. 2005. Virtaamansäätö ja kiintoaineen kulkeutuminen turvetuotantoalueen uomissa, diplomityö. Oulun yliopisto, Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto, 115 s.

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
- vesistökunnostukset
- kalatiet

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

Etelä-Pohjanmaan Vesitutkijat Oy
Puh. (06) 424 2800, fax (06) 424 2888
- Akkreditoitu testauslaboratorio T153
- Julkisen valvonnan alainen vesilaboratorio.
- EELA:n hyväksymä vesilaboratorio.
- Sosiaali- ja terveysministeriön hyväksymä vesilaboratorio.

K&T R Kiuru & Rautiainen Oy
Vesihuollon asiantuntijatoimisto
- Laitosten yleis- ja prosessisuunnittelu
- Vesihuollon kehittämissuunnitelmat
- Talous- ja organisaatioselvitykset
- Taksojen määritysennusteet
- Ympäristölupahakemukset

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

Vesilaitokset
Jätevesilaitokset
Flotaatiolaitokset

INSINÖÖRITOIMISTO OY RICSON AB
Sibeliuksenkatu 9 B 00250 HELSINKI
Puh. 09-447 161 Fax 09-445 912

Knowledge taking people further---

Vesi- ja ympäristötutkimuksia
- Limnologia
- Kalatalous
- Vesikemia
- Hydrobiologia

Yhdyskuntatekniikan ratkaisuja
- Vedenhankinta
- Jätevedenpuhdistamot
- Vedenpuhdistuslaitokset
- Vesihuoltolinjat

RAMBOLL
www.ramboll.fi
puhelin 020 755 611

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

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

Kunnallistekniikan osaamista
SUUNNITTELUTOIMISTO ALUETEKNIIKKA OY
www.aluetekniikka.com
Pauluntie 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 35 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
YS-KONSULTIT OY
MUSTIONKATU 10 20750 TURKU
PUH. 02-2766 551 www.ys-konsultit.fi
ESPOO TURKU KOUVOLA ROVANIEMI

Competence. Service. Solutions.
• Jyväskylä • Kuopio • Lahti • Lappeenranta
• Oulu • Seinäjoki • Tampere • Turku • Vantaa
JAAKKO PÖYRY INFRA
Maa ja Vesi
Maa ja Vesi Oy • PL 50 (Jaakonkatu 3), 01621 Vantaa
Puh. (09) 682 661• e-mail: sw@poyry.fi

"Jos kaikki Suomen järvet..."

VESISTÖJEN KUNNOSTUS JA HOITO

SUUNNITTELU JA TUTKIMUS
-VE-LIMNO ravinnetasemalleja
-VE-EKOSIMU happimalli
-Kunnostussuunnitelmat

TOTEUTUS
MIXOX-happotusurakointi

VESI-EKO oy
WATER-ECO
www.vesieko.fi

Yrittäjäntie 12
70150 Kuopio
Puh. (017) 279 8600
Fax (017) 279 8601
tiedustelut@vesieko.fi

LIMNOLOGITOIMISTO VESIEN HOIDON JA KUNNOSTUKSEN ASIANTUNTIJA

TRITONET

Vesi- ja ympäristötekniikan asiantuntemusta ja suunnittelua

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

YIT Environment Oy
PL 36, 00621 HELSINKI
Käyntiosoite: Panuntie 6
Puhelin 020 433 111, Faksi 020 433 2066
tuija.pohjolainen-hiltunen@yit.fi
www.yitenvironment.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.
-vedenottamoille 10-1000 m^3/vrk.
-omakotitalouksiin, maatiloille, laitoksiin.
-myös vesipistekohtaiset suodattimet.

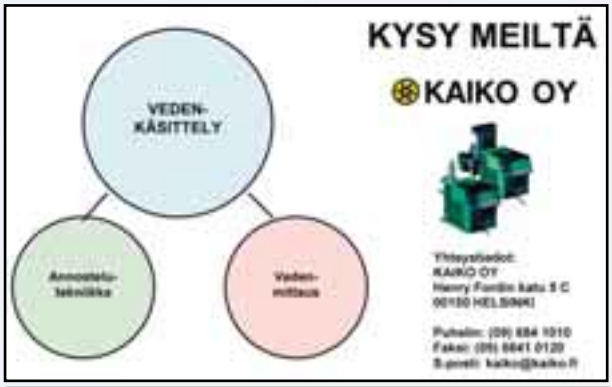
AKVA FILTER OY
www.akvafilter.fi,
E-mail: info@akvafilter.fi

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 (NH_4, PO_4, NO_3)



Dosfil oy – Vedenkäsittelyn hallintaa –

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

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

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

UV-LAITTEET

♦ JUOMAVEDET ♦ JÄTEVEDET
♦ UIMA-ALTAAT ♦ PROSESSIVEDET

Hanovia
WORLD CLASS UV

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

ProMinent®

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

abs
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

FLYGT www.flygt.fi
Pumput, Sekoittimet ja Pumppaamot
Myynti, Vuokraus, Huolto ja Koulutus
ITT Flygt-Pumput Oy
Yrittäjäntie 28, 01800 Klaukkala
Puh (09) 8494111 Fax (09) 8524910

KaLVITEK
KaLVI Oy
. palopostit
. palovesiasemat
. seinäpalopostit
. erikoispostit
Keuruu 014 771551
info@kalvi.fi
SPC Vesitekniikka Oy
. verkostohuolto
. putkenpuhdistus
. desinfiointi
. saneeraustyöt
Tampere 03 2534446
spc.kalvitek@kolumbus.fi

PA-VE
Palo- ja Vesitekniikka PA-VE Oy
Kisakaarteentie 14, 42700 Keuruu
puh. 014-772 640, fax 014-772 649
info@pave.inet.fi
www.pa-ve.com

EDULLISET JA LUOTETTAVAT
VENTTIILIT JA VIRTAUSSÄÄTÖLAITTEET
VEDENKÄSITTELYYN
KEYFLOW OY
Paalukatu 1
53500 LAPPEENRANTA
Puh. (05) 614 6400, fax (05) 614 6464
www.keyflow.fi

Veeseadmed
VENTTIILIT - KARANJATKOT
KAIVOT - PALOPOSTIT
Veeseadmed Oy, LAHTI 03 - 730 4002
info@veeseadmed.fi www.veeseadmed.com

PUMPUT JA VEDENKÄSITTELYLAITTEET
TEOLLISUUTEEN JA KUNNALLISEEN VESIHUOLTOON
Pumppaamot
Keskipakopumput
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
WatMan
www.watman.fi

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
PL 250
FI-21201 Raisio

Puh. 020 380 022
customerservice.finland@cibasc.com
www.cibasc.com

eka
an Akzo Nobel company

LAATUKEMIKAALEILLA
parhaisiin tuloksiin

Vedenkäsittelykemikaalit
• *Polyalumiinikloridit* • *Natriumaluminaatti*
• *Natriumhypokloriitti* • *Kloori* • *Natronlipeä*

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

VESIKEMIKAALIEN
YKKÖNEN

kemira

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

www.nordkalk.com

Tunnemme
veden.

Nordkalk

saxo mineral

Korkealaatuiset
kalkkituotteet
vesi- ja
viemärilaitoksille

SMA Saxo Mineral Oy

Jätevesien- ja lietteenkäsittely

Hydropress Huber Ab

HUBER TECHNOLOGY

Kaikki laitteet mekaaniseen jäteveden-käsittelyyn:

ROTAMAT® ja **STEP SCREEN®** välpät
HUBER WAP välppeen 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

- RUMPUSIIVILÄT
- HIEKANPESURIT
- RUUVIKULJETTIMET
- 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
Välppeenkäsittely

Raakavesipumppaamot
Kalkkirouhesäiliöt, -siilot, -suodattimet
Suodatussäiliöt

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

Verkostot ja vuotoselvitykset

EEROLA-YHTIÖT

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 kallioon
❑ 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

Ympäristöystävällinen vaihtoehto avokaivuulle

Vaakaporauspalvelu VPP Oy

Puhelin (02) 674 3240 ■ www.vppoy.com

Nopeasti asennusvalmiit
KOKKO-painot

www.kokkobe.fi

KOKKO S-10
Lukkopaino 90mm:stä ylöspäin

KOKKO S-20
Sidos 75mm:stä alaspäin

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

KOKKOBE

SÄHKÖMUHVIHITSAUS
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

Alhonniituntie 6, 01900 Nurmijärvi
info@painehuuhteluptv.fi

Vesi on hallinnassamme

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

BK-automation
Your Partner in Process Control

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

Kiinteistön ylläpidon ja rakentamisen tiedonhallinnan asiantuntija

BUILDERCOM

www.buildercom.fi

Enviro Data Oy

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

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

MISO

MIPRO OY - VESIHUOLLON ASIANTUNTIJA

- 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
Paulaharjuntie 22, 90530 OULU
Puh. (08) 555 5466, faksi (08) 555 5562

MODERNIA TEKNIIKKAA VESIHUOLTOON

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

SLATEK

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

Yhdyskuntatekniikka 2007
Infratech • Turku 23.-25.5.2007

Koko ala yhdessä näyttelyssä • www.yhdyskuntatekniikka.fi

Palvelun keskeyttämisestä

Olaus Petrin (1493–1552) tuomarinohjeet ovat yhä ajankohtaisia. Niissä on arkipäivän tilanteisiin sopivaa viisautta. Esimerkiksi ”Mikä ei ole oikeus ja kohtuus, se ei saata olla lakikaan” tai ”Maantapa, kun se ei ole kohtuuton, pidettäköön lakina, jonka mukaan on tuomittava.”

Vesihuolto katsotaan välttämättömyyspalveluksi. Välttämättömyyspalvelut ovat palveluita, joita ilman ei nyky-yhteiskunnassa voi tulla toimeen. Palvelun luonne vaikuttaa osaltaan siihen, mikä on kohtuullista asiakkaan kannalta. Vesihuollossa kohtuullisuutta tulee arvoida myös laitoksen näkökulmasta, koska vesihuoltolaitokselta edellytetään taloudellisesti järkevää toimintaa.

Vesihuoltolaki antaa mahdollisuuden keskeytykseen olennaisissa maksuviivästyksissä ja muissa sopimusrikkomuksissa. Lisäksi palvelu voidaan keskeyttää, kun säädösten tai sopimusten vastainen toiminta on omiaan aiheuttamaan välitöntä vaaraa tai huomattavaa haittaa. Oma lukunsa ovat putkirikkoihin, huoltoihin ja korjauksiin liittyvät tilanteet, mutta niitä ei käsitellä tällä kertaa. Keskeytyksen edellytyksistä sanotaan tarkemmin yleisissä toimitusehdoissa.

Kohtuuttomia tilanteita yritetään välttää lain ja toimitusehtojen säännöksillä. Maksun laiminlyönti, joka johtuu kuluttajan vakavan sairauden, työttömyyden tai vastaavan syyn aiheuttamista maksuvaikeuksista, oikeuttaa keskeyttämään toimituksen aikaisintaan kymmenen viikon kuluttua siitä, kun keskeytysuhasta on ensimmäisen kerran ilmoitettu. Lisäksi muissakin tapauksissa on aina noudatettava vähintään viiden viikon aikaa ensimmäisestä ilmoituksesta, ellei kyse ole välittömän vaaran tai huomattavan haitan aiheuttamisesta.

Keskeyttämiseen ei tule kuitenkaan turvautua, jos asia on epäselvä ja riitainen. Silloin on syytä selvittää asia muulla tavoin. Osapuolet ovat esimerkiksi eri mieltä siitä, mitä on sovittu, ja liittymissopimus sattuu olemaan siltä osin puutteellinen. Joskus asian selvittäminen vaatii oikeuskäsittelyn, jossa osapuolet esittävät näyttöä näkemystensä tueksi. Joskus keskeytyksen edellytykset ovat muuten tulkinnanvaraiset. Silloin on parasta etsiä jokin toinen ratkaisu, esimerkiksi antaa eräänty neet laskut nopeasti perintään sen jälkeen, kun pakolliset maksumuistutukset on lähetetty. Perintätoimien kanssa ei tulisi muutenkaan viivytellä, koska ajan kuluminen heikentää mahdollisuuksia maksun saantiin.

Keskeytykseen ei tulisi ryhtyä sopimusrikkomuksen johdosta ennen kuin kun muut sopimuksen ja yleisten toimitusehtojen mukaiset ratkaisut on käytetty. Kun asiakas ei ole ilmoittanut mittarinlukemia vesihuoltolaitokselle laskutusta varten, vaikka sopimuksen mukaan hänen tulisi niin tehdä, laitos voi laskuttaa arvion perusteella tai käydä lukemassa mittarin asiakkaan kustannuksella. Vasta sitten, jos nämäkin toimet epäonnistuvat asiakkaasta johtuvasta syystä, kannattaa harkita toimituksen keskeyttämistä.

Joskus on kysytty, mitä tehdä, kun kiinteistönomistaja pyytää vesihuoltolaitosta keskeyttämään veden toimituksen halutessaan päästä eroon vuokralaisestaan. Vuokralaisella ei ole käyttösopimusta, mutta hän on silti maksanut vesihuoltolaitokselle käyttämistään palveluista eikä maksuviivästyksiä ole ollut. Tilanne on oikeudellisesti hiukan epäselvä, mutta keskeytykseen ei tulisi ryhtyä. Vesihuoltolaitos on sidottu toimintansa tarkoitukseen. Laitoksen toiminnan tarkoitus on tarjota vesihuoltopalveluita, ei edistää häätöjä. Vesihuollon luonne välttämättömyyspalveluna edellyttää, että palvelu keskeytetään vain vesihuoltolaissa ja yleisissä toimitusehdoissa tarkoitetusta syystä.

Anneli Tiainen
Lakiasiain päällikkö
Vesi- ja viemärilaitosyhdistys

Vesitalous 2005

N:o 1

- **Olli Varis:** Veden vuodesta veden vuosikymmeneen
- **Asit Biswas:** Maailman vesitilanteen tulevaisuus
- **Juha Uitto:** Kansainvälisten vesien kestävä kehitys
- **Marko Keskinen** ja **Matti Kummu:** Vesiteesit – katse tulevaan
- **Katri Makkonen:** Näkökulmia Kiinan roolista kansainvälisten jokien käytössä
- **Esko Kuusisto:** Erään vesimittarin lukuharjoituksia
- **Pekka Hänninen, Ari Venäläinen** ja **Raimo Sutinen:** Maaperän jäätyminen ja vesipitoisuusmuutokset talvikautena
- **Mika Marttunen** ja **Sari Partanen:** Suurten vesistöjen kestävä säännöstely
- **Reijo Oravainen:** Näkökohtia typpikeskusteluun
- **Eeva Hörkkö:** Viemärivesi turistipyydyksenä – määrätietoinen viestintä vakuuttaa
- EU lisää panoksia vesihuoltoteknologian tutkimukseen, **Riku Vahalan** haastattelu
- **Raimo Väyrynen:** Veden taloutta ja politiikkaa

N:o 2

- **Saara Bäck:** Itämeren lyhyt ja pitkä muutos
- **Maria Laamanen:** Meriympäristön tilan seurannan haasteet
- **Saara Hänninen:** Itämeri ei kestä suurta öljyvahinkoa
- **Heikki Pitkänen** ja **Mikko Kiirikki:** Miten Suomenlahti voi tulevaisuudessa?
- **Kaisa Kononen:** Uusia tuulia Itämeritutkimuksen rahoituksessa
- **Madeleine Nyman** ja **Jan Ekebom:** VELMU kerää tietoa veden alta
- **Esa Rönkä** ja **Heikki Niini:** Pohjavesi Fennoskandian kallioperässä
- **Jari Lyytimäki:** Maine vesistöjen säännöstelyssä
- **Helvi Heinonen-Tanski, Annalena Sjöblom, Helena Fabritius** ja **Päivi Holopainen:** Erottelevien käymälöiden virtsa sopii avomaakurkun lannoitteeksi
- **Rauno Rantanen** ja **Markku Huhtamäki:** Raision puhdistamosaneerauksen ratkaisut ja käyttöönotto
- **Kalevi Tuominiemi** ja **Markku Huhtamäki:** Euran puhdistamosaneeraus typpeä poistavaksi
- **Anneli Tiainen:** Perintälain muutos tulee voimaan vappuna
- **Pirjo Honkasalo:** Kahden silminnäkijän lausunto

N:o 3

- **Mika Rontu:** Yhdyskuntatekniikka 2005 –näyttely Lahdessa on vesihuollon ammattilaisten kohtaamispaikka
- **Markku Lehtola, Ilkka Miettinen, Arja Hirvonen, Terttu Vartiainen** ja **Pertti Martikainen:** Putkimateriaalin vaikutukset veden laatuun
- **Anna Mikola:** Tasauksen vaikutus aktiivilieteprosessiin ja biologiseen ravinteiden poistoon
- **Jari Koivunen:** Korkeapaineflotaatio ja peretikkahappodesinfiointi jäteveden käsittelyssä
- **Reetta Kuronen:** Typenpoiston tehostaminen luonnon zeoliittien avulla
- **Teemu Vehmaskoski:** Vesihuoltolaitosten liiketaloudellinen analyysi
- **Marika Palosaari:** Vuorovaikutteinen suunnittelu vesistöjen säännöstelyn kehittämisessä
- **Irmeli Ahtela, Jaana Marttila, Heli Vahtera** ja **Kirsti Granlund:** Peltojen ylijäämäravinteet ja vesistöjen ravinnekuorma
- **Paula Muukkonen:** Suorakylvöstäkö apu rehevöitymisen estämiseen?
- **Eeva Hörkkö:** Kolme vuosikymmentä vesihuoltoalan pyörteissä
- **Sari Tolvanen:** Merikin tarvitsee suojelualueita

N:o 4

- **Leena Hiisvirta:** Vesiepidemioiden torjunta: pumpun kahvasta pohjaveden suojeluun
- **Erkki Vuori:** Vedestä voi sairastua
- **Ilkka Miettinen, Tarja Pitkänen** ja **Outi Zacheus:** Vesiepidemiat ja niiden selvittäminen
- **Ari Hörman:** Raakaveden mikrobiologinen laatu ja sen seuranta reaaliajassa
- **Pertti Vuoriranta:** Verkostobiofilmit – tautia aiheuttavien bakteerien tuki vai tuho?
- Mitä Riihimäellä tapahtui kesällä 2005? **Pirkko Sukulan** haastattelu
- **Petri Björk** ja **Markku Huhtamäki:** Tehokasta typenpoistoa poikkeavin ratkaisuin
- **Anne-Mari Ventelä, Lauri Arvola, Harri Helminen** ja **Jouko Sarvala:** Järven taju – järven merkitys suomalaisen mielenmaisemassa
- **Jussi Ruotsalainen** ja **Helvi Heinonen-Tanski:** Vaahdotaan vaahdosta
- **Veli Hyvärinen:** Muistelmia hydrologisesta arkistosta
- **Pauli Määttä:** Vesihuollon luottomiehenä
- **Anneli Tiainen:** Liittyjien yhteiset johdot
- **Mitro Repo:** Pyhä Vesi

N:o 5

- **Markku Maunula:** Taajamissa tulvii
- **Reijo Solantie:** Suurista kesäsateista
- **Mikko Huokuna, Mirja Koskinen, Olli Madekivi, Pekka Salminen** ja **Kalervo Laaksonen:** Porin tulvat
- **Satu Lehtikangas, Perttu Hyöty** ja **Jukka Meriluoto:** Kaupunkitulvat kaavoituksessa
- **Outi Salminen** ja **Ina Liljeström:** Hulevesien luonnonmukainen hallinta osana tulvasuojelua
- **Nora Metsäranta:** 10 ICUD kaupunkivesikonferenssi Kööpenhaminassa
- **Jorma Niemi** ja **Arjen Raateland:** Eurowaternet – jokien veden laatu 1998–2002
- **Olli Varis:** Bioenergia ja vesi
- **Petri Juuti** ja **Harri Mäki:** Vesihuollon historiaa Kapkaupungissa
- **Jussi Kauppi:** Hulevesiviemäröinnistä kaupungin kuivatukseen?

N:o 6

- **Juhani Kettunen:** Vesi, talous, ympäristö ja yhteiskunta
- **Markku Ollikainen, Antti Iho** ja **Susanna Rinta:** Taloustieteellinen lähestymistapa kestävään vesitalouteen
- **Marko Keskinen** ja **Mira Käkönen:** Mekongin alueen ihmiset elävät vedestä
- **Susanna Mäkinen:** Vesihuoltolaitosten liiketoiminnan valvonta
- **Markku Isoaho:** Oulun Vesi sertifioitiin
- **Katri Kähkölä** ja **Juha Karhu:** Kaivorakenteen vaikutus porakaivovesien rautaongelmiin
- **Niina Vieno, Tuula Tuhkanen** ja **Leif Kronberg:** Lääkeainejäämät vesistöissä ja juomavesissä – ongelma myös Suomessa?
- REACH lisää kustannuksia ja luo osaamista, **Aija Jantusen** haastattelu
- **Olli Varis:** Sulavatko Pohjoisnavan jäät?
- **Anneli Tiainen:** Vesihuoltolaitosten hinnoittelusta
- **Kai Kaatra:** Kiehuuko sammakko elävältä?

ABSTRACTS

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**

Performance and safety of water distribution

Jarmo Siekkinen

Since the 1960s, the use of groundwater by water supply plants has increased steadily in Finland. Ever smaller groundwater formations are being exploited as the water supply of rural areas is developed. Large variations in the water balance of water circulation in recent years have affected both the supply and distribution of water. Exceptional weather variations have caused disturbances, particularly in rural energy networks, and have undermined the reliability of water distribution by water supply plants.

Foresee, be prepared, act! Information of a water supply plant in emergencies

Eeva Hörkkö

The operation of a water supply plant affects many people. The need for crisis information in emergencies is therefore imperative. A crisis information plan and guidelines should be part of the preparedness plan of every water supply plant. In the event of an emergency, the need for information is immediate, as speculation starts straight away. It is better to provide information before being forced to do so.

Qualification requirements for water supply plant employees

Jari Keinänen

The training, experience and competence of water supply plant employees are crucial in ensuring the functioning of water supply and the quality of household water. Several recent national studies have emphasised the need to improve the competence and expertise of water supply plant personnel. The Ministry for Social Affairs and Health has therefore prepared a proposed amendment to the Health Protection Act that sets out the qualifications of all those engaged in works affecting the quality of household water at water supply plants.

Research methods for phytoplankton

Liisa Lepistö, Kristiina Vuorio, Anna-Liisa Holopainen, Maija Huttunen, Reija Jokipii and Maija Niemelä

The article deals with and assesses the methods used in studies of phytoplankton. Quantitative phytoplankton research investigates the species composition of a population, and the abundance of and variation in taxa both as the number of individuals and as biomass. Semi-quantitative methods study the relative abundances of the taxa that constitute the biomass when the total biomass of the plankton has been estimated, for instance, on the basis of the concentration of α-chlorophyll. Qualitative methods are applied to establish the species composition of the phytoplankton. The duration and cost of the research depend on the method used and on its accuracy. Comparable analytical data are obtained only if computational methods and species identifications are similar.

Water problems in Iran

Esko Kuusisto

A water transport system half the length of the Päijänne tunnel was constructed in present-day Iran more than 3000 years ago. Now the country has plans to build the world's highest dam. Despite such technical achievements, Iran's water problems are enormous.

Oxygen for fish!

Jukka Sassi and Erkki Saarijärvi

The fish deaths that occurred in winter 2003 revealed shortcomings in both the selection of oxygenation apparatus and the implementation of the technique. To improve the situation a two-stage project was launched: in the first stage laboratory tests were conducted with eight oxidation devices and in the second stage field tests with three devices. The field tests showed that there are differences in the efficiency and operating principles of the devices that must be taken into account when planning water reconditioning.

Hydrological time series from annual tree rings

Samuli Helama, Markus Lindholm and Jouko Meriläinen

In recent years Finland has experienced several periods of exceptional dryness. Have there been similar dry periods in the past and, if so, were they more or less frequent? And what is the contribution of the variation in precipitation to the total variation over a longer time span? Most of our hydrological time series do not extend far into the 19th century and cannot therefore necessarily answer these questions. Systematic studies on annual tree rings can, however, provide us with amazingly accurate answers.

Effective water protection with peak runoff control

Hannu Marttila and Björn Klöve

The main problem in pollution control in peat production is the pollution of the water system caused by watercourse load that transforms the quality and the amount of the runoff water. As especially peak discharges cause a significant amount of SS load into the water system. With the help of peak runoff control it is possible to store the runoff water into the ditches located above the dam. By cutting peak flows it will be assured the adequate purification capacity of the other wastewater treatments. Furthermore dams that are located into the collective ditch reduce SS load caused by erosion of the peat material settled in the ditches. At the same time also the load of the nutrients is reduced.

Other articles

Should we be worried?

Jaakko Sierla

Academic life

Pertti Vakkilainen

Pertti Vakkilainen
Rakennus- ja ympäristötekniikan osaston johtaja
Teknillinen korkeakoulu
E-mail: pertti.vakkilainen@hut.fi

Yliopistoelämää

Oulun yliopistossa järjestettiin viime vuoden marraskuussa juhlaseminaari ”100 vuotta professori Pentti Kaiteran syntymästä”. Minut kutsuttiin pitämään seminaarissa esitelmä, jonka toivottiin käsittelevän Kaiteran toimintaa 1960-luvun alkupuolelle asti. Pentti Kaitera oli TKK:n pitkäaikainen professori, joka vaikutti ratkaisevalla tavalla Oulun yliopiston perustamiseen ja yliopiston saamaan muotoon. Hän toimi myös yliopiston ensimmäisenä rehtorina vuosina 1959-61.

Yliopistoilla on suuri merkitys alueidensa kehityksen edistäjinä. Oulu on tästä ehkä esimerkkinä loistavin, mutta sama voidaan todeta niin Lappeenrannassa, Joensuussa kuin Kuopiossakin. Nykyään on kovin vaikea ymmärtää, miksi yliopiston perustamista Ouluun vastustettiin kiihkeästi ja laajalti. Sittemmin asenteet ovat muuttuneet. Vähitellen on opittu ymmärtämään, että korkeatasoinen tutkimus ja koulutus ovat kansakunnan keskeisimpiä menestystekijöitä.

Esitelmää tehdessäni tulin vertailleeksi yliopistolaitoksen silloista ja nykyistä tilaa.

Paljon ovat maamme yliopisto-olot muuttuneet niistä ajoista, jolloin Oulun asiaa vietiin vastuksista välittämättä eteenpäin. Valtioneuvoston asettamana kunnianhimoisena tavoitteena on, että peräti 70% ikäluokasta suorittaa korkeakoulututkinnon. Kun puoli vuosisataa sitten yliopistoissa opiskeli noin 20 000 ylioppilasta, on opiskelijamäärä nyt lähes kymmenkertainen. Ja vauhti kiihtyy. Yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen yhteenlaskettuja aloituspaikkoja on jo tarjolla enemmälle kuin kolmelle neljäsosalle ikäluokasta. Uusi Bolognan mallin mukainen kaksitasoinen tutkintorakenne tulee tekemään opinnot nykyistä jäsentyneimmiksi ja mahdollistaa nopean ja joustavan reagoinnin yhteiskunnan muuttuviin tarpeisiin.

Juhlapuheissa tutkimus- ja kehityspanoksemme suuruutta kehutaan, innovaatiojärjestelmämme erinomaisuutta korostetaan, koulujemme tasoa selvittäneellä PISA-tutkimuksella ylpeillään.

Asiat ovat siis hyvällä mallilla. Vai ovatko sittenkään? Miksi yliopistojen sisältä kuuluu voimistuvia, nykytilaan tyytymättömiä ääniä? Miksi TKK:n käytävällä vastaantuleva kollega vaikuttaa turhautuneelta ja väsyneeltä?

Yliopistojen perusrahoituksesta tässä on kysymys. Se ei ole seurannut yliopistoille annettujen tehtävien määrää. TKK:n rakennus- ja ympäristötekniikan osaston tilanne käy hyvästä esimerkistä. Meillä eivät valtion budjetin kautta tulevat rahat enää riitä virkapalkkoihin ja jatkuvasti nouseviin vuokriin. Ulkopuolista rahaa on hankittava, jotta opetus tulisi edes joten kuten hoidetuksi tutkimuksesta puhumattakaan. Tilastokeskuksen mukaan professorin keskimääräinen työaika on 2260 tuntia vuodessa eli hän tekee todella pitkää päivää. Valtiovaltaa eivät tällaiset luvut näytä pahemmin liikuttavan, vaan se vaatii yliopistoilta lisää tuottavuutta, lisää tuloksia. Virkamieslain säännöksille viitataan kintaalla.

Valtion tutkimusrahoitusta on enenevässä määrin kanavoitu Tekesin ja Suomen Akatemian hoidettavaksi. Niiden vuosittain jakama rahamäärä on yhteensä noin 600 miljoonaa euroa, kuusi kertaa TKK:n budjettirahoituksen määrä. Uskotaan, että nämä tahot osaavat viisaimmin päättää, millaista tutkimusta Suomessa tulee harjoittaa.

Tällainen rahoituspolitiikka tarkoittaa suomeksi sanottuna sitä, että yliopistojen professoreiden kykyyn arvioida tutkimustarpeita ei yhteiskunnassamme enää luoteta. Heidät pakotetaan tekemään hakemuksia hakemusten jälkeen. Hakemusten arviointi annetaan monesti ulkomaalaisten henkilöiden tehtäväksi, vaikka heillä ei olisi mitään käsitystä maastamme ja täällä esiintyvistä tutkimustarpeista.

Jos yliopistojen todella haluttaisiin toimivan tehokkaasti, olisi valtion tutkimusrahoituksen jakoa muutettava. Isosta muutoksesta ei ole kysymys. Jos oman osastoni nykyään saamaa kuuden miljoonan euron budjettirahoitusta korotettaisiin vain miljoonalla eurolla, saataisiin opetus hoidettua moitteettomasti. Vertailun vuoksi totean, että Tekes jakoi rakennus-, ympäristö- ja energia-alojen kehittämiseen vuonna 2003 74 miljoonaa euroa.

Vesialalta on toki myös positiivista kerrottavaa. Motivoituneita perus- ja jatko-opiskelijoita riittää. Eri yliopistoissa tehtävä tutkimus puolustaa hyvin paikkaansa, mitataan sitä miten vaativilla kriteereillä tahansa. Erityisen iloinen olen vesihallintojohtaja Kai Kaatran aloitteesta tehdystä Veden vuosikymmenen tutkimusohjelmasta. Ohjelman laadintaa johti professori Björn Klöve ja hänen sihteerinään toimi DI Marko Keskinen. Tutkimusohjelman tekemiseen osallistuttiin innokkaasti joka puolella Suomea.

Yhdyskuntatekniikka 2007

Infratech • Turku 23.-25.5.2007

13. YHDYSKUNTATEKNIIKAN VIIKKO

TIISTAI 22.5.	KESKIVIIKKO 23.5.	TORSTAI 24.5.	PERJANTAI 25.5.	LAUANTAI 26.5.
Vesimittarikurssi (VVY)		Kuntatekniikan päivät (SKTY)		
	Vesihuolto 2007 (VVY)			
Vh-laitosten toimistohenk. koulutuspäivä (VVY)				
Vv-laitosten asent. ja työnj. koulutusp. (VVY)				
	Kunnosta on kysymys -seminaari (STY)			
	SML:n neuvottelupäivät			
	Jätelaitospäivät (JLY)			

YHDYSKUNTATEKNIIKKA 2007 -NÄYTTELY
Infratech 2007 Exhibition

Maksuttomat luennot näyttelyvieraille Turun Messu- ja Kongressikeskuksessa

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

JÄRJESTÄJÄT: Vesi- ja viemärilaitosyhdistys (VVY), Suomen Maarakentajien 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

Pumppaamoperhe Liningilta

PROLINING

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

kierteetön liitos-järjestelmä

DN 32-300

KYSY LISÄÄ!

Lining
INDUTRADE GROUP

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