

# VESITALOUS

2 / 2003



## TULVAT

**DIALOGI VEDESTÄ,  
RUOASTA JA  
YMPÄRISTÖSTÄ**

**JÄLKISUODATUS**

# VESITALOUS

2 / 2003



## TULVAT

DIALOGI VEDESTÄ,  
RUOASTA JA  
YMPÄRISTÖSTÄ

JÄLKISUODATUS



## VESITALOUS

2 / 2003

Vol. XLIV

*Julkaisija*  
**YMPÄRISTÖVIESTINTÄ YVT Oy**  
(omistajat:

Maa- ja vesitekniikan tuki ry ja  
Vesi- ja viemärlaitosyhdistys ry)

*Päätoimittaja*

**TIMO MAASILTA**, dipl.ins.

E-mail: timo.maasilta@mvtt.fi

*Toimitus ja tilaukset*

**MARJA-LEENA JÄRVI**

toimitussihteeri

Tontunmäentie 33 D

02200 Espoo

Puhelin (09) 412 5530

Faksi (09) 412 5207

E-mail: vesitalous@mvtt.fi

*Talous*

Puhelin (09) 694 0622

Faksi (09) 694 9772

Nordea 120030-29103

*Ilmoitukset*

Puhelin (09) 412 5530

Faksi (09) 412 5207

E-mail: vesitalous@mvtt.fi

*Kannen kuva*

**ESKO KUUSISTO**

*Painopaikka*

**FORSAN KIRJAPAINO Oy**

ISO 9002

**ISSN 0505-3838**

Ilmestyy kuusi kertaa vuodessa.  
Vuosikerran hinta 40 €.

**www.vesitalous.com**

*Tämän numeron kokosi  
ja toimitti*

**ESKO KUUSISTO**

E-mail: esko.kuusisto@ymparisto.fi

## SISÄLTÖ

### Tulvan monet kasvot

Esko Kuusisto

5

### Vettä vaivaksi asti

Risto Timonen

Suomi on välttynyt suurtulvilta yli sadan vuoden ajan, vaikka lähialueillamme on sattunut melkoisia vedenpaisumuksia. Varautuminen pahoihin tulviin on kuitenkin myös meillä tärkeää.

7

### Tulvaennustejärjestelmän kehitysnäkymiä

Bertel Vehviläinen

Luotettavat ennusteet ovat tulvavahinkojen torjunnan keskeinen apuväline. Suomen ympäristökeskuksen ennustejärjestelmän avulla seurataan vesitilannetta, arvioidaan tulvariskiä ja jääpatojen syntyä sekä suunnitellaan säännösteltujen järvien käyttöä.

12

### Tulvat hyötytekijänä – riesasta rikkaudeksi

Seppo Hellsten

Tulvavahingoista on tarkkoja tilastoja, tulvien hyödyistä ei ole kovin runsaasti keskusteltu. Monien ekosysteemien olemassaolo on kuitenkin täysin riippuvainen tulvista. Pitäisikö tulvia jopa palauttaa?

19

### Tulvien torjuntaa luonnon omilla menetelmillä

Terhi Helmiö

Luonnonmukainen tulvasuojelu on tänä päivänä merkittävä osa vesirakentamista. Vanhoja virheitä voidaan korjata uusilla menetelmillä, joihin luonto itse antaa ideoita.

24

### Kasvavatko tulvat?

Olli Varis

Tulvavahingot ovat lisääntyneet, mutta kuolonuhrien määrä on saatu alenemaan myös kehitysmaissa. Ihmisen toiminta on monin tavoin lisännyt tulvariskejä, vaikkei ilmastonmuutosta voidakaan vielä pitää keskeisenä syynä.

28

## TOIMITUSKUNTA

#### MATTI ETTALA

tekn.tri, dosentti  
Matti Ettala Oy  
Kuopion yliopisto

#### JUHANI KETTUNEN

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

#### ESKO KUUSISTO

fil.tri, hydrologi  
Suomen ympäristökeskus,  
hydrologian yksikkö

#### MARKKU MAUNULA

dipl.ins., vesiyli tarkastaja  
maa- ja metsätalousministeriö,  
maaseutu- ja luonnonvaraosasto,  
vesivarayksikkö

#### MARJA LUNTAMO

dipl.ins., johtaja  
Porin Vesi

#### RAUNO PIIPPO

dipl.ins., toimitusjohtaja  
Vesi- ja viemärlaitosyhdistys

#### PIPSA POIKOLAINEN

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

#### LEA SIIVOLA

dipl.ins., ympäristöneuvos  
Länsi-Suomen ympäristölupavirasto

#### RIKU VAHALA

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

#### OLLI VARIS

tekn.tri, dosentti, akatemiatutkija  
Teknillinen korkeakoulu

#### ERKKI VUORI

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

#### Erikoistoimittaja

**HARALD VELNER**  
professori



## Tulvakartoitus apuna tulvavahinkojen estämisessä

Mikko Huokuna

Paikkatietojärjestelmän ja virtausmallien avulla laaditaan tulvakarttoja monissa maissa. Myös Suomessa menetelmää on sovellettu muun muassa Rovaniemen alueelle.

34

## Dialogi vedestä, ruoasta ja ympäristöstä

Tommi Kajander

Globaalit arviot maatalouden vedenkulutuksen kasvusta seuraavan 25 vuoden aikana ovat hyvin ristiriitaisia. Dialogi vedestä, ruoasta ja ympäristöstä on kansainvälinen viisivuotinen prosessi, joka pyrkii lieventämään ristiriitaa edistämällä ruokaturvaa ja ympäristön hyvinvointia vesivarojen kestäväällä hoidolla.

38

## Jälkisuodatus alentaa vesistökuormitusta

Risto Saarinen

Vesistöjen rehevöitymisen lieventämiseksi on asetettu yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoille fosforinpoistotavoitteita, joiden saavuttaminen vuoteen 2005 mennessä näyttää jäävän toteutumatta ilman merkittäviä investointeja. Hiekkasuodatuksella pystytään kuitenkin alentamaan vesistöjen fosforikuormitusta 80 %.

42

## Kuluttajan voitava luottaa vesi- ja viemärilaitosten toimintavarmuuteen

Hannes Kulmala

Vesihuoltolaissa vesihuollon tavoitteeksi on asetettu talousveden riittävän saatavuuden sekä viemäroinnin turvaaminen. Tavoite koskee myös poikkeuksellisia olosuhteita.

46

## Maailman kolmas vesifoorumi Kiotossa – vettä, ihmisiä ja suuria tunteita

Katri Makkonen ja Olli Varis

Japanissa maaliskuussa pidetyn vesifoorumin keskeisenä tehtävänä oli ottaa askel visioista toimintaan.

48

## Liikehakemisto

52

## Uutisia

56

## Vesipäivän teemana monivaikutteinen kuivuus

Perti Seuna

Kuivuus aiheuttaa yhteiskunnassa laajalle ulottuvia vaikutuksia, joita tarkasteltiin maailman vesipäivän valtakunnallisessa seminaarissa.

58

## Muistikuvia vesilainsäädännön soveltamisesta vesivoiman rakentamisessa

Mauri Kuuskoski

60

## Abstracts

65

## Vieraskynä

Tuomo Karvonen

66

Asiantuntijat ovat tarkastaneet lehden artikkelit.

## VESITALOUS 3/2003

ilmestyy 12.6., teemana on kuivuus. Numeron kokoavat ja toimittavat Markku Mounula ja Tapio Kovanen.

Ilmoitusvaraukset 12.5. mennessä.

[www.vesitalous.com](http://www.vesitalous.com)

Pyydä vesihuollon  
tarviketarjous Vesitalouden  
markkinapaikan kautta!





## KUKA MUU TARJOAISI YHTÄ VARMAT TOIMITUKSET?

Koska Kemira Kemwater vastaa mielellään myös toimitusten laadusta, tarjoushintamme sisältää aina rahdin. Käytämme vain luotettavia sopimustoimittajia, jotka ovat oppineet tuntemaan tuotteemme ja sitoutuneet sekä säilyttämään niiden laadun että toimittamaan ne perille sovitulla hetkellä.

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

# Kemira

Kemira Kemwater, PL 330, 00101 HELSINKI  
Puh. 010 86 1211, Fax 010 862 1968  
[www.kemira.com](http://www.kemira.com)



## **Esko Kuusisto**

E-mail: [esko.kuusisto@ymparisto.fi](mailto:esko.kuusisto@ymparisto.fi)

**Syyskuun 12.** päivä 2002 oli Dresdenin taidemuseossa kiireinen. Elben tulva nousi ennätysvauhtia, maalaukset ja veistokset piti siirtää äkkiä pois. Yli kymmentuhatta taide-esinettä ehdittiin kiidättää tulvan tieltä, vain muutama sata kastui. Kaikkialla ei onnistuttu yhtä hyvin – merkittäviä vahinkoja sattui yli viidessäkymmenessä Saksan ja Tsekin museossa.

Faarao Ramses II rakennutti Abu Simbelin temppelin Nubian autiomaaahan 1220-luvulla ennen ajanlaskumme alkua. Hän tuskin ajatteli, että rinteellä sijaitseva monumentti voisi koskaan jäädä veden alle. Näin uhkasi kuitenkin käydä, tosin vasta yli kolme vuosituhatta myöhemmin. Vuonna 1968 temppeli siirrettiin kuusikymmentä metriä korkeammalle, Assuanin tekoaltaan patoamien vetten tieltä. Tässä Unescon rahoittamassa hankkeessa oli mukana myös suomalainen arkeologi Martti Linkola.

Dresdenissä tulva nousi yhteensä seitsemän metriä, pahimmillaan puoli metriä tunnissa. Abu Simbelissä vesi kohosi viisikymmentä metriä kolmen vuoden aikana. Ihmisen varoaika näiden kahden vedennousun edessä oli hyvin erilainen. Abu Simbelin tulva oli täysin ihmisen aiheuttama, tarkoin suunniteltu. Dresdenin tulvaan ihmisellä oli epäsuora vaikutus; uomaa oli perattu, vesistöalueella ei enää ollut tulvavesille lepopaikkoja.

Maailmanhistorian tunnetuin tulva

oli vedenpaisumus Nooan päivinä. Neljänkymmenen vuorokauden aikana on täytyntä sataa jopa 5000 metriä, koska Ararat-vuoren huippukin jäi veden alle. Sateen keskimääräinen intensiteetti oli siis lähes 100 mm minuutissa. Rannin maapallolla tieteellisesti rekisteröity minuutin sade, 38 mm, sattui Guadeloupen saarella Karibiassa marraskuussa 1970.

Nooan tulva ei kuitenkaan ollut raujuin maapallon historiassa. Kun halkaisijaltaan 15-kilometrinen asteroidi sukelsi Meksikonlahteen 65 miljoonaa vuotta sitten, hyökyaallon voimaa on vaikea verrata planeettamme omien tulvatekijöiden iskukykyyn. Pallomme kotitekoisista tulvista pahimpia ovat merenalaisen maanjäristyksen synnyttämät tsunamit, jotka voivat nostaa rannikoilla kymmenien metrien korkuisia hyökyaaltoja.

Kosmisten impaktien nostamat vesimassat ovat muinaisuudessa todennäköisesti huuhdelleet myös Suomen kamaraa. Jääkauden jälkeisen ajan pahimmat tulvat ovat liittyneet suurten järviemme uusien lasku-uomien syntyyn: Kymijoki syntyi noin 4100 eKr, Vuoksi 3700 eKr. Nämä äkkiryöpyt olivat osa maailman hitaimpiin kuuluvaa kestotulvaa: maankohoaminen kallistaa järviä ylöspäin ja vesi hivuttautuu pienimmän nousun laidalla ylöspäin.

Maapallon tulvien diversiteetti on erittäin suuri. Lumen sulaminen paistaa Suomen ja muiden pohjoisten alueiden joet joka kevät. Samalla voi esiintyä kiusallisia jääpatoja. Rankat saateet ovat usein tulvan syynä Keski-Euroopan, Pohjois-Amerikan ja Kaakkois-Aasian tiheään asutuilla alueilla. Aavikon äkkitulvan nostaa raju paikallinen ukkoskuuro. Sellainen osui kuivaan jo-

kiuomaan Marokossa 25. lokakuuta 1987 ja hukutti Suomen suurlähettilään Carolus Lassilan.

Tuhoisa äkkitulvan tyyppi on jäätikön alaisen tulivuorenpurkauksen synnyttämät jökulhaup, joka muutaman kerran vuosisadassa muokkaa Islannin maisemia. Toinen vulkaaninen tuhotulva on pyroklastinen vesi- ja maaainevyöry, jollainen viimeksi koettiin St. Helens-vuorella Oregonissa vuonna 1980. Pahoja vahinkoja ovat synnyttäneet myös patomurtumien aiheuttamat tulvat muun muassa Italiassa ja Yhdysvalloissa.

Tässä Vesitalous-lehden teemanumerossa tarkastellaan sekä kotimaisia että kansainvälisiä tulvia. Tulvien torjunta ja ennustaminen ovat meillä hyvällä tasolla, joskaan luonto ei ole asettanut järjestelmää kovalle koetukselle. Olemme välttyneet pahoilta tulvatilanteilta, jotka ovat kiusanneet useita maita lähellämme. Hyvän tuurin jatkumiseen ei kuitenkaan ole syytä luottaa.

Tuhoisimmat tulvauutiset tulevat tavallisesti kehitysmaista. Luonto on armoton, ihmiset köyhiä ja valtiolliset olot epävakaa. Asutus on keskittynyt jokivarsille ja rannikoille. Kiinassa elää kymmeniä miljoonia ihmisiä Jangtzen ja Keltaisenjoen keskivedenpintaa alempana. Tulvapenkereen murtuminen voisi vaatia jopa seitsennumeruisen määrän uhreja.

Tulvilla on myös kauniit kasvat. Monen ekosysteemin olemassaolo on täysin riippuvainen tulvista. Eräät näistä ekosysteemeistä ovat jo hävinneet ihmisen takia, eräät ovat uhattuina. Luonnon ja ihmisen edut eivät välttämättä ole edes ristiriidassa – uhanalaisten tulvien suojele voi myös olla ihmisen suojelua tulvilta.



# Grundfos SEG-sarja



## Jätevesipumppu repijällä

Tervetuloa osastollemme  
YT näyttelyssä (C-203)



# VETTÄ VAIVAKSI ASTI

**Tulvat ovat muuttuneet hyödyllisestä ilmiöstä haitalliseksi, kun ranta-alueet on otettu yhä tehokkaampaan käyttöön. Yhteiskunnallisen ja taloudellisen kehityksen myötä myös poikkeuksellisten saateiden aiheuttamat tulvavahingot ovat lisääntyneet muun muassa Keski-Euroopassa. Myös Suomessa pohditaan, kuinka suurista tulvista aiheutuvia vahinkoja saataisiin rajoitetuksi.**



## **Risto Timonen**

vesihallintoneuvos

Maa- ja metsätalousministeriö,  
maaseutu- ja luonnonvaraosasto

E-mail: [risto.timonen@mmm.fi](mailto:risto.timonen@mmm.fi)

Kirjoittajan tehtäväalueina ministeriön vesivaryksikössä ovat strateginen suunnittelu ja tuulosohjaus, kansainvälinen yhteistyö, vesitutkimuspolitiikka sekä vesiensuojeluasiat. Kirjoittaja toimii Suurtulvatyöryhmän puheenjohtajana.

**Tulvia** pidettiin muinoin hyödyllisenä. Ehkäpä tuolloin osattiin elämä sovittaa vaihtelevien tulvien mukaan – tai sitten hyötynäkökohdat ovat pysyneet paremmin muistissa.

Suomessakin viljelyalueet sijoituivat ennen järvien ja jokien rannoille, tasoisille ja ravinteikkaille maille. Niitä oli hyvä viljellä, mutta joskus liika märkyys vaivasi. Varsinkin kesätulvat olivat ikäviä, ne saattoivat tuhota nousemassa olevan sadon. Rantapeltoja alettiin kuituttaa järvenlaskuilla jo noin 500 vuotta sitten ja laskuinnostus oli suurimmillaan 1800-luvun puolivälissä. Kaikkiaan ehkäpä runsaat kaksituhatta järveä tuli lasketuiksi. Työ ei aina onnistunut tarkoitettulla tavalla, joskus laskusta aiheutui enemmän haittaa kuin hyötyä.

Monta legenda on jäänyt elämään, kuten Höytiäisen lasku Pohjois-Karjalassa vuonna 1859 ja Rovani Nikun järvenlasku Lapissa kaksi vuotta myöhemmin. Höytiäisellä haluttiin lisää viljelyalueita järven rannoille ja saatiinkin, mutta ei ilman vahinkoja alapuolisessa vesistöissä, koska järven pinta aleni paljon enemmän kuin laskijat olivat ajatelleet. Rovani Niku laski Enontekiön Vuontisjärveä, jotta järven vesi parantaisi alapuolisen jängän hedelmällisyyttä eli heinän tuottoa. Vuontisjärvelläkin vesi ryöstäytyi käsistä. Veden mukana kulkeutunut hiekka ja turve muutti koko Ounasjoen ja Kemijoen alaosan sakeaksi velliksi, eikä Nikua kiiheltänyt. Kolmeen vuoteen lohi ei noussut Ounasjokeen.

Myös jokia on perattu erityisesti Poh-





Kuva 1. Bodenjärven pinta nousi vuonna 1999 ennätyskorkeuteen. Bregenzin kaupungin keskustassa kuljettiin puisia jalkakäytäviä pitkin.

janmaalla jo 1750-luvulta lähtien, jotta rantapeltojen viljely ei kärsisi liikaa tulvista. Länsirannikon entisestääänkin loivat jokivesistöt loivenevat kuitenkin koko ajan lisää maankohoamisen takia. Siellä joudutaan sen vuoksi kamppailemaan tulvien kanssa, kunnes seuraava jäätiköityminen puhdistaa pöydän.

### Keski-Euroopan tulvat

Keski- ja Etelä-Euroopassa on viime aikoina ollut useita rankkojen sateiden aiheuttamia tulvia. Kun kuukausisadanta on Keski-Euroopassa tavallisesti alle 100 millimetriä, viime elokuussa satoi laajoilla alueilla yli 50 millimetriä päivässä useina päivinä peräkkäin. Joillakin paikkakunnilla mitattiin jopa yli 300 millimetrin vuorokausisateita. Ne olivat Keski-Euroopan oloissa hyvin poikkeuksellisia. Niinpä ne nostattivat jokien virtaamat niin suuriksi, että vastaavaa saa hakea pitkälti yli sadan vuoden takaa. Satoja tuhansia ihmisiä jouduttiin evakuoimaan ja vahingot kohosivat yli kahteenkymmeneen miljardiin euroon. Noin puolet vahingoista tuli Saksassa, toinen puoli jakautui lähinnä Tshekin, Itävallan ja Italian kesken.

Keski-Euroopan alttiutta tulville selittävät poikkeuksellisen sääilmion lisäksi muutkin tekijät. Siellä on jyrkkiä rinteitä, joita pitkin vesi valuu helposti ja nopeasti. Myös maankäyttö on paljon tehokkaampaa kuin meillä, ja päällystettyjä, vettä imemättömiä alueita on runsaasti. Vesi siis liikkuu vilkkaasti. Jos se nousee tulvaksi asti, mahdollisia vahinkokohteitakin on paljon.

### Suomen suurtulvat

Voisiko Keski-Euroopan kaltaisia tulvatilanteita sattua Suomessa? Naapurimme Ruotsihan on saanut sellaisista vähän esimakua.

Isoja tulvia on Suomessakin ollut aika ajoin. Sen runsaan sadan vuoden aikana, jona meillä on säännöllisesti mitattu vesioloja, vuoden 1899 ns. valatun tulva on suurin. Nimensä tulva

sai sen vuoksi, että samana vuonna Venäjän keisari Nikolai II pyörsi vanhat lupaukset ja koetti Helmikuun manifestillaan vetää Suomen suitsia kireämmälle. Vieläkin vanhemmista tulvista on jäänyt merkintöjä aikakirjoihin. Niiden suuruudesta ei kuitenkaan ole luotettavaa käsitystä, koska mittaukset jäivät silloin tekemättä.

Suuria, mutta alueellisesti melko rajoitettuja tulvia on toki ollut useitakin. Niitä on ollut keväisin lumen sulaessa, mutta myös muina vuodenaikoina. Sateille on ollut tyypillistä, että mitä rankempi sade, sitä pienialaisempi se on ollut. Suurimmat mitatut vuorokausisademäärät ovat olleet 200 millimetrin luokkaa, mutta Keski-Pohjanmaan Toholammilla on arvioitu 1990-luvulla sataneen kerran jopa yli 300 millia puolen vuorokauden aikana. Se oli siis rankkuudeltaan jo samaa luokkaa kuin viime kesäiset sateet Keski-Euroopassa, mutta alueellisesti onneksi hyvin paljon pienempi. Tuollaisen sateen aiheuttava niin kutsuttu supersolupilvi voi

Suomessa esiintyä kaikkialla paitsi Pohjois-Lapissa. Jos sellainen laskisi vetensä keskelle Helsinkiä, vahingot olisivat varmasti melkoiset. Tilanne ei ole kovin todennäköinen, mutta ei kuitenkaan kokonaan poissuljettu.

Jos eri tekijät käyvät ikävästi yksiin, Suomessakin riittää aineksia pahoihin tulviin. Emme kuitenkaan koskaan jou-

du lähellekään sellaisia vahinkosummia, joita arvioitiin viime kesänä Keski- ja Etelä-Euroopassa. Melko tasaiset maat sekä suot ja järvet hidastavat ja tassaavat meillä tulvia. Siksi vahingot jäävät pienemmiksi ja saamme aikaa varotoimiin. Noin kolmenkymmenen viime vuoden aikana tulvavahinkojen korvauksia varten ilmoitettujen vahinko-

jen yhteissumma on jäänyt keskimäärin alle miljoonaan euroon vuodessa.

Pari vuotta sitten valmistuneessa Suurtulvaselvityksessä arvioitiin, että jos valapaton tulva levittäytyisi nykyoloissa yli koko maan, siitä aiheutuisi noin 0,5 miljardin euron kokonaisvahingot. Niistä kohdistuisi 50 % rakennuksiin, 20 % teollisuuteen ja 17 % maatalouteen. Suurimmat yksittäiset vahinkokohteet tai -alueet olisivat Saimaan rannalla Lappeenrannan ja Imatran alueella sijaitseva teollisuus, Porin alueen teollisuus sekä Etelä-Pohjanmaan lakeuksien asutus ja maatalous. Tulvan kesto merkitsee paljon teollisuusvahingoissa. Suuren teollisuuslaitoksen lyhytkin pysähdys maksaa paljon. Arvion mukainen tulvtilanne toteutuu tuskin koskaan. Sen sijaan todennäköisempi on vaikkapa sellainen tilanne, jossa tulva on edellä mainittua suurempi, mutta alueellisesti huomattavasti rajatumpi.

### Ilmastonmuutoksen vaikutukset

Aika laaja yksimielisyys vallitsee jo siitä, että ilmastomme on lämpenemässä. Tämän on arvioitu kasvattavan merkittävästi etenkin syys- ja talvikauden sademääriä. Syystulvat siis kasvaisivat, ja talvilämpötilojen nousun myötä myös Etelä- ja Keski-Suomen vesistöjen talvitulvat. Koska Pohjois-Suomeen voisi kertyä nykyistä paksumpi lumipeite, kevättulvat saattaisivat siellä pahentua.

Loppukesällä ja alkusyksyllä sateen aiheuttaman tulvan hallinta saattaa olla hankalaa, koska säännöstellyt järvet ja tekoaltaat ovat virkistyskäytönkin takia tuolloin täynnä. Pelivaraa on siis rajoitetusti. Ilmasto-olojen on myös arvioitu äärevöityvän. Nyt todella harvinaiset ilmiöt eivät vastedes ehkä olekaan niin harvinaisia. Entä jos talvikauden lämpötila ei nousekaan pitkiksi ajoiksi nollan yläpuolelle? Lisääntyneen sademäärän takia saattaisi silloin keväällä olla todella paksut nietokset myös Etelä- ja Keski-Suomessa. Epävarmuutta on siis ilmassa ja ennustamistaidolle on tilausta. Onneksi ilmastomuuttuminen on niin verkkaista, että tietomme tulevasta varmaankin ennättävät tarkentumaan ja tarvittaville varotoimille on aikaa.



Kuva 2. Jääpato Uudessa Englannissa tammikuussa 2000. Suomessa jokien jäänlähö on keskitalvella harvinainen, mutta suppotulvat voivat nostaa kovilla pakkasilla vedenpintaa useilla metreillä.



Kuva 3. Tornionjoen tulva kasteli taloja Pellossa keväällä 1997.

Mitä varotoimia sitten tarvitaan? Suomessa tulviin varautuminen ei ole ollut kovin huonoa tähänkään saakka. Tietoakin on – Rovani Nikun ajoista on

opittu jo paljon veden käyttäytymisestä. Olisi ehkä houkuttelevaa tuudittautua ajattelemaan, että asiat sujuvat meillä hyvin.

MATARI STEEL

**MATARI STEEL OY**

ON KANSAINVÄLISESTI  
TUNNETTU SULKULUUK-  
KUJEN VALMISTAJA.  
ESIMERKKINÄ SUUN-  
NITTELEMISTAMME JA  
VALMISTAMISTAMME  
LUUKUISTA OVAT  
HELSINGIN VIIKINMÄEN  
JÄTEVEDENPUHDISTAMON  
160 LUUKKUA.

Pohjantähden tie 17, 01450 Vantaa  
Puh. 09-836 2160, Fax. 09-872 2148  
[www.mataristeel.fi](http://www.mataristeel.fi)

## Varautuminen tärkeää

Lähinaapurimme tulvaongelmat ja omatkin kokemuksemme läheltä piti - tilanteista ovat kuitenkin herättäneet. On hyvä varmistaa, että varautumissamme suuriin tulviin on asianmukaisia ja mahdollisesti muuttuneet tai muuttuvat olosuhteet otetaan oikealla tavalla huomioon. Suuret tulvat ovat niin harvinaisia, että niiden kanssa ei pärjätä miesmuistin varassa. Koneistoa on mahdollista ja järkevää virittää kaikilla osa-alueilla: ennusteet, toiminta käytännön tulvatilanteessa, suojaavat rakenteet, tulville alttiiden alueiden käyttö.

Tyhjiä tekoaltaita ei voida rakentaa niin, että kaikki tulvat saataisiin niihin talteen. Joskus tulee joka tapauksessa niin suuri tulva, ettei sitä kyetä muillakaan keinoin hallitsemaan. Sen on vain annettava levittäytyä. Silloinkaan ei toki pidä olla tumput suorina, vaan vahinkojen rajoittamiseksi on tehtävissä paljon.

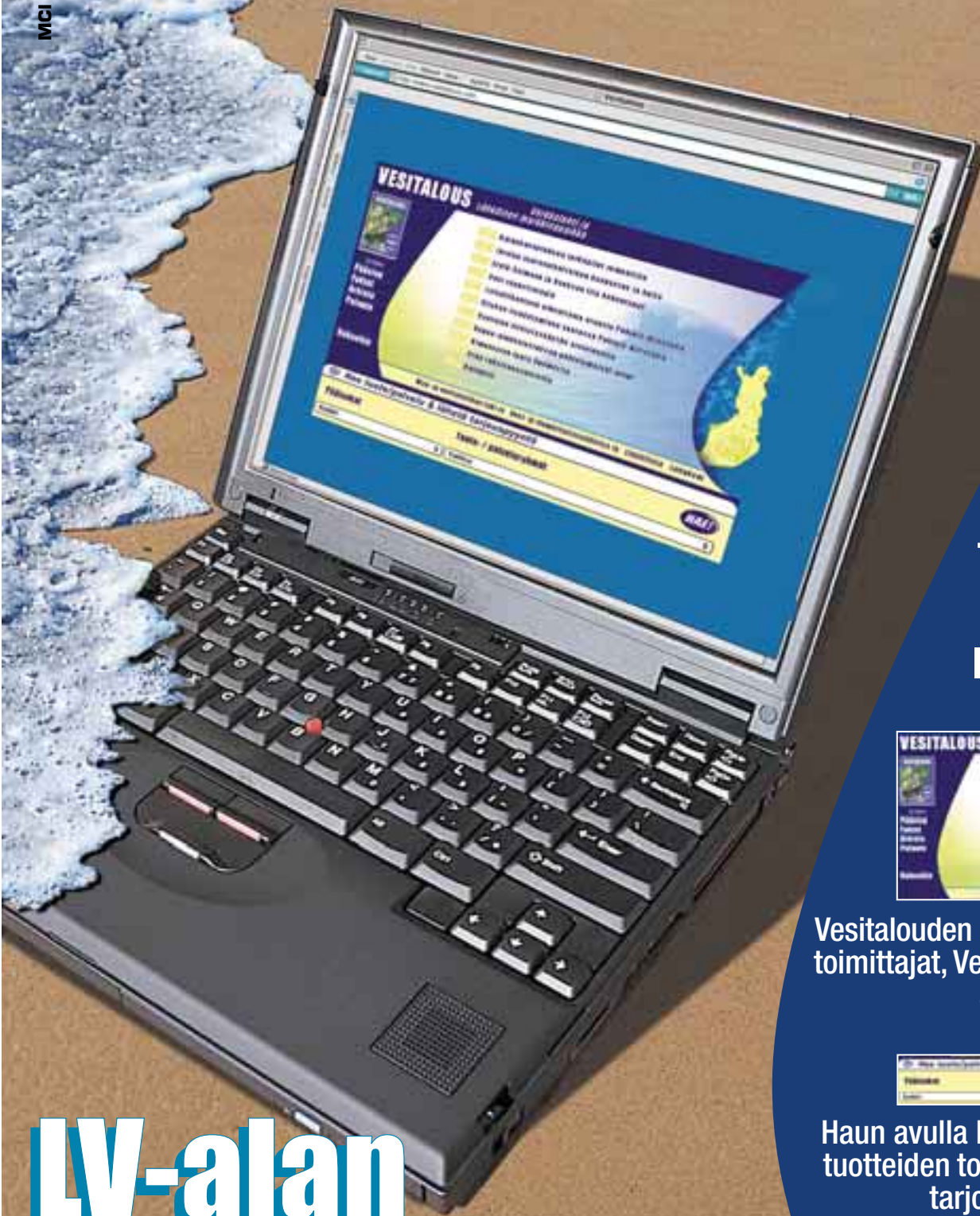
Maa- ja metsätalousministeriö asetti syksyllä 2001 työryhmän laatimaan ehdotuksen tarvittaviksi toimenpiteiksi suurista tulvista aiheutuvien vahinkojen vähentämiseksi. Tuon Suurtulvatyöryhmän määräaika on 15.4.2003, joten saamme nähdä työn tulokset melko pian. Keski-Euroopan viime kesän tulvakokemusten perusteella aihepiiri on todella ajankohtainen, vaikka juuri nyt elämmekin keskellä kuivaakin kuivempaa kautta.

Suurtulvatyöryhmä on joutunut muun muassa pohtimaan, millä keinoin varmistetaan vesistö rakenteiden toimivuus ja turvallisuus tilanteessa, jossa vettä saattaa olla liikkeellä enemmän kuin rakenteita suunniteltaessa oli odotettavissa. Työryhmässä on jäseniä maa- ja metsätalousministeriöstä, sisäasiainministeriöstä, valtiovarainministeriöstä, Suomen Kuntaliitosta, Suomen ympäristökeskuksesta sekä Länsi-Suomen ja Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksista. Työryhmä on myös kuullut muita asianomaisia tahoja.

Kuvat: Esko Kuusisto







**Tarjouspyyntöjä?  
Pyydä ne kerralla  
Internetin kautta.**



Vesitalouden portaalilla ovat LV-alan toimittajat, Vesitalouden verkkolehti sekä hyödylliset linkit.



Haun avulla löydät sadasta LV-alan tuotteiden toimittajasta ja palvelun tarjoajasta sinulle sopivat.

# LV-alan sähköinen markkinapaikka



**tai helpompi tapa: [www.vesitalous.com](http://www.vesitalous.com)**

# TULVAENNUSTE- JÄRJESTELMÄN KEHITYSNÄKYMÄ

**Suomen ympäristökeskuksen vesistömallijärjestelmä kattaa ennustekäytössä 85% maamme pinta-alasta. Automaattisesti päivittyviä vedenkorkeus- ja virtaamaennusteita tehdään noin 300 havaintopisteseen kerran päivässä, tulva-aikana useamminkin. Ennusteissa tarvittavat säähavainnot ja sääennusteet toimittaa ilmatieteen laitos.**



## Bertel Vehviläinen

fil.tri, dosentti

Suomen ympäristökeskus

E-mail: [bertel.vehvilainen@ymparisto.fi](mailto:bertel.vehvilainen@ymparisto.fi)

Kirjoittaja vastaa Suomen ympäristökeskuksessa tulvien operatiivisesta ennustamisesta ja vesistömallien kehitystyöstä.

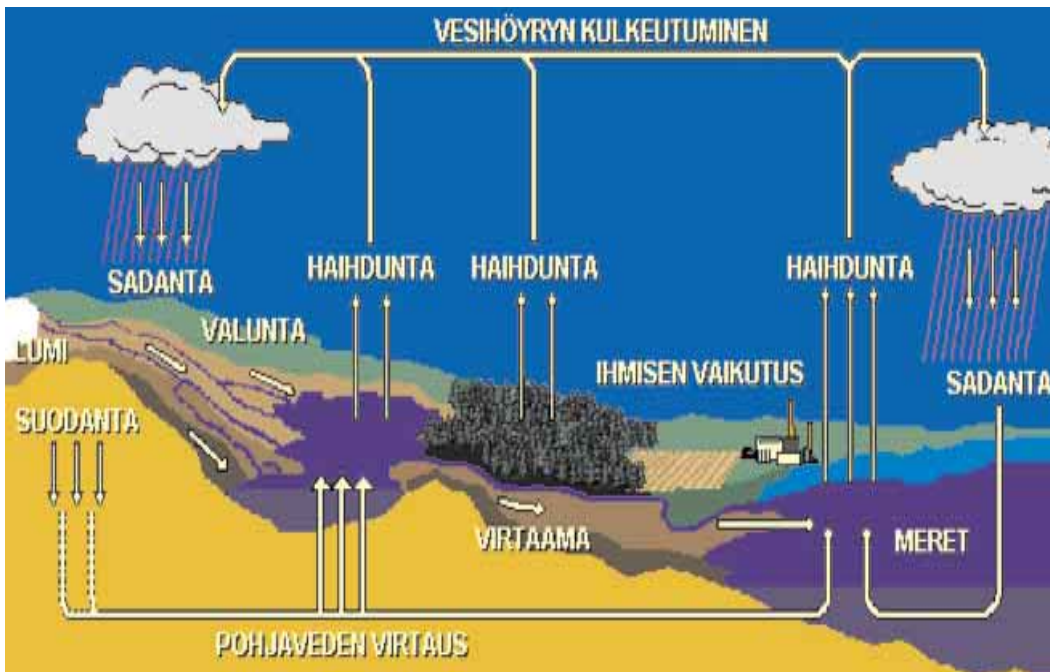
**Järjestelmän** ydin on vesistömalli, joka on hydrologisen kierron ja vesistön kuvaus (kuva 1). Sade- ja lämpötilahavainnot sekä potentiaalinen haihdunta ovat mallin lähtötietoja. Kokonaisuutena vesistömalli muodostuu osamalleista, jotka ovat valuntamalli, jokimalli, tulva-aluemalli sekä järvimalli. Nämä ovat edelleen pilkottavissa osiin; esimerkiksi valuntamalliin sisältyvät sadanta-, lumi-, maavesi-, pinta-kerros- ja pohjavesimallit. Jokijaksoille käytetään yksinkertaisia tulva-aallon viiveen ja vaimenemisen laskevia malleja. Tulva-aluemalli laskee alueelle varastoituvan veden määrän ja veden peittämän alan laajuuden, järvimalli laskee järven vesitaseen, tilavuuden, vedenkorkeuden sekä pinta-alan.

Jos vesistömalli on ennustekäytössä, siihen liitetään havaintojen, sääennusteen ja järvien säännöstelyohjeiden lukuohjelmistot sekä päivitysmalli, joka tarvittaessa korjaa laskentatuloksia. Korjaus tapahtuu muuttamalla aluesadantaa, aluehaihduntaa ja aluelämpötilaa siten, että vesistömallin tulokset vastaavat mahdollisimman hyvin havaittuja virtaamia, vedenkorkeuksia ja lumen vesiarvoja. Päivitys voi oleellisesti tarkentaa reaaliaikaista laskentaa ja ennusteita.

## **Uudet laitteet ja menetelmät**

### **Säätutka**

Säätutkalla voidaan määrittää vesistö-



Kuva 1. Hydrologinen kierto. Aurinko pitää yllä veden kiertokulkua haihduttamalla vettä vesistöistä ja maa-alueilta. Vesihöyry tiivistyy pilvissä ja syntynyt sade pitää yllä valunnan ja vesistöjen virtaamat.

alueen aluesadanta reaaliajassa. Säättukan mittausalueen säde on 100–150 km. Tutka tarkentaa sateen alueellisen jakauman määrittystä, kun sitä verrataan useimmiten vain muutaman sadeaseman perusteella noin vuorokauden viiveellä tapahtuvaan aluesadannan määrittämiseen. Säättukalla voidaan myös ennustaa sadetta useita tunteja eteenpäin. Tutkamittausten tulkintaan ja korjaamiseen liittyy kuitenkin eri sade- ja säätilanteissa monia ongelmia, jotka on ratkaistava ennen mittaustulosten käyttöönottoa. Näissä asioissa on päästy hyvin eteenpäin Ilmatieteen laitoksella tehdyn tutkimuksen myötä (Saltikoff et al. 2000, Pohjola & Koistinen 2002). Toisaalta vesistömalliejakin on kehitettävä mm. laskenta-askelta lyhentämällä ja alueellista tarkkuutta lisäämällä, jotta mallit voivat paremmin hyödyntää säättukan ajallisesti ja alueellisesti tarkkaa sadetietoa.

Lähes korjaamatonta säättukan sadetietoa on kokeiltu muutaman vuoden ajan Kyrönjoella. Näyttää siltä, että säättukan sadetiedolla vedenkorkeus- ja virtaamaennusteet onnistuvat kesäkaudella yhtä hyvin kuin sadeasematiedoilla (Vehviläinen et al. 2002). Reaaliaikaisen vedenkorkeus- ja virtaamatiiedon käyttö vesistömallin tilan korjaukseen aiheuttaa sen, että sadetutka tarkentaa laskentaa eniten tilanteissa, joissa sadetapahtuma ei ole vaikuttanut

vielä vesistön virtaamiin. Tällainen tilanne on heti sadetapahtuman ja tulvan alkuvaiheessa.

Kemijoella säättuka on myös käytössä. Kemijoella tutkitaan lisäksi säättukan talven sadantasummien käyttöä lumen alueellisen jakauman tarkentamiseksi. Suomessa on lähes koko maan kattava sadetutkaverkosto. Tämän takia säättukan käytöstä on tärkeä saada lisää kokemuksia ja rakentaa vesistömallijärjestelmä toimimaan myös säättukan sadetiedoilla.

### Satelliitit

Suomen ympäristökeskus on tuottanut jo muutamana keväänä reaaliaikaisia satelliittikuvia lumen peittävydestä Suomessa (Metsämäki et al. 2001). Tätä tietoa voidaan käyttää vesistömallijärjestelmän lumen laskennan tarkentamiseen sulannan loppuvaiheessa (kuvat 2 ja 3). Alueellisen lumen vesiaron 10% määrittystarkkuus, jota voidaan pitää hyvänä, johtaa 200 mm vesiaron 20 mm virheeseen. Virhe säilyy periaatteessa samana sulannan loppuun saakka, vaikka sulanta olisi laskettu oikein. Tämä virhe voidaan havaita ja korjata satelliittien lumenpeittävyystiedon avulla sulannan loppuvaiheessa. Esimerkiksi otettu 20 mm virhe voi aiheuttaa tulvahuipun aikana suuren ennustevirheen.

Satelliittien lumenpeittävyystietojen käyttö vesistömallijärjestelmän laskennan korjaukseen tulee testata ennen kuin menetelmä otetaan käyttöön. Tämä työ on meneillään (Metsämäki et al. 2001). Lumen peittävyystiedon käyttöön liittyy läheisesti myös mallijärjestelmän lumen vesiaron laskennan tarkentaminen vastaamaan paremmin satelliittien alueellista tarkkuutta, jotta saatu satelliittitieto voidaan käyttää hyödyksi (Jauja et al. 2002a). Satelliittien avulla määritettyä maankosteutta ja tulva-alueiden laajuutta tullaan myös testaamaan vesistömallijärjestelmän laskennan tarkentamiseksi. Kehitystyö aloitetaan tänä vuonna.

### Paikkatietorekisterit

Eniten uusia kehitysmahdollisuuksia Suomen kattavalle vesistömallijärjestelmälle ovat tuoneet paikkatietorekisterit, joista löytyy koko Suomen kattavaa tietoa maankäytöstä, metsistä, pelloista, soista, korkeussuhteista, maaperästä, järvistä ja vesistöjen valuma-alueista. Näin saadaan lähtötiedot alueellisesti tarkempien ja myös uusia prosesseja sisältävien vesistömallien kehittämiseen ja testaamiseen koko Suomen alueella. Esimerkkinä voidaan mainita korkeus- ja maankäyttötiedot aluesadannan ja alueellisen lumen vesiaron



laskennassa. Näiden tietojen avulla otetaan huomioon maaston korkeuden ja viettosuunnan sekä eri maankäyttömuotojen vaikutukset aluesadantaan, lumen kertymiseen ja sulamiseen.

Vesistöalue- ja järvirekisteri mahdollistavat vesistömallin ohjelmoinnin suoraan rekisteritiedoista ilman manuaalista vesistömallin ohjelmointivaihtoa, mikä nopeuttaa ja helpottaa ohjelmointityötä. Samalla saadaan myös jokiuomien keskikaltevuudet ja pituudet vesistömalleissa käyttöön. Kaikki järvirekisterissä olevat 1 km<sup>2</sup> suuremmat järvet tulevat mukaan vesistömalliin.

### Internet

Internet on tuonut mahdollisuuden jakaa ennusteita tehokkaasti kaikille käyttäjille, joilla on nettiyhteys. Interaktiivisen WWW-käyttöliittymän kautta vesistömallijärjestelmää voi myös ohjata alueellisista ympäristökeskuksista ja tiettyin edellytyksin ympäristöhallinnon ulkopuolelta. Käyttöliittymän kautta voi päivittää järvien säännöstelyohjeet ja tarkentaa näin vesistöennusteita. Jokaisella säännöstelyllä järvellä on säännöstelyohje tai juoksutussuunnitelma, joiden mukaan säännöstely toteutetaan ennustejaksolla. Käyttöliittymän kautta voidaan myös lisätä puuttuvia vedenkorkeus- ja virtaamahavainoja tulvatilanteessa, jolloin kaikki käytettävissä oleva tieto tarvitaan ennustetarkkuuden parantamiseksi (Huttunen et al. 2001).

WWW-käyttöliittymä on mahdollistanut yhtenäisen vesistömallijärjestelmän käytön useiden erikseen ylläpidettävien osajärjestelmien sijasta. Tällä on saatu laajentuvan järjestelmän ylläpitoon kuluvat resurssit pysymään kohtuullisena. Haittapuolena on ennusteiden jakelun täydellinen katkeaminen, jos Internet ei toimi. Yhtä tehokkaan varajärjestelmän kehittäminen on lähes mahdotonta.

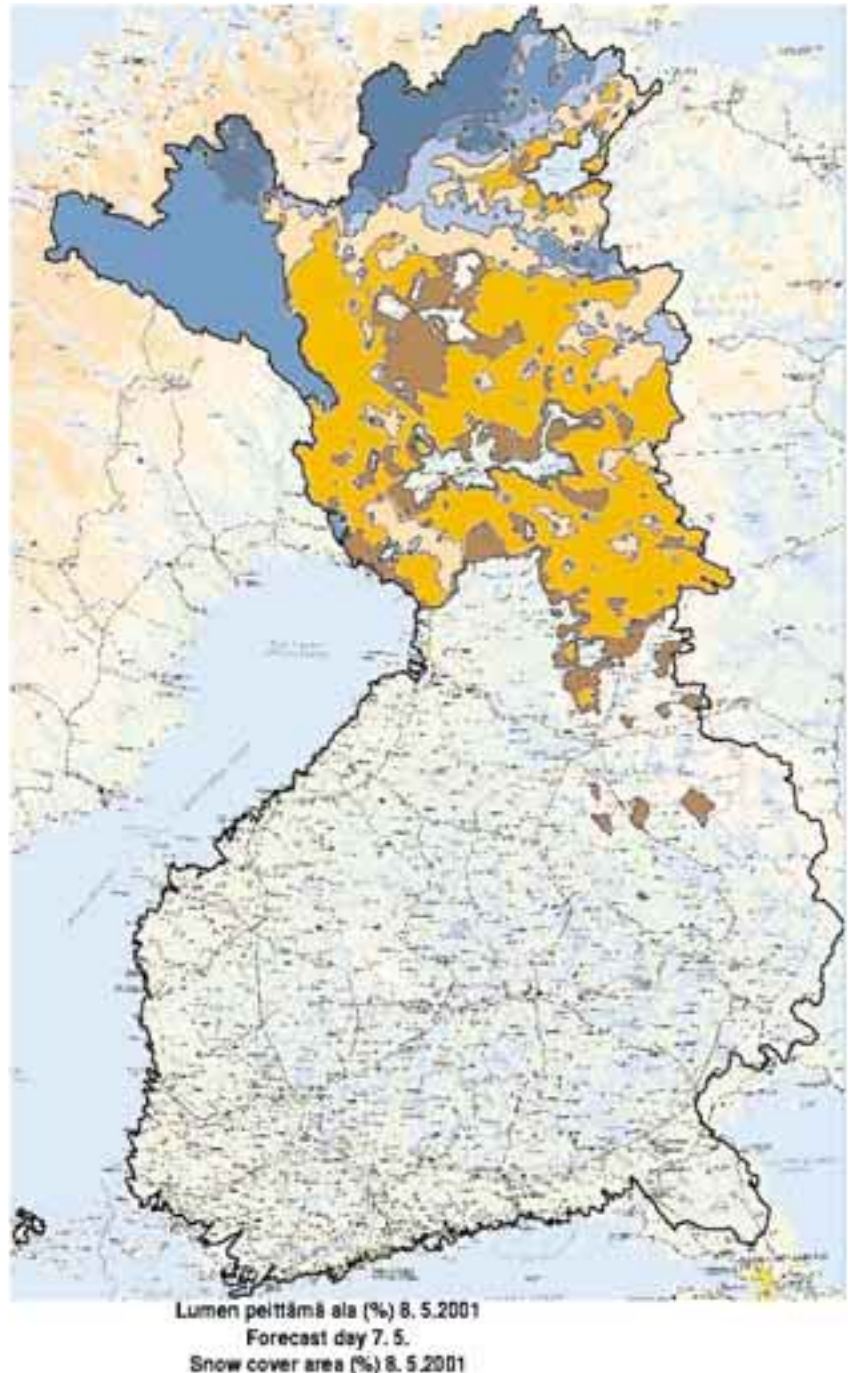
### Laskentatehokkuus

Vesistömallijärjestelmän käytössä olevien uusien PC-tason palvelinten laskentateho ja keskusmuistin määrä on kasvanut nopeasti hinnan pysyessä lähes vakiona. Näin uusien mallisovellus-

ten tarvitsema suurempi laskentateho on ollut saatavilla. Aikaisemmin laskentatehon ja keskusmuistin määrä oli merkittävä kehittämisen este. Käyttöjärjestelmien osalta kehitys on ollut samansuuntainen. Ilmaisten käyttöjärjestelmien tulo on tehostanut taloudellisten resurssien käyttöä ja vapauttanut niitä järjestelmän muiden osien hankintaan.

### Ennustetarkkuuden parantaminen

Vesistömalleilla ja -mallijärjestelmällä on tehty tulvaennusteita jo yli 20 vuotta (Vehviläinen 1982, 1994, Vehviläinen & Huttunen 2002). Ennustetarkkuuden parantaminen on ollut alusta alkaen keskeinen kehitystehtävä. Kehitystyön



Kuva 2. Vesistömallijärjestelmän laskema lumen peittävyys 8.5.2001. Värittämätön alue on lumetonta.

alussa panostettiin lumen kertymisen ja sulamisen laskennan parantamiseen (Vehviläinen 1992a). Sen jälkeen on otettu työn alle monia muita vesistömallin osia, joista lyhyt kuvaus seuraavassa.

### Reaaliaikainen havainnointi

Varmin tapa parantaa tulvaennustetarkkuutta on lisätä reaaliaikaisia vedenkorkeuden ja virtaaman havaintopisteitä. Näin on voitukin menetellä ja myös asemien toimintavarmuutta on saatu parannetuksi. Lankaverkkoyhteyden lisäksi on otettu käyttöön langattomat GSM-yhteydet, mikä on alentanut asemien perustamiskustannuksia. Reaaliaikaisten havaintorekisterien tiedon vastaanottoa on varmennettu ja tietojen tuloa aikais-

tettu sekä vesistö- että säätietojen osalta. Myös vesivoimalaitosten ja säännöstelyyhtiöiden tiedot päivittyvät entistä nopeammin tietokantaan.

### Aluesadanta

Syynä kevään tulvaennusteiden epätarkkuuteen ovat usein lumen aluevesiarvon määritysvirheet. Aluesadannan ja aluevesiarvon laskentaa voidaan tarkentaa korjaamalla sadeasemien mitausvirheitä ja ottamalla huomioon maastotekijöiden vaikutukset aluesadannan ja aluelämpötilan jakaumaan (Taskinen et al. 2002). Aluetiedot, jotka vaikuttavat lumen kertymiseen ja alueelliseen jakaumaan ovat korkeus, vietusuunta, rannikon läheisyys, järvisyys,

metsätyyppi ja maankäyttö. Tulvaa enustettaessa on keskeistä tietää, kuinka paljon lunta on ja miten se on jakautunut vesistöalueella.

Kesällä aluesadannan määrittäminen onnistuu paremmin, koska vesistö reagoi sadetapahtumiin ja vesistömallin tila ja aluesadanta saadaan tarkistettua virtaama- ja vedenkorkeushavaintojen avulla. Poikkeuksena ovat pitkät kuivat jaksot, joiden aikana sade 'pysähtyy' valuma-alueelle täyttämään mm. maankosteuden vajetta. Maankosteuden laskennan aiheuttama epätarkkuus voidaan korjata vasta sitten, kun vesistö jälleen reagoi sadantaan.

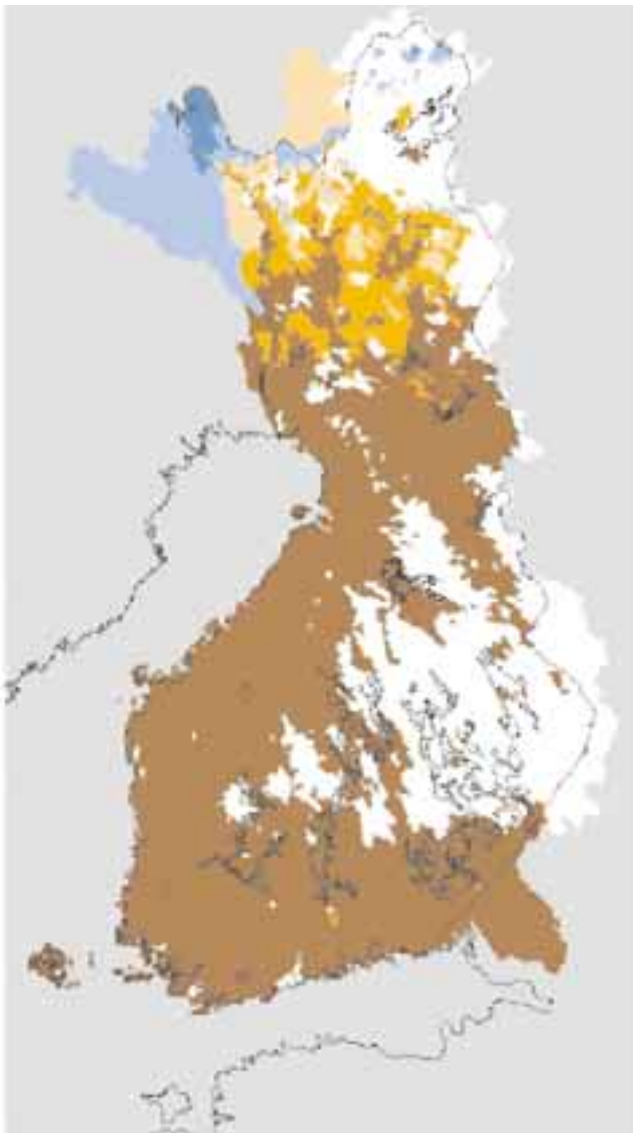
### Prosessimallinnus

Aluesadannan ohella vesistömalleissa on tarkennettu useita muita hydrologisia prosesseja. Näitä ovat lumen kertyminen ja sulanta (Vehviläinen 1992a, Jauja et al. 2002b), kasvillisuushaidunta (Joukainen 2000) sekä järvihaidunta (Elo & Koistinen 2002). Aiemmin kehitetty routamalli (Vehviläinen 1992a) on uudelleen otettu koekäyttöön vesistömalleissa. Tämä perustuu paikkatietorekisteristä saatuun tarkempaan aluetietoon. Roudan muodostumiseen vaikuttaa ratkaisevasti lumen syvyys, joka puolestaan vaihtelee metsätyypin ja alueen maankäytön mukaan. Lopullisena tavoitteena on arvioida roudan vaikutus valuntaan varsinkin peltoalueilla.

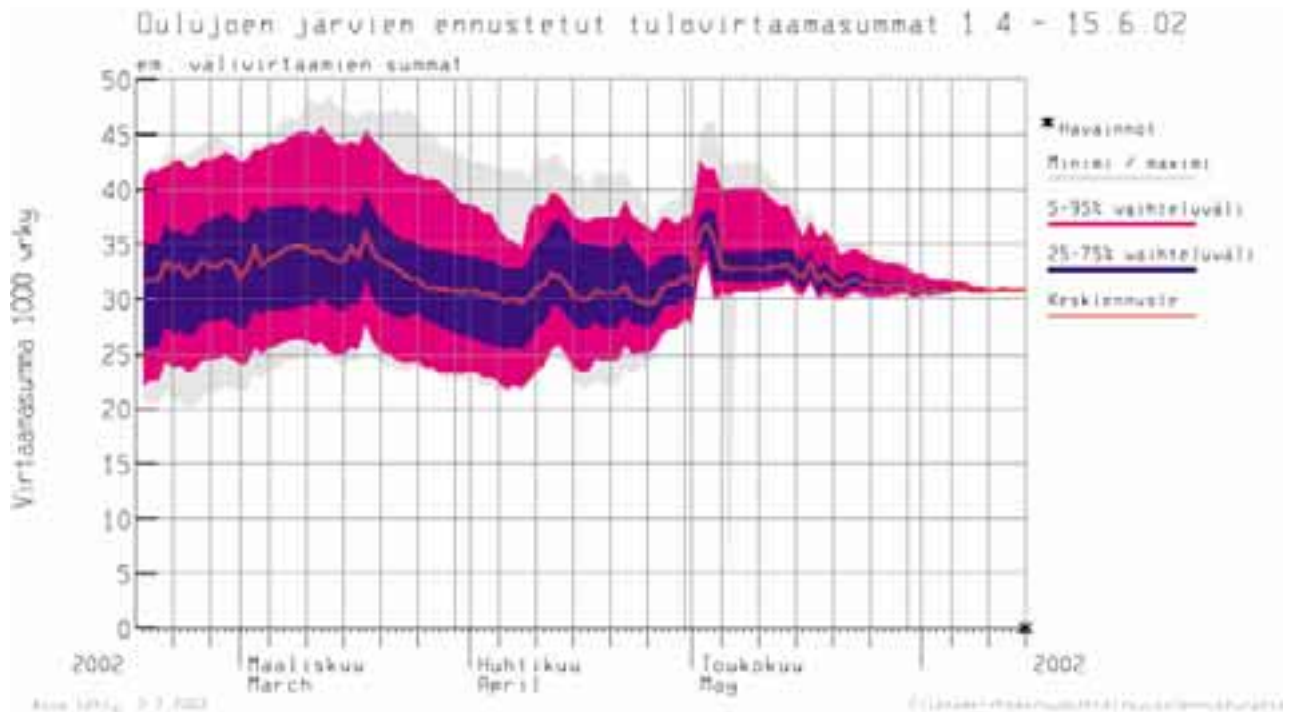
Prosessimallinnuksesta saadaan hyötyä yleensä vasta useiden vuosien käytökokemusten perusteella. Aluksi uudet prosessimallit usein aiheuttavat lisää epävarmuutta ennustamiseen. Ilman tätä kehitystyötä on kuitenkin vaikea päästä eteenpäin. Uudet satelliittien käyttöön perustuvat lumen ja maankosteuden havainnointimenetelmät kaipaavat myös tuekseen sekä alueellisesti että prosessikuvauksen osalta entistä tarkempaa mallinnusta, jotta havaintotietoja voidaan hyödyntää vesistömalleissa.

### Jatkuvasti kalibroituivat vesistömallit

Aiemmin vesistömallit kalibroitiin ja testattiin 5–10 vuoden havaintojaksolla ja otettiin sitten ennustekäyttöön eikä niitä yleensä kalibroitu sen jälkeen uut-



Kuva 3. Satelliittikuvasta 8.5.2002 tulkittu lumen peittävyys. Väriskaalaus on sama kuin kuvassa 2. Valkoiset alueet ovat kuitenkin peittämät.



Kuva 4. Oulujoen vesistön säännöstelyjen järvien ennustetut jakson 1.4-15.6.02 tulovirtaamassumat. Ensimmäinen ennuste tehty 15.2.2002. Toteutunut virtaamassuma oli noin 31000 vrky (1 vrky = 86 400 m³).

ta kertynyttä havaintoaineistoa vastaan. Nykyisin tarkistuskalibrointeja tehdään säännöllisesti täsmälleen samalla mallilla, joka on ennustekäytössä. Näin kalibrointijakso pitenee koko ajan ja kalibrointiin saadaan mukaan säätilanteita, joita ei lyhyemmällä kalibrointijaksolla esiintynyt. Saman malliversion käyttö sekä kalibrointiin että ennustamiseen vähentää ennustemallin käyttöönotossa helposti tulevia ohjelmointivirheitä. Kalibrointi- ja testausjakson pituus on nyt kasvanut monilla alueilla 15–20 vuoteen (Huttunen et al. 2002).

### Sääennusteiden epävarmuus

Sääennusteen pituus on 10 vuorokautta. Sade- ja lämpötilaennusteille on määritetty päivittäiset luotettavuuskerroimet, jotka määräävät kuinka paljon satunnaisvaihtelua lisätään ennustearvoon. Sade-ennuste on riittävän luotettava kolmanteen päivään ja lämpötilaennuste seitsemänteen päivään saakka, jonka jälkeen luotettavuus jää alle 50 % (Huttunen et al. 2001).

Sääennustekeskuksilta on saatavissa useita samalle ennustejaksolle tehtyjä sääennusteita, ns. parviennusteita (en-

semble weather forecasts), jotka ovat saatua aikaan ilmastomallin alkutilannetta hieman muuttamalla tai mallin fysikaalista ratkaisua 'häiritsemällä'. Häirintä tarkoittaa mallin alkutilaan tai fysikaaliseen ratkaisuun kuuluvan epävarmuuden mukaan tuomista. Parviennusteita voidaan edelleen käyttää vesistömallijärjestelmän sääennusteina ja tuottaa näin vastaava ennustejakauma vesistöjen vedenkorkeudelle ja virtaamalle.

### Mallin tilan korjaus

Vesistömallijärjestelmän ennusteajon laskenta-aikaa kuluttaa eniten mallin tilan ja laskentatarkkuuden päivitys. Se tarkoittaa mallin laskennan muuttamista niin, että lasketut ja havaitut arvot vastaavat mahdollisimman hyvin toisiinsa. Havainnot, joita vastaan mallin tilaa korjataan, ovat vedenkorkeus, virtaama, lumilinjojen vesiarvo sekä satelliittikuvan perusteella määritetty lumen peittävä ala. Laskentaa korjataan muuttamalla mallin asemahavainnoista laskemia aluesadantoja ja aluelämpötiloja mahdollisimman vähän (Huttunen et al. 2001). Ilman tehokasta mallin tilan korjausjärjestelmää ennusteiden tark-

kuus huononee. Automaattisen korjausjärjestelmän virittäminen kullekin vesistöalueelle ja kuhunkin tulvatyyppiin sopivaksi on järjestelmän ohjauksen vaativimpia tehtäviä.

### Ennustetarkkuuden seuranta

Kevään tulvaennusteiden tarkkuuden seuranta on tehty säännöllisesti vuoteen 1991 asti (Vehviläinen 1992b). Ennustemäärien lisääntyneitä yksittäisiä vesistökohtaisia ennustetarkkuuden arviointoja on tehty vain Kemijoella ja Paatsjoella (Huttunen et al. 2001) sekä jatkuvasti Oulujoen vesistön säännöstelyille järville. Kuvan 4 avulla arvioidaan kevättulvan volyyymiennusteen tarkkuutta kevään aikana. Jakson loppua kohti ennuste tarkentuu, koska tulovirtaamassuma sisältää havaittuja arvoja yhä enemmän ja ennustettuja arvoja yhä vähemmän. Tämän tyyppinen seuranta on otettu nyt käyttöön myös muissa vesistöissä.

Jokivesistöjen jatkuva tulvaennusteen tarkkuuden seuranta, jossa ennusteen tarkkuutta arvioidaan tulvahyipun suuruuden ja ajankohdan ennusteen onnistumisella, on vasta kehitteillä. Tämän



seurannan myötä järjestelmään tullaan lisäämään numeeriset ”onnistumiskriteerit”. Näin saadaan parempi käsitys paitsi ennustetarkkuudesta myös virheistä, jotka eivät tule esiin mallin kalibroinnin ja testauksen aikana.

## Uudet tuotteet

### Vesitilannekartat









Vesistömallijärjestelmä tuottaa päivittäin uusiutuvat vesitilannekartat useis-

ta muuttujista: valunta, lumen vesiarvo, maankosteuden vajuus (kuva 5), viimeisen 30 vrk:n sadantasumma, maa-haihduntasumma, vesistöjen vedenkorkeudet. Karttoja voi selata kahden viikon jaksolla ennustehetken molem-

## VESISTÖMALLIT

# MAANKOSTEUDEN VAJAUS

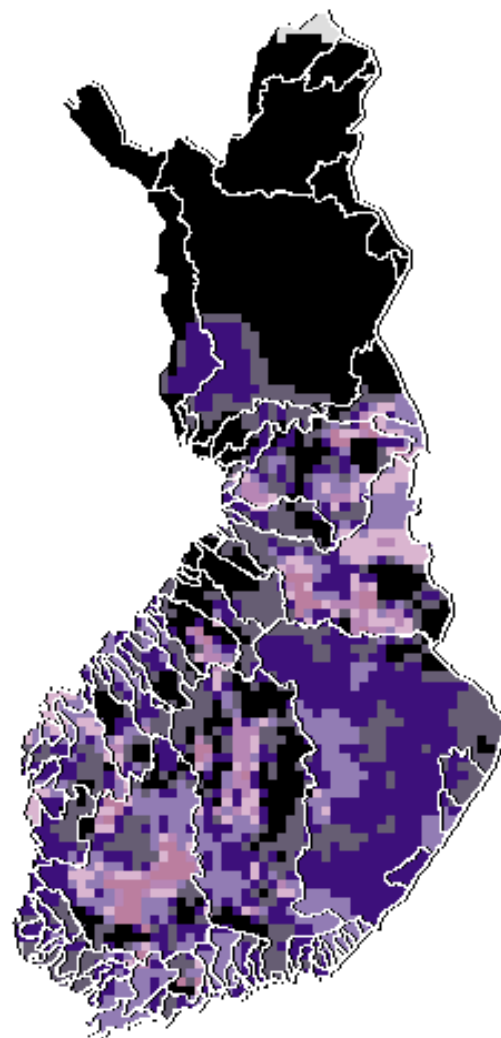
TILANNE 28.2.2003

	>180mm
	150-180mm
	120-150mm
	90-120mm
	60-90mm
	30-60mm
	<30mm
	Laskentatulokset puuttuvat

### Vesitilanne

- [Valunta](#)
- [Vuorokausisadanta](#)
- [30 vrk sadantasumma](#)
- [Lumen vesiarvo](#)
- [Lumen sulanta](#)
- [30 vrk haihduntasumma](#)
- Maankosteuden vajuus
  - [Tarkempi kartta](#)
- [Vedenkorkeus](#)

- [Vesistökohtaiset ennusteet](#)
- [Yleistietoa vesistömalleista](#)
- [Vesitilannetiedotteet](#)



-14pv -7pv -3pv -2pv -1pv **Tänään** +1pv +2pv +3pv +7pv +14pv

Kuva 5. Maankosteuden vajuus vesistömallijärjestelmän laskemana 28.2.2003. Kesän ja syksyn 2002 kuivuus näkyy Etelä-Suomesta Pohjois-Pohjanmaalle ulottuvalla alueella. Lapissa kesä ja syksy olivat sateisempia.

min puolin. Valuntakartan avulla voi seurata tulvatilanteen kehitystä maan eri osissa.

Vesistömallijärjestelmällä tuotetaan myös reaaliaikainen tieto Suomen vesivoiman varastotilanteesta. Järjestelmästä löytyy kaikkien vesivoimantuotantoon käytettyjen järvien tilavuus tarkistettuna havaintoja vastaan.

## Kattavaa laskettua hydrologista tietoa

Vesistömallijärjestelmän avulla simuloitua hydrologista aluetietoa on saatavilla koko Suomesta. Tämä tieto tallennetaan ympäristöhallinnon HERTTA-tietojärjestelmään, josta löytyy viisitoista hydrologista suuretta jokaiselta kolmannen jakovaiheen vesistöalueelta. Virtaama on talletettu viimeisen kymmenen vuoden ajalta ja muut muuttujat kuten aluesadanta, lumen vesiarvo ja haihdunta, kahden viime vuoden ajalta. Tiedot on tarkoitettu käyttäjille, jotka tarvitsevat hydrologista perustietoa sellaisista muuttujista tai niiltä alueilta, joilta havaintoja ei ole saatavilla. Vesien käytön suunnittelu, vedenlaadun seuranta ja raportointi sekä kuormituslaskennat ovat tehtäviä, joissa simuloitua aineistoa usein käytetään. Tietovarastoa on kehitetty myös ennakkoiden EU:n vesiputedirektiivin vaatimuksia vesistöjen hydrologisen perustiedon osalta.

Vesistömallijärjestelmän simuloimaa hydrologista tietoa on käytetty myös vesistöjen hajakuormitusmallien syötötietona. Esimerkkejä sovellutuksista ovat mallien Catchload (Bilaletdin et al. 1994), INCA (Rankinen et al. 2002) ja N\_EXRET (Markkanen et al. 2001) fosfori- ja typpihuuhtoumien laskennat. Osassa tutkimuksista on arvioitu myös ilmastonmuutoksen vaikutuksia hajakuormitukseen.

Vesistömallijärjestelmän ennusteita voi seurata Internetin (<http://www.ymparisto.fi/tila/vesi/ennuste/index.html>) kautta. Ennusteajot on automatisoitu havaintotiedon kokoamisesta aina ennusteiden jakeluun asti.

## Kirjallisuus

- Bilaletdin, Ä., Kallio, K., Frisk, T., Vehviläinen, B., Huttunen, M. & Roos, J.** 1994. A modification of the HBV model for assessing phosphorus transport from a drainage area. *Water Science and Technology* 30(7): 179–182. ISSN 0273-1223.
- Elo, A. & Koistinen, A.** 2002. Evaluating temperature of lake surface and lake evaporation in Mäntyharju watershed area. XXII Nordic Hydrological conference, Rörös. NHP Report no. 47.
- Huttunen, M., Joukainen, S. & Vehviläinen, B.** 2001. Säännöstelyjen vesistöjen operatiivisen käytön kehittäminen (OPERA): Vesistömallien tarkkuuden, käyttöliittymän ja haihduntamallin kehittämisen sovellutuskohteina Kemijoen ja Oulujoen vesistöt sekä Inarinjärven tulovirtaamaennusteiden tarkkuuden arviointi. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristökeskuksen moniste 211. 49 s. ISBN 952-11-0840-1, ISSN 1455-0792.
- Huttunen, M., Jauja, I. & Vehviläinen, B.** 2002. Yhdistetty kalibrointi- ja ennustemalli. Vesistömallijärjestelmän kaukokartoitustietojen ja prosessimallien kehittäminen. Julk.: Rantakokko, K. (toim.). Vesistömallijärjestelmän kaukokartoitustietojen käytön ja prosessimallien kehittäminen: Säännöstelyjen vesistöjen operatiivisen käytön kehittäminen (OPERA), osaraportti. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristökeskuksen moniste 248. S. 19–27. ISBN 952-11-1128-3, ISSN 1455-0792.
- Jauja, I., Huttunen, M. & Vehviläinen, B.** 2002a. Use of the slope effect and satellite data in snow cover modelling. XXII Nordic Hydrological Conference, Rörös. NHP Report no. 47.
- Jauja, I., Huttunen, M. & Vehviläinen, B.** 2002b. Development of the snow simulation in the Kemijoki watershed model. Julk.: Rantakokko, K. (toim.). Vesistömallijärjestelmän kaukokartoitustietojen käytön ja prosessimallien kehittäminen: Säännöstelyjen vesistöjen operatiivisen käytön kehittäminen (OPERA), osaraportti. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristökeskuksen moniste 248. S. 28–60. ISBN 952-11-1128-3, ISSN 1455-0792.
- Joukainen, S.** 2000. Testing the HBV model with different method for calculating evapotranspiration in the Ounasjoki watershed. Nordic Hydrology Conference 2000. NHP Report No 46, Vol 2: 347–354.
- Markkanen, S.L., Lepistö, A., Granberg, K., Huttunen, M., Kenttämies, K., Rankinen, K. & Virtanen, K.** 2001. Kainuun vesistöjen ravinnekuormitus. Kajaani, Kainuun ympäristökeskus. Suomen ympäristö 509. 99 s. ISBN 952-11-0959-9, ISSN 1238-7312.
- Metsämäki, S., Vepsäläinen, J., Koskinen, J., Huttunen, M. & Pulliainen, J.** 2001. Estimation of snow covered area by applying apparent regional

transmissivity. In: Remote sensing in the third millennium: from local to global. 23<sup>rd</sup> Annual Canadian Remote Sensing Symposium. August 21–24 2001. Saint-Foy, Quebec, Canada. Proceedings Vol 1. Université Laval. 10 p. ISBN-0-920203-29-9

**Pohjola, H. & Koistinen, J.** 2002. Diagnostics of vertical reflectivity profiles at the radar site. European conference on Radar Meteorology. Delft University of Technology, 18–22 November 2002. ERAD Publication Series Vol 1.

**Rankinen, K., Lepistö, A. & Granlund, K.** 2002. Hydrological application of the INCA model with varying spatial resolution and nitrogen dynamics in a northern river basin. *Hydrology and Earth System Sciences* 6:339–350.

**Saltikoff, E., J. Koistinen & H. Hohti,** 2000: Experience of real time spatial adjustment of the ZR relation according to water phase of hydrometeors. *Phys. Chem. Earth (B)*, 25: 1017–1020.

**Taskinen, A., Sirviö, H. & Vehviläinen, B.** 2002. Interpolation of daily temperature in Finland. XXII Nordic Hydrological conference, Rörös. NHP Report 47.

**Vehviläinen, B.** 1982. Valutamallin sovellutus ennustekäyttöön Kala, Ähtävän ja Lapuanjoella. Helsinki, vesihallitus. Vesihallituksen monistesarja nro 145. 38 s.

**Vehviläinen, B.** 1992b. Vesistömalliennusteet keväällä 1991 ja lumen vesiarvon laskenta. Helsinki, vesi- ja ympäristöhallitus. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 347. 83 s. ISBN 951-47-3040-2, ISSN 0783-3288.

**Vehviläinen, B.** 1992a. Snow cover models in operational watershed forecasting. Helsinki, National Board of Waters and the Environment. Publications of Water and Environment Research Institute 11. 112 p. ISBN 951-47-5712-2, ISSN 0783-9472.

**Vehviläinen, B.** 1994. The watershed simulation and forecasting system in the National Board of Waters and Environment. Helsinki, National Board of Waters and the Environment. Publications of the Water and Environment Research Institute 17. S. 3–16. ISBN 951-47-9749-3, ISSN 0783-9472.

**Vehviläinen, B. & Huttunen, M.** 2002. The Finnish watershed simulation and forecasting system (WSFS). XXI<sup>st</sup> Conference of the Danubian countries On the hydrological forecasting and hydrological bases of water management. Bucharest-Romania. 2–6 September 2002.

**Vehviläinen, B., Niemi, O., Koskela, J. & Koistinen, J.** 2002. The Use of Doppler Radar in the Kyrönjoki Watershed Model. Julk.: Rantakokko, K. (toim.). Vesistömallijärjestelmän kaukokartoitustietojen käytön ja prosessimallien kehittäminen: Säännöstelyjen vesistöjen operatiivisen käytön kehittäminen (OPERA), osaraportti. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristökeskuksen moniste 248. S. 61–69. ISBN 952-11-1128-3, ISSN 1455-0792. 



## **Seppo Hellsten**

fil.tri, erikoistutkija

Suomen ympäristökeskus

E-mail: [seppo.hellsten@ymparisto.fi](mailto:seppo.hellsten@ymparisto.fi)

Kirjoittaja on erikoistunut rantavyöhykkeen kasviekologiaan erityisesti voimakkaasti muuttuista vesistöissä.

**Tulvaa** pidetään yleisessä kielenkäytössä haitallisena ilmiönä – etenkin kehittyneissä maissa kaikki ihmisen taloudellista toimintaa haittaava on kielteistä. On kuitenkin muistettava esimerkiksi suuret hedelmälliset tulvien vaikutuksesta syntyneet jokikulttuurit, vaikka ne yhdistetäänkin usein muinaisiin aikoihin. Harvoin tiedostetaan tulvien olevan edelleen keskeinen osa miljoonien ihmisten toimeentuloa. Vasta viime vuosina on ymmärretty myös suomalaisen rantaluonnon hyvinvoinnin riippuvan osittain tulvista.

### **Tulvan määritelmistä**

Tulvasta on jokaisella ihmisellä oma käsityksensä, joka ei välttämättä perustu mihinkään oppittuun tietoon. Yksinker-

taistaen vesi peittää tulvan aikana alueita, jotka eivät yleensä ole veden alla. Käsite on siis horisontaalinen, mutta tulvan suuruutta mitataan usein vertikaalisilla muuttujilla. Hydrologiassa tulva tarkoittaa tavallisimmin samaa kuin ylivesi (HW) ja siihen liitetään jokin lisämääre, esim. keskimääräinen vuotuinen ylivesi (MHW) tai tulvasuojelusuunnitelmissa usein mainittu keskimäärin kerran 100 vuodessa toistuva ylivesi (HW1/100). Lukuja esitettäessä on vielä syytä mainita, miltä havaintojaksolta ne ovat peräisin. Käsitteet edustavat kuitenkin selvästi tulvan huipputasoa.

Tulvaksi voidaan kutsua yleisesti keskimääräistä korkeampaa vedenpinnan tasoa. Keskimääräisellä vedenpinnalla tarkoitetaan usein hydrologista käsitettä keskivesi (MW), mutta etenkin jää-

peitteisen kauden omaavassa ilmastossa on järkevämpää käyttää avovesikauden keskimääräistä veden pinnan tasoa. Koko vuoden keskivesi onkin esimerkiksi keväällä alas juoksutettavissa tekoaltaissa harhaanjohtava. Ympäristösanakirja EnDic2000 selittää tulvaksi vedenpinnan tavallisesti nopean nousun pintavesimuodostumassa huippuarvoon, mitä seuraa vedenpinnan nousua hitaampi lasku (Maastik ym. 2000).

Tulvan määritelmään pitäisi sisällyttää sen ajoittuminen. Suomen vesistöissä eliöstö on sopeutunut tulvaan kasvukauden alussa, jolloin vielä lepotilassa olevat kasvit kestävät pitkiäkin aikoja vedenalaista ja vähähappista elämää. Monissa vesistöissä tavataan myös kasvukauden jälkeinen syystul-

# TULVAT HYÖTYTEKIJÄNÄ – RIESASTA RIKKAUDEKSI

**Tulvat kuuluvat vesistön normaaliin rytmiin, mutta ihmistoiminnan etujen takia tulvia on poistettu eri puolilla maapalloa. Tulvien hyötyjä ja tulvanpoiston haittoja on havahduttu huomaamaan eri puolilla maapalloa. Tulvien osittaista palauttamista voidaan entistä useammin suositella vesistön hoitotoimenpiteenä.**



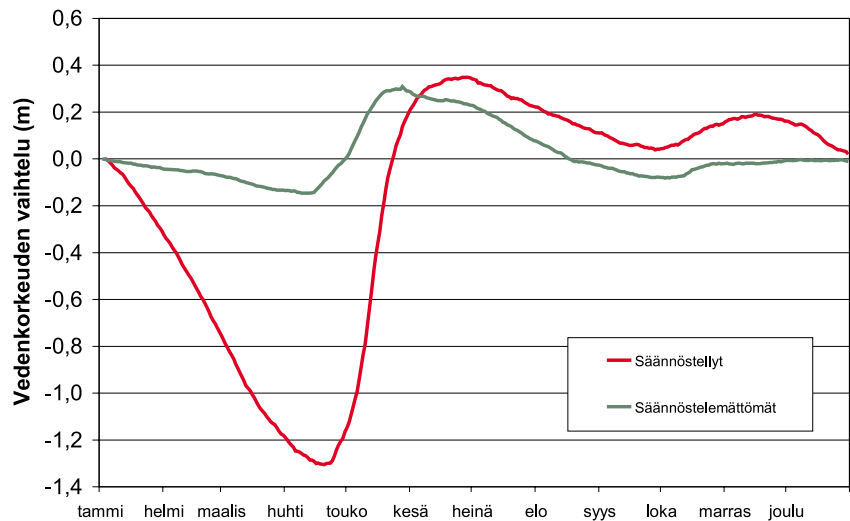
vahuippu. Keskelle kesää ajoittuvaa tulvaa ei tulisi kutsua kevättulvaksi, vaikka etenkin suurissa vesistön keskuserävissä kyseinen ilmiö esiintyykin. Vesistöjen säännöstely on miltei aina edistänyt tulvahuipun siirtymistä kohti keskikesää. Monissa säännöstelyissä vesistöissä vahinkoa aiheuttavat tulvat on saatu kuriin ja tulvahuipulla tarkoitetaan avovesikauden keskiarvon yläpuolella olevaa vedenkorkeutta.

Tulvan ulottuvuus vesistöissä voidaan tunnistaa rannalla sijaitsevan saraikon esiintymisvyöhykkeen perusteella. Sen sijainti ja laajuus määräytyy vedenkorkeuden vaihtelun perusteella. Vesistö tulvii, kun tulvasaraikko on kokonaisuudessaan veden peittämää.

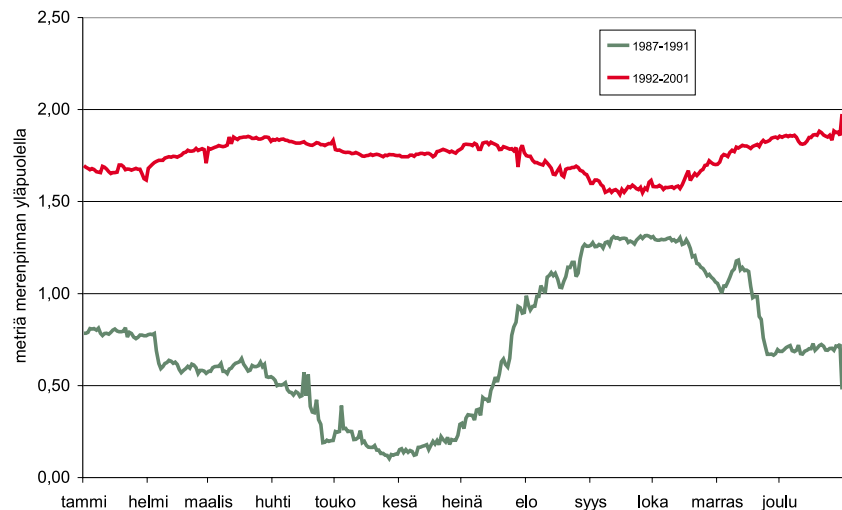
Muilla ilmastoalueilla tulvan määrittely voi olla vaikeaa – tulva voidaan usein käsittää hyödylliseksi asiaksi ja peräti elämisen ehdoksi. Keskiveden määritelmä ei sekään sovi trooppisten alueiden tulvan kuvaamiseksi. Monissa joissa virtaamien nousu minimin yläpuolelle merkitsee samalla tulvakauden alkua.

### Miksi ihminen muuttaa tulvaa?

Ennen aktiivista peltoviljelyn aikaa tulvaa pidettiin Suomessakin hyödyllisenä; kevättulva merkitsi samalla jäänlähtöä ja tulvaniityt toimivat tärkeinä karjan rehun lähteinä. Erityisesti Pohjois-Suomessa tammettiin pieniä lampia, jotta voitiin pitää haitallinen sammalkasvusto loitolla rantaniityiltä. Samalla tietenkin pidätettiin vesiä pidempään yläjuoksulla ja vastaavasti ehkäistiin alajuoksun tulvia. Sivupurojen uitto oli myös pitkälti kevättulvan varassa ja jokivesistöjemme biologialle tuhoisan 1950-luvun aikana myös yläpuolisten vesien säännöstelyä lisättiin. Peltoviljelyn yleistyttyä ja koneellistuttua tulva muuttui haitalliseksi, koska se hidasti maan muokkauksen aloitusta. Vaadittiin selkeitä tulvasuojelutoimenpiteitä sekä rantojen pengerryksen että yläpuolisten säännöstelyjen avulla. Samalla kylläkin pitkälti unohdettiin vesien suojellisuudesta tärkeät ainetaset – aikaisemmin vesistöistä rantaniitytjen kautta poistunut ravinnemäärä jäikin nyt vesien biologisen tuotannon käyttöön.



Kuva 1. Eräiden suurimpien suomalaisten säännöstelyjen (18 järveä) ja luonnontilaisten (18 järveä) järvien vedenpinnan keskimääräinen vaihtelu vuosina 1980–99. Vedenpinnan taso muunnettu nollassa vuoden alussa ja muut arvot laskettu siitä poikkeavina.



Kuva 2. Senegal-joen vedenpinnan vaihtelu suistoalueella. Jakson 1987–1991 aikana yläpuolista Manantalin tekoallasta täytettiin, jakson 1987–2001 aikana pystyttiin altaalla ylläpitämään tasaisia juoksutuksia.

Vesivoimantuotannolle on ilmastomme melko keho; talvella kun sähköä ja vettä tarvitaan eniten, virtaamat ovat luontaisesti pieniä. Kevättulvan aikana useimmissa joissa jouduttaisiin kallisarvoinen energia juoksuttamaan pääosin ohi. Voimatalouden ja samalla tulvasuojelun intressi on lisätä varastotilavuutta ja juoksuttaa vedet silloin kun energiantuotannolle saatava hyöty on mahdollisimman suuri. Säännöstely on toteutettu maassamme pääosin järviä patoamalla. Reilut 300 säännöstelyjärveä Suomessa edustavat vain murtoosaa järviemme määrästä, mutta perä-

ti 40 % järvipinta-alasta on säännösteltyä. Kuvaan 1 on koottu eräiden suurimpien säännöstelyjen ja luonnontilaisten järvien vedenpinnan keskimääräinen vaihtelu. Kevättulvaa on siis voimakkaasti leikattu ja samalla siirretty kohti keskikesää.

Lähempänä päivántasaajaa on yleensä ongelmana vesivarojen niukkuus tai tulvien äärimmäinen voimakkuus ja sitä kautta tulva katsotaan arvokkaasti luonnonvaraksi, joka on joko hyödynnettävä tai säilöttävä tasaisemmin juoksettavaksi. Ennen kuin ihminen pystyi ylläpitämään tulvavesien vuolasta



Kuva 3. Kambodžan Tonle Sap-järven tulvametsää tulvan nousuvaiheessa heinäkuussa 2002 (kuva Seppo Hellsten).

virtaa, joutui eliöstö ja samalla maanviljelys sopeutumaan äkillisesti nousevaan vedenpintaan ja sen väijäämättömään laskeutumiseen. Voidaan suurella todennäköisyydellä todeta, että ihmiskunnan kulttuuri on saanut alkunsa tulva-alueilla, jotka edelleenkin näyttävät olevan maailman huomion ja intressien keskipisteenä. Usein vain yhteen tulvaan perustuva elintarviketuotanto on kuitenkin äärimmäisen herkkä häiriöille, joten muuttavan toiminnan tarkoituksena on pääosin tasata virtaamia riittämään myös vähävetiselle kaudelle. Sähköntarpeen kasvun myötä myös siihen on liitetty vesivoiman tuotantoa. Trooppisessa ilmastossa sähkön kysyntä kulkee kuitenkin usein jopa samaa tahtia vesimäärien kanssa – kostea lämmin ilma lisää esimerkiksi huoneistojen jäähdyttämisen tarvetta. Oheiseen kuvaan 2 on koottu Sahelin alueella Länsi-Afrikassa sijaitsevan Senegal-joen suistoalueen vedenpinnan vaihtelu suhteessa patojen rakentamiseen.

Tulvaa tasataan myös jokien liikennekelppoisuuden lisäämiseksi. Suomessa jokiliikenne on lähinnä rajoittunut tukinuittoon. Monet maailman suuret vesistöjärjestelyt ovat lisänneet merkittävästi liikennekelppoisten jokien määrää. Selkeästi kasvava tarve on myös säilöä tulvavesiä yhdyskuntien raakavedeksi, kyseinen tarve on myös maassamme tiedostettu viimeaikaisen poikkeuksellisen kuivan hydrologisen jakson aikana.

### Tulvan mekanismit kaiken takana – monimuotoisuutta ylläpitävä tulva

Tulvan yleistä hyödyllisyyttä voidaan parhaiten tarkastella sen esiintymisalueen kautta. Tulva esiintyy rantavyöhykkeellä, joka sinällään pitää sisällään erittäin suuren ekologisen monimuotoisuuden. Kyseessä on maa- ja vesiekosysteemin rajapinta, ekotoni, joka tarjoaa selviytymismahdollisuuden eri elinstrategian omaaville eliöille. Pienetkin muutokset rannan olosuhteissa voivat aiheuttaa merkittäviä muutoksia rannan eliöstössä. Tulva siirtää suunnattomia määriä virtauksen mukana kulkeutuvia aineksia, ravinteita ja vesistössä muodostunutta orgaanista ainesta varsinaisen vesifaasin ulkopuolelle hapekkaisiin olosuhteisiin. Ilmiö on tunnettu tulvaviljelykulttuureissa jo pitkään ja tulvan säilyminen onkin niiden elinehto. Esimerkiksi Mekong-joen tulvavesien mukana kulkeutuu vuosittain kivennäisainesta keskimäärin neljänneskilo neliömetriä kohden ja Ganges-joella melkein kaksi kiloa (Wolanski ym. 1996).

Mekong-joen säännöllisen tulvan myötä on syntynyt ainutlaatuinen ekosysteemi, johon on sopeutunut sekä viljelykulttuuri että eliöyhteisöt (Koponen ym. 2002). Erikoisimmat eliöyhteisöt ovat tulvametsät, jotka ovat alun perin peittäneen satoja neliökilometrejä. Ne koostuvat muutamista tulvaa hyvin sie-

tävistä puulajeista (esim. *Barringtonia acutangula* ja *Diospyros cambodiana*) ja suuresta määrästä pensaita (kuva 3). Tulvametsä yläpuolisine pensasvyöhykkeineen muodostaa erittäin merkittävän kutu- ja syönnösalueen kalastolle, jonka vuotuinen tuotanto voi olla jopa 100 kg hehtaarilla. Tulva-alue tuottaa jopa puolet paikallisen väestön proteiinin tarpeesta. Erittäin säännönmukaiset tulvat ovat edesauttaneet myös kelluvaversoisen riisilajikkeen synnysä. Se on sopeutunut nopeasti nousevaan tulvaan ja osaa venyttää versonsa jopa neljän metrin mittaiseksi. Vaikka lajikkeen tuotanto on pieni ja edustaa alle kymmentä prosenttia koko sadosta, sitä voidaan kuitenkin pitää tärkeänä, koska erityisesti vähäsateisina vuosina se toimii varmana ravinnonlähteenä. Normaali riisilajikkeet eivät kestä vedenalaista elämää kuin muutaman vuorokauden, joten epätavalliset hydrologiset olot voivat olla kohtalokkaita.

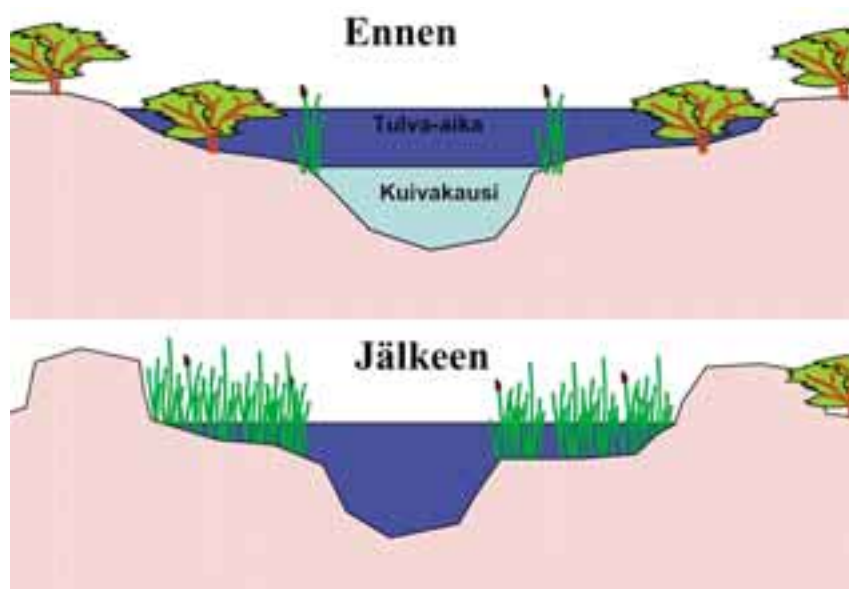
Tulvien elintärkeys korostuu siirryttäessä tropiikin kuivaan ilmastoon. Länsi-Afrikassa Sahelin alueella sijaitsevan Senegal-joen alkuperäinen viljelyskulttuuri on rakentunut pitkälti tulvien varaan. Tulvatasangon viljely on jakautunut jokipenkkojen Falo-maihin, painanteissa oleviin Holladé-alueisiin ja korkeimpiin Fondé-alueisiin. Vuosittaisen tulva-alueen pinta-ala on vaihdellut keskisellä deltalla välillä 104 000–836 000 hehtaaria. Eri maiden viljely riippuu oleellisesti tulvan korkeudesta; tulvan ollessa matala viljellään vain Falo-maita ja Holladé-alueita. Viljelykasvien istuttaminen seuraa tarkkaan laskevaa vedenpintaa ja tulvan nousu uudelleen voi tuhota koko sadon. Viljelykauden mentyä ohitse karja saapuu laiduntamaan samoja sadonkorjuun jälkeisiä peltoalueita.

Kastelun lisääntyminen Senegal-joen alueella yläjuoksun Manantalin-tekoaltaan myötä on aiheuttanut monenlaisia muutoksia; riisinviljelyalueet ovat katkaisseet perinteiset karjan reitit ja lisänneet konflikteja, seisovan veden alueet ovat lisääntyneet ja yleistäneet samalla malariaa ja muiden vesiperäisiä sairauksia (Varis & Lahtela 2002). Tulvien loppuminen on muuttanut etenkin suistoalueen tilannetta merkittävästi; kuivat alueet ovat suoлаantumisen ta-

kia muuttuneet aavikoiksi, kun taas pysyvästi veden peittämät alueet ovat läpituokemattomien osmankäämik kasvustojen peitossa. Luontaisten tulvien aikana alue oli oivaa kalastusalueutta vuosittaisen kalantuotannon ollessa noin 60 kg/ha. Lähelle jokisuuta rakennettu Diaman pato on katkaissut kalan nousun mereltä, mutta makeanveden kalat ovat edelleen merkittäviä tarjoten työtä 10 000 kalastajalle ja ravintoa yli puolelle miljoonalle ihmiselle. Kuvassa 4 on esitetty kaavamaisesti tilanteen muuttuminen Senegal-joen alueella.

Alkuperäinen lyhyehkö sateen aika ja nopea vedenpinnan lasku pystyivät pitämään liian kasvillisuuden kurissa sekä kuivumisen että maaperän suo-laantumisen kautta. Tosin on huomattava, että voimakkaat vaihtelut kuuluvat Sahelin ilmaston luonteeseen ja myös luontaisesti on esiintynyt suurten virtaamien ajanjaksoja, jolloin esimerkiksi varsinaisesta jokiuomasta etelään sijoittuva Lac de Guiersin järvi on ollut laaja ja osin kasvillisuuden peitossa. Tällä hetkellä sekä jokiallas että järven eteläosa ovat kasvamassa umpeen ja ainoastaan voimakkaimman aaltoeroosion alueet ja virtaava osa jokiuomasta tulevat pysymään avoimina. Tulvan poistolla on siis ollut erittäin merkittävät vaikutukset koko alueen ekosysteemiin muuttamalla lajistoa ja sen runsaus-suhteita. Toisaalta biomassan tuotanto on sekä luonnonkasvien että viljelykasvien osalta voimakkaasti lisääntynyt.

Myös pohjoisissa vesistöissä tulvan merkitys vesistön monimuotoisuuden ylläpitäjänä on suuri. Luonnontilaisten jokivarsien kasvipeite on huomattavasti monimuotoisempi kuin vesistöjen, joiden tulvia on jokirakentamisen avulla leikattu. Pohjois-Ruotsin luonnontilaisessa Vindeln-joessa tulvavyöhykkeellä oli 45 hyvin yleistä lajia, kun taas rinnakkaisella padotulla Uumajanjoella hyvin yleisiä lajeja oli vain yksitoista (Nilsson ym. 1991). Sama tilanne on havaittavissa esimerkiksi padotulla Oulujoen, missä suurimmat lajimäärät havaittiin alueilla, joilla vedenkorkeuden vaihtelu on ollut rajuinta. Lajien lukumäärä pysyy kuitenkin yleensä ennallaan. Tulva kuljettaa myös eri lajien sie-



Kuva 4. Kaavakuva Senegal-joen suistoalueen ekosysteemistä ennen ja jälkeen patojen rakentamisen (kuva Anne Tarvainen).

meniä ja muita lisääntymiselimiä laajoille alueille.

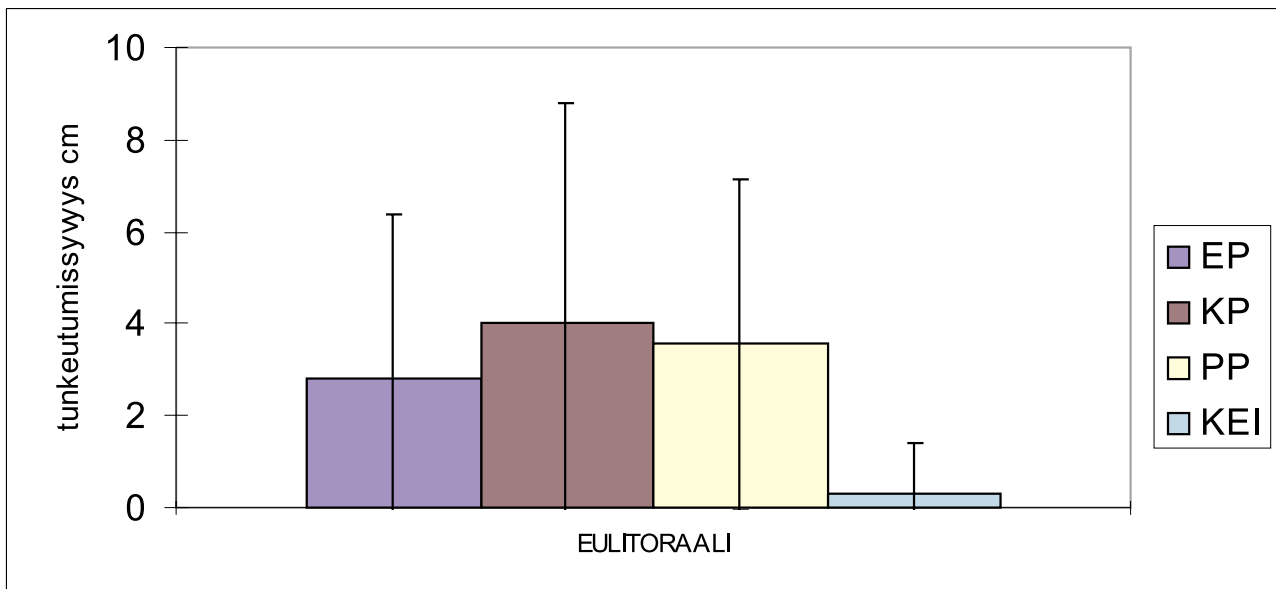
Lievempänä vastaava ilmiö on havaittavissa myös suomalaisissa järvivesistöissä. Kevättulva on poistettu monissa vesistöissä sekä tulvasuojelun että vesivoiman tuotannon takia. Monet vesistöjärjestelyt tehtiin 1950-1960-luvuilla, jolloin myös vesistöön tuleva kuormitus oli suurimmillaan. Seuraavina vuosikymmeninä havaittiin monissa vesistöissä käyttäjälle harmillista kasvillisuuden lisääntymistä, josta syytettiin kuormitusta. Jotkut luonnontarkkailijat epäilivät syyksi jo silloin kevättulvan puuttumista (Suominen 1987), mutta vasta laajassa Päijänteen säännöstelyn kehittämisselvityksessä aiheeseen kiinnitettiin enemmän huomiota (Hellsten 2000). Alustavasti mekanismiksi arveltiin, että luonnontilaisessa järvestä tulva siirtää edellisvuotisen kuolleeseen kasviaineksen kasvualueelta rantametsikköön, jossa se hapekkaissa olosuhteissa vedenpinnan laskeessa hajoaa melko nopeasti. Sen sijaan säännöstelyissä järvestä tulvan myöhästyminen ja madaltuminen jättää kasvinjätteet makaamaan vähähappisiin olosuhteisiin kasvupaikalle, jolloin se toimii ravinnerikkaana alustana uudelle kasvillisuudelle. Orgaanista ainesta kerrostuuikin Päijänteen rantavyöhykkeelle selvästi enemmän kuin luonnontilaisella Keiteleellä (kuva 5).

Toisaalta erityisesti järviuoko kovan kilpailukykyyn omaavana lajina pystyy hyötymään alkukesän matalista vedenkorkeuksista ja saavuttaa ylivalan helposti. Järviuokokasvustot muodostavat monimuotoisuuden kannalta autioita alueita, vaikka biomassan tuotanto on erittäin suuri. Päijänteellä tehdyissä mittauksissa on havaittu esimerkiksi kevätkutuisen hauen poikas-tuotannon olevan huomattavasti pienemmän kuin vertailujärvenä käytetyissä Keiteleessä ja Konnevedessä (Korhonen 1999). Suurimpana syynä on kutusaraikkojen korvautuminen ruokokasvustoilla, jotka ovat huonompi kehitysalusta. Toisena syynä on yksinkertaisesti tulvan nousun myöhästyminen, jolloin sopivat kutualustat ovat vielä tavoittamattomissa.

### Tulisiko tulvia palauttaa?

Tulisiko sitten tulvia palauttaa niiden hyötyvaikutusten takia? Onko paluuta luonnontilaiseen tulvaan asutuksen jo vallattua parhaimmat ranta-alueet tai kasteltujen alueiden yleistyessä? Senegalissa luonnontilaista tulvaa ylläpidetään täysimuotoisena Djoudjin luonnonpuiston alueella, joka on padoin eristetty pääaltaasta ja johon vesi laskeaan sulkuporttien kautta (Fall ym. 2003). Kuivan kauden aikainen voimakas haihdunta aikaansaa puiston kui-





Kuva 5. Tulvavyöhykkeen maaperän pehmeyttä ja orgaanisen aineksen määrää kuvaava penetrometrin terävimmän piikin keskimääräinen tunkeutumissyvyys keskijajontoineen Päijänteen eri osa-alueilla (EP = Etelä-Päijänne, KP = Keski-Päijänne, PP = Pohjois-Päijänne) ja Keiteleellä (KEI) vuosina 1996-1997 (Hellsten 2000).

vumisen, joten aikaisempi rytmi säilyi ennallaan ja näin vältyttiin uomien liialliselta kasvittumiselta. Senegal-joen pohjoispuolella Mauritaniassa on myös aloitettu tulvituskoekielut ja on pystytty palauttamaan osa alkuperäisistä, paikalliselle väestölle tärkeistä kasvilajeista. Senegal-joen keskijuoksun viljelytulvaa on myös edistetty laskemalla Manantalin-tekoaltaasta ns. keinotekoinen tulva. Huolimatta pitkäaikaisista hydrologisista havaintosarjoista juoksutuksen ajoituksessa on usein epäonnistuttu ja viljelykauden aikana nousut tulva on voinut tuhota koko sadon.

Suomessa on järviolueiden tulvien palautukseen kiinnitetty huomiota lukuisten säännöstelyn kehittämisselvitysten yhteydessä. Onkiveden säännöstelyn ohjeistoa uusittaessa tarjottiin haukikannalle paremmat lisääntymisolosuhteet antamalla tulvan nousta aikaisemmin. Myös Päijänteen säännöstelysuosituksissa esitettiin kevään vedenkorkeuksien nostamista mm. ruovikoiden runsastumisen hillitsemiseksi ja hauen lisääntymisolosuhteiden parantamiseksi (Marttunen & Järvinen 1999). Käytännössä mahdollisuudet kevättulvien palauttamiseen ovat kuitenkin hyvin rajalliset, koska ranta-asutus ja ranta-alueiden maankäyttö ovat ehittäneet sopeutua vallitseviin tulvattomiin vedenkorkeuksiin. Tämä on tullut esil-

le monissa säännöstelyjen kehittämisselvityksissä.

Tulvien hyödyt on viimein siis huomattu eikä tulvista enää pyritä pääsemään eroon. EY:n Vesipolitiikan puitteiden edellyttää vähintään hyvän ekologisen tilan saavuttamista vuoteen 2015 mennessä. Myöskään säännöstelyt joki- ja järvivesistöt eivät säästy ympäristötavoitteilta, vaikkakin niissä voidaan soveltaa lievempää hyvän ekologisen potentiaalintavoitetta. Kevättulvien osittaista palauttamista ja niistä aiheutuvia ympäristövaikutuksia pohditaan todennäköisesti lukuisissa vesistöissä niin Suomessa kuin muissakin Euroopan maissa lähivuosina.

### Kirjallisuus

- Fall, O., Hori, N., Kan, H. & M. Diop. 2003. Toward an Integrated Management Plan of the Djoudj Park Water Resources: Senegal River Mouth. *Environmental Management* 31 (1): 14–28. ISSN 0364-152X.
- Hellsten, S. (toim.) 2000. Päijänteen säännöstelyn kehittäminen: Rantavyöhykkeen tila ja siihen vaikuttavat tekijät. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 394. 167 s. ISBN 952-11-0673-5, ISSN 1238-7312.
- Maastik, A., Heinonen, P., Hyvärinen, V., Kajander, J. Karttunen, K., Ots, H. & Seuna, P. (toim.) 2000. *EnDic2000 ympäristösanakirja - EnDic2000 Environmental dictionary*. Helsinki, Finnish Environ-

ment Institute. 702 s. ISBN 952-11-0812-6.

Nilsson, C., Ekblad, A., Gardfjell, M. & Carlberg, B. 1991. Long term effects of river regulation on river margin vegetation. *Journal of Applied Ecology* 28: 963–987.

Koponen, J., Sarkkula, J. & Virtanen, M. 2002. Tonle Sap -järven alueen kehitys: Kambodza herää henkiin. *Vesitalous* 42(1):12–15. ISSN 0505-3838.

Korhonen, P. 1999. Päijänteen ja Konnivesi-Ruotsalaisen säännöstelyjen kehittäminen. Osa 1: Päijänteen säännöstelyn vaikutukset haukikantaan. Osa 2: Konnivesi-Ruotsalaisen säännöstelyn vaikutukset kalakantoihin ja kalastukseen. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 321. 107 s. ISBN 952-11-0512-7, ISSN 1238-7312.

Marttunen, M. & Järvinen, E. A. 1999. Päijänteen säännöstelyn kehittäminen: Yhteenveto ja suositukset. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 357. 168 s. ISBN 952-11-0602-6, ISSN 1238-7312.

Suominen, J. 1987. Kevättulva – tutkimatta huttu: puheenvuoro. *Suomen Luonto* 46(4):10–11. ISSN 0356-0678.

Varis, O. & Lahtela, V. 2002. Integrated water resources management along the Senegal River? Introducing an analytical framework. *International Journal of Water Resources Development* 18: 501–521. ISSN 0790-0627.

Wolanski, E., Nyuygen, N.H. & Le Trong Dao. 1996. Fine Sediments Dynamics in the Mekong River Estuary, Vietnam. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 43(5): 472–482. ISSN 0272-7714.

# TULVIEN TORJUNTAA LUONNON OMILLA MENETELMILLÄ

**Viime aikoina Keski-Euroopassa esiintyneet massiiviset tulvat ovat saaneet EU:n päättäjät vihdoin vakuuttuneiksi siitä, että virtavesille pitää antaa enemmän luonnollista tilaa kaikkine seurauksineen (Nienhuis ja Leuwen 2002). Taloudelliset menetykset, jotka seuraavat siitä, että maanviljelyskelpoinen tai asutettu maa-alue hylätään jokien palauttamiseksi lähemmäs luonnontilaansa, on nykyään hyväksyttävä.**



## ■ Terhi Helmiö

dipl.ins.

Teknillinen korkeakoulu

vesitalouden ja vesirakennuksen laboratorio

E-mail: [terhi.helmio@hut.fi](mailto:terhi.helmio@hut.fi)

Kirjoittaja toimii TKK:ssa luonnonmukaisen vesirakennuksen tutkijana ja vesirakennuksen tuntiopettajana.

**Tulvat** ovat jokien luontaista käytäytymistä. Tulvat ovat yleensä lyhytaikaisia tapahtumia, jotka voivat esiintyä ennalta arvaamattomina ajankohtina. Ne voivat aiheutua esimerkiksi suurten myrskyjen ja sateiden, lumen sulamisen, jääpatojen muodostumisen tai maanvyörymien seurauksena. Tällöin alueelle tuleva vesimäärä on suurempi kuin mitä alue pystyy varastoitmaan, tai mitä joki pystyy kuljettamaan uomassaan.

Virtavesien lähialueita on voimakkaasti hyödynnetty viime vuosisadalla. Jokia ympäröiviä entisiä tulvanpidätysalueita on kuivattu ja erotettu joista erilaisiin asutuksen ja maanviljelyn tarpeisiin. Ensisijaisena tavoitteena on ollut tulvaveden siirtäminen mahdollisimman nopeasti alavirtaan ja aina mereen asti. Nämä toimenpiteet ovat pie-

nentäneet luontaista uomien tulvanpidättämiskykyä, kasvattaneet tulvahuippuja ja vähentäneet tulvien kestoaikaa. Alajuoksujen tulvahuippuja on paikoin suurentanut entisestään erillisten jokihaarojen suurten tulvahuippujen ajoittuminen samanaikaisesti jokien yhtymiskohtiin.

Japanilaisen Fukuokan (2002) mukaan tulvat luontaisesti muovaavat jokiuoman viipymäalueineen riittävän suureksi. Uomageometrian määrää suurelta osin uomaa muovaava virtaama (engl. channel forming discharge; Knighton 1984) tai uomantäysi (engl. bankfull) virtaama, jollainen esiintyy joessa keskimäärin vuosittain tai joka toinen vuosi. Virtaama on sen suuruinen, että se pystyy keskipitkällä aikavälillä kuljettamaan pois veden mukanaan tuoman sedimentin (Knighton 1984).

Uoman muoto riippuu merkittävästi myös alueen geomorfologiasta.

### **Luonnonmukainen tulvasuojelu osana luonnonmukaista vesirakennusta**

Viime vuosikymmeninä Keski-Euroopasta alkaneessa luonnonmukaisessa vesirakennuksessa pyritään muuttamaan perattuja ja suoristettuja uomia luonnonmukaisemmiksi ja parhaassa tapauksessa jopa palauttamaan mahdollisimman lähelle luontaista tilaansa. Vuonna 2000 voimaantulleen EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin (<http://www.vyh.fi/palvelut/julkaisu/elektro/vesipuit/vesipui.htm>) mukaan ”jäsenvaltioiden on suojeltava, parannettava ja ennallistettava kaikkia pintavesimuodostumia ..., tavoitteena saavuttaa viimeistään 15 vuoden kuluessa ... pintaveden hyvä tila” ja ”pintavesien osalta ohjelmiin on kuuluttava ekologinen ja kemiallinen tila ja ekologinen potentiaali” (EU 2000). Pikkuhiljaa myös Yhdysvalloissa virtavesien kunnostusta on lähdetty kehittämään luonnonmukaisempaan suuntaan, etenkin Rosgenin (1994) luonnonuomien morfologisen luokittelun pohjalta.

Vuosina 1993 ja 1995 Rein ja Meuse tulvivat uomansa ulkopuolelle aiheuttaen mittavia vahinkoja. Tämän seurauksena vuonna 1997 alkanut kansainvälinen INTERREG Rhine-Meuse Activities -ohjelma (IRMA) (<http://www.irma-programme.org/>) on yksi suurimpia Euroopassa toteutettuja tulvasuojeluhankkeita (kokonaisrahoitus 419 miljoonaa euroa, josta EU:n myöntämä rahoitus 141 miljoonaa euroa). IRMA:n yhteydessä palautettiin tulva-alueita Reinille ja Meuselle 215 km<sup>2</sup> ja niiden sivujokiin 153 km<sup>2</sup>, ja maankäyttöä muutettiin tulvavahinkojen pienentämiseksi 708 km<sup>2</sup> alueella.

Luonnonmukaisen vesirakennuksen hankkeiden tavoitteina voi olla pohjaveden pinnan nostaminen, vesistön dynamiikan, luonnon ja eliöstön monimuotoisuuden säilyttäminen, luonnollinen tulvasuojelu, vesieläinten kulun turvaaminen sekä virkistysarvojen säilyttäminen. Hankkeet ovat usein myös monitavoitteisia. Esimerkiksi luonnonsuojelua ja tulvasuojelutavoitteita ei pidetä enää

suoranaisesti ristiriitaisina kuten aikaisemmin. Hankkeita toteutetaan sekä pienissä puroissa että suurissa joissa, sekä kaupunkialueilla että maaseudulla.

Luonnonmukaisessa tulvasuojelussa pyritään tulvavesien pitämiseen valuma-alueen tulva-alueilla, jotka sijaitsevat jokivarsilla sekä muissa valuma-alueen osissa ylä- ja alajuoksulla. Tulvasuojelu edellyttääkin koko valuma-alueen tarkastelua kerralla, eikä voida keskittyä yksinomaan paikalliseen tulvasuojeluun (Fukuoka 2002). Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että tulvahuippujen korkeutta vähennetään lisäämällä alueita, joihin veden annetaan levitä. Samalla ihmisten asenteita tulvia kohtaan pyritään muokkaamaan positiivisemmiksi osoittamalla, että luontaisesta tulvimisesta uoman tulva-alueilla ei aiheudu välttämättä haittoja ihmisten elintilassa, jos joelle annetaan oma elintilansa. Tulvavesien pidättämisestä valuma-alueilla Suomessa on kirjoittanut mm. Rantakokko (2002).

### **Tulvasuojelun hydraulikkaa**

Uomasoilla luonnonmukaisen tulvasuojelun keskeiset tavoitteet ovat tulvahuippujen pieneminen ja viipymän lisääminen. Tulvahuippujen pienentäminen tapahtuu yksinkertaisimmin lisäämällä uoman virtauskapasiteettia. Viipymää saadaan lisättyä lisäämällä uoman virtauskapasiteettia ja virtausvastusta. Tällöin tulva-alueet pidättävät osan tulvasta, jolloin tulvahuiput pienenevät ja tulvien kesto-aika lisääntyy. Tulvasuojeluun tähtäävissä jokien kunnostushankkeissa tulee etsiä tasapaino geomorfologisten prosessien, tulvasuojelun ja luonnonsuojelun välillä. Uoman tulisi olla stabiili, eli sedimentin kulkeutuminen ja eroosio tulisi saattaa sellaiseen tasapainoon, että jatkuvia ruoppaus- tai perkaustoimenpiteitä ei tarvita. Tämä auttaa säilyttämään uoman virtauskapasiteetin tulvasuojelua varten.

Yleisesti käytettyjä menetelmiä, joilla voidaan lisätä joen virtauskapasiteettia ovat mm. rantojen pengerrys, jokuoman perkaaminen kasvillisuutta ja puuainesta poistamalla, uoman kaivaminen suuremmaksi, ja uoman luon-

taisten mutkien suoristaminen (Brookes 1996). Ne voivat kuitenkin tehdä uomasta yksipuolisen habitaattien kustannuksella, minkä vuoksi niitä pitäisi mahdollisuuksien mukaan käyttää vain paikallisesti.

Rantojen pengertämisellä on mahdollista lisätä ylivirtaaman aikaista uoman kapasiteettia. Penkereiden rajamaa tilaa ei yleensä ole kuitenkaan mitoitettu suurtulville, joita esiintyy esimerkiksi kerran sadassa vuodessa. Ne saattavat antaa turvallisuudentunteen, mikä lisää rakentamista penkereen takana entisestään. Tällöin suurtulva saa aikaan suurvahingot. Toinen ongelma on, että kun vesi virtaa penkereiden taakse tulvan aikana, se ei pääse tulvan laskiessa myöskään takaisin uomaan. Jos penkereitä on pakko rakentaa, ne tulisivat sijoittaa mahdollisimman kauas tulvasanteelle alivedenaikaisesta uomasta, jotta uoma saa vapaasti hakea paikkansa tulvasanteella. Tulvasanteita voidaan mahdollisesti hyödyntää mm. virkistyskäyttöön tai maanviljelyyn tilanteesta riippuen. Tiheästi asutussa Japanissa tulvapenkereitä on monin paikoin rakennettu useille eri tasoille, ja tulvasanteilla on kävelyreitit, pelikenttiä ja muita mm. virkistys- ja liikuntakäyttöön tarkoitettuja alueita.

Tulvasanteita alentamalla ja laajentamalla saadaan lisättyä uoman virtauskapasiteettia, ja kasvillisuuden, mutkaisuuden ja muiden virtausta hidastavien tekijöiden lisäämisellä saadaan vähennettyä tulva-aallon etenemisnopeutta. Vaikutukset eivät ole kuitenkaan näin yksiselitteisiä. Tulvasanteiden alentaminen pienentää tulvahuippuja, mutta lisää samalla tulvimistiheyttä (Nienhuis & Leuwen 2002), jolloin tulvasanteiden käyttö esimerkiksi virkistykseen tai maanviljelyyn voi estyä. Tulvasanteiden kasvillisuus hidastaa tulva-aallon etenemistä, mutta pienentää virtauskapasiteettia ja siten nostaa vedenkorkeuksia, mikä voi vaatia jokea ympäröivien pengerrysten korottamista.

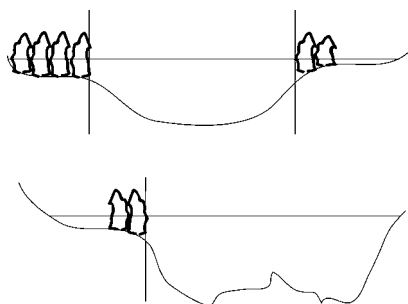
Uoman poikkileikkauksen suurentaminen sekä kasvillisuuden ja puuaineksen poistaminen vähentävät yleensä uoman virtausvastusta. Esimerkiksi Shieldsin ja Gippelin (1993) maasto-



tutkimusten mukaan 20–50 m leveillä joilla virtausvastus laskee puuaineksen poiston seurauksena uomantäydellä virtaamalla n. 20–30%. Myös sekä ruohovartinen että puuvartinen kasvillisuus voivat pienentää virtausalaa, hidastaa virtausnopeutta, ja siten lisätä virtausvastusta jopa useita kymmeniä prosentteja riippuen kasvillisuuden tiheydestä, korkeudesta ja sijainnista uomassa. Uomalinjauksen suoristaminen taas lisää kaltevuutta. Sekä perkaus että uoman suoristaminen lisäävät tulva-aallon etenemisnopeutta. Downs ja Thorne (2000) mukaan englantilaisissa alamaiden joissa kasvillisuuden ja puuaineksen perkaaminen, pohjan ruoppaaminen ja poikkileikkamuodon yksinkertaistaminen ovat aiheuttaneet tyypillisesti kalakannan heikentymisen sekä luonnon monimuotoisuuden vähenemisen sekä uomassa että rantavyöhykkeillä.

### Monitasoiset uomat

Alavilla alueilla monitasoisen uoman (engl. compound channel, multi-stage channel) rakentaminen on usein edullinen ja tehokas ratkaisu luonnonmukaisessa tulvasuojelussa. Monitasoisille uomille on tyypillistä, että tietyissä uomapoikkileikkauksissa taitekohdissa suuri virtaaman lisääntyminen aiheuttaa hyvin pienen vesisyvyyden lisääntymisen, kun taas uoman vesipinnan leveys kasvaa huomattavasti (kuva 1).



Kuva 1. Esimerkkejä monitasoisista uomista.

Uoman tasolta toiselle siirtyminen näkyy siis hydrografissa taitekohtina. Kaksitasouoma on tyypillisesti uoma, jonka toisella tai molemmilla puolilla on tulvatasanteet. Monitasoisella uomalla saadaan aikaan tehokas tulvasuojelu tinkimättä aliveden aikaisista ekologisista,



Kuva 2. Kunnostettua kaksitasouomaa Idle-joessa Englannissa. (kuva Juha Järvelä)

hydraulisista ja geomorfologisista erityispiirteistä (Darby & Thorne 1996). Englannissa onkin nykyään melko tyypillistä rakentaa kaksitasouomia tulvasuojelua varten. Yhtenä esimerkkinä voidaan mainita mm. Idle-joki Nottinghamin lähistöllä (kuva 2). Sveitsissä on samankaltaisia hankkeita, esimerkiksi Thur-jokea on laajennettu keskivedenpinnan yläpuolelta. Samaa on kokeiltu Pöntänenjoella Suomessa. Keskivedenpinnan alapuolella uoma voi olla hyvin pieni, mutta koko uoma pystyy kuljettamaan myös tulvan aikaisen vesimäärän. Alavilla koheesiomailla eroosio ja sedimentin kulkeutuminen pysyvät yleensä kohtuuden rajoissa.

Monitasoisten uomien virtauskapasiteetista on aiemmin ollut suhteellisen vähän tietoa, koska virtaaman mittaus niissä on kovin hankalaa tulvien aikana (Nicholas 2002). Kun vesi nousee pääuomasta ympäröivälle tulvatasanteelle, syntyy voimakkaita poikkitaivirtauksia. Tulvatasanteella virtausnopeus on yleensä huomattavasti alhaisempi kuin pääuomassa, mikä aiheuttaa pääuoman ja tulvatasanteen välille voimakasta liikemäärän siirtymistä. Tämä voi pienentää huomattavasti uoman vedenjohtokykyä, kun se hidastaa virtausta ja lisää vesisyvyyttä. Lisäksi mitä suurempi virtausvastus tulvatasanteella on, sitä pienempi on koko uoman vedenjohtokyky. Suuri virtausvastus aiheutuu useimmiten tiheästä puustosta

ja pensaikosta.

Vuoristoalueilla tulvaongelmat voivat olla hyvin erilaisia alavien alueiden virtavesiin verrattuna. Uoman kaltevuudet ovat usein suuria ja tulvat ovat flash flood -tyyppisiä, eli hyvin nopeasti huomattavan korkealle nousevia ja yhtä nopeasti laskevia. Tulvat ovat yleensä lyhytaikaisia, mutta jäljet voivat olla pahoja, koska tällainen tulvavirtaus kuljettaa mukanaan usein huomattavia määriä sedimenttiä. Esimerkiksi Yhdysvalloissa ja Japanissa on alueita, joissa virtauksen mukana kulkeutuu mitä tahansa hienoaaineksesta kivenmurikoihin ja jopa lohkareisiin (kuvat 3 ja 4).

Viime aikoina suosittuja tutkimusaiheita niin Keski-Euroopassa kuin Suomessakin ovat olleet kasvillisuuden aiheuttaman virtausvastuksen mittaaminen ja mallintaminen sekä pääuoman ja tulvatasanteen välisen liikemäärän siirtymisen aiheuttaman virtausvastuksen mallintaminen. Teknillisen korkeakoulun keskeisimpiä tutkimushankkeita mallinnuksessa on Rein-joen yläjuoksu Keski-Euroopassa (esim. Helmiö 2002). Suomessa virtausvastuksia on tutkittu maastossa Nuuskion Myllypurolla, Tuusulanjoella ja Pöntänenjoella (<http://www.water.hut.fi/wr/research/luomu/maasto.html>). Lisäksi kasvillisuuden virtausvastusta on tutkittu TKK:n vesitalouden ja vesirakennuksen laboratorion virtauskourussa (esim. Järvelä 2002).



Kuva 3. Pienet joet saattavat tarvita suuriakin rakenteita kiviaineksen pysäyttämiseksi. Uudenmaan ympäristökeskuksen Kari Rantakokko seisoo v-suisteella Batavia Kill -joessa, New Yorkin osavaltiossa. (kuva Terhi Helmiö)



Kuva 4. Joessa, jossa tulvat ovat flash flood -tyyppiä, tarvitaan mittavia eroosiosuojauksia. Kunnostuksen kohteena Lemon Creek -puro Staten Islandilla, New York Cityssä. (kuva Terhi Helmiö)

## Johtopäätökset

Luonnonmukaisen tulvasuojelun onnistuminen joessa edellyttää riittäviä tulva-alueita koko valuma-alueelle. Uomatasolla tulisi löytää tasapaino geomorfologisten prosessien, tulvasuojelun ja luonnonsuojelun välille. Tehtävä on vaikea, mutta mahdollinen kuten monet kansainväliset esimerkit osoittavat. Luonnonmukaisen tulvasuojelun ratkaisut tuleekin mieltää aina tapauskoh-

taisesti. Tulvatasanteiden virtausprosesseja opitaan koko ajan tuntemaan paremmin ja uusia tulvauomien mitoitusmenetelmiä kehitetään jatkuvasti.

## Kiitokset

Tutkimus on tehty aluksi osana Suomen Akatemian projektia 44395 ja sittemmin osana Maa- ja vesitekniikan tuki ry:n rahoittamaa projektia Luonnonmukaisten avouomien hydrauliiikka. Kiitos Ari Jol-

malle hyödyllisistä kommentteista artikkelin suhteen.

## Kirjallisuus

- Brookes, A.** 1996. Floodplain Restoration and Rehabilitation. In: Anderson, M.G., Walling, D.E., Bates, P.D. (eds.). Floodplain processes. John Wiley & Sons Ltd. ss. 553–576. ISBN 0-471-96679-7.
- Darby, S. & Thorne, C.** 1996. Predicting Stage-Discharge Curves in Channels with Bank Vegetation. *Journal of Hydraulic Engineering*, Vol. 122, No. 10., ss. 583–586. ISSN 0733-9429.
- Downs, P.W., Thorne, C.R.** 2000. Rehabilitation of a lowland river: Reconciling flood defence with habitat diversity and geomorphological sustainability. *Journal of Environmental Management*, Vol. 58, ss. 249–268. ISSN 0301-4797/02.
- EU** 2000. Euroopan Parlamentin ja Neuvoston direktiivi 2000/60/EY, annettu 23 lokakuuta 2000, yhteisön vesipolitiikan puitteista. Euroopan yhteisöjen virallinen lehti L 327/1.
- Fukuoka, S.** 2002. River management for hydraulic harmony between flood control and environmental considerations. In: Bousmar, D., Zech, Y. (eds.) *River Flow 2002*, ss. 45–54. ISBN 90 5809 509 6.
- Helmiö, T.** 2002. Unsteady 1D flow model of compound channel with vegetated floodplains. *Journal of Hydrology*. Vol. 269, No. 1–2, ss. 89–99. ISSN 0022-1694/03.
- Järvelä, J.** 2002. Flow resistance of flexible and stiff vegetation: a flume study with natural plants. *Journal of Hydrology*. Vol. 269, No. 1–2, ss. 44–54. ISSN 0022-1694/03.
- Knighton, D.** 1984. Fluvial forms and processes. John Wiley, London. 218 s. ISBN 0 7131 6405 0.
- Nicholas, A.P.** 2002. Modelling flood hydraulics in topographically-complex lowland floodplain environments. In: Bousmar, D., Zech, Y. (eds.) *River Flow 2002*, ss. 253–261. ISBN 90 5809 509 6.
- Nienhuis, P.H., Leuwen, R.S.E.W.** 2002. River restoration and flood protection: controversy or synergism? *Hydrobiologia*, Vol. 444, ss. 85–99. ISSN 0018-8158.
- Rantakokko, K.** (toim.). 2002. Tulvavesien tilapäisen pidättäminen valuma-alueella Kartoitus mahdollisuuksista Suomen oloissa. Suomen ympäristö 563, 83 s. ISBN 952-11-1171-2 (PDF).
- Rosgen, D.L.** 1994. A classification of natural rivers. *Catena*, Vol. 22, ss. 169–199. Elsevier Science. ISSN 0341-8162/94.
- Shields, F.D., and Gippel, C.J.** 1995. Prediction of effects of woody debris removal on flow resistance, *Journal of Hydraulic Engineering*, Vol. 121 (4), ss. 341–354. ISSN 0733-9429/95.



# KASVAVATKO TULVAT?

**Onko tulvia enemmän kuin ennen? Yksinkertainen kysymys mutta vastaus on valitettavasti kysymystä paljon monimutkaisempi. Asiaa kannattaa ehkä lähestyä takaperin – tulvien aiheuttamista vahingoista käsin, koska ne ovat kiistatta lisääntyneet rajusti.**



## ■ Olli Varis

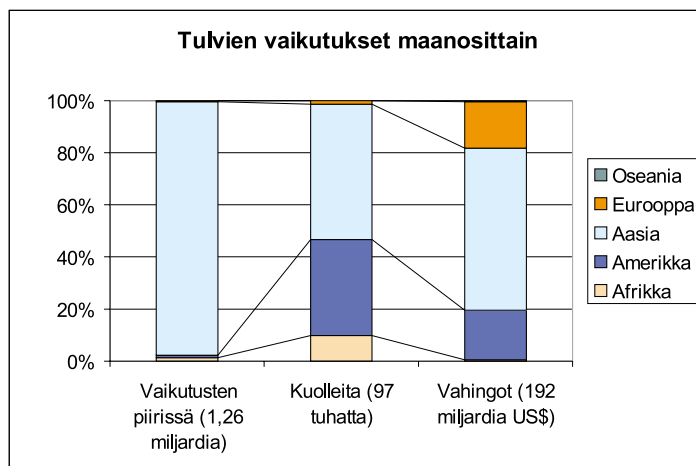
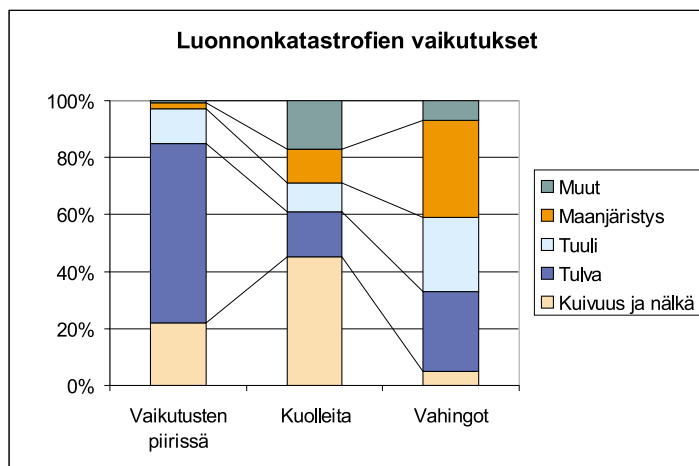
akatemiaturkija, dosentti  
Teknillinen korkeakoulu  
vesitalouden ja vesirakennuksen laboratorio  
E-mail: [olli.varis@hut.fi](mailto:olli.varis@hut.fi)

**Mediassa on** viime aikoina ollut paljon uutisia suurtulvista. Ne ovat aiheuttaneet katastrofeja Ruotsissa, Saksassa, Tsekissä, Bangladeshissä, Kiinassa, Mosambikissa ja muuallakin. Onko tulvia enemmän kuin ennen? Tulvavahingot ovat kasvaneet nopeasti, mutta tulvien kasvua tärkeämpi tekijä on se, että jokien varsille ja suistoihin pakautuu entistä enemmän väkeä nopeasti kaupungistuvilla alueilla Aasiassa ja Afrikassa. Joillain alueilla tulvat ovat kasvaneet, toisilla vähentyneet, mutta suuressa osassa maapalloa pysyneet luonnollisen vaihtelun rajoissa.

Virtaamamuutoksia aiheuttaneista tekijöistä valuma-alueella tapahtuvien muutosten merkitystä ei ymmärretä riittävästi ja ne jäävät liian usein ilmasto-seikkojen varjoon.

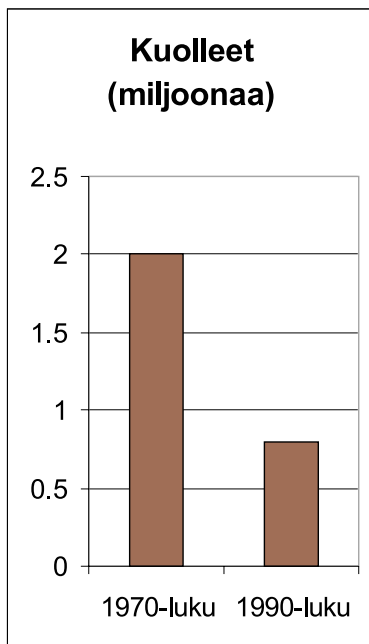
Punaisen ristin (2002) mukaan 1970-luvun aikana 700 miljoonaa ihmistä kärsi luonnonkatastrofeista. 1990-luvulla määrä oli noussut lähelle kahta miljardia, ja kasvu jatkuu yhtä nopeana. Tulvien osuus on huomattava – lähes kaksi kolmannesta (kuvat 1 ja 2). Tulvien aiheuttamat omaisuusvahingot ovat kasvaneet nopeasti.

Vaikka yhä useampi ihminen altistuu

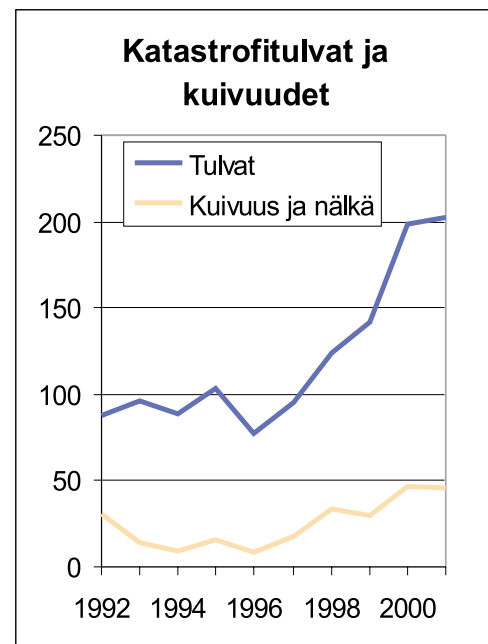
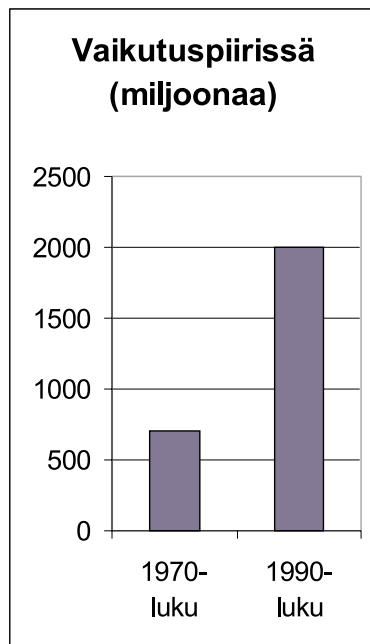


Kuva 1. Tulvat, kuivuudet ja muut luonnonkatastrofit maailmassa jaksolla 1992–2001 (Punainen Risti 2002).





Kuva 2. Tulville altistuu yhä useampi ihminen mutta silti tulvien aiheuttama kuolleisuus on romahtanut (Punainen Risti 2002).



Kuva 3. Punaiselle Ristille raportoitujen katastrofitulvien ja -kuivuuskausien lukumäärät ovat olleet kasvussa viimeisten kymmenen vuoden aikana (Punainen Risti 2002).

katastrofeille, tappavat ne kuitenkin vähemmän kuin aikaisemmin. 1970-luvun aikana pari miljoonaa menetti henkensä luonnonkatastrofeissa, 1990-luvulla määrä oli selvästi alle miljoona. Vaikka uutiset ovat meillä päin painottuneet Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa tapahtuviin luonnonmullistuksiin, suuret ongelmat kasaantuvat toisaalle. Alhaisen inhimillisen kehityksen maissa kuolee Punaisen Ristin (2002) käyttämää katastrofiryksikköä kohti 13-kertainen määrä ihmisiä verrattuna korkean inhimillisen kehityksen maihin.

Konfliktit tappavat noin kolminkertaisen määrän verrattuna luonnonmullistuksiin. Tulvat tappavat keskimäärin 10 000 ihmistä vuodessa. Tulvan kääntöpuoli, kuivuus ja siitä seuraava nälkä noin kolminkertaisesti tämän määrän.

### Tulvakatastrofit yleistyneet

Katastrofitulvien lukumäärä on maailmanlaajuisesti tarkastellen kasvamaan päin (kuva 3). Nämä raportoidut tulvat eivät ole suorassa suhteessa tulvien kasvuun, koska katastrofitilanteissa mielenkiinto kytkeytyy tulvien aiheuttamiin vahinkoihin, ei hydrologisessa

mielessä tulvan suuruuteen tai toistuvuuteen. Vahingot ovat monessa tapauksessa kasvaneet vaikka tulvat eivät olisikaan (Kundzewicz et al. 2001).

Varsinkin Aasiassa suurten, runsaasti tulvivien jokien suistoihin ja varrelle pakkautuu yhä enemmän ihmisiä. Suurkaupunkien slummien asukkaat ovat erittäin alttiina tulville. Monet kaupungit kuten Bangkok vajoavat pohjaveden liiallisen pumppaamisen ja raskaan rakentamisen seurauksena.

### Osa joista tulvi enemmän, osa vähemmän, eräät kuivuvat

Tulvien absoluuttinen suuruus on kasvanut useilla alueilla, mutta pienentynyt paikka paikoin (IPCC 2001; taulukko 1). Erittäin kylmillä alueilla kuten Siperiassa ja Pohjois-Kanadassa ei jokien virtaamisessa ole havaittu merkittäviä muutostrendejä. Laajoilla alueilla Pohjois- ja Itä-Euroopassa, Kanadassa ja jopa Kaliforniassa, perinteisesti suuret kevätvirtaamat ja -tulvat näyttävät olevan vähenemään päin kun taas muina aikoina tapahtuvat virtaamat ja tulvat ovat kasvussa. Tämä ilmiö yhdistetään yleensä lämpötilan nousuun ja sen ai-

heuttamaan lumen määrän vähenemiseen, eikä sadannassa tapahtuviin muutoksiin. Monissa osissa Yhdysvaltoja – erityisesti lauhkeissa ilmasto-oloissa kuten Mississippin alueella – sadanta on lisääntynyt ja sen seurauksena sekä alivirtaamat että tulvat ovat kasvaneet.

Maailmanlaajuisesti tarkastellen ehkä dramaattisin virtaamisessa tapahtunut muutos on jokien vesimäärän nopea väheneminen useilla aridisilla alueilla kuten Sahelin alueella Afrikassa ja Kiinan pohjoistasangolla (kuva 4). Vastavasti hieman lähempänä päiväntasaajaa, monsuunivyöhykkeen reunamilla sijaitsevista joista on monin paikoin nopeasti pahenevia tulvaongelmia. Tämä koskee Kiinan Jangtzea, Kaakkois-Aasian Mekongia, Etelä-Aasian Ganges-Brahmaputraa ja useita muita jokia, jotka saavat valtaosan vedestään lyhyen sadekauden aikana, ja lisäksi lumen ja jään sulamisesta. Jäätiköiden pinta-ala vähenee nopeasti, mikä lisää erityisesti Himalajalta alkunsa saavien Aasian suurien jokien vesimääriä ja samalla tulva-alttiutta. Mutta kuten sanottu, myös ihmisen altistuminen tulville on erityisesti näillä alueilla kasvanut räjähdysmäisesti.

**Taulukko 1.** IPCCn (2001) kokoamia tuloksia virtaamissa havaituista muutoksista eri osissa maailmaa.

Maanosa	Alue tai joki	Havaitut muutokset
Eurooppa	Venäjän euroopanpuoleiset osat, Ukraina, Valkovenäjä, Baltian maat, Skandinavia	Kevätvirtaamat pienentyneet, kesä-, syys- ja talvivirtaamat lisääntyneet
	Britannia	Ei merkittäviä muutoksia
Aasia, Pohjois-Amerikka	Jenisei, Mackenzie	Vain hyvin pieniä muutoksia
	Länsi- ja Keski-Kanada	Lumen sulamistulva aikaistunut, valuma-alueen eteläosissa vähemmän vettä, pohjoisosissa enemmän
Pohjois-Amerikka	Yhdysvallat	206 valuma-alueesta 13:ssa laskeva trendi, 13:ssa kasvava trendi
	Kalifornia	Virtaamasta yhä suurempi osuus talvella johtuen lumen määrän vähenemisestä
Etelä-Amerikka	Mississippi	Tulvat lisääntyneet merkittävästi
	Kolumbia	Virtaamat vähentyneet
	Luoteis-Amazon	Virtaamat kasvaneet
	Etelä-Amerikan kaakkoisosat	Virtaamat kasvaneet
	Andien alue	Virtaamat kasvaneet 40° pohjoispuolella ja vähentyneet sen eteläpuolella
Afrikka	Sahelin alue	Virtaamat vähentyneet merkittävästi
Aasia	Kiina: Xinjiangin alue	Kevätvirtaama kasvanut jäätiköiden sulamisen seurauksena
Oseania	Australia	Virtaamat vähentyneet

### Valuma-alueen muutokset keskeisiä: Rein ja Jangtze

Ilmastollisten tekijöiden lisäksi valuma-alueella tapahtuvat muutokset lisäävät jokien tulvaherkkyyttä. Esimerkiksi Elben pituus on lyhentynyt viimeisten 150 vuoden aikana yli 100 kilometrillä joen perkaustöiden ja mutkien oikomisen seurauksena. Valuma-alueen metsäpinta-ala on samalla vähentynyt alle puoleen ja kosteikkojakoin on huomattavasti vähemmän kuin ennen. Tästä johtuen voimakkaat sateet kuten kesällä 2002 aiheuttavat suurempia tulvia kuin aiemmin.

Kiinan Jangtze on kuuluisa tulvistaan. Kiinalaisilla on vuosituhantiset aineistot joen tulvista, joilla on ollut ja on vieläkin suuri merkitys koko valtakunnan hyvinvoinnille. Tulvien toistuvuus on kasvanut huomattavasti viime vuosikymmeninä (taulukko 2). Vuoden 1998 aikana havaittiin joessa korkeampi vedenpinta kuin koskaan aikaisemmin, vaikka joen alueella on satanut useiden tulvien aikana enemmän kuin kesällä 1998 (Yin & Li 2001). Jangtzen tulvien lisääntymisen pääsyyinä pide-

täänkin yleisesti seuraavia valuma-alueella tapahtuneita muutoksia:

- Kasvillisuuden väheneminen yläjuoksulla ja siitä seurannut eroosion kasvu. Metsäpinta-ala väheni puoleen jaksolla 1957–1986 ja eroosio kaksinkertaistui. Metsien väheneminen on nyttemmin hidastunut mutta ei läheskään loppunut.

- Joen sisämaan deltalla Wuhanin kaupungin yläpuolella sijaitsevien suurten järvien tilavuuden väheneminen puoleen liettymisen seurauksena. Dongting- ja Poyang-järvien pinta-ala putosi kolmanneksella – reilulla Suur-Saimaallisella – puhemies Maon valtakaudella 1949–1977. Nämä järvet ja niiden yhteydessä aiemmin olleet kosteikot tasasivat tulvia paljon enemmän kuin ne pystyvät tasaamaan tällä hetkellä.

- Joen keski- ja alajuoksulle on vuosien saatossa rakennettu valtavia tulvavapenkereitä, jotka toisaalta suojaavat tulvatasangolla olevia kaupunkeja, mutta toisaalta vähentävät entisestään joki-laakson kykyä varastoida vettä ja tasata tulvapiikkejä. Ensimmäinen mittaava pengeri rakennettiin jo 1500-luvulla.

1870-luvulta lähtien valtaosa joen tuomasta sedimentistä on kasautunut kaapeaan jokiuomaan ja yllä mainittuihin, pieneneviin järviin sen sijaan että sedimentti leviäisi laajalle tulvatasangolle.

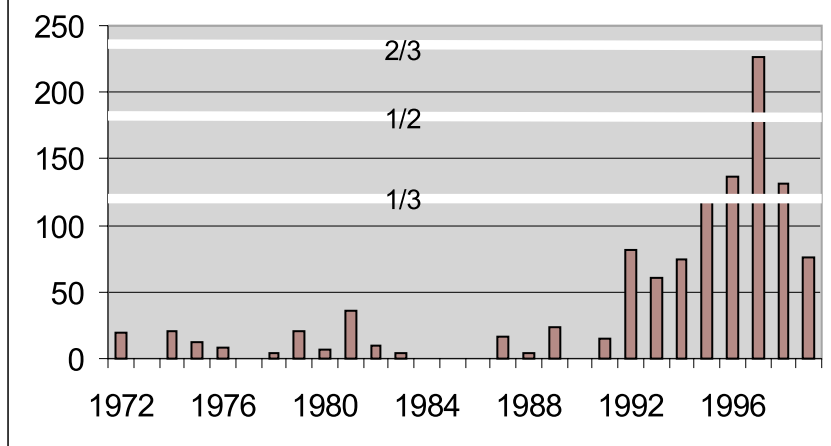
Kun tulvat ovat lisääntyneet eikä sadannassa ole merkittäviä muutoksia, virtaa joessa kuivina kausina entistä vähemmän vettä. Alivirtaamat ovat vähentyneet sadassa vuodessa yli kymmenyksen (Chen et al. 2001), mistä koituu moninaisia ongelmia erityisesti lähellä suistoa, jossa suolavesi tunkeutuu yhä kauemmas rannikosta.

### Mitä tulvaongelmille voidaan tehdä?

Perinteisesti tulviin on vastattu joko sopeutumalla niihin tai pyrkimällä tasamaan veden juoksua. Tästä asetelmasta on jatkettava myös tulevaisuudessa.

Vesirakentaminen on ollut kovassa huudossa tulvasuojelumenetelmänä kautta historian. Länsimaissa vilkkain kausi oli viime vuosisadan alusta aina 1970-luvulle asti. Aasiassa ja Etelä-Amerikassa huippu taittui vuosikymmen ja Afrikassa pari vuosikymmentä myö-

## Keltainen joki: Joki kuivana vuodessa (päiviä)



Kuva 4. Keltaisen joen alajuoksu on suuren osan ajasta kuiva (Lijinin (Shandong) hydrometeorologisen aseman aineistoa; Chen et al. 2001 ja Kiinan vesiministeriö).

### Taulukko 2. Jangtzen tulvien toistuvuus historiallisella ajalla (Yin & Li 2001).

Dynastia/valtiomuoto	Vuodet	Tulvien keskimääräinen toistuvuus (vuotta)
Han - Yuan	206 eKr–1368	11
Ming	1368–1644	9
Qing	1644–1911	5
Tasavalta-PRC	1911–1959	10
PRC	1960–1969	5
PRC	1970–1979	3.3
PRC	1980–1989	3.3
PRC	1990–1999	2.5

hemmin (WCD 2000). Varastotilavuutta on haluttu lisää ja penkereitä on rakennettu suojaamaan tulva-alueelle asettuneita.

Aasia on nykyisin ehdoton johtotähti tällä saralla; Etelä- ja Kaakkois-Aasiassa sekä Kiinassa on tällä hetkellä useita suurhankkeita käynnissä ja leijonanosa koko planeetan vesirakentamisesta keskittyy näille alueille. Aasiassa on jo kaksi kolmannesta maailman suurpadoista. Silti ICID (2003) on sitä mieltä, että Aasian pitäisi kaksinkertaistaa vesirakentamisen määrä selvittääkseen tulevaisuuden haasteista tulvien, ruokaturvan ja voimatalouden suhteen.

Vesirakenteita tarvitaan varmasti,

mutta yhä kasvava mielenkiinto tulvasuojelun alalla keskittyy niinkutsuttuihin ei-rakenteellisiin toimenpiteisiin. Näitä ovat Kundzewiczin (2002) mukaan:

- *Tulvaennusteiden, tiedonkulun ja evakointijärjestelmien kehittäminen.* Sääennusteet kehittyvät ja niitä kytetään yhä paremmin hydrologisiin ennusteisiin ja malleihin (Varis et al. 2002). Kansainvälinen yhteistyö on kehittynyt monien jokien osalta viime aikoina tässäkin suhteessa. Myös suuri yleisö saa tietoa entistä paremmin television ja Internetin välityksellä, ja evakointijärjestelmät ovat parantuneet valtavasti kehittyneen infrastruktuurin myötä. Esimerkiksi Mekongin tulvatilannetta on helppo

seurata Mekong-komission verkkosivujen välityksellä (MRC 2003). Punainen Risti (2002) korostaa tulvaennusteiden ja tiedonkulun paranemista; sillä on ollut valtaisa merkitys esimerkiksi Bangladeshin tulvauhrien vähentämiseen. Kun vuoden 1970 pyörremyrskyt ja tulvat tappoivat puoli miljoonaa ihmistä, nykyisin selvittää murto-osalla tästä. Nykyisin Bangladeshissä kyetään evakuoimaan miljoonia ihmisiä tulvien ja syklonien alta ja säästettyjen ihmishenkien määrää arvioidaan jopa miljoonissa.

- *Valuma-alueella tapahtuvat ratkaisut.* Metsittäminen, eroosion torjunta, kosteikkojen kunnostus ja jälleenrakentaminen, luonnonmukainen vesirakennus ja muut toimenpiteet, jotka lisäävät jokialueen kapasiteettia pidättää tulvasiä. Euroopan metsäpinta-ala on jo kasvussa ja vesirakennus on yhä luonnonmukaisempaa. Kehitysmaissa valitettavasti metsät vähenevät vielä nopeasti. Eroosion torjuntaan ja veden paikalliseen varastointiin käytetään kuitenkin lukuisissa maissa suuria voimavaroja ja paljon onkin saavutettu. Kuitenkin ennalta ehkäisevä hoito – jos suinkin mahdollista – on aina tehokainta. Maankäytön muutokset tulevat väestönkasvun ja kaupungistumisen vuoksi pysymään luonnonmukaisesta pois päin kuitenkin vielä pitkän aikaa.

- *Koulutuksen, vakuutusjärjestelmien ja avustusmekanismien kehittäminen.* Huomattavia edistysaskelia tulvahaittojen vähentämisessä on saavutettu kaikkialla maailmassa koulutuksen, katastrofiavun ja taloudellisten kompensatiomekanismien kehittämisen avulla. Tässä suhteessa köyhimmät maat ovat suurimmassa pulassa, varsinkin kun katastrofiapu on muun kehitysavun lailla vastatulessa useissa teollisuusmaissa.

- *Asutuksen ohjaaminen pois tulva-alueelta.* Teoriassa tämän vaihtoehdon tulisi olla mahdollista mutta käytännössä esimerkit sen toimivuudesta ovat mitättömiä ja harvinaisia. Usein viitataan Mississippin tulva-alueelta kymmenisen vuotta sitten uudelleen asutettuihin 20 000 ihmiseen. Heille muutos on ollut suuri. Kuitenkin tulvaherkissä jokilaaksoissa, jokien suistoissa ja alavilla tulvaherkillä rannikoilla asuu joka vuosi arviolta 50 miljoonaa ihmistä enem-



män kuin edellisenä vuonna. Lisäksi köyhyysongelma slummeineen, alhaisine koulutustasoineen ja muine ongelmineen siirtyy enenevässä määrin tulvien armoille.

### **Tulvien hyötyjä ei saa unohtaa**

Tulvista puhuttaessa on pakko mainita tärkeä asia, joka unohtetaan liian usein. Nimittäin tulvat ovat mitä luon-

nollisin osa jokien elämää ja jokivarsien perinteinen elämäntyyli on ollut kaikkialla enemmän tai vähemmän riippuvainen veden määrän vaihteluista. Tulvien keinotekoinen poistaminen on ollut ja tulee olemaan äärimmäisen ongelmallista luontaistaloudesta ja perinteisestä maa- ja kalataloudesta elantonsa saavien ihmisten parissa. Mutta yhtälailla ongelmallista on heille ja muillekin tulvien lisääntyminen.



Kuva 5. Tonle Sap-järven tulvatasankoa. Tulvat nousevat keskimäärin 8 metriä, levittäytyvät 1.25 miljoonan hehtaarin alueelle eli kolme kertaa Suur-Saimaan pinta-ala jää keskimäärin veden alle. Nämä tulvat ruokkivat yli miljoona ihmistä.

Esimerkiksi Mekongin alueen suurimman järven, Tonle Sapin alueella yli miljoona ihmistä saa välittömän elantonsa tulvien ruokkimista kaloista ja tulvien kastelemista riisipelloista (Kuva 5). Mekongin valuma-alueella tapahtuvat maankäytön muutokset, varsinkin metsien tuhoaminen, uhkaavat näiden äärimmäisen köyhien ihmisten elämän edellytyksiä. Saman tekevät myös joen yläjuoksulle suunnitellut ja rakenteilla olevat padot, jos niitä käytetään siten, että tulvia tasataan liiaksi.

### **Kirjallisuus**

**Chen, X, Zong, Y., Zhang, E., Xu, J. & Li, S.** 2001. Human impacts on the Changjiang (Yangtze) River Basin, China, with special reference to the impacts of on the dry season water discharges into the sea. *Geomorphology* 41: 111-123. ISSN 0169-555X.

**ICID** 2003. ICID Database. International Commission on Irrigation and Drainage, Delhi. [www.icid.org](http://www.icid.org)  
**IPCC** 2001. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva. [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)


**Kundzewicz, Z., Budhakooncharoen, S., Bronstert, A., Hoff, H., Lettenmaier, D., Menzel, L. & Schultze, R.** 2001. *Floods and droughts: Coping with variability and climate change*. Thematic Background Paper, International Conference on Freshwater, 3-7 December, Bonn. [www.water-2001.de/](http://www.water-2001.de/)  
**Kundzewicz, Z.** 2002. Non-structural flood protection and sustainability. *Water International* 27: 3-13.

**MRC** 2003. *Information Resources: Flood Information*. Mekong River Commission, Phnom Penh. [www.mrcmekong.org/info\\_resources/ffw/overview.htm](http://www.mrcmekong.org/info_resources/ffw/overview.htm)

**Punainen Risti** 2002. *World Disasters Report 2002*. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, Geneva. [www.ifrc.org/publicat/wdr2002](http://www.ifrc.org/publicat/wdr2002)

**Varis, O., Kajander, T. & Lemmelä, R.** 2002. *Climate and Water – on the Search for Improved Interconnections between Climate Models and Scenarios, Hydrology, and Water Resources Management*. Technical Report of Rapporteurs, Regional Association VI (Europe), Working Group on Hydrology. Geneva, World Meteorological Organization.

**WCD** 2000. *Dams and Development. The Report of the World Commission on dams*. Earthscan, London. [www.dams.org](http://www.dams.org)

**Yin, H. & Li, C.** 2001. Human impact on floods and flood disasters on the Yangtze River. *Geomorphology* 41: 105-109. ISSN 0169-555X. 



## Pumppaamoperhe Liningilta

### **PROLINING**

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



### **- kierteetön liitosjärjestelmä - DN 32-300**



# TULVAKARTOITUS APUNA TULVAVAHINKOJEN ESTÄMISESSÄ

**Tulvakartoituksen tarkoituksena on tuottaa karttapohjaista tietoa veden peittämien alueiden laajuudesta erilaisilla tulvilla. Tulvakarttoja voidaan käyttää kaavoituksen ja rakennustoiminnan ohjaamisessa, tulvavahinkojen torjunnan ja pelastustoiminnan suunnittelussa sekä tiedottamisessa.**



## ■ Mikko Huokuna

kehitysinsinööri, dipl.ins.

Suomen ympäristökeskus

E-mail: [mikko.huokuna@ymparisto.fi](mailto:mikko.huokuna@ymparisto.fi)

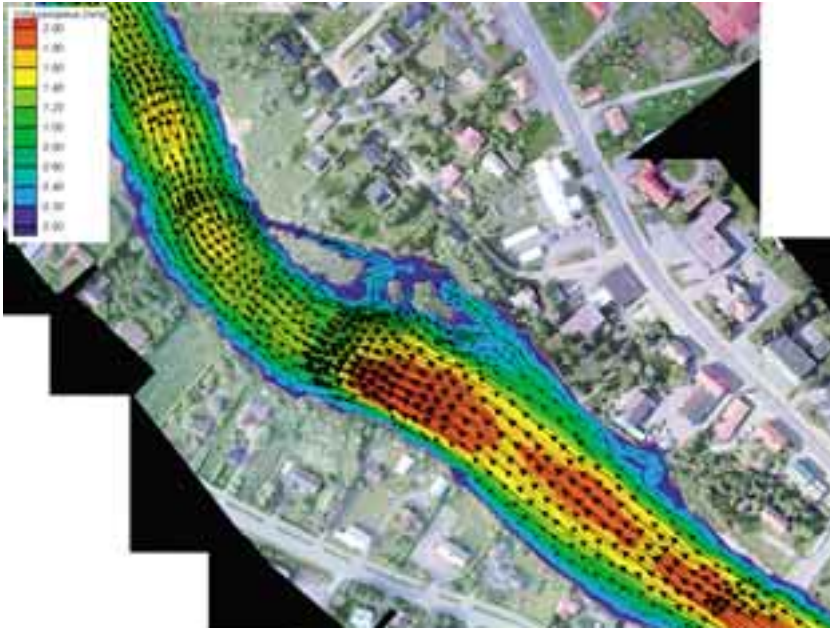
Kirjoittaja työskentelee Suomen ympäristökeskuksessa jokien virtausmallitukseen, tulvakartoitukseen, patoturvallisuuteen ja jääpatoluihin liittyvissä tehtävissä.

**Tulvakartat** laaditaan nykyisin paikkatietojärjestelmien avulla digitaalisessa muodossa. Tiedon käyttäjä voi valita erilaisia karttapohjia, joiden päällä tulva-alueet esitetään. Paikkatietojärjestelmissä tulva-alueet voidaan myös analysoida yhdessä muun aineiston kuten rakennusrekisteritietojen kanssa. Tulvakartoitusta varten tarvitaan tarkasteltavasta alueesta korkeusmalli, joka kuvaa alueen topografian riittävällä tarkkuudella. Korkeusmallin tarkkuus vaikuttaa oleellisesti tulvakartoituksen tarkkuuteen ja myös kustannuksiin, mikäli korkeusmallia ei ole aiemmin tehty. Tulvakorkeuksien määrittämisessä käytetään havaintotietoja toteutuneista tulvista, tilastollisia menetelmiä sekä erilaisia numeerisia malleja.

## **Norjan ja Ruotsin tulvakartoitus**

Tulvakartoitusta käytetään eri puolilla maailmaa runsaasti tulvariskin määrittämisessä ja vahinkojen torjunnassa. Esimerkiksi Norjassa ja Ruotsissa on käynnissä laajat tulvakartoitukset. Kaakkois-Norjan vuoden 1995 tulvien vahingot olivat noin 200 milj. euroa. Tulvan jälkeen Norjan valtion asettama työryhmä mietti menetelmiä, joilla yhteiskunnan alttiutta tulvavahingoille voitaisiin vähentää. Yhtenä menetelmänä ryhmä esitti tulvakarttojen laatimista riskialueille. Kartat tehdään 188 jokijaksolle, joiden yhteenlaskettu pituus on 1750 kilometriä. Kymmenvuotisen projektin kustannusarvio on noin 8 milj. euroa, josta huomattava osa on varattu tarkkojen korkeusmallien tuot-





Kuva 1. 2D-virtausmallin laskentatulostusta, jossa näkyy virtausnopeuden jakautuma ja virtaussuunta.

tamiseen. Tulvakartoituksessa käytetään ruutukorkeusmalleja, joiden ruutukoko on 5–10 metriä ja korkeustarkkuus  $\pm 30$  cm. Käsiteltävien tulvien toistuvuudet ovat 10, 20, 50, 100, 200 ja 500 vuotta. Kartat tulostetaan pääasiassa mittakaavassa 1:15000, esimerkkejä löytyy NVE:n www-sivuilta ([www.nve.no](http://www.nve.no)). Tämä virasto, Norges vassdrags- og energidirektorat, vastaa työstä, jossa myös käytetään useiden virastojen ja konsulttien työpanosta.

Ruotsissa kartoituksen pohjana oleva korkeusmalli ei ole läheskään niin tarkka kuin Norjassa. Käytössä on ruutukorkeusmalli, jonka ruudun koko on 50 m ja johon korkeudet on interpoloitu viiden metrin korkeuskäyrästä. Valittu tarkkuus tuntuu melko vaatimattomalta ja vaikuttaa varmasti paljon tulvakorkeuksien ja veden alle jäävän alueen määrittämiseen. Kartoituksesta onkin käytetty nimitystä ”översiktlig översvämningskartering” (yleiskarttapohjainen tulvakartoitus). Kartoitettava alue on laaja, n. 1000 km<sup>2</sup>, ja siinä on noin 11 000 jokikilometriä. Kartoitus tehdään keskimäärin kerran sadassa vuodessa toistuvalla tulvalla sekä suurimmalle mahdolliselle tulvalle (PMF). Kustannusarvio on noin 2 milj. euroa. Työn on tilannut Räddningsverket ja sen toteuttaa SMHI (Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut), jos-

sa työtä on tehty noin seitsemän henkilön voimin. Projekti on loppuillaan ja tulvakarttoja selostuksineen on poimittavissa Räddningsverketin kotisivuilta ([www.srv.se](http://www.srv.se)). Karkeahkosta korkeusmallista ja yleisellä tasolla tehdyistä analyyseistä johtuen SMHI on antanut ohjeen, että karttoja ei pitäisi tulostaa tarkemmille kuin 1:50000 karttapohjille.

Tulvakartoituksia erilaisella tarkkuudella on toteutettu myös monissa Keski-Euroopan maissa ja Yhdysvalloissa. Esimerkiksi Reinin alueella 1990-luvulla sattuneiden tulvien jälkeen viranomaiset päättivät vuonna 1998 Reinin alueen tulvantorjuntasuunnitelmasta, jonka tavoitteena on vähentää vahinkoja vuoteen 2005 mennessä 10 prosentilla ja vuoteen 2020 mennessä 25 prosentilla. Kartoitus on keskeisellä sijalla tavoitteen toteutumisen arvioinnissa.

### Tulvakartoituksen menetelmistä

Suomessa pyritään estämään uuden rakennuskannan muodostuminen keskimäärin kerran sadassa vuodessa toistuvan ( $HW_{1/100}$ ) tulvakorkeuden alapuolelle. Tästä syystä  $HW_{1/100}$  tullee olemaan keskeinen tulvakartoituksessa käsiteltävä tulvatilanne Suomessa. Suurtulvaselvityksessä (Ollila 2000) on arvioitu kerran 250 vuodessa toistuva

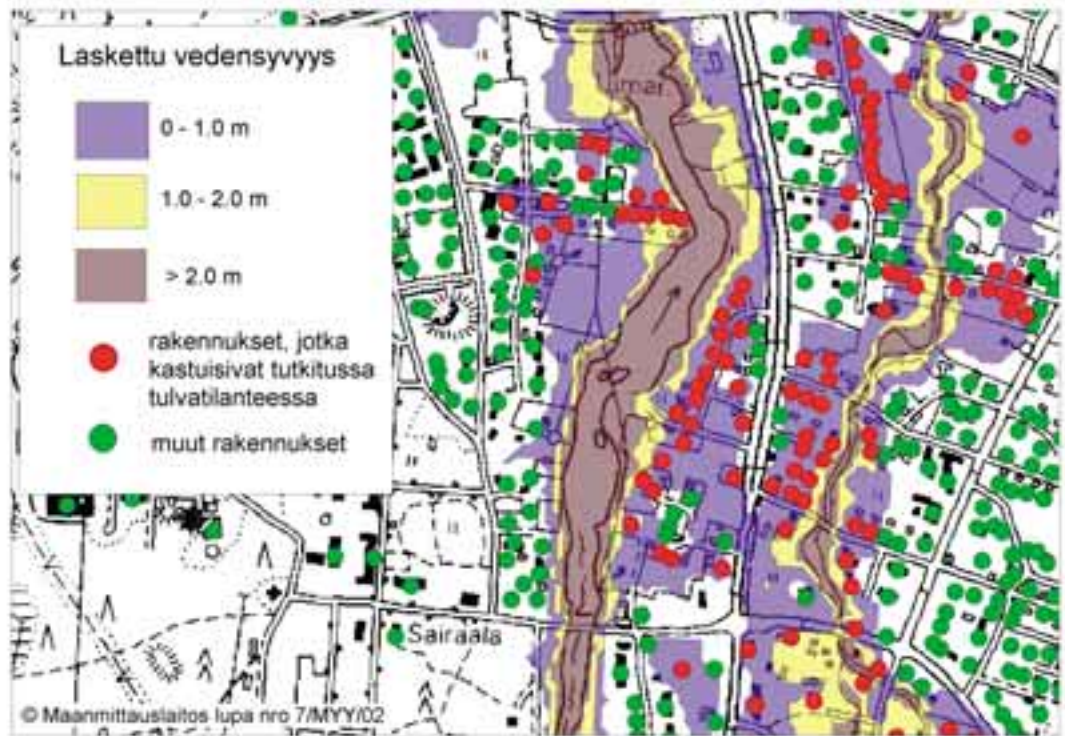
tulva ja siitä aiheutuvat vahingot eri vesistöissä. Kyseinen tulva on valittu edustamaan poikkeuksellista, mutta täysin mahdollista tilannetta. Tällaiseen tulvaan tulisi pystyä varautumaan ennakolta, mikä edellyttää myös tulvakarttojen laatimista vastaavalle tilanteelle. Suomen olosuhteissa edellä mainittujen tulvatilanteiden lisäksi olisi hyvä käsitellä ainakin  $HW_{1/50}$  ja  $HW_{1/500}$  tulvat.

Tulvakartoitusta varten on määritettävä vedenpinnan korkeudet eri tulvatilanteissa ja alueen eri osissa. Järvien ranta-alueilla vedenkorkeuden voi olettaa olevan vaakatasossa koko tulva-alueella. Tämän tason määrittäminen voi tapahtua joko toistuvuusanalyysillä vedenkorkeushavaintojen pohjalta tai numeerisen vesistömallin avulla. Jokivesistöissä on ensin määritettävä virtaama toistuvuusanalyysin tai vesistömallin avulla ja sen jälkeen sovellettava virtausmallia vedenkorkeuden määrittämiseen eri osissa tulva-alueella. Tulvakarttojen laatiminen on siis järvien ranta-alueilla yksinkertaisempaa kuin jokivesistöissä, koska joessa vedenpinnan määrittämiseen tarvitaan lähes aina virtausmallia.

Tulvakartoitusta varten tarvitaan digitaalinen korkeusmalli, joka kuvaa alueen topografian riittävällä tarkkuudella. Korkeusmallit tarvitaan sekä lähtötietojen siirtämiseen laskentamalleille että laskettujen vedenkorkeuksien esittämiseen kartalla. Maastomalleja on kahta eri tyyppiä: ruutukorkeusmalli, jossa säännöllisessä verkossa on kunkin neliön keskimääräinen korkeus, sekä epäsäännöllinen kolmioverkko (TIN, Triangulated Irregular Network), jossa kolmion kulmapisteillä on korkeusarvot. TIN-mallin etuna on se, että verkkoa voi tihentää alueilla, joissa on paljon korkeusvaihtelua ja runsaasti yksityiskohtia. Maanmittauslaitoksella on 25 metrin ruutukorkeusmalli koko Suomesta. Tämä ei kuitenkaan riitä tulvakartoituksen tarpeisiin, koska keskivirhe on noin 1,67 m.

Tarkkojen korkeusmallien laatimista varten voidaan kerätä tietoja monilla eri tavoilla. Fotogrammetrialla maastomalli laaditaan ilmakuvauksen tulkinnan ja maastossa mitattujen korkeuspisteiden avulla. Saavutettava tarkkuus on noin

Kuva 2. Esimerkki paikkatiedon ja tulva-alueiden yhdistämisestä. Kuvassa on esitetty veden syvyys ja rakennusrekisterin mukaiset rakennukset. Erikseen on poimittu rakennukset, jotka kastuisivat kyseisellä tulvalla.



±20 cm. Nykyisin käytetään myös digitaalista fotogrammetriaa, jolloin ilmakuvien tulkinta tapahtuu osittain automaattisesti.

Laserkeilaus antaa likimain saman tarkkuuden kuin fotogrammetria. Keilaus tehdään helikopterissa tai lentokoneessa olevalla keilaimella, joka lähettää suurella taajuudella lasersäteitä. Niiden heijastuksen viipymisajan perusteella saadaan määritettyä etäisyys keilaimen ja heijastuspinnan välillä. Helikopterin aseman, tarkan GPS-paikkannuksen ja lasersäteen kulkeman matkan avulla saadaan laskettua jokaisen heijastuspisteen asema.

Maastomalleja varten voidaan tietoja kerätä myös muilla tavoilla, esimerkiksi vanhojen karttojen korkeuskäyriä digitoimalla tai keräämällä tietoja maastosta. Vedenalaisten alueiden kartoitus on tehtävä yleensä erikseen käsin luotaamalla tai kaikuluotauksen avulla. Fotogrammetrian ja laserkeilauksen avulla ei vedenpinnan alaisia alueita käytännössä saada kartoitettua.

### Virtausmalleista

Jokivesistöissä tarvitaan poikkeustapauksia lukuun ottamatta tulvakorkeuksien määrittämiseen virtausmallia. Käytännössä vedenkorkeuden lasken-

taan käytetään joko yksi- tai kaksidimensioisia virtausmalleja.

Yksidimensioisessa virtauslaskennassa uoman ja tulva-alueen topografia syötetään malliin poikkileikkauksina. Nämä 1D-virtausmallit ovat nykyisin yleensä ns. verkkomalleja, joihin on mahdollista määrittää esimerkiksi virtaus saarten ympäri tai uomasta erilli-

sellä tulva-alueella. Monimutkaisessa virtaustilanteessa on hankala asettaa poikkileikkauksia, koska ne pitäisi saada mahdollisimman hyvin kohtisuoraan virtaussuuntaa vastaan. Tällöin on tarpeellista käyttää 2D-virtausmallia, jossa lasketaan vedenpinnan korkeus sekä virtauksen nopeus ja suunta horisontaalisessa tasossa. Kuvassa 1 on



Kuva 3. Pilottitulvakartoituksen mukainen tulvan peittävyys Rovaniemen maalaiskunnan Saarenkylän alueella Kemijoen ja Ounasjoen yhtymäkohdassa, kun tulvan suuruus on keskimäärin kerran 100 vuodessa. Tulva-analyyssissä käytetty korkeustieto on peräisin Rovaniemen maalaiskunnan toimittamalta digitaaliselta kartalta ja poikkileikkaukset Kemijoki Oy:ltä.



esimerkki tyypillisestä kaksidimensioisen virtausmallin laskentatuloksesta, jossa näkyy virtausnopeuden jakautuma ja virtaussuunta.

Yleensä tulvakartoitukseen riittää stationäärinen virtausmallitus. Muuttuvan virtauksen laskentaa on käytettävä varsinkin silloin, kun mallia käytetään tulvan ennustamiseen (ns. dynaamiset tulvakartat). Tulvakartoituksen tarpeisiin on saatavilla lukuisia mallituspaketteja; hankaluutena on, että monet kaupalliset paketit ovat varsin kalliita.

Suomen olosuhteissa tulvakartoituksessa on otettava huomioon myös jääpatojen synnyttämät tulva-alueet. Vedenkorkeuksien laskeminen jääpatotulville on kuitenkin paljon hankalampaa kuin vesitulville. Lähtökohtana voidaan käyttää havaittuja jääpatojen aiheuttamia vedenkorkeuksia, joihin lisätään varmuusmarginaali. Myös tarkoitukseen soveltuvia malleja on kehitetty, esimerkiksi HEC-RAS -virtausmalli.

### Paikkatietojärjestelmien käyttö tulvakartoituksessa

Korkeusmallin sekä virtauslaskennan antamien tulvakorkeuksien avulla on mahdollista määrittää tulvan alle jäävän alueen laajuus sekä veden syvyys eri kohdissa. Tulvakarttojen tulostaminen ja tietojen analysointi voidaan tehdä paikkatietojärjestelmien avulla. Tulvakartat voidaan tulostaa esimerkiksi peruskarttapohjalle (1:20000), tarkempaa tarkastelua varten tarvitaan 1:10000 tai 1:5000 karttapohjat. Mittakaavaa valittaessa on kuitenkin otettava huomioon lähtötietojen tarkkuus. Tulostuksessa voidaan käyttää joko rasteri- tai vektorikarttapohjaa. Jälkimmäinen antaa enemmän vapauksia mittakaavan vallinnan suhteen. Nykyisin paperikarttojen tulostaminen ei ole niin tärkeää kuin aikaisemmin, koska tulva-alueetiedot voidaan siirtää sähköisesti tulvakartan käyttäjälle. Kartoilla voidaan tulvan peittävyden lisäksi esittää esimerkiksi veden syvyys ja myös virtausnopeus eri kohdilla tulva-alueita, mikäli virtauslaskentaan on käytetty 2D-mallia.

Paikkatietojärjestelmien avulla on mahdollista hakea erilaisia tietoja tulva-alueesta. Näitä ovat muun muassa asuin-, loma- ja muiden rakennusten si-

jainnit sekä tiedot maankäytöstä. Kuvassa 2 on esimerkki rakennusrekisteri- ja tulva-alueetietojen yhdistämisestä. Eri tietolähteitä yhdistelemällä voidaan suunnitella pelastustoimintaa, tarkentaa vahinkoarvioita ja miettiä toimenpiteitä vahinkojen vähentämiseksi.

Suomen ympäristökeskuksessa on käynnissä tulvakartoituksen pilottiprojekti Rovaniemen alueelle. Kuvassa 3 on esitetty tulvakartoituksen mukainen tulvan peittävyys Rovaniemen maalaiskunnan Saarenkylän alueella Kemijoen ja Ounasjoen yhtymäkohdassa, kun tulvan suuruus on keskimäärin kerran 100 vuodessa. Vedenkorkeuksien laskennassa käytetty Kemijoen ja Ounasjoen virtaama tulvatilanteessa on määritetty tilastoanalyysillä. Vuoden 2003 aikana tehdään vastaava tulva-

kartoitus Porin kaupungin alueelle.

### Kirjallisuus

Ollila, M., Virta, H. & Hyvärinen, V. 2000. Suurtulvaselvitys: Arvio mahdollisen suurtulvan aiheuttamista vahingoista Suomessa. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 441. 138 s. ISBN 952-11-0795-2, ISSN 1238-7312.

Ollila, M. 1999. Ylimmät vedenkorkeudet ja sortumariskit ranta-alueille rakennettaessa: Suositus alimista rakentamiskorkeuksista. Helsinki, Suomen ympäristökeskus, ympäristöministeriö & maa- ja metsätalousministeriö. Ympäristöopas 52. 52 s. ISBN 952-11-0413-9 (nid.), ISBN 952-11-1263-8 (PDF), ISSN 1238-8602.

Berg H. 1998. Flood Inundation Mapping in Norway. NVE.

Internationale Kommission zum Schutze des Rheins. 1999. Rhein Atlas.

Norjan ja Ruotsin tulvakartoituksista löytyy aineistoa [www.sivuilta: www.nve.no](http://www.sivuilta:www.nve.no) (Water > Flood Inundation Maps; haku Flomsonekart); [www.smhi.se](http://www.smhi.se) (Hydrologi > Översvämningsskartering); [www.srv.se](http://www.srv.se)

## Vedenkäsittelyalan luotettavat laitteet



**HOITOVÄLINEET**  
Vesihuoltolaitoksissa ja vastaavissa tarvittavat kunnossapito- ja hoitovälineet.



**ELMACRON**  
Automaattiset näyteenottimet ja pH-laitteet.



Hibon, Hick Hargreaves and WKE have been acquired by BOC Edwards. BOC Edwards is a trading name of the BOC Group plc. BOC EDWARDS [www.bocedwards.com](http://www.bocedwards.com)

**KIERTOMÄNTÄPUHALTIMET**  
Yli- tai alipainekäyttöön irrallisena tai pakettina.



**BioLet®**

**KOMPOSTOIVAT KUIVAKÄYMÄLÄT**  
Kompostoiminen on ympäristöystävällinen tapa huolehtia käymäläjätteistä.

### Y-LAITE OY

Launenkatu 67, 15610 LAHTI, puh. (03) 884 080, fax (03) 884 084  
Internet: [www.y-laite.fi](http://www.y-laite.fi) E-mail: [info@y-laite.fi](mailto:info@y-laite.fi)



# DIALOGI VEDESTÄ, RUOASTA JA YMPÄRISTÖSTÄ

**Maapallon kasvavan väestön ruokkiminen kuluttaa valtaosan vedestä. Samaan aikaan ekosysteemit kärsivät vedenpuutteesta. Dialogi vedestä, ruoasta ja ympäristöstä on kansainvälinen prosessi, jonka päämääränä on edistää ruokaturvaa ja ympäristön hyvinvointia sekä vähentää köyhyyttä ja parantaa ihmisten terveyttä vesivarojen kestävällä hoidolla. Tarkoituksena on parantaa ympäristö- ja maataloussektoreiden välistä vuorovaikutusta kansainvälisellä, kansallisella ja paikallisella tasolla.**



## ■ **Tommi Kajander**

tutkija, dipl.ins.  
Teknillinen korkeakoulu,  
vesitalouden ja vesirakennuksen laboratorio  
E-mail: [tommi.kajander@hut.fi](mailto:tommi.kajander@hut.fi)  
Kirjoittaja toimii tutkijana Globaalit muutokset ja vesivarat -tutkimuksessa.

**Vesivarojen** käyttö ja hallinta muuttuu kaiken aikaa haasteellisemmaksi. Väestönkasvu, kaupungistuminen, talouskasvu, teollistuminen ja ilmastonmuutos lisäävät vesivaroihin kohdistuvia paineita etenkin kehitysmaissa. Kilpailu vedestä kiristyy entisestään maatalouden, yhdyskuntien ja teollisuuden välillä luonnon tarvitessa oman osuutensa rajallisista vesivaroista.

Kasvavan väestön ruoantarpeen tyydyttäminen kuluttaa suurimman osan vedestä. Maailmanlaajuisesti maatalouden osuus vedenkäytöstä on 70%. Ruoantuotanto onkin avainasemassa pohdittaessa tulevaisuuden skenaarioita vedenkäytöstä – paljonko kastelua tarvitaan ruokaturvan saavuttamiseksi? Arviot maatalouden vedenkulutuksen kasvusta seuraavan 25 vuoden aikana vaihtelevat 12%:sta 27%:iin (Molden et al.

2001). Ympäristöväki on asiasta kuitenkin jyrkästi eri mieltä. Heidän mukaansa kastelun voimakkaalla lisäämisellä on tuhoisat ympäristövaikutukset. Muun muassa Alcamo et al. (2000) väittävät, että ekologisesti kestävä vesivarojen käyttö edellyttäisi 8%:n vähennystä maatalouden vedenkulutukseen.

Ristiriita vedenkäytöstä ympäristö- ja maataloussektoreiden välillä on ongelmallinen. Vallitseva yhteisymmärryksen puute luo ravinteikkaan pohjan konflikteille ja kestäättömälle vesivarojen käytölle. Toisessa maailman vesifoorumissa (2<sup>nd</sup> World Water Forum) Haagissa vuonna 2000 kansainvälinen yhteisö ymmärsi tilanteen vakavuuden ja vallitsevan tarpeen yhteisymmärryksen löytämiselle maatalous- ja ympäristösektoreiden välille. Tämän seurauksena Colombossa Sri Lankassa järjestettiin ko-



Kuva 1. Paljon vettä kuluttava riisinviljely herättää keskustelua. (Kuva Pohjois-Thaimaasta, T. Kajander)

kous joulukuussa 2000, jossa hahmoteltiin puitteet kansainväliselle dialogille vedestä, ruoasta ja ympäristöstä (Dialogue on Water, Food and Environment), joka lopulta lanseerattiin Tukholman Vesisymposiumissa elokuussa 2001.

### Dialogi ja sen tavoitteet

Dialogi on viisivuotinen (2001-2006) prosessi, jonka päämääränä on edistää ruokaturvaa ja ympäristön hyvinvointia sekä vähentää köyhyyttä ja parantaa ihmisten terveyttä vesivarojen kestävällä hoidolla. Tarkoituksena on parantaa ympäristö- ja maataloussektoreiden välistä vuorovaikutusta kansainvälisellä, kansallisella ja paikallisella tasolla. Lyhyemmän aikavälin tavoitteiksi dialogin sihteeristö (Dialogue Secretariat 2001) mainitsee mm. konkreettisten ja kestävien vaihtoehtojen luomisen ruoka- ja ympäristöturvan saavuttamiseksi noin kymmenessä valtiossa ja useilla valuma-alueilla, tiedon keräämisen ja tuottamisen prosessin tarpeisiin, sekä yleisen tietämyksen lisäämisen.

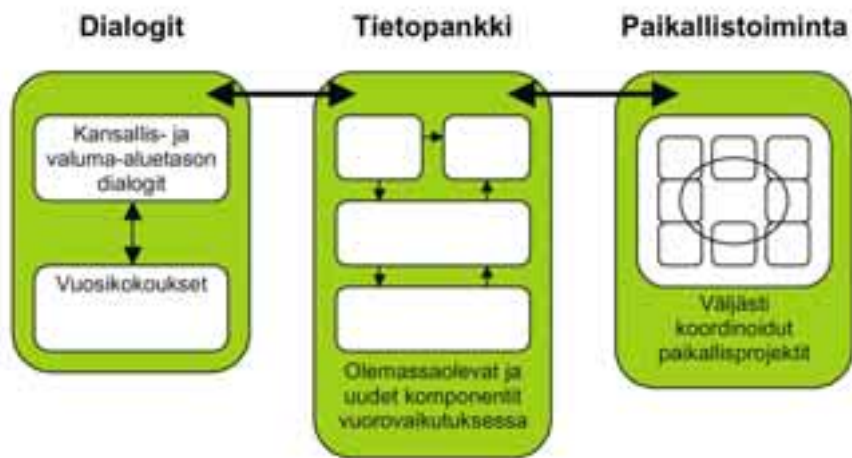
### Organisaatio

Dialogi on mittava ja kunnianhimoinen prosessi, jolla haetaan ratkaisuja yhteen aikamme polttavimmista ongelmista: kuinka hoitaa vesivaroja siten, että ruokaturva ja ympäristön hyvinvointi paranee ja samalla köyhyys vähenee? Ratkaisujen löytymistä edesauttaa varmasti se, että Dialogin takana on kymmenen

maatalouteen, vesivarojen hallintaan tai ympäristö- ja terveysasioihin keskittyneitä kansainvälistä organisaatiota (taulukko 1). Osapuolilla on jo entuudestaan meneillään hankkeita, jotka käsittelevät vesivaroja, ruoantuotantoa ja ympäristöä. Dialogin tarkoituksena onkin hyötyä mahdollisimman paljon olemassa olevista ohjelmista ja niiden synergiasta.

#### Taulukko 1. Dialogin kymmenen kansainvälistä perustajaorganisaatiota

FAO	Food and Agriculture Organization
GWP	Global Water Partnership
ICID	International Commission on Irrigation and Drainage
IFAP	International Federation of Agricultural Producers
IWMI	International Water Management Institute
IUCN	The World Conservation Union
UNEP	United Nations Environment Programme
WHO	World Health Organization
WWC	World Water Council
WWF	World Wide Fund for Nature



Kuva 2. Dialogin kolme osatekijää – dialogit, tietopankki ja paikallistoiminta

Kymmenestä kansainvälisestä organisaatiosta muodostuvan konsortion lisäksi Dialogi-prosessiin kuuluvat sitä koordinoiva sihteeristö Colombossa ja neuvoa-antava tieteellinen toimielin, joka mm. turvaa toiminnan tieteellisen laadun. Dialogia rahoittavat Hollanti, Iso-Britannia, Saksa, Japani, ja Ruotsi sekä Aasian kehityspankki (ADB) ja Global Environmental Facility (GEF).

### Kolme osatekijää

Dialogin varsinainen toiminta koos-

tuu kolmesta osasta, joita ovat dialogit (national- and basin level dialogues), tietopankki (knowledge base) ja paikallistoiminta (local action).

Dialogien tarkoituksena on maa- ja valuma-alueetason etsiä konkreettisia ratkaisuja ja vaihtoehtoja ympäristö- ja maataloussektoreiden välille kehittyneisiin vesivaroihin kohdistuviin konflikteihin. Paikallistoiminta kattaa olemassa olevia paikallistason hankkeita ja antaa tietoa toimivista/toimimattomista ratkaisuista. Tietopankki on dialogi-prosessin tieteellinen ydin, johon

kerätään ja luodaan maatalouden ja ympäristön vedenkulutukseen liittyvää tietoa ja dataa, jota käytetään hyväksi dialogeissa ja paikallistoiminnassa. Kaikki kolme tekijää ovat siis kiinteästi vuorovaikutuksessa keskenään ja tukevat toinen toisiaan.

### Missä mennään?

Näin laajan ja moninaisen ohjelman ollessa kyseessä ei ole ihme, että dialogin puolitoin ensimmäistä vuotta ovat kuuluneet lähinnä suuntaviivojen ja toiminnallisten puitteiden luomiseen. Kolmen kansainvälisen Workshopin – yksi kutakin osatekijää varten – ja yhden konferenssin jälkeen dialogi on käynnistynyt kolmessa valtiossa ja useammalla valuma-alueella. Dialogin koordinaattorin Manthrihilaken (2002) mukaan Dialogin merkittävin tähänastinen saavutus on kuitenkin kaikkien osapuolien saaminen saman pöydän ääreen. Keskustelun syntyminen hyvin erilaisia näkökantoja ajavien järjestöjen, kuten ICID:n ja IUCN:n, välille on arvokasta ja johtaa toivottavasti lähemmäksi yhteisymmärrystä.

Vaikkei konkreettinen toiminta olekaan vielä saavuttanut suunniteltua laa-



Kuva 3. Monsuuni-ilmaston hallitsemilla alueilla vesikonfliktit kärjistyvät kuivan kauden aikana. (Kuva Butwalista Etelä-Nepalista, T. Kajander)



juutta on Dialogille olemassa voimakas kysyntä. Tämän puolesta puhuu muun muassa uusien dialogi-aloitteiden runsas määrä. Viimeisimmässä Dialogia puineessa konferenssissä Hanoissa lokakuussa 2002 identifioitiin 51 uutta maantieteellistä aluetta, joille toiminnan toivotaan laajentuvan.

## Näkökulmia

Dialogi vedestä, ruoasta ja ympäristöstä on syntynyt todelliseen tarpeeseen. Keltaisen joen alajuoksu Kiinassa on suurimman osan vuodesta kuivana, Bangladesh Ganges-joen suistossa painii kuivuuden kanssa Intian kastellessa peltojaan ja Indus-joen suiston rikas biodiversiteetti tuhoutuu kun Pakistan pyrkii ruokaturvaan voimaperäisellä kastelulla – esimerkkejä joissa dialogia tarvittaisiin löytyy lukemattomia.

Kuinka saada Dialogi-prosessi toimimaan tehokkaasti ja konkreettisesti? Miten suuri kansainvälinen ohjelma hyödyttää köyhää pienviljelijää? Dialogin kehityksen taival on mutkikas. Suu-

rimpia haasteita on saada valtioiden poliittinen tuki ja sitoutuminen toiminnalle, johon usein tarvitaan taloudellisia instrumenttejä ja kannustimia. Konkreettisen toiminnan ulottaminen paikallistasolle ja ruohonjuuritason mukaansaaminen on myös ongelmallista.

Dialogia on kritisoitu epämääräiseksi prosessiksi, jossa konkreettinen toiminta ja tulokset jäävät vähäisiksi. Kansainvälisen kastelu- ja kuivatus järjestön (ICID) pääsihteeri C.D. Thatte (2002) kyseenalaistaa koko prosessin nyky muodossaan. Hänen mukaansa tieteelliseen tietoon perustuvaa dialogia ei voida käydä, koska eri alueiden ekologisesta vedentarpeesta ei ole riittävästi dataa.

Kritiikistä huolimatta Dialogi on prosessi, joka on jo käynnistännyt useita tutkimushankkeita ja lisännyt keskustelua eri osapuolien välillä. Hallitukset saavat Dialogista mm. tukea vesivarojen hoitoon koskevaan päätöksentekoon. Eri osapuolten täytyy kuitenkin ponnistella voimakkaasti jotta prosessi saavuttaisi tavoitteensa ja se jatkuisi omalla painoillaan vielä vuoden 2006 jälkeen.

## Kirjallisuus

**Alcamo, J., Henrichs, T. & Rosch, T.** 2000. World water in 2025: Global modeling and scenario analysis. Julk.: Rijsberman, F.R. (ed.): World water scenarios analyses. London, Earthscan.

**Dialogue Secretariat.** 2001. Dialogue on Water, Food and Environment. Colombo, Dialogue Secretariat.

**Manthrithilake, H.** 2002. Henkilökohtainen keskustelu '2nd South Asia Water Forum':ssa Islamabadissa, Pakistanissa, 16.12.2002.

**Molden, D., Rijsberman, F., Matsuno, Y. & Amarasinghe, U.A.** 2001. Increasing the productivity of water: A requirement for food and environmental security. Dialogue Working Paper 1. Colombo, Dialogue Secretariat.

**Thatte, C.D.** 2002. Dialogue on Water, Food, and Environment (2001-2006) – ICID's Perceptions. Esitelmä. 18th International Congress on Irrigation and Drainage, Montreal, Canada, 21-28 heinäkuuta 2002.

Lisää tietoja:  
[www.cgiar.org/iwmi/dialogue](http://www.cgiar.org/iwmi/dialogue)



## Putkistojen kuntokartoitus osana ympäristöstrategiaa

Puhdas maaperä ja puhtaat pohjavedet ovat kansallisvarallisuuttamme. Kunnat, kaupungit, teollisuuslaitokset sitoutuvat suojelemaan pohjavesialueita ja ehkäisemään maaperän pilaantumisen toimimalla ennakoivasti ja ennaltaehkäisevästi ympäristölupahakemuksensa ja strategiansa mukaisesti.

Maan alla sijaitseva putkistoverkosto on näkymätön osa ympäristöämme ja jakaantuu laajalle alueelle maantieteellisesti. Vaurioitunut putkistoverkosto vuotaa mm. jätevesiä maaperään.

Painehuuhtelu Oy PTV:n päätoimialana on putkistoverkostojen puhdistus ja kuntokartoitus. Työ toteutetaan joko TV-kuvauksella tai uudella DigiSewer™-huipputeknologialla. Menetelmiä hyödynnetään kunta-, teollisuus- sekä kiinteistökohteissa.



Näillä menetelmillä varmistetaan verkoston rakenteellinen ja toiminnallinen kunto ja selvitetään mahdollinen haitallisten jätevesien vuotavuus maaperään. Kuntokartoitus on osa hyvää ympäristöstrategiaa ja työväline päätöksentekoa varten.



ASiantuntijaosaamista yli 25 vuoden kokemuksella

Alhoniituntie 6, 01900 Nurmijärvi  
puhelin (09) 290 2230 | fax (09) 2902 2333

Yhteyshenkilö: Riitta Virtanen  
e-mail: riitta.virtanen@painehuuhtelupvtv.fi



## ■ Risto Saarinen

dipl.ins., toimitusjohtaja

Vodapro Oy

E-mail: [risto.saarinen@vodapro.fi](mailto:risto.saarinen@vodapro.fi)

Kirjoittaja on toiminut jätevedenpuhdistamoiden parissa neuvonta-, tarkkailu-, käyttö- ja myyntitehtävissä 1980-luvun alusta lähtien.

**Valtioneuvoston** periaatepäätös vesiensuojelun tavoitteiksi vuoteen 2005 mennessä edellyttää ravinnekuormituksen merkittävää vähentämistä vuoden 1991–1995 keskimääräisestä tasosta. Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoilta vesistöön johdettu fosforikuorma oli keskimäärin 267 tonnia/vuosi aikavälillä 1991–95 ja 224 tonnia vuonna 2001 (Suomen ympäristökeskus). Vuoden 2005 tavoite on 170 tonnia. Tavoitteen saavuttaminen edellyttää merkittäviä investointeja, vaikka osa parannuksesta saadaankin aikaan käyttötöimien tehostamalla.

Tavoitevuosi on jo varsin lähellä ja on syytä arvioida tavoitteiden saavuttamismahdollisuuksia. Kuvassa 1 on esitetty yhdyskuntien fosforin ja typen vähentämistavoitteet. Siitä käy ilmi, että tyypelle asetettu tavoitetaso on jo saa-

# JÄLKISUODATUS ALENTAA VESISTÖKUORMITUSTA

**Jätevedenpuhdistamoille asetetut fosforinpoistovaatimukset ovat kiristyneet ja kiristynevät edelleen. Uusien vaatimusten saavuttaminen voi olla vaikeata nykyisillä puhdistamoilla. Käyttämällä hiekkasuodatusta viimeistelyvaiheena yhdyskuntajätevesien aiheuttamaa fosforikuormitusta voidaan alen-  
taa 80 %. Jälkisuodatus on koeteltua ja tunnettua. Se on parasta käyttökelpoista tekniikkaa.**

vutettu, mutta fosforin poistossa tavoitteeseen ei päästä, ellei merkittäviin toimenpiteisiin ryhdytä.

## Fosforin poiston periaatteet

Noin kolmannes puhdistamolle tulevasta fosforista erottuu sitoutumalla biomassaan aktiivilieteprosessissa. Poikkeuksena ovat erityisesti biologiseen fosforin poistoon suunnitellut prosessit, joissa olosuhteet valitaan sellaisiksi, että mikrobit sitovat itseensä tavallista enemmän fosforia.

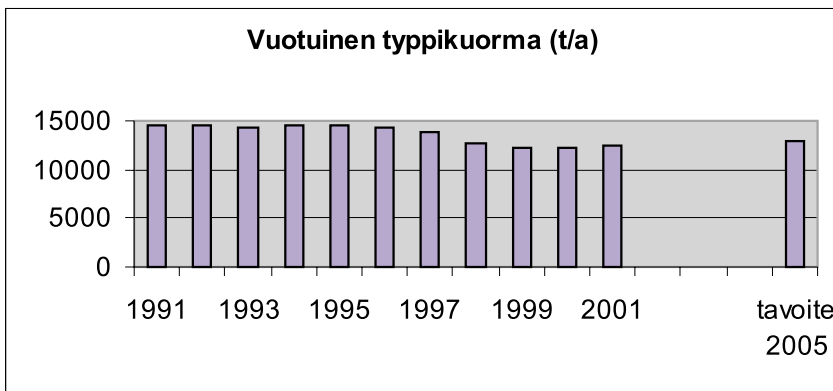
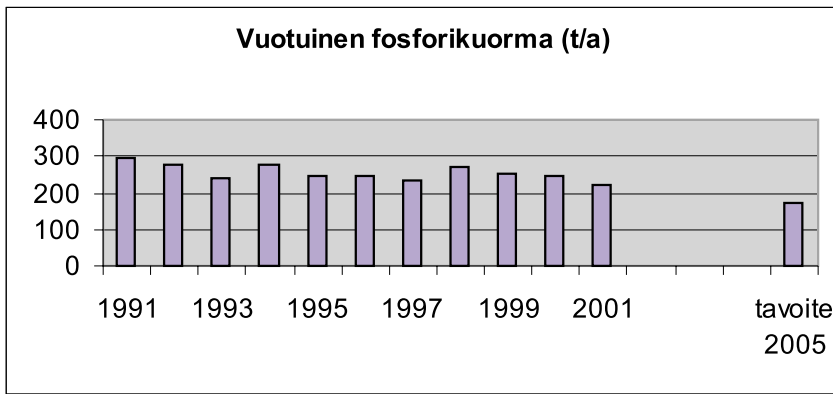
Biologisten toimintojen jälkeen veteen jäävä ortofosfaatti saostetaan tyypillisesti rautasuoloilla ferrifosfaatiksi. Tähän saostustapahtumaan osallistuu osittain myös kalsium, jolloin saadaan ferrikalsiumfosfaattisaostumia. Saostumisen tulee tapahtua sopivalla pH-alueel-

la, jotta liukoisen fosfaatin osuus saadaan riittävän alhaiseksi.

Rinnakkaissaostuksessa käytettäessä ferrosulfaattia saostuskemikaalina pH:ta ei tarvitse erikseen säätää fosforin poiston takia, vaan normaali, usein hiukan happaman puolella oleva prosessi-pH sopii fosforin poistoon. Erikseen on mainittava nitrifikaatioprosessi, jossa jäteveden alhaisen puskurikyvyn vuoksi joudutaan annostelevaan alkaliteettia kohottavaa kemikaalia, esimerkiksi kalkkia. Esi- ja jälkisaostuksessa pH säädetään käytetyn saostuskemikaalin edellyttämälle optimaalueelle.

## Jälkisuodatuksen tekniikat

Suomessa jälkisuodatus tai muut tertiäärivaiheen käsittelyprosessit eivät ole vielä yleisiä. Jälkisuodatusta voidaan



Kuva 1. Yhdyskuntajätevesien aiheuttamat vuotuiset ravinnekuormat ja valtakunnallinen tavoite vuoteen 2005 mennessä.



Kuva 2. Viirakankaalla varustettu kiekkosuodatin ilman suojakantta. (Kuva: Nordic Water Products Ab)

käyttää selkeytyksestä karkaavan kiintoaineen talteen ottamiseen ja vielä liukoisessa muodossa olevan fosforin saostamiseen. Vesihuoltoon soveltuvat,

fosforin poiston tehostamiseen tähtäävät suodatustekniikat voidaan karkeasti jakaa kolmeen ryhmään: hiekkasuodattimet, suodatuskankaaseen tai -vi-

raan perustuvat laitteet ja kalvosuodattimet. Hiekkasuodatus on saavuttanut vuosikymmenien kuluessa luotettavan tason vesihuollon ja prosessiteollisuuden yksikköprosessina ja jätevedenpuhdistamoissa käytetään tertiäärivaiheena usein hiekkasuodatusta. Suodatuskankaaseen, -viiraan ja -kalvoon perustuvia laitteita on toimitettu jätevedenpuhdistamoille ja niistä alkaa olla kokemuksia. Ne eivät kuitenkaan ole vielä levinneet laajasti ja niiden käyttökelpoisuus on siten vielä osittain ”testaamatta”.

Investointikustannuksiltaan hiekkasuodatus edustaa näistä tekniikoista keskivertoa. Hiekkasuodatuksen voidaan yhdistää kemiallinen saostus, jolloin kiintoaineen erotus paranee entisestään. Lisäksi saostuksella saavutetaan merkittävä parannus liukoisen fosforin pitoisuuden alenemisessa. Edelleen saostus parantaa suodatuksen tehoa mikrobin poistossa (Rajala et al., 2002). Hiekkasuodatus voidaan toteuttaa perinteisenä, vesilaitostekniikasta tuttuuna staattisena suodattimena tai jatkuvatoimisena suodattimena.

Viirakangassuodattimet (kuva 2), joiden kankaan huokoskoko voi olla esimerkiksi 30 µm, ovat isossa mittakaavassa selvästi hankintahinnaltaan edullisempia kuin hiekkasuodattimet. Niiden haittapuolena on kyky poistaa ainoastaan kiintoainetta. Viira pidättää kiintoaineen varsin tehokkaasti, mikäli kyse on bioflokista. Kemiallinen saostuma ei kestä viiran pinnassa esiintyvää painetta niin hyvin, että kemiallinen saostus kannattaisi toteuttaa juuri ennen suodatinta. Viiraan tai kankaaseen perustuvat suodattimet toteutetaan yleensä joko kiekko- tai rumpu-tyyppisinä. Ne voidaan sijoittaa ole-massa olevaan kanavaan tai erikseen oman rungon varassa seisovaksi laitteeksi, jolloin laite kytketään prosessiin putkiliitoksiin.

Kalvosuodattimet on kehitetty alun perin puhtaampien vesien käsittelemiseen. Kalvon valmistuskustannusten laskun ja kalvojen kehitystyön myötä niitä on alettu käyttää myös jätevedenpuhdistamoilla, esimerkiksi Pohjois-Amerikassa ja Keski-Euroopassa. Useimmat käyttökohteet ovat sellaisia, joissa puhdistetulle vedelle on asetettu





Kuva 3. Kalvosuodatin-elementti nostettuna ilmastusaltaasta. (Kuva: Risto Saarinen)

poikkeuksellisen kovat vaatimukset. Varsinaisen kalvoelementin (kuva 3) lisäksi tarvitaan varsin mittava puhdistusjärjestelmä. Kalvoa puhdistetaan vuorotellen puhaltamalla ilmaa sekä pumppaamalla vettä ja kemikaaliliuoksia vastavirtaan kalvon läpi. Systemi muistuttaa enemmän pientä tehdasta kuin perinteistä jätevedenpuhdistamo. Sen erikoisuutena on, että kalvoelementti sijoitetaan suoraan ilmastusaltaaseen, jolloin jälkiselkeytystä ei tarvita lainkaan. Tämä näyttää muodostuneen yleiseksi käytännöksi kalvotekniikkaa sovellettaessa. Vaikka allasrakentamisinvestoinnit vähenevät, kokonaisinvestointikustannus pysyy kuitenkin korkeana.

### Koeajotuloksia kontaktisuodattimesta

Jatkuvatoimista hiekkasuodatinta on käytetty jätevedenpuhdistamoilla suo-

ritetuissa koeajoissa mm. Helsingissä, Espoossa, Kuopiossa, Tampereella, Hyvinkäällä ja Lappeenrannassa (kuva 4) sekä Vihdissä.

Tampereen koeajo oli osa Kuopion yliopiston suorittamaa tutkimusta "Puhdistetun jäteveden infektiivisten mikrobien vähentäminen UV-säteilyllä hiekkasuodatuksen jälkeen" (Rajala et al., 2002). Kuvassa 5 on esitetty fosfori- ja kiintoainetulos kontaktisuodattimessa, jossa saostuskemikaalina käytettiin polyalumiinikloridia. Koeajo kesti noin kolme kuukautta. Suodattimen hydraulinen kuormitus oli keskimäärin  $7 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$  eli  $7 \text{ m}/\text{h}$  eikä ajoparametreihin tehty suuria muutoksia. Prosessi pidettiin melko stabiilina, jolloin jäteveden laadun vaihteluiden vaikutus käsittelytulokseen voitiin todeta.

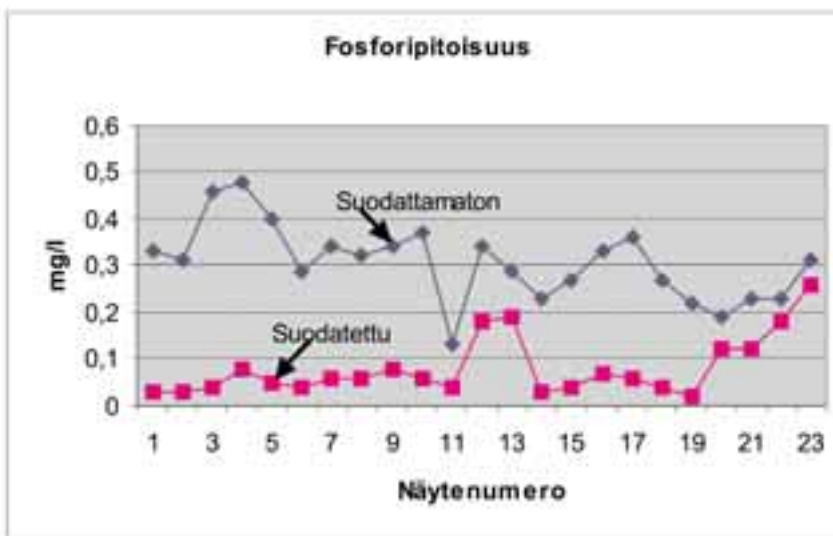
Tampereen koe oli esimerkki tapauksesta, jossa pyritään pysyvästi alle  $0,3 \text{ mg}/\text{l}$  fosforipitoisuuteen. Suodattimen poistoteho oli 80–90 % ja ko-

konaisfosforipitoisuus suodatetussa vedessä oli keskimäärin  $0,05 \text{ mg}/\text{l}$ . Puhdistustulokset Kuopion, Tampereen, Hyvinkään ja Lappeenrannan koeajoissa riippuivat jonkin verran lähtöpitoisuuksista, mutta olivat varsin saman suuntaisia. Yhteenvetona voidaan todeta, että jatkuvatoimisella hiekkasuodatuksella päästään alle  $0,1 \text{ mg}/\text{l}$  pitoisuuteen,  $0,2 \text{ mg}/\text{l}$  pitoisuutta voidaan käyttää suunnitteluarvona ja  $0,3 \text{ mg}/\text{l}$  pitoisuus voidaan asettaa takuuarvovaatimukseksi suodatusprosesseille.

Vihdin kunnan Nummelan puhdistamo on erikoistapaus. Siellä päästään nykyisellä prosessilla vuosikeskiarvona alle  $0,1 \text{ mg}/\text{l}$  kokonaisfosforipitoisuuteen. Osatekijöinä näin hyvään tulokseen ovat mm. henkilökunnan paneutuminen työhönsä ja jätevesien määrän tasaaminen ennen puhdistamoprosessiin johtamista. Vihdin kunta on ympäristölupavirastolle jättämässään ha-



Kuva 4. Jatkuvatoiminen suodatin, koelaite Lappeenrannan puhdistamolla.  
(Kuva: lina Laitinen)



Kuva 5. Fosforinpoistotulos Tampereen pilotkokeessa jatkuvatoimisella hiekkasuodattimella.

kemuksessa esittänyt pyrkivänsä "vesistöpuhtautukseen". Tämän tason saavutettavuuden selvittämiseksi suoritettiin Nummelassa reilun kahden kuu-kauden mittainen koeajo jatkuvatoimisella hiekkasuodattimella.

Nummelan puhdistamolalta lähtevän veden fosforipitoisuus kesällä 2002 koeajon aikana oli keskimäärin 0,08 mg/l eli 80 µg/l. Kiintoainepitoisuus vaihteli tasolla 1–3 mg/l. Koeajossa syötettiin suodatukseseen tätä "lähtevää jätevettä". Saostuskemikaalina käytettiin polyalumiinikloridia. Koeajossa suodatuksen jälkeen kokonaisfosforipitoisuus oli keskimäärin 20 µg/l ja vaihteli välillä 13–31 µg/l. Suodatuksessa fosforipitoisuus aleni siis neljännekseen lähtötasosta. Bakteerireduktiot suodattimessa olivat tyypillisesti 98–99 %.

Nummelan koeajo osoitti, että fosforin poistoa on mahdollista tehostaa "vesistöpuhtautustasolle". Kun kiintoainepitoisuudetkin olivat erittäin alhaisia suodatuksen jälkeen, voidaan UV-käsittelyllä täydennetyssä prosessissa parantaa merkittävästi myös vesistön hygieenistä tilaa.

## Johtopäätös

Kunnallisten jätevedenpuhdistamoiden toiminnan tehostaminen jatkuvatoimisella hiekkasuodatuksella on nk. BAT-tia, parasta käyttökelpoista tekniikkaa. Vesistöön johdettavan fosforikuormituksen alentaminen noin 80 % nykyisestä tasosta on mahdollista. Tekniikka on laajasti käytössä erilaisissa teollisen mittakaavan prosesseissa, myös vesihuollossa. Valtakunnalliset fosforin poistolle asetetut tavoitteet on hyvin saavutettavissa.

## Kirjallisuus

Rajala, R., Niemelä, A., Heinonen-Tanski, H., Puhdistetun jäteveden infektiivisten mikrobin vähentäminen UV-säteilyllä hiekkasuodatuksen jälkeen, Kuopion yliopiston ympäristötieteiden laitosten monistesarja 7/2002, ISSN 0786-4728

Suomen ympäristökeskus, www-sivut: <http://www.vyh.fi/tila/vesi/kuormit/yhdyskun/foskuo.htm>

# KULUTTAJAN VOITAVA LUOTTA VESI- JA VIEMÄRILAITOSTEN TOIMINTAVARMUUTEEN

**Vesihuoltolaissa vesihuollon tavoitteeksi on kirjattu talousveden riittävän saatavuuden ja asianmukaisen viemäröinnin turvaaminen. Kyynisestä voisi kuluneen talven kuivuuden aiheuttamiin tilanteisiin viitaten todeta, että laki sinänsä ei takaa näiden yhteiskunnallisten tavoitteiden toteutumista. Kuivuus kuten monet muutkin poikkeukselliset tekijät saattavat aiheuttaa vesi- ja viemärlaitosten toiminnalle häiriöitä. Lain tavoite edellyttää monia käytännön toimia ennen kuin siitä tulee todellisuutta. Käytökelpoisen veden saannin varmistaminen normaaleissa olosuhteissa ei yleensä ole ongelma mutta tavoite koskee myös poikkeuksellisia olosuhteita. Vesi on välttämättömyyshyödyke, jonka osalta saatavuuden turvaamisvaatimus erityisesti korostuu.**



## ■ Hannes Kulmala

apulaisjohtaja  
Huoltovarmuuskeskus  
E-mail: [hannes.kulmala@nesa.fi](mailto:hannes.kulmala@nesa.fi)

**Veden** saatavuuden varmistamisen tärkeys on energian tavoin korostunut niissä riskikartoituksissa, joita Huoltovarmuuskeskus on tehnyt analysoitaessa väestön toimeentulon, elinkeinoelämän toimintaedellytysten ja yleensäkin koko yhteiskunnan toimintojen turvaamista. Nykyaikaisen yhteiskunnan toiminta on yhä enemmän riippuvainen eräiden teknisten järjestelmien

ja verkostojen toimivuudesta. Vesi- ja viemärlaitosten toiminnan varmistamisen merkitys tulee tässäkin mielessä tulevaisuudessa vain korostumaan. Näistä syistä valtioneuvoston päätöksessä huoltovarmuuden tavoitteista (350/02) mainitaan vesi kahdessaakin kohtaa määriteltäessä huoltovarmuuden painopistealueita. Huoltovarmuudella tarkoitetaan väestön toimeentu-



lon ja siihen liittyvän välttämättömän elinkeinoelämän toiminnan turvaamista kaikissa oloissa.

Vesihuollon huoltovarmuudelle asetavat sen erityiset markkinaolosuhteet omat vaatimuksensa. Vesilaitoksilla on alueellaan monopoliasema ja asiakkaiden mahdollisuus turvautua korvaaviin toimittajiin häiriötilanteissa on hyvin rajallinen. Toisaalta vesihuoltolaitoksilla on pyrkimys taloudellisesti kannattavaan toimintaan kohtuullisilla kustannuksilla. Huoltovarmuuden hinnoittelu ja esimerkiksi siihen liittyvien investointien hyväksyttävä kustannus on vaikeasti määriteltävä asia. Sähkömarkkinapuolella törmättiin näihin ongelmiin, kun selviteltiin syksyllä 2001 tapahtuneiden myrskyvaurioiden vaikutuksia sähköhuoltoon.

### Vesi- ja viemärlaitosten varautumisvastuu

Vesi- ja viemärlaitosten mahdollisimman häiriöttömän toiminnan varmistamiseen kohdistuu edellä todettujen näkökohtien perusteella suuria vaatimuksia. Toimitusehdoissa puhutaan ylivoimaisesta esteestä ja ennalta arvaamattomista laitoksesta riippumattomista syistä, jotka oikeuttavat veden- ja jäteveden käsittelyn keskeytyksiin. Tällaisina syinä mainitaan mm. putken rikkoutuminen, sähkön toimintakatkos ja vedenhankinnan häiriö. Tällaisia katkoksia ei voi välttää mutta millainen vaatimus laitokselle voidaan asettaa tilanteen vaatimien varautumistoimenpiteiden suhteen, kun ajatellaan vaikkapa verkoston korjausvalmiutta ja -kykyä? Tähän liittyvät varavoimajärjestelyt, verkoston varmistussilmukoinnit, raakaveden hankinnan varajärjestelyt, korjaus- ja huolto-toimenpiteiden organisointi ja muut vastaavat varautumistekijät. Sähköhuollon puolella edellä todetut häiriötilanteet johtivat sähkömarkkinalain muutoksiin, jossa määriteltiin entistä tarkemmin varautumiseen liittyviä vaatimuksia.

### Laitosten varautuminen

Varautuminen on hyvin kokonaisvaltaista toimintaa. Jo laitoksen rakenta-

misessa tulisi ottaa riittävästi huomioon toimintavarmuus ja investoida sitä parantaviin tekijöihin. Toimintavarmuuden ylläpito edellyttää jatkuvia investointeja käyttöön ja kunnossapitoon koko laitoksen käyttöä. Keskeinen tekijä laitoksen toimintavarmuuden kannalta on hyvä valmiussuunnittelu ja sen perusteella tapahtuva varautuminen erilaisiin häiriö- ja poikkeustilanteisiin.

Tämä vaatii valmiussuunnitelmien pitämistä ajan tasalla. Tekniseksi apuvälineeksi tähän työhön ovat Huoltovarmuuskeskus, puolustustaloudellisen suunnittelukunnan kuntatoimikunta sekä Vesi- ja viemärlaitosyhdistys yhteistyössä valmistelleet atk-pohjaisen valmiussuunnitteluohjelman. Ohjelmasta käytetään nimitystä VVWasu (vesi- ja viemärlaitoksen valmiussuunnitelma). Ohjelmaa valmisteltaessa on käytetty hyväksi niitä kokemuksia, joita Huoltovarmuuskeskus on saanut muilta toimialoilta (teollisuustuotanto, voimahuolto ja öljyhuolto) vastaavista ohjelmista. Huoltovarmuuskeskus on laitos, jonka tehtävänä on maamme yleinen huoltovarmuuden kehittäminen (kotisivujen osoite on [www.nesa.fi](http://www.nesa.fi)).

Lähtökohtana varautumiselle on laitoksen riskianalyysi. Nykyiselle valmiussuunnittelulle on ominaista, että enää ei erotella tietynlaisia poikkeusoloja, jotka liittyvät perinteisiin turvallisuuspoliittisiin riskeihin, kuten vaikkapa aseellinen hyökkäys, omaksi varautumisen alueeseen ja normaalioloissa esiintyviä häiriötilanteita omaksi alueeseen. Nykyiset muuttuvat uhkakuvat eivät enää rajaudu selkeästi tämän jaon mukaan. Tämän päivän uhkakuvat ovat hyvin moninaisia, joten varautumisessa täytyy pyrkiä siihen, että osataan reagoida erilaisiin häiriötekijöihin, oli kysymyksessä sitten onnettomuus, tahallinen häiriöteko tiedonkäsittelyjärjestelmiin tai vaikkapa biologisten tai kemiallisten keinojen käyttö häiriötarkoituksessa.

Mainitussa valmiussuunnitteluohjelmassa käsitellään laaja kirjo laitoksen toimintaan liittyviä asioita. Siinä käsitellään erikseen kaikki laitoksen toiminnan osa-alueet, määritellään toiminnan riskit ja varautumisvastuut laitoksen sisällä sekä kootaan eri lohkojen

valmiustoimenpiteet saman järjestelmän piiriin. Perusajatuksena järjestelmässä on, että sen avulla voidaan kytkä saman järjestelmän piiriin myös monia erillisiä valmiussuunnitelmia kuten tietojenkäsittelyn valmiussuunnitelma, viestintäsuunnitelma jne.

Valmiussuunnitteluohjelmaa on saatavissa cd-levyn muodossa Vesi- ja viemärlaitosyhdistykseltä. Lisäksi VVY ja Huoltovarmuuskeskus järjestävät koulutustilaisuuksia eri puolilla maata. Näissä tilaisuuksissa käydään ohjelmaa läpi asiantuntijoiden opastuksella sekä käsitellään muitakin varautumiseen liittyviä asioita.

### Laitosten ja viranomaisten vastuusuhteet

Haluan korostaa laitosten vastuuta toimintansa mahdollisimman häiriöttömän jatkuvuuden turvaamisessa. Kunnalla on alueensa vesihuollon kehittämismvastuu ja ympäristö- sekä terveysviranomaisilla laitoksen toiminnan valvontavastuu. Laitos on kuitenkin se, joka viime kädessä vastaa toiminnastaan asiakkailleen.

”Vesimarkkinoiden” rakenne saattaa tulevaisuudessa muuttua kuten on tapahtunut energiapuolellakin; vesihuolto eriytyy kauemmaksi kuntien välittömästä ohjauksesta, laitosten omistusrakenteet muuttuvat, laitokset ”ulkoistavat” joitain toimintaansa liittyviä osa-alueita oman organisaationsa ulkopuolelle jne. Tässä muuttuvassa toimintaympäristössä saattavat toiminnan haavoittuvuustekijät unohtua kovien toiminnan tehokkuus- ja taloudellisuusvaatimusten paineessa. Näin ei saisi tapahtua. 📌



**Yhdyskuntatekniikka**  
**Infratech 4.-6.6.**  
**Jyväskylä Paviljonki**

Puh.09-868 9010, email: [yt@vy.fi](mailto:yt@vy.fi)

# Maailman kolmas vesifoorumi Kiotossa – vettä, ihmisiä ja suuria tunteita



## ■ Katri Makkonen

tekn. yo.

Teknillinen korkeakoulu

Vesitalouden ja vesirakennuksen laboratorio

E-mail: [katri.makkonen@hut.fi](mailto:katri.makkonen@hut.fi)

Kirjoittaja oli mukana Kiotossa TKK:n vesitalouden laboratorion osin koordinoiman Kaakois- ja Etelä-Aasian kokonaisvaltaista vesienhoitoa käsittelevän kirjanprojektin tiimoilta.

## ■ Olli Varis

akatemiaturkija

Teknillinen korkeakoulu

Vesitalouden ja vesirakennuksen laboratorio

E-mail: [oli.varis@hut.fi](mailto:oli.varis@hut.fi)

Kirjoittaja oli Kiotossa TKK:n edustajana Suomen delegaatiossa.

Japanin Kiotossa 16.–23.3.2003 pidetty ”Third World Water Forum” keräsi paikalle yli 10 000 hallinnon, elinkeinoelämän, tutkimuksen ja kansalaisjärjestöjen edustajaa. Tapahtumassa oli myös Suomesta kattava edustus: viralliseen delegaatioon kuuluivat usean ministeriön, tutkimuslaitoksen ja yliopiston edustajat. Foorumin keskeisenä teemana oli ”From Vision to Action” – visioista toimintaan – YK:n vuosituhannen kehitystavoitteiden ja edellisten vesifoorumien linjaamien vesivisioiden pohjalta.

**Maailman** kolmannen vesifoorumin tavoitteena oli saada vesialan eri toimijat pohtimaan yhdessä kansallisten ja alueellisten vesiongelmien ratkaisemista. Edellinen vesifoorumi pidettiin Hollannin Haagissa kolme vuotta sitten. Haagin kokouksen päällimmäinen anti oli maailmanlaajuisen verkostoitumisen vahvistamisessa ja veteen liittyvien tulevaisuudenvisioiden laadinnassa. Kio-

ton foorumin keskeisenä tehtävänä oli ottaa askel visioista toimintaan (kuva 1).

Kolmas vesifoorumi oli jaettu teemoihin sekä aihekokonaisuuksiin että maantieteellisten alueiden mukaan. Tilaisuuksien aihepiireissä toistuvivat veden liittyminen köyhyyteen, ruokatuotantoon, ympäristön tilaan, ilmastonmuutokseen, hallintoon, kansalliseen turvallisuuteen ja rauhallisiin valtio-



Kuva 1. World Water Councilin pyörittämä Maailman vesivisio-prosessi on eräs keskeisistä vesifoorumien komponenteista.

suhteisiin, tulviin ja kuivuuteen, hankkeiden rahoitukseen sekä liikenteeseen. Koulutuksen ja tiedotuksen todettiin olevan ensisijaisia välineitä vesitavoitteiden saavuttamisessa. Kokonaisvaltainen vesivarojen hoito (Integrated Wa-

ter Resources Management) oli yksi foorumin kantavista teemoista, jota lähesyttiin monista erilaisista lähtökohdista etsien keinoja konseptin nykyistä paremmalle toteuttamiselle. Oman teemapäivänsä saivat Afrikka, Amerikan

mantereet, Aasian ja Tyynenmeren valtiot, Lähi-itä ja Välimeren alue, sekä Eurooppa. Erityisryhminään tapahtumassa olivat edustettuina mm. lapset, nuoret, journalistit, yritysjohtajat sekä kansalaisjärjestöt.

## Ministerideklaraation keskeiset aiheet

### Deklaraation yleisaiheet:

- hyvä hallinto ja kapasiteetin lisääminen
- rahoituskysymykset, erityisesti julkisen ja yksityisen rahoituksen yhdistelmät
- kokonaisvaltainen vesivarojen hoidon (IWRM) tukeminen
- kaikkien osapuolten yhtäläinen osallistuminen, hyötyminen ja vastuu
- toimenpiteiden läpinäkyvyys ja mitattavuus
- alueellisen yhteistyön tukeminen

### Vesivarojen hallinta ja hyötyjen jakaminen:

- kehitysmaiden vedenkäyttösuunnitelmien muodostamisen tukeminen
- valtioiden välisen yhteistyön rohkaiseminen koskien kansainvälisten vesistöjen ja rajavesien hallintaa
- hävikin vähentäminen vedenjakelu- ja muista vesisysteemeistä
- innovatiivisten ja ympäristöystävällisten tekniikoiden tukeminen
- vesienenergian näkeminen puhtaana energiamuotona, jonka ympäristö- ja sosiaalivaikutukset tulee kuitenkin huomioida

### Puhdas juomavesi ja jätevesi:

- valtioiden vastuu strategioiden luomisessa YK:n vuosituhannen kehitystavoitteiden saavuttamiseksi (puolittaa niiden ihmisten määrää, joilla ei ole puhdasta juomavettä tai sanitaatiota vuoteen 2015 mennessä) ja kansainvälisen yhteisön toimet tähän tarvittavan mittavan rahoituksen ja teknologian järjestämiseksi
- paikallisten olosuhteiden huomioiminen keinona puhtaan juomaveden ja sanitaation järjestämisessä maailman köyhille
- uusien, kustannustehokkaiden teknologioiden löytäminen

### Maatalouden vedenkäyttö:

- maatalouden vedenkäytön tehostaminen ja kestävien menetelmien lisääminen
- sisävesien kalantuotannon turvaaminen

### Veden saastumisen ehkäiseminen ja ekosysteemien suojeleminen:

- tietoisuuden lisääminen: tiedotus ja koulutus
- riittävän tehokkaan lainsäädännön, jolla turvataan vesien suojeleminen ja kestävä käyttö, luominen kuhunkin maahan
- metsien hävittämisen, aavikoitumisen ja maan pilaantumisen estäminen

### Katastrofien lieventäminen ja riskien hallinta:

- kokonaisvaltaiset toimet tulvien ja kuivuuden vaikutuksien vähentämiseksi
- tiedon jakaminen ja yhteistyö riskinhallinnan välineinä



## Kokouksen anti

Foorumiin osallistujan haasteena oli vallinnan vaikeus - rinnakkaisia tapahtumia oli parhaimmillaan parikymmentä ja kun vielä sessioita pidettiin Kioton lisäksi Osakassa ja Shigassa, oli priorisointia tehtävä reilulla kädellä. Suomen edustajat hajaantuivat tilaisuuksiin ennalta valittujen teemojen mukaisesti.

Yksi vesifoorumin tärkeimmistä asioista oli ministerikonferenssi, joka antoi tapahtumassa deklaraation käsittelemistään asioista. Deklaraatiossa ministerit ehdottavat keinoja mm. YK:n vuosituhannen kehitystavoitteissa esitettyjen päämäärien saavuttamiseksi ja sitoutumiseksi tukemaan asetettuja tavoitteita.

Itse foorumin ohessa oli mahdollisuus tutustua sekä muihin osallistujiin että japanilaiseen kulttuuriin ja ympäristöön illanviettojen ja ekskursioiden muodossa. Osallistujia oli foorumissa paikalla hyvin laajasti, ja voisikin sanoa että tapahtuman parasta antia oli kuulla eri toimijoiden näkemyksiä eri puolilta maailmaa ja siinä samalla tarkistaa omia käsityksiään asioista. Myös yhteistyöverkostoja syntyi kiitettävää taktia ja käyntikortti jos toinenkin vaihtoi viikon kuluessa omistajaa. Erityisen he-

delmällisenä koettiin vuoropuhelun synnyttäminen hallinnon ja tutkimuslaitosten edustajien ja toisaalta kansalaisjärjestöjen edustajien välille.

Kiotossa korostuivat puhtaan juomaveden saatavuus, jätevesihuollon turvaaminen sekä näihin toimiin tarvittava rahoitus lähivuosien kestävä kehityksen keskeisinä tavoitteina. Myös ilmastonmuutoksen vaikutukset kuten tulvien ja kuivuuden sekä luonnonnettomuuksien lisääntyminen olivat kokouksen huolenaiheita. Lisäksi vesivarojen vähentyessä ja käyttötarpeiden lisääntyessä yhteisistä rajavesistöistä ja niiden valuma-alueista on tullut tärkeä turvallisuuskysymys. Suomi piti Eurooppa-päivänä oman sessionsa Suomen rajavesisopimuksista Venäjän ja Norjan kanssa. Puhujina olivat ylijohdaja Timo Kotkasaari maa- ja metsätalousministeriöstä, professori Erkki Hollo Helsingin yliopistolta sekä johtaja Kari Kinnunen Lapin ympäristökeskuksesta.

Suurista padoista käydyt keskustelut herättivät erityistä mielenkiintoa. Törnäyskurssilla olivat massiivisten patohankkeiden positiiviset ja negatiiviset vaikutukset: vesivoima on erityisesti kehitykselle tärkeä voimavara taloudellisen kasvun tiellä sekä monia muita

ympäristöystävällisempi energiantuotantotapa, toisella puolella taas korostuivat patoaltaiden ja niistä aiheutuneiden asuinalueiden menetysten negatiiviset vaikutukset paikallisten ihmisten elämään.

Vesien hoitoon ja veteen liittyvään infrastruktuuriin käytettävien investointien määrä tulisi karkeasti ottaen kaksinkertaistaa pikaisesti, jotta YK:n kehitystavoitteiden saavuttaminen tuntuisi realistiselta. UNESCO:n János Bogardi veti tästä loogisen johtopäätöksen: myös koulutukseen käytettävät resurssit pitäisi kaksinkertaistaa, muuten investoinnit eivät tuota kestävä tuloa.

Tapahtumassa julkaistiin jo ennen kokousta runsaasti julkisuutta saanut YK:n raportti maailman vesivarojen tilasta. Suomen vesien tila on arvioitu parhaimmaksi 122 maan vertailussa, joka on tähänastisista laajin.

## Mitä jäi käteen

YK:n ja muiden kansainvälisten foorumien asettamia kehitystavoitteita kritisoidaan paljon – varmasti syystäkin – mutta kyynikoita muistutettiin siitä että keskeiset YK:n vahvistamat tavoitteet ovat yllättävän usein toteutuneet ja ne

## YK:n vuosituhannen kehitystavoitteet

Vuonna 2000 yli 160 valtiota hyväksyi YK:n vuosituhannen huippukokouksessa ns. vuosituhattulituksen (Millennium Declaration). Julituksen myötä valtiot sitoutuivat vuosituhannen kehitystavoitteisiin, jotka tähtäävät vuoteen 2015 mennessä:

- äärimmäisen köyhyyden ja nälän puolittamiseen,
- peruskoulutuksen saamiseen niin tyttöjen kuin poikienkin ulottuville,
- sukupuolten välisten erojen kaventamiseen ja naisten aseman parantamiseen,
- lapsikuolleisuuden vähentämiseen kahdella kolmanneksella nykyisestä,
- äitien kuolleisuuden alentamiseen kolmella neljänneksellä,
- HIV/AIDSin, malarian sekä muiden tautien leviämisen pysäyttämiseen ja sairastuneiden määrän kasvun kääntämiseen laskusuuntaan,
- ympäristön kestävä kehityksen takaamiseen mm. sisällyttämällä ympäristönäkökohdat maiden hallituspolitiikkaan, vähentämällä puoleen puutteellisen vesihuollon piirissä olevien ihmisten määrän ja parantamalla sadan miljoonan slummi- asukkaan elinolosuhteita v. 2020 mennessä,
- globaalien kumppanuuksien luomiseen.

Suomi, muiden valtioiden mukana, on vuosituhattulituksen allekirjoittaessaan sitoutunut osaltaan auttamaan näiden tavoitteiden saavuttamisessa.

ovat vaikuttaneet hyvin paljon hallitusten ja muiden toimijoiden linjauksiin vuosikymmenten varrella.

Kioton ministerideklaraation toimenpiteitä ryhdytään toivottavasti toteuttamaan käytännössäkin mahdollisimman pian. Kiotosa saavutetun lisääntyneen yhteistyön ja näkemyksien lähentymisen kautta voidaan Johannesburgin kestävän kehityksen kokouksen tavoitteet toivottavasti saavuttaa paremmin. Tavoitteissa etene mistä voidaan mitata kolmen vuoden päästä seuraavassa maailman vesifoorumissa, joka pidetään Kanadan Montrealissa.

## LISÄÄ AIHEESTA

Maailman kolmannen vesifoorumin kotisivut

<http://www.world.water-forum3.com/>

Maailman kolmannen vesifoorumin ministerideklaraatio

[http://www.world.water-forum3.com/jp/mc/md\\_final.pdf](http://www.world.water-forum3.com/jp/mc/md_final.pdf)

YK:n vesiraportti

<http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/index.shtml>

World Water Council

<http://www.worldwatercouncil.org/>



## Hyvin suunniteltu...

- Vesihuolto
- Jätehuolto
- Ympäristötutkimukset

Suunnittelukeskus on Suomen suurimpiin kuuluva yhdyskuntasuunnittelun konsulttitoimisto.



SUUNNITTELUKESKUS OY

Opastinsilta 6, PL 68, 00521 HELSINKI  
Puh. (09) 156 41, [www.suunnittelukeskus.fi](http://www.suunnittelukeskus.fi)

Helsinki  
Jyväskylä  
Kuopio  
Oulu  
Rovaniemi  
Seinäjoki  
Tampere  
Turku

Clewer Oy valmistaa biologisia CLEWER® Clean Water prosessi- ja jäteveden puhdistusjärjestelmiä yhdyskuntien ja teollisuuden tarpeisiin. Clewer® -prosessi perustuu patentoituun tunnetun biofilmin teknologiaan.

Clewer Oy tarjoaa ratkaisujaan:

- ✓ Haja-asutusalueen talousjätevesien käsittelyyn omakotitaloille ja kyläyhteisöille.
- ✓ Yhdyskuntien ja teollisuuden kaatopaikkojen suotovesien käsittelyyn.
- ✓ Vedenkierrätyssovellutuksia uimahalleille, kylpylöille ja pesuloille.
- ✓ Teollisuuden hankalien jätevesien paikalliseen käsittelyyn.



Vaasan Tropiclandiassa toimivan huuhteluvesien kierrätysjärjestelmän bioreaktorit.

**CLEWER®**  
c l e a n w a t e r

Clewer Oy, Raidetie 1, 96910 ROVANIEMI  
Puh. (016) 332 550 Email: [info@clewer.com](mailto:info@clewer.com) [www.clewer.com](http://www.clewer.com)

# ABS

COST-EFFECTIVE PUMPING

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

**ABS Pumput Oy**  
 Höyläämötie 16, 00380 Helsinki  
 puh. (09) 506 8890, fax (09) 558 053, www.abspumps.com

## AKVA FILTER - PUHTAAN VEDEN PUOLESTA!

-suunnittelua ja palvelua yli 35 vuoden kokemuksella.  
 -vedenkäsittelyratkaisut ja suodatusmateriaalit raudan, mangaanin, orgaanisten aineiden, raskasmetallien ja kloorin poistoon sekä veden neutralointiin.  
 -suodattimet manuaalisena tai moottoriventtiili-automatiikalla varustettuina.  
 -vedenottoamalle 10-1000 m<sup>3</sup>/vrk.  
 -omakotitalouksiin, maatiloille, laitoksiin.  
 -myös vesipistekohtaiset suodattimet.



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

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



Clewer® Clean Water

*Teollisuuden ja yhdyskuntien prosessi- ja jätevesien biologiset puhdistusjärjestelmät.*

Clewer Oy Ltd., Raidetie 1, 96910 Rovaniemi  
 puh. (016) 332 550, fax (016) 332 5522  
 info@clewer.com, www.clewer.com

Helsingin toimisto: Koetilantie 7, 00710 Helsinki  
 puh. (09) 350 5960, 050 553 6510, fax (09) 3505 9650



**Dosfil oy** – Vedenkäsittelyn hallintaa –

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

Harkkorautantie 4, 00700 Helsinki, puh. 09 350 88 140, fax. 09 350 88 150  
 Email: dosfil@dosfil.com, internet: www.dosfil.com, Antti Jokinen GSM 0400 224777



**Lokapalvelu**  
**H. EEROLA Oy**

**24 h (09) 855 30 450**  
 Monipuolista viemärihuollon palvelua kaivon tyhjennyksestä viemäreiden kuvauksiin ja saneerauksiin asianmukaisella erikoiskalustolla!

OTA YHTEYTTÄ!  
 Puh. (09) 8553 0450, fax (09) 852 1616



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

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



**Etelä-Pohjanmaan  
VESITUTKIMUS 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.

**BIOPERT**-ohjelmistot jätevedenkäsittelyn ohjaukseen sekä raportointiin. Myös erillisiä raportointijärjestelmiä lähinnä WINDOWS-ympäristöön.

**Enviro Data Oy**, Tekniikantie 21, 02150 Espoo,  
 puh. (09) 2517 5246, fax (09) 2517 5247  
 www.envirodata.fi



**MEMBRAANITEKNOLOGIALLA VALMISTETUT  
PUHTAAT TUOTTEEMME**

- Natriumhypokloriitti
- Suolahappo
- Natronilipci
- Kloori

**TEHOKKAASTI – JOUSTAVASTI**

**FINNISH CHEMICALS OY** Jälleenmyyjä:  
 Bang & Bonsomer Oy  
 Vaihde 0204 31 11 Vaihde (09) 681 081  
 Fax 0204 31 0431 Fax (09) 692 4174  
 www.finnishchemicals.com www.bangbonsomer.fi





## GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

### POHJAVESI

- \* harjujen 3D rakenneselvitykset
- \* isotooppiselvitykset
- \* pohjaveden virtausmallinnus
- \* maa- ja kallioperän vaikutus pohjaveden laatuun

PL 96, 02151 ESPOO  
Puh. 020 550 11, Fax 020 550 12

### JÄRVISEDIMENTIT

- \* pilaantuneet sedimentit
- \* ravinteisuuden rekonstruktiot
- \* luonnontilan selvitykset
- \* fosforin esiintymismuodot

Sähköposti: services@gsf.fi  
www.gsf.fi

## Nopeasti asennusvalmiit KOKKO-painot >

www.kokkobe.fi

### KOKKO S-10

Lukkopaino 90mm:stä ylöspäin

### KOKKO S-20

Sidos 75mm:stä alaspäin

### OY KOKKOB E AB

PL 202, 67101 KOKKOLA  
PUH. (06) 8242 700  
FAX (06) 8242 777

 **KOKKOB E**

## Jäteveden puhdistamot:

[www.greenrock.fi](http://www.greenrock.fi)



Green Rock Oy

Teollisuustie 2 Puh. +358 (0)8 8192 200  
91100 Ii Fax: +358 (0)8 8192 211

E-mail: [info@greenrock.fi](mailto:info@greenrock.fi)  
Internet: [www.greenrock.fi](http://www.greenrock.fi)

## TURBO SUOMI

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

HV-TURBO kompressorit  
STAMO sekoittimet  
LANDIA upposekoittimet ja pumput

## VESIKEMIKAALIEN YKKÖNEN



- Rauta- ja alumiinipohjaiset koagulantit, polymeerit, hiililähteet sekä näiden yhdistelmätuotteet
- Asiakaskohtaisesti räätälöidyt koagulantit
- Veden ja jäteveden käsittelyn tuotesovellutukset

# kemira

Kemwater

PL 330, 00101 HELSINKI

Puh. 010 86 1211, Fax 010 862 1968

<http://kemwater-fi.kemira.com>



- \* kalatalous
- \* vesistötutkimus
- \* vedenhankinta

Luotsikatu 8 00160 Helsinki  
Puh. (09) 692 71 00 Fax (09) 692 71 24  
[www.silakka.pp.fi](http://www.silakka.pp.fi)

## KMV-tuotteet



KAIKKEA VEDEN PUMPPAUKSEEN  
JA SUODATUKSEEN.

Kirkkonummen Metallivalmiste Oy

Pippurintie 122

02400 KIRKKONUMMI

Puhelin: 09-298 2141

Fax: 09-298 5860

## KART OY KART AB

– urakoiva ja valmistava konepaja

Jätevedenpuhdistamot, -pumppaamot  
Välpeenkäsittely

Raakavesipumppaamot  
Kalkkirouhesäiliöt, -siilot, -suodattimet  
Suodatussäiliöt

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

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

## LÄNNEN ALITUSPALVELU OY

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



**Perintönä  
puhdas vesi**

Nordkalkin jalostamat  
tuotteet toimivat  
ympäristön  
elinvoimaisuuden  
hyväksi.

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

**Nordkalk**  
Ympäristö

**PUMPPULOHJA** 

- \* ROVATTI -vesilaitospumput
- \* PUMPEX -tyhjiennys- ja lietepumput
- \* SPECK - keskipakopumput
- \* Paineenkorotusasemat
- \* Erikoissäiliöt

VEDEN JA JÄTEVEDEN  
KÄSITTELYLAITTEET- JA LAITOKSET

- \* kotitalouksille      \* kunnille
- \* vesiosuuskunnille   \* teollisuudelle

Yrittäjätie 4, 09430 SAUKKOLA  
puh. (019) 357 071 fax. (019) 371 011  
www.pumppulohja.fi



**Flotaatiotekniikkaa yli 35 vuotta**

Vesilaitokset  
Jätevesilaitokset  
Jäähdytysvesilaitokset

**INSINÖÖRITOIMISTO OY RICTOR AB**

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



**RADIOMODEEMIT**

**SALMETEK OY TOIMITTA:**

Langattomaan tiedonsiirtoon laitteita, joilla voit siirtää RS 232- tai RS 485-tietoa, ON/OFF-tietoa, 4-20 mA-viestejä, pulsseja.

Langalliseen siirtoon modeemeja sekä valinnaiseen verkkoon että kiinteille yhteyksille, myös optiseen kuituun.

Kysy meiltä ELPRO- ja WESTERMO-tuotteita.

SALMETEK OY  
PL 103, 01801  
Klaukkala  
Puh. 09-2766 250  
Fax. 09-2766 2550

[www.salmetek.fi](http://www.salmetek.fi)  
[info@salmetek.fi](mailto:info@salmetek.fi)

**SALMETEK OY**



 **PUNTAAN VEDEN PUOLESTA**  
**INTERNATIONAL**  
**POMILTEK**

**LUOTETTAVAA JÄTEVEDENKÄSITTELYÄ  
YLI 15 VUODEN KOKEMUKSELLA**

**Puhdasvesi / jätevesilaitosurakoinnit  
ja kattavat laitteistotoimitukset**

-hydrauliset porrasvälvät	-hiekkapesurit
-hydrauliset välpepuristimet	-liete-, kalkki- ja AVR sillet
-rumpusiivilät	-soik. laahakoneistot
-ruuvivälvät	-flotaatio laitteet
-suotonauhapuristimet	-ruuvikuljettimet
-polymeerilaitteistot	-typenpoistolaitteistot

Varikontie 1      www.pomiltek.fi      puh: 06-4240 700  
60800 Ilmajoki      info@pomiltek.fi      fax: 06-4240 750

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

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

**ProMinent Finland Oy**

Orapilajatie 39, 00320 HELSINKI  
puh. (09) 4777 890 faksi (09) 4777 8947

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

**VARASTO : MYYNTI : HUOLTO**

[www.prominentfinland.fi](http://www.prominentfinland.fi)

**Pr. Minent®**



**MODERNIA TEKNIikkaA VESIHUOLTOON**

- Automatisointi - sähköistys - valvomratkaisut
- Paineenkorotusasemat
- Suunnittelu - asennus - huolto

**SLATEK**

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





**SK-TRADE OY**  
FINNINKATU 53, FIN-33100 TAMPERE  
☎ 03-211 0166 Fax 03-214 4315  
www.sk-trade.com

UV-LAITTEET  
◆ JUOMAVEDET  
◆ PROSESSIVEDET  
◆ JÄTEVEDET



WORLD LEADERS IN ULTRA VIOLET TECHNOLOGY

**STEMCO** Stemco Oy  
PL 5 40701 Jyväskylä  
Ylistönmäentie 26 40500 Jyväskylä  
Puh: 014 4451 320  
Fax: 014 4451 320  
Email: toimisto@stemco.fi  
Web: www.stemco.fi

Tarjoamme biologisten prosessi- ja jätevedenpuhdistamojen prosessisuunnittelua vesien käsiteltävyyскоkeista prosessin käynnistykseen ja henkilöstön koulutukseen saakka. Teemme myös neste- ja ainetaselaskeimia tuottavalle teollisuudelle sekä ympäristönhallintaan liittyvää konsultointia.

**Yhteistyöllä luontoa säästäviin tuloksiin**

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

Kysy lisää! Meiltä saat asiantuntevaa palvelua!

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

◆◆◆ **SUOMEN  
KONSULTTITOIMISTOJEN  
LIITON JÄSENET**



**AIR-IX**  
SUUNNITTELU

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

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



*Competence. Service. Solutions.*

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

**JAAKKO PÖYRY INFRA**  
Maa ja Vesi

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

◆◆◆ **NEUVOTTELEVIA  
INSINÖÖRITOIMISTOJA**



**Kiuru & Rautiainen Oy**  
Vesihuollon asiantuntijatoimisto

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

[www.kiuru-rautiainen.fi](http://www.kiuru-rautiainen.fi)

Vesilaitokset  
Jätevesilaitokset  
Flotaatiolaitokset



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



Vesi- ja ympäristötekniikan asiantuntemusta ja suunnittelua

**TRITONET OY**  
Pinninkatu 53 C, 33100 Tampere  
Puh. (03) 3141 4100, fax (03) 3141 4140  
E-mail [pertti.keskitalo@tritonet.fi](mailto:pertti.keskitalo@tritonet.fi)

- Vesihuolto, vesirakenteet
- Suunnittelu, työnjohto



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

"Jos kaikki Suomen järvet..."

**VESISTÖJEN KUNNOSTUS JA HOITO**

SUUNNITTELU JA TUTKIMUS TOTEUTUS  
-VE-LIMNO ravinnetasemalisto MKOK-Ampelaurakointi  
-VE-EKOSIMU happamali Kunnostussuunnitelmat



**VESI-EKO OY  
WATER-ECO**  
[www.vesieko.fi](http://www.vesieko.fi)

Yrittäjätie 12  
70150 Kuopio  
Puh. (017) 279 8600  
Fax (017) 279 8601  
[tiedustelut@vesieko.fi](mailto:tiedustelut@vesieko.fi)

LIINOLOGIATOIMISTO-VESIEN HOONON JA KUNNOSTUKSEN ASIAINTUNTIAJA



**YIT ENVIRONMENT OY**  
PL 36, 00621 HELSINKI  
Käyntiosoite: Panuntie 6  
Puhelin 020 433 111  
Faksi 020 433 2066  
sähköposti [etunimi.sukunimi@yit.fi](mailto:etunimi.sukunimi@yit.fi)



# Espoon Vedelle uusi toimitusjohtaja

**Jukka Piekkari**, 48, on valittu Espon Veden toimitusjohtajaksi 1.4.2003 alkaen. Hänen edeltäjänsä **Pertti Sipi** jäi tuolloin eläkkeelle. Piekkari valmistui diplomi-insinööriksi Helsingin teknillisen korkeakoulun rakennusinsinööri-osastolta vuonna 1979 pääaineenaan vesihuoltotekniikka.

”Valmistumiseni jälkeen minulla on ollut ilo ja onni työskennellä monissa erilaisissa tehtävissä ja kulttuureissa ympäri maailmaa, mikä on avartanut näkökulmia. Ennen pankkiirinuraani Luxemburgissa työskentelin vesi-, katu- ja liikenneväylähankkeisiin liittyvissä johto-, asiantuntija- ja suunnittelutehtävissä Suomessa, Malawissa, Vietnamin ja Nepalissa. Työnantajinani tuolloin olivat Helsingin kaupunki ja YK, sekä yksityiseltä puolelta YME-Group (YIT, Maa- ja Vesi, Ekono) ja Suunnittelukeskus Oy. 25 vuoden työurastani olen viettänyt 10 vuotta ulkomailla. Työtehtäviä on ollut yli 20 valtiossa Euroopassa, Lähi-idässä, Afrikassa ja Aasiassa. Vesihuoltotekniikan parissa olen työskennellyt 15 vuoden ajan, loppuaika on kulunut liikenneväylähankkeiden ja organisaatioiden kehittämiseen liittyvissä tehtävissä”, Piekkari kertoo.

Piekkarin edellinen työpaikka oli Helsingin rakennusvirastossa projektinjohtajana ja julkisesta ulkovalaistuksesta vastaavana valaistuspäällikkönä. Tehtävään hän siirtyi Euroopan Inves-



tointipankista (EIP) Luxemburgista syyskuussa 2000. Viime aikoina hän on ollut myös Kairon jätevesiorganisaation neuvonantajana Niilin länsirannan jätevesien käsittelyn kehittämisessä. Piekkarin mukaan työn piti valmistua tämän vuoden maaliskuussa, mutta Irakin kärjistynyt tilanne pakotti siirtämään tuonemmaksi rahoittajien hankearviointiin.

”Työskentelin vuosina 1995–2000 EIP:n infrastruktuuriosaston vesiryhmässä teknisenä neuvonantajana, mikä oli erinomainen näköalapaikka kan-

sainväliseen vesihuoltotoimintaan. Tehtävänäni oli paitsi hankkeiden, myös niitä toteuttavien organisaatioiden teknis-taloudellinen arviointi, ja joissakin tapauksissa (esim. Gaza, Länsiranta, Bulgaria) projektien strategien suunnittelu ja käynnistäminen” toteaa Piekkari tehtävästään Luxembourgissa. ”Hankearviointeja suorittaessani sain perehtyä kymmeneen jättiluokkaa oleviin vesi-, jätevesi- ja muihin ympäristöhankkeisiin EU-jäsenvaltioissa, Itä-Euroopassa, Lähi-idässä, Aasiassa ja Afrikassa. Tässä tehtävässä

osallistuin myös eräiden vesihuoltolaitosten jonkinasteiseen yksityistämiseen (BOT/BOOT ja konsessiot) tähtääviin hankkeisiin. Asiakkaisiini kuului mm. lukuisia Englannin yksityistettyjä vesihuoltoyhtiöitä sekä suuri joukko julkisesti ja/ tai yksityisesti omistettuja vesihuoltolaitoksia eri puolilla maailmaa, myös muutama suomalainen kaupunki.”

Espoon Vesi on kunnallinen liikelaitos, joka tarjoaa vesihuoltopalveluita omalla toiminta-alueellaan asuville noin 210 000 espoolaiselle ja myös Kaukiaisiin ja osaan Kirkkonummea ja Vantaata. Vedestä noin kaksi kolmasosaa on Helsingin Pitkäkösken vedenpuhdistamolta ostettua Päijänteen vettä, kolmannes tulee Nuuksion Pitkäjärven läheisyydessä sijaitsevalta Dämmanin vedenpuhdistamolta ja Kalajärven ja Lahnuksen pohjavedenottoilta. Jätevedet käsitellään typenpoistoon laajennetulla Suomenojan jätevedenpuhdistamolla. Vuoden 2002 liikevaihto oli noin 35 miljoonaa euroa.

”Edeltäjäni Pentti Sipi on jättänyt minulle perinnöksi ja johdettavaksi hyvin hoidetun vesi- ja viemärlaitoksen, jossa perusasiat ovat kunnossa”, Piekkari toteaa. Hänen mukaansa pääkaupunkiseudun vesihuolto on tällä hetkellä kehitysvaiheessa, joka tarjoaa uusia ja mielenkiintoisia haasteita nopeasti kasvavan Espoon vesihuollon turvaamiseksi myös tulevaisuudessa. ”Oman li-

sänsä tähän antaa kansainvälinen kehitys, jossa vesiasiat ovat nousseet entistä tärkeämpään asemaan. Vesihuoltojärjestelmät eri puolilla maailmaa ovat osoittautuneet haavoittuvaisiksi luonnonvoimien ja kansojen ja kansakuntien välisten konfliktien edessä. Suomikaan ei ole jäänyt osattomaksi esimerkiksi kuivuuden aiheuttamasta vesipulasta. Todelliset ongelmat ovat vasta edessä, jos myös tästä kesästä tulee yhtä vähäsatainen kuin edellisestä”, Piekkari muistuttaa.

Lähitulevaisuuden haasteet Espoon Veden toiminnan kehittämässä tulevat Piekkarin mukaan painottumaan vesihuoltopalveluiden laatuun ja saatavuuteen liittyviin kysymyksiin. ”Etenkin puhtaan veden osalta järjestelmän toimintavarmuus ja luotettavuus on ensiarvoisen tärkeä asia, unohtamatta kuitenkin vesihuollon kokonaisuutta. Myös erilaisten kriisitilanteiden varalta tulee olla selkeät toimintamallit”.

Piekkari mainitsee vielä Espoon hajanaisen kaupunkirakenteen, jonka takia toiminta-alueen ulkopuolelle on jäänyt haja-asutusalueita, joiden vesihuolto-ongelmat ovat vielä ratkaisematta. ”Vesihuoltolain edellyttämässä Espoon kaupungin vastuulla olevassa vesihuollon kehittämissuunnitelmassa tulee ottaa selkeä kanta siihen, miten ja missä aikataulussa vesihuolto näille alueille tullaan järjestämään”, Piekkari sanoo.

Piekkari ehdottaa, että nykyisinkin jo melko hyvin organisoitua pääkaupunkiseudun kaupunkien ja kuntien välisistä yhteistyötä tulisi syventää entisestään. ”On myös etsittävä uusia yhteisiä toimintamalleja vesihuoltopalveluiden tuottamiseen. Julkisuuudessa viime aikoina esiintyneitä yksityistämisaatoksia haluaisin kuitenkin hieman topputella. Kansainväliset kokemukset tässä suhteessa eivät ole olleet pelkääntään positiivisia. Hyviä tuloksia voidaan saada aikaan kehittämällä myös muun tyyppistä julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyötä. Eri vaihtoehtoja tulee siksi punnita huolellisesti.”

Lopuksi Piekkari muistuttaa, että asiakkaiden näkökulmaa ei tule unohtaa kehittämisen painopistealueita mietittäessä. ”Meillä on liittymissopimus yli 16 000 asiakkaan kanssa. Tulemme panostamaan edelleen asiakaspalvelun laatuun ja mutkattomuuteen. Esimerkiksi verkon välityksellä tapahtuvaa asiointia ja informointia tulee kehittää asiakasystävällisempään suuntaan. Myös Espoon Veden tunnettuuden ja myönteisen kuvan vahvistaminen on yksi lähitulevaisuuden tavoitteistamme.”



## Öljyvahinkojen torjuminen

Kuluvan talven aikana jäävahvistamat öljytankkerit ovat seilanneet Itämerellä ahtojäiden seassa. Turun ammattikorkeakoulun konetekniikan osastolla on kehitetty uusi menetelmä öljyvahinkojen torjumiseen. Menetelmä mahdollistaa saastuneen maa-aineksen puhdistamisen tapahtumapaikalla. Tavallisestihan rannalle ajautuneen öljyn

saastuttama maa-aines kuljetetaan muualle poltettavaksi ja likaantuneet kivet ja kalliot pestään käsityönä.

Turun AMK:n konetekniikan lehtori tekn.lis. **Jari Lahtinen** on kehittänyt liikuteltavan polttolaitteen. Kaivinkoneen avulla likaantunut maa-aines siirretään laitteeseen, jossa jäte poltetaan tarvittaessa lisäpolttoaineen avulla. Saastunut-

ta maa-aluetta ei enää tarvitse kuljettaa muualle käsiteltäväksi. Uutta menetelmää on testattu Skanssin lumenkaatopaikalla Turun kaupungin myöntämällä ympäristöluvalla. Menetelmä soveltuu pienimuotoisten rantavyöhykkeellä tapahtuneiden öljyvahinkojen torjumiseen.



# VESIPÄIVÄN TEEMANA MONIVAIKUTTEINEN KUIVUUS



## ■ Pertti Seuna

tekn.tri, dosentti

E-mail: [pertti.seuna@ymparisto.fi](mailto:pertti.seuna@ymparisto.fi)

Kirjoittaja on Suomen Vesiyhdistyksen puheenjohtaja. Hän toimii Suomen ympäristökeskuksen johtavana tutkijana ja korkeimman hallinto-oikeuden ympäristöasiantuntijaneuvoksena.

**Maailman** vesipäivän valtakunnallisessa seminaarissa Helsingin Säätytalossa pohdiskeltiin kuivuuden moninaisia vaikutuksia. Seminaarin järjesti 19.3.2003 jo perinteiseen tapaan Suomen Vesiyhdistys ja tilaisuutta tuki Maa- ja vesitekniikan tuki ry. Seminaarissa tarkasteltiin useiden alan asiantuntijoiden voimin kuivuutta mm. vedenhankinnan, sähköntuotannon, järvien happitilanteen ja kalaston, vesioikeudellisten lupaongelmien ja maassa olevien rakenteiden näkökulmasta.

Vesipäivän 2003 kansainvälinen teema on "Water for the future". Se korostaa veden suurta merkitystä kehitystä edistävänä tai sitä rajoittavana tekijä-

**Maailman vesipäivän valtakunnallinen seminaari kiinnitti huomiota kuivuuden vaikutusten moniulotteisuuteen. Tarkasteltavina olivat mm. vedenhankinnan, sähköntuotannon, järvien tilan, laillisuuskyksymysten ja maassa olevien rakenteiden näkökulmat.**

nä maailmassa. Tälläkin hetkellä asuu noin neljännes maapallon väestöstä kroonisen vesipulan alueilla ja tuleva kehitys näyttää olevan vain pahentamassa tilannetta. Huonolaatuisesta vedestä aiheutuvat sairaudet tappavat vuosittain miljoonia, etupäässä lapsia. Suomessa viime kuukausina vallinnut vedenvähyys ehkä edesauttaa ymmärtämään todellisen vedenpuutteen aiheuttamia ongelmia.

Vaikka Suomessa yleensä on hyvänlaatuista vettä saatavissa yllin kyllin, ovat viime kuukaudet luoneet meilläkin tilanteen, jossa veden riittävyys ei olekaan itsestäänselvyys. Suomessa valinnut poikkeuksellisen pitkä, yhtäjaksoinen kuivakausi alkoi yleisesti viime juhannuksen jälkeen ja on jatkunut yhtäjaksoisesti tähän eli huhtikuun alkuun saakka. Etelä-Suomessa satoi talventuloon mennessä noin puolet pitkäaikaisesta keskiarvosta, eivätkä vähäiset talvenaikaiset suojasäät helpottaneet tilannetta. Kevätsulaminen tuottaa sulamisoloista ja lumen määrästä riippuen helpotusta, mutta koko vajetta ei ainaakaan Etelä-Suomen tämänvuotinen niukka lumipeite pysty täyttämään. Näin ollen vakavien kuivuusongelmien voidaan odottaa jatkuvan, Itä- ja Pohjois-Suomessa kuitenkin lievempinä.

Kuivuusteeman pohdintaan seminaarissa otti osaa noin 70 vesiasiantuntijaa.

Seminaarin yhteydessä Suomen Vesiyhdistys jakoi myös palkintoja. Koulu- ja vesitekniikan tuki ry. Juniorivesipalkinnon voittajaksi selvisi Kuopion Lyseon lukiolainen Veera Järvinen. Hän oli tutkinut veden happipitoisuuden lyhytaikaista vaihtelua kahdessa erilaisessa järvestä, joista toinen oli eutrofinen ja toinen oligotrofinen. Asiaa on tutkittu melko vähän ja teema onkin nousemasa nykyisin pinnalle myös yleisessä tutkimuskentässä. Veera Järvinen edustaa Suomea Tukholman vesisymposiumin yhteydessä elokuussa järjestettävässä kansainvälisessä loppukilpailussa. Toinen palkinto luovutettiin Johanna Eklundille Mattlidenin lukiosta Espoosta. Hän oli selvittellyt sinilevää sisältävän veden vaikutusta auringonkukan kasvuun. Molemmat palkitut työt olivat korkeatasoisia ja hyvällä tutkimusotteella toteutettuja. Juniorivesikilpailua tukevat taloudellisesti Maa- ja vesitekniikan tuki ry, Kemira Chemicals, Uponor Suomi, Ekokem ja Helsingin Vesi.

Vesiyhdistyksen kirjallisuuspalkinnolla palkittiin Helsingin Sanomien vesi- ja ympäristöasioihin erikoistunut toimittaja Heli Saavalainen. Hän on edistänyt vesialan tietämyksen levittämistä



lukuisilla ansiokkailla lehtikirjoituksiltaan, joissa tarkastelukulma on vaihdellut kansallisesta globaaliin. Mielenkiintoiset palkittujen puheenvuorot vahvistivat valintojen osuneen oikeaan.

Seminaarissa puhuneiden asiantuntijoiden alustuksista osa julkaistaan myöhemmin Vesitaloudessa laajempina, mutta seuraavassa referoidaan niitä lyhyesti.

Dosentti Esko Kuusisto suuntasi huomion kuivuuden lähteille käsittelemällä Suomen vesitilannetta. Ajankohdan keskiarvoihin verrattuna Suomesta puuttuu tällä hetkellä vettä noin 60 kuutiokilometriä. Se vastaa yli kolme kertaa Päijänteen tilavuutta. Hän totesi, että puolet vesivajeesta on pohjavesivarastoissa, neljännes järvissä ja soissa sekä viimeinen neljännes maankosteuserroksessa.

Tutkimuspäällikkö Raino Heino tarkasteli muuttuvaa ilmastoa. Hän esitteli hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin (IPCC) muutoskenaarioita ja skenaarioiden arvioita lämpötila-, sade-, ja lumiolojen tulevasta kehityksestä. Myös pitkissä aikasarjoissa ilmenevät vaihtelut ja trendit olivat esillä, samoin kuin mittaustoimintaan liittyvien epätarkkuuksien aiheuttamat ongelmat.

Professori Heikki Kiuru käsittelee veden riittävyttä taajamien vedenhankinnan kannalta. Hän totesi mm., että taajan asutuksen vesihuolto tullaan jatkossa järjestämään alueellisesti organisoituna ja pääosin myös alueellisiin vesihuoltojärjestelmin. Tällä tavalla voidaan turvata veden riittävyys helposti valtaosin pohjaveden ja tekopohjaveden avulla. Näistä merkittävimpiä ovat Kymijokilaakson tekopohjavesiratkaisu ja laajana alueellisena hankkeena Pääkaupunkiseudun raakaveden hankinta Päijänteestä. Yhteisesti järjestetyn talousveden jakelun piirissä on tällä hetkellä jo yli 90 % Suomen asukkaista, totesi professori Kiuru.

Yli-insinööri Erkki Santala kertoi, että maatilojen ja muun haja-asutuksen sekä loma-asuntojen kaivoja alkoi kuivua runsaasti ympäri maata jo lokakuussa. Myös veden laatuongelmia on esiintynyt. Vedenhankinnassa joudutaan turvautumaan erikoisjärjestelyjä vaativiin veden kuljetuksiin. Haja-asutuksen kiinteistöjä on liittynyt vesilaitosten verkos-

toihin enemmän ja kauempaa kuin tavallisesti. Porakaivourakoitsijat ovat olleet täystyöllistettyjä. Porakaivovesi voi edellyttää veden käsittelyä. Kaivojen kunnostuksella voidaan joissain tapauksissa vaikuttaa veden saatavuuteen.

Valtion kannalta poikkeuksellisen vesipulan aikana korostuvat valmiussuunnitteluun ja ympäristöterveyteen liittyvät näkökulmat ja eri hallinnonalojen viranomaisten hyvä yhteistyö, toteasi yli-insinööri Jaakko Sierla. Vastuu vesipulan haitoista ja vahingoista on esimerkiksi vesihuollon osalta samoilla tavoilla, jotka vastaavat sen järjestämisestä eli yhdyskuntien vesihuollossa kunnilla, vesihuoltolaitoksilla ja kiinteistönomistajilla ja yritysten omassa vesihuollossa yrityksillä itsellään. Valtio on vallitsevassa tilanteessa pyrkinyt osaltaan lievittämään vesipulan haitallisia vaikutuksia lisäämällä vesihuollon tukemiseen käytettävissä olevia määrärahoja. Valtio pyrkii kuitenkin ensisijaisesti pitkäjänteiseen vaikuttamiseen siten, että erityistilanteista aiheutuvien haittojen ja vahinkojen minimoimiseksi olisi jo ennalta mahdollisimman hyvät valmiudet ja edellytykset.

Johtaja Seppo Räisänen käsittelee vesilupiin liittyviä ongelmia poikkeustilanteissa. Vahingollisia tulvia tai kuivuutta ja muita poikkeuksellisia vesioloja varten tehtiin vuoden 1962 vesilakiin jo vuonna 1963 muutos, jolla sallitaan poikkeustoimet suurimittaisten vahinkojen torjumiseksi. Lupamääräyksistä voidaan poiketa esimerkiksi alittamalla säännöstelyjärvien alarajat. Poikkeamisluvan voi hakea vain valtion viranomaisen ja vahingot korvataan valtion varoista. Menettelyä ei juurikaan ole viime vuosina käytetty. Yksityisten luvanhaltijoiden hakemukset lupaehdoista poikkeamiseen on käsitelty vesioikeuksissa tai ympäristölupavirastoissa vesilain em. säännöksen nojalla sen käyttöalaa joustavasti tulkiten. On kuitenkin ilmeinen tarve kehittää pienempimuotoisia tilanteita varten oma erillissäätelynsä, jonka valmistelu luontevasti sopsi vesilain uudistamistyöhön.

Toimitusjohtaja Jukka Kiviluoto tarkasteli kuivuutta sähköntuotannon kannalta. Pohjoismaisilla teknisesti ja taloudellisesti yhdyntyneillä avoimilla sähkömarkkinoilla on viimeaikainen veden

vähyys asettanut järjestelmän toimivuuden koetukselle. Sähkön hinta on noussut ennätyksellisen korkealle ja riski toimitusvarmuuden alenemiseen on ollut olemassa. Tilanteesta on selvitty otamalla viime vuosina vähäisellä käytöllä olleita lämpövoimalaitoksia tuotantoon ja lisäämällä voimakkaasti hankintaa alueen ulkopuolelta. Kulutuksen edelleen kasvaessa ja uusien tuotantoyksiköiden rakentamisen ollessa vähäistä saattaa nykyisen kaltainen tilanne olla tulevaisuudessa käsillä myös silloin kun vesitilanne on tavanomainen.

Projektipäällikkö Pekka Raudasmaan mukaan pohjavedenpinnan aleneminen on riski puupaaluilla oleville rakennuksille ja saven varaan rakennetuille taloille ja muille rakenteille. Helsingissä on puupaalualueilla pohjavedenpinnan tarkkailujärjestelmä, jonka perusteella muuttamisessa tapauksissa ollaan joko harkitsemassa tai jo imeyttämässä vesijohtovettä perustuksiin. Sinänsä menettely ei ole uusi, sillä erityisesti keskustassa on pohjavedenpinnassa ollut usein tilapäisiä vaihteluita mm. rakennustöiden johdosta, jolloin tasapaino on jouduttu palauttamaan keinotekoisesti. Laajoilla savialueilla ei pohjaveden paineen nostaminen ole yleensä mahdollista, vaan niillä matalalla oleva pohjavedenpinta on aiheuttanut lisäpainumia saven varassa oleville rakenteille.

Erikoistutkija Heidi Vuoristo tarkasteli järvien talvista happitilannetta, joka erityisesti pienten järvien osalta on tänä talvena ollut selvästi tavanomaista huonompi. Se on johtanut jo alkuvuodesta moniin kalakuolemiin. Ongelmia on erityisesti Etelä-Suomessa. Myös eräiden suurten järvien pohjan läheisissä kerroksissa on mitattu keskimääräistä alhaisempia happipitoisuuksia. Syitä heikkoon tilanteeseen ovat lämmin ja tuuleton syksy, järvien aikainen jäätyminen sekä rehevöityminen.

Yli-insinööri Tapani Suomela totesi EU:n uuden vesipuitedirektiivin sisältävän useita kohtia, joilla on suuri merkitys pohjavesien suojelussa. Monet direktiivissä edellytetyt asiat on meillä Suomessa jo toteutettu. Direktiivillä tulee kuitenkin meilläkin olemaan vaikutusta erityisesti suojelusuunnitelmien laadintaan sekä pohjavesitarkkailuun.

# Muistikuvia vesilainsäädännön soveltamisesta vesivoiman rakentamisessa

(Artikkeli pohjautuu Vesi, Voima ja Valta -seminaarissa 17.10.2002 pidettyyn esitelmään.)

## **Mauri Kuuskoski**

dipl. ins.

**Suomalainen** vesioikeuskäytäntö joutui mielestäni kovimmalle koetukselle runsaat puoli vuosisataa sitten sotiemme jälkeen. Tehdyssä rauhanteos- ja kymmenesosa kansastamme menetettiin kotinsa, asuinsijansa ja työpaikkansa, jotka heille oli luotava jäljelle jääneessä osassa maata. Suoritettavaksemme määrätty raskas sotakorvaus edellytti paitsi jo olemassaolevan teollisuuden täyden kapasiteetin saamista käyttöön, myös uuden teollisuuden kehittämistä

ennennäkemättömässä mitassa. Tuntui melkein mahdottomalta selvittää urakasta, kun maa oli rauhanteossa menettänyt kolmanneksen rakennetusta vesivoimastaan ja vesistöissämme vallitsi kuivia vesivuosisia juuri, kun energiantarve oli suurin. Valtakunnan voimapäällikkö joutui lähes päivittäin mahtikäskyllään pysäyttämään jonkin käynnissä olevan paperikoneen. Sähkön säästö oli koko väestön asia. Muistan, miten asuinkerrostalomme porraskäytävässä oli vetoava runoelma:

*”Nuori, terve ihminen sähköä Sä säästä.  
Älä käytä hissiä, voit kävellenkin päästä.”*

Oli täysin luonnollista, että tilanteen parantamiseen tähtäävät odotukset kohdistuivat vesivoiman lisärakentamiseen. Tuontipolttoaineisiin, kivihiileen ja öljyyn ei valuuttaa olisi riittänyt. Ensi sijassa katseet kohdistuivat Pohjois-Suomeen, jossa Oulu- ja Kemijoen koskien rakentamiseen tähtäävät selvittelyt oli jo ennen sotia aloitettu. Jo v. 1905 oli eräs valtion komitea käsitellyt Pyhäkosken rakentamista rautateiden sähköistämiseksi. Nämä kaavailut olivat ehkä vähän ennenaikaisia, kun muistetaan, että Suomessa oli sähkövaloa saatu käyttöön vasta vajaat kaksi vuosikymmentä aiemmin, ja että suurten sähköenergiamäärien kaukosiiirrosta ei ollut kokemuksia.

Muutama vuosi aikaisemmin säädetty vesioikeuslaki ei tuntenut suurvoimalaitosten rakentamista. Siihen aikaan lain tärkeimmäksi tehtäväksi katsottiin taata veden esteetön virtaus vesiväylissä tulvien estämiseksi ja maankuivatuksen mahdollistamiseksi.

Ankaran sähköpulan aikaan yleinen mielipide piti tärkeämpänä, että voimalaitosten rakennustyöt edistyivät kuin että vesioikeudelliset lupa-asiat olivat kunnossa. Niinpä tapahtui, että kun esim. Oulujoella, jossa rakentajayhtiö omisti tarvittavat maa- ja vesialueet, valmistui Pällin voimalaitos ja laitoksen vihkiäistilaisuuteen postitettiin kutsukirjeet, muistettiin samanaikaisesti postittaa myös lupahakemus vesistötoimikunnalle. Eikä tässä tietävästi yhdenkään henkilön etua loukattu. Vesioikeuslaissa oli niin paljon puutteita ja tulokinnanvaraisuutta, että viranomaisten yleensä osoittamaa myötämielisyyttä ei voitu pitää minään lainvastaisena puoleellisuutena.

Viranomaisten suhtautumisesta voisinkin kertoa tapauksen, jolloin suurta itsekävelevää kaivinkonetta siirrettäessä yksi maanomistaja kielsi kulkemisen hänen maansa yli. Selvitettäessä eri mahdollisuuksia nimismies ilmoitti, että jos ilman lupaa tunkeutuu toisen maalle ja hänelle siitä ilmoitetaan, on hän velvollinen antamaan maanomistajalle virka-apua, mikäli hän vain on paikalla. Mutta hän ilmoitti myös, että sinä ja sinä viikonloppuna hän on Etelä-Suomessa autolla liikkeellä. Kun koneen siirto-operaatio oli etukäteen huolellisesti suunniteltu, sujui kriittisen alueen läpikulku nopeasti ja kun alueelle syntyneet vahingot välittömästi korvattiin, ei asiasta muita jälkiseurauksia koitunut.

Sodanjälkeisinä vuosina maamme talouselämän muutokset olivat uskomattoman nopeat. Kun vielä sodan loppupuolella puolet suomalaisista sai toimeentulonsa maa- ja metsätaloudesta, oli tämä osuus yhden sukupolven kulluttua v. 1970 enää viidennes. Tänä aikana oli maahamme rakennettu viitisenkymmentä suurempaa vesivoimalaitosta huolehtimaan syntyneen teollisuuden voimansaannista. Tällaiseen rakentamisvauhtiin ei enää riittänyt myötämielisyys, täytyi jo muuttaa vesioikeuslain määräyksiäkin. Eräitä muutoksia oli tehty jo ennen sotia. Lääninhallitusten rinnalle oli tullut vesistötoimikunta, jolle valtioneuvosto voi siirtää tärkeitä kiireellisiä lupa-asioita. Eritäin tärkeä uudistus oli vuonna 1934 annettu laki eräiden kiireellisten vesioi-

keusasiain käsittelystä. Tällä lailla perustettiin uusi vesituomioistuimen luontoinen elin, vesistötoimikunta, käsittelemään lääninhallitusten asemesta tärkeitä kiireellisiä lupa-asioita. Tämän menettelyn laajempi soveltaminen kävi mahdolliseksi vuoden 1937 lailla, jolloin kaikki tärkeimmät vesioikeusasiat voitiin valtioneuvoston päätöksellä siirtää vesistötoimikunnalle, joita sittemmin toimi kaksi.

Vesivoiman käyttöönoton kannalta tärkeitä uudistuksia tehtiin vielä useita. V. 1934 lisättiin vesioikeuslakiin vesistön säännöstelyn mahdollistavat säännökset. V. 1940 annettu laki salli ns. väliaikaisen luvan myöntämisen sellaisille toimenpiteille, jotka tarkoittivat olemassa olevan voimalaitoksen tehon lisäämistä tai vesistön säännöstelyä. V. 1941 astui voimaan laki, joka teki mahdolliseksi väliaikaisen luvan antamisen uuden voimalaitoksen rakentamiseen. Näiden kahden vesioikeuslain lisäyksen merkitys oli ratkaiseva sodanjälkeistä sähköenergiapulaa torjuttaessa. Suurin osa Oulujoen ja Kemijoen vesivoimalaitoksista lähti käyntiin väliaikaisten lupien varassa. Tätä asiointilaa on etenkin jälkeenpäin pidetty oikeusturvallisuuden kannalta arveluttavana. Etenkin vahingonkärsijät olivat tyytymättömiä, kun vahingonkorvauksia jouduttiin odottamaan jopa vuosikymmeniä inflaation nakertaessa koko ajan rahan arvoa. Tätä epäkohtaa lievensi v. 1957 annettu laki, jonka perusteella voitiin suorittaa ennakkokorvauksia näistä vahingoista.

– Tämä saattaa nykyisin vallitsevan laillisuusvalvonnan silmin näyttää hyvinkin oudolta, mutta puoli vuosisataa sitten olivat olosuhteet ja katsantokannat hyvinkin toisenlaiset. Sähkönsaannin turvaamista piti yleinen mielipide oikeusturvallisuutta tärkeämpänä. –

Oulujoella olivat tarpeelliset maa- ja vesialueet pääosin valtiollisen hakijayhtiön hallussa, joten ainakaan huomattavaa omistusoikeuden loukkausta ei voinut tapahtua. Yleisesti odotettiin viranomaisilta myötämelistä suhtautumista voimalaitosrakentamiseen.

Talvisodan päättäneessä rauhanteossa Suomi joutui alueluovutuksiin, joissa menetettiin kolmannes rakennetusta vesivoimastamme. Rauhan tultua al-

kaneen jälleenrakennuskauden ja sotakorvausurakan sekä maan teollistamishjelman läpivienti edellyttivät riittävästi energian ja etenkin sähköenergian saantia, josta näin ollen oli huutava puute.

Muutama vuosi aikaisemmin voimaan astunut vesioikeuslaki myöskin kielsi valtavyölyn sulkemisen vaelluskalan nousujoissa, siis epäilemättä myös Oulujoessa. Talvisodan jälkeen eivät nämä suunnitelmat enää olleet enenaikaisia. Vesioikeuslakiin oli v. 1939 hyväksytty muutos, joka teki mahdolliseksi lohi- ja siikapitoisten jokien valtavyölyn sulkemisen, jos kalastukselle siitä koitua vahinko oli saavutettavissa olevaa voimaetua ilmeisesti vähäisempi.

Saman vuoden elokuussa julkaisi valtion koskitoimikunta selvityksensä ”Oulujoen vesivoima”, joka sisälsi yhteenvedon Oulujoen laajoista maastotutkimuksesta, suunnitelmat vesistön vesivoimien rakentamiseksi ja säännöstelemiseksi. Myös tuotettavan energian siirto Etelä-Suomeen oli suunniteltu.

Talvisodan jälkeinen tilanne vaati nopeita toimenpiteitä. Oulun kaupunki aloitti Merikosken rakennustyön. Kuu-luisa talvisodan henki sai aikaan sen, että aikaisemmin toistensa kilpailijoina esiintyneet valtio ja yksityiset metsäyhtiöt unohtivat entiset vesivoimakiistansa ja perustivat Oulujoki Osakeyhtiön, jolle ne apporttina luovuttivat omistamansa laajat Oulujoen vesi- ja ranta-alueet. Kun yhtiö vielä teki Kajaanin Puutavara Oy:n kanssa suuren vesi- ja maa-aluekaupan, oli se saanut haltuunsa Oulujoen pääasiallisen vesialueen Oulujärvestä aina Pyhäkosken alapuolelle Muhoslampeen saakka ja oli valmis aloittamaan Pyhäkosken rakennustyöt, joita kuitenkin kesällä 1941 puhjennut jatkosota suunnattomasti hidastutti.

Maaliskuussa 1941 tuli voimaan poikkeuslaki, joka taas tavattomasti nopeutti vesivoimalaitosten rakentamiseen ryhtymistä. Jos hankkeella katsottiin oleva ”yleisehkö merkitys”, voitiin hakijalle antaa väliaikainen lupa ryhtyä heti voimalaitoksen rakentamiseen. Väliaikaisesta luvasta ei voinut valittaa. Väliaikaisilla luvilla aloitettiin Suomessa 61



vesivoimalaitoksen rakentaminen. Kun vielä muistetaan, että jo vuodesta 1934 oli ollut voimassa, että vesioikeudellisia lupia myönsi vesistötoimikunta, jotta sodan jälkeen oli siis kaksi, voidaan todeta, että vesioikeudellisten lupapäätösten odottelu ei juurikaan voimalaitoksen rankentamista viivyttänyt. Ei myöskään paljoa haitannut, että vesioikeuslaki ei vanhentuneena ottanut kantaa kaikkiin eteen tuleviin ongelmiin. Vesistötoimikunta pystyi monet sellaisetkin oikeudenmukaisesti ratkaisemaan. Kerrotaan vesistötoimikunnan puheenjohtajan Lauri Pentin joskus tokaissleen: Vesioikeuslaki, se olen minä.

Vesioikeuslaki ei käsitellyt yksityiskohtaisesti kalatalouden kysymyksiä vesistöön rakennettaessa. Asian ratkaisi kategorinen valtaväylän sulkemiskielto vaelluskalajoissa. Imatra oli mahdollinen rakentaa, koska koski ei luonnon tilassakaan ollut vaelluskalalle kulkukelpoinen. Mutta kun 1930-luvulla Pohjois-Suomen suurten jokien rakentaminen nousi kiinnostuksen kohteeksi, muodosti valtaväyläsäännös rakentamisen ehdottoman esteen. Tästä huolimatta valtion Koskitoiminta haki rakennuslupaa Oulujoen Pyhäkosken voimalaitokselle, joka käynnisti vesioikeuslain muutosprosessin. Kuten edellä jo oli puhe, sallittiin v. 1939 vaelluskalajoissakin ”rakentaa kiinteä pato valtaväylän poikki, jos kalastukselle siitä aiheutuva vahinko on voimaetua ilmeisesti vähäisempi.” Vielä samana vuonna ehtikin Oulun kaupunki saada luvan Merikosken voimalaitokselle, jonka pato Oulujoen suussa lopetti vaelluskalan nousun jokeen. Mitkään kalaportaajat tai -hissit eivät asiointilaa auttaneet, vaikka vesioikeuslain mukaan rakentajan on luotava mahdollisuudet kulkea esteen ohi. Kalastukselle koituvat vahingot oli vesioikeuslain mukaan korvattava koko arvoltaan.


Kalavahinkojen korvaaminen suurissa vaelluskalajoissa, missä jokisuuhun rakennetut voimalaitokset ovat estäneet vaelluskalan nousun jokeen, on ollut runsaasti työtä vaativa tehtävä. Suomessa ja Ruotsissa on vaelluskalan kalastusoikeus ollut valtion omistama regale. Kerrotaan, että Kustaa Vaasa on aikoinaan vedonnut Helgeandsholmenin valtiopäivien tätä koskevaan pää-

tökseen vuodelta 1492. Valtio on vuosisatojen ajan perinyt lohen ja taimenen kalastuspaikoista arentimaksuja ja Oulujoella myös vaellussiian osalta.

Ruotsalaiset historiantutkijat ovat sittemmin selvittäneet, että Kustaa Vaasa, joka tehokkaasti keräsi kruunulle rahaa, on väärentänyt ko. valtiopäiväpäätöksen, ettei sanottuna vuonna valtiopäiviä ole järjestettykään. Tähän perustuen ovat Ruotsin puolella jotkut Tornionjoen jakokunnat nostaneet oikeudessa jutun kruunun regalen mitätöimiseksi ja voittaneet juttunsa. Suomessa ei kuitenkaan ole tässä onnistuttu, vaan tuomioistuimien lainvoimaisilla päätöksillä vuosilta 1984 ja 1919 on oikeus lohen ja meritaimenen ja siian kalastukseen Oulujoella tuomittu valtiolle kuuluviksi. Asian näin ollen kalastuskorvausten olisi pitänyt olla aika yksinkertainen juttu. Näin olikin Oulujoen voimalaitosten lupakäsittelyssä. Mutta Kemijoella asia oli toinen. Isohaaran pato sulki Kemijokisuun vaelluskalan nousulta 1940-luvun lopulla väliaikaisen luvan perusteella ilman mitään kalastuskorvauksia tai kalanpoikasten istutusvelvollisuuksia. Nämä velvoitteet olivat vailla lopullista muotoa kolme vuosikymmentä. Lopullista lupapäätöstä odoteltaessa sai vaelluskalakysymys erittäin suurta huomiota osakseen. Sitä ajoivat sekä kalastuskuntien edusmiehet että poliittisia ansioita hakevat jokivarren asukkaat. Tämä aikana ehtivät joen luonnontilaisesta tuotosta esitetyt arviot kasvaa valtaviin tonnimääriin ja luultavasti alueen väestö sekä joukko ulkopuolisiakin alkoi uskoa, että Kemijoen vaelluskalasaaliit olivat elättäneet koko jokivarren. Kukaan näistä asiantuntijoista ei muistuttanut, tuskin muisti itsekään, että kalastuksen tuotto oli valtion omaisuutta. Isohaaran voimalaitoksen lopullista lupaa koskevassa vesioikeuden istunnossa esiintyi suuri joukko todistajia, jotka yksityiskohtaisesti kertoivat millä keinoin ja miten suuria lohisaaliita he olivat Kemijosta saaneet. Ketään ei huolestuttanut se, että he todistivat tehneensä rangaitavan teon eli olivat salakalastaneet. Eikä edes puheenjohtaja kysynyt, mihin oikeuteen heidän kalastuksensa perustui.

Vesioikeuden päätös sisälsi huomattavat korvaukset vesialueiden alkupe-

räisille omistajille vaelluskalan pyynnin loppumisesta. Tällainen päätös ei ollut kovinkaan suuri yllätys niille, jotka olivat seuranneet asian käsittelyä vesioikeudessa. Se herätti suurta riemua Kemijokialueen väestössä, jonka vuosikymmeniä kestänyt kamppailu on näin päätyneet voittoon, niin uskottiin. Kunes sitten kävi ilmi, että päätös ei saanutkaan lainvoimaa. Siitä valittiin rakentajayhtiö ja muistaakseni myös maa- ja metsätalousministeriön kalastus- ja metsästysosasto. Tätä tilannetta pidettiin asiattomana vitkutteluyrityksenä ja vaadittiin, että tuomioistuimen määräämät korvaukset on viipymättä maksettava. Rakentajayhtiö ei tähän suostunut, se oli lähes vakuuttunut siitä, että sen valitusta ei hylätä. Niinpä Kemijokiset turvautuivat koettuun keinoon: lähetettiin Helsinkiin karvalakkilähetystö, joka pesiytyi 6.11.1979 oikeusministeriön tiloihin Ritarikadulle. Kun käväisin talossa asioilla, olivat porraskäytävät ja odotustilat karvalakkilähetystön hallussa, ja sen jäsenet söivät siellä eväitään kaikessa rauhassa eivätkä osoittaneet merkkejä siihen suuntaan, että he poistuisivat tiloista. Neuvotteluissa tilanteen ratkaisemiseksi päädyttiin ratkaisuun, että valituksen alaisen päätöksen mukaiset korvaukset maksetaan jakokunnille tilapäisesti valtion varoista. Jos korvaukset pysyvät, valtio perii maksamansa korvaukset rakentajayhtiöltä. Jos taas valitus hyväksytään, valtio perii maksamansa summat takaisin korvauksensaajilta. Näin tilanne rauhoitui, Kemijokiset palasivat kotiin ja -saatuaan valtion maksamat ennakkorvaukset - jakoivat ne pikaisesti jakokuntien osakkaille.

Tämän näytelmän päätös oli senkaltaisen kuin monet muut kuin päätöksen tehneet vesioikeuden jäsenet odottivat. Vesialueiden omistajille tulevat korvaukset hylättiin. Valtion maksamat ennakkorvaukset oli kuitenkin ehditty jakaa useille sadoille henkilöille, niin että niiden takaisin periminen ei onnistunut. Lopputulos oli kutakuinkin nurinkurinen: Kemijoen lohenkalastusoikeuden omistaja Suomen valtio maksoi korvaukset salakalastajille siitä, että he eivät enää voineet harjoittaa lainvastaista toimintaansa. 



## LAATU SYNTYY KOKEMUKSESTA

Vesihuollon teknologia,  
sähkötekniset palvelut ja  
toimitukset.



# SLATEK

Tuotekuja 4, PL 333, 90401 Oulu  
puh. (08) 5620 200, fax (08) 5620 220  
<http://personal.inet.fi/yritys/slatek/>

- Sähköistys, instrumentointi ja automatisointi • Valvomoratkaisut • Paineenkorotusasemat
- Jätevesipumppaamot • Ohjauskeskukset • Puhdasvesipumput

### **Vesitalouden vakituiset referoijat**

Juhani Anhava  
Erkki Aura  
Harri Dahlström  
Esko Haume  
Mikko Huokuna  
Pekka Kansanen  
Tuomo Karvonen  
Lea Kauppi  
Timo Kulmala  
Kari Kuusiniemi  
Hannele Kärkinen  
Esko Lakso  
Tapio Lindholm  
Ilkka Miettinen  
Ari Niemelä

Maija Paasonen  
Meeri Palosaari  
Juhani Puolanne  
Mika Rontu  
Esko Rossi  
Kari Ruohonen  
Esa Rönkä  
Erkki Santala  
Pertti Seuna  
Juha-Heikki Tanskanen  
Heikki Teräsvirta  
Pertti Vakkilainen  
Pekka Vihervuori  
Hannu Vikman  
Tarja Väyrynen

## Ohjeita Vesitalous-lehden kirjoittajille

**Artikkelit** toimitetaan lehden toimitussihteerille sähköpostiosoitteeseen [vesitalous@mvt.fi](mailto:vesitalous@mvt.fi) Käsikirjoituksen toivottava **enimmäispituus** on noin **12 000 merkkiä**. Teksti kirjoitetaan 1,5 rivinvälillä raakatekstinä. Asetuksia (esim. tabulointia) ei siis käytetä. Pakollinen rivinvaihto ainoastaan kappaleiden välillä. Otsikoiden tulee olla lyhyitä, väliotsikoita ei numeroida. Kirjoitusten tulee olla viimeistelyjä. Artikkelin ensimmäiselle sivulle merkitään tekijän nimen lisäksi oppiarvo ja työpaikka sekä yhteystiedot, myös **sähköpostiosoite**.

**Kirjoittajan valokuva** julkaistaan artikkelin yhteydessä, mieluummin värikuvana. Toimitetaan joko sähköisesti tai postitse (toimituksen osoite: Tontunmäentie 33 D 02200 Espoo, puh. (09) 412 5530).

Kirjoittajan odotetaan laativan myös:

- **Tiivistelmän.** Artikkelista julkaistaan sisällysluetteloaukeamalla kirjoittajan tekemä ytimekäs tiivistelmä, jonka pituus on korkeintaan **250 merkkiä**. Kirjoittajan tekstissä tiivistelmä sijoitetaan ennen artikkelin otsikkoa.
- **Ingressin.** Artikkelia aloitetaan kirjoittajan laatimalla ingressillä, jonka tarkoitus on herättää lukijan kiinnostus. Pituus **200-400 merkkiä**. Se sijoitetaan otsikon jälkeen. Leipätekstiä ei aloiteta väliotsikolla.
- **Kirjoittajan taustatiedot.** Lukijalle tarjotaan hieman taustatietoa eli noin **100 merkillä** kirjoittajan työhistoriaa tai muuten artikkelin kannalta olennaista tietoa. Taustatiedot sijoitetaan kirjoittajan tekstissä yhteystietojen jälkeen.
- **Taulukoita** ei aseteta tekstiin, vaan tekstin loppuun numerojärjestyksessä. Taulukon otsikon tulee kertoa mahdollisimman lyhyesti taulukon olennainen sisältö. Desimaaliluvuissa käytetään pilkkua.
- **Kuvia** ei myöskään sijoiteta tekstiin, vaan tekstin loppuun ja ne numeroidaan juoksevasti. Kuvia ei kehystetä viivoin. Kuvien tulee olla sellaisenaan painovalmiita ja niiden kaikkien osien tulee olla luettavissa myös pienennetyssä koossa. Kuvatekstit kirjoitetaan yhtenä ryhmänä, ei siis kuvien yhteyteen. Valokuvista mahdolliset rajausohjeet. Taulukoiden ja kuvien sijoituspaikoista voi kirjoittaja antaa ohjeet.
- **Kirjallisuus.** Käytetään nimenomaan sanaa kirjallisuus (ei lähteet, viitteet tms.) Kirjoittaja voi antaa myös kirjallisuusviitteittensä internet-osoitteet hypertekstikohdassa mainitulla tavalla.
- **Englanninkielinen lyhennelmä** julkaistaan osasta artikkeleita. Se saa olla enintään noin **100 sanan** pituinen. Käännös ja kielen tarkastus tehdään lehden toimesta.

**Sähköisessä muodossa tulevien kuvien** osalta huomattavaa:

- Kuvan tarkkuus vähintään 300 dpi
- Kuvan koko vähintään lehteen tulevan todellisen koon suuruinen
- Kuva CMYK-muodossa
- Kuvan tallennusformaatti .EPS tai .TIF
- World-, PowerPoint ym. kuvat tulostuvat 72 dpi:nä eli ne eivät pääsääntöisesti toimi lehdessä
- Toimitus 100 Mb Zipillä tai CD-ROM:illa



### ABSTRACTS

#### **Taming floods – benefit or ecological disaster?**

by Seppo Hellsten

Floods have had an impact on the evolution of mankind for centuries. Along with economic development, however, floods have been eliminated over large areas, from the tropics to northern latitudes. Adverse consequences of flood elimination such as a greater prevalence of water-borne diseases and changes in traditional agriculture are already visible in the tropics. Recently information has also been gathered on the adverse effects of flood elimination on northern rivers. In the future, efforts should focus on restoring floods and fluvial ecosystems.

#### **Flood management by nature's own means**

by Terhi Helmiö

Today, environmental flood management is seen as an essential component of any river restoration project. Dredging and straightening of rivers to improve flood conveyance are no longer acceptable. Instead, a balance is sought between geomorphological processes, flood management and environmental protection throughout Continental Europe by restoring flood plains and retention areas in areas that are currently used for agriculture and have a built-up infrastructure.

#### **Flood inundation – a tool to reduce flood damage**

by Mikko Huokuna

Flood inundation maps show areas that are prone to flooding within a given return period. The maps can be used in the planning of land-use and flood-related emergency and remedial actions.

Flood maps are produced in digital format with the aid of geographical information systems (GIS). Flood information can be used with other GIS-based information for hazard estimation. An accurate digital elevation model (DEM) is an integral part of flood mapping.

A pilot project for flood mapping is under way at the Finnish Environment Institute. This project will produce flood maps first for the Rovaniemi area and then for the town of Pori.

#### **Dialogue on Water, Food and Environment**

by Tommi Kajander

Estimates of environmental and agricultural requirements for water in forthcoming years are contradictory. The food sector emphasises the need to promote food security by increasing irrigation while environmentalists emphasise the adverse environmental impacts of such developments. The Dialogue on Water, Food and Environment is an international process aiming to improve water resources management by bridging the gap between the agricultural and environmental sectors. The dialogue process, steered by a consortium comprising ten international organisations, has three main components: national and basin-level dialogues, knowledge base and local actions.

#### **Other articles**

#### **The many facets of floods**

by Esko Kuusisto

#### **More than enough water**

by Risto Timonen

#### **Towards a better flood forecast system**

by Bertel Vehviläinen

#### **Will floods increase?**

by Olli Varis

#### **After-filtration lowers load to waterways**

by Risto Saarinen

#### **Consumers must be able to trust the reliability of sewerage systems**

by Hannes Kulmala

#### **Drought with multiple effects as World Water Day theme**

by Pertti Seuna

#### **Recalling the application of water legislation in hydropower construction**

by Mauri Kuuskoski



## ■ **Tuomo Karvonen**

professori

Teknillinen korkeakoulu, vesitalouden ja vesirakennuksen laboratorio

E-mail: [tuomo.karvonen@hut.fi](mailto:tuomo.karvonen@hut.fi)

**Elettiin** vuotta 1980 ja otsikko on suora lainaus jostakin Pohjanmaan ruotsinkielisestä sanomalehdestä. Miten tähän oli tultu? Vuonna 1978 TKK:n vesitalouden ja vesirakennuksen nykyinen professori Pertti Vakkilainen oli tilannut USA:sta SSARR-nimisen mallin, jolla pystyttiin ennustamaan tulvia. Ryhdyin itse nuorena teekkarina vesitalouden erikoistyössäni soveltamaan mallia Siuntionjoen pienelle osavaluma-alueelle. Kokemukset olivat sen verran lupaavia, että saimme Vaasan vesipiirin piiri-insinööri Seppo J. Saaren innostumaan asiasta niin paljon, että tein diplomityönäni SSARR-mallin sovellutuksen Kyrönjoen tulvien ennustamiseen.

Päätavoitteena oli ennustaa mahdollisimman tarkasti vedenpinnan korkeus Munakan mittausasemalla, joka sijaitsee peltolakeuksien poikki menevän rautatiesillan kupeessa. Munakan asteikon korkeuslukema on alivesiaikaan noin 150 cm, tulvaraja on 400 cm ja korkein havaittu arvo 704 cm saavutettiin vuoden 1966 suurtulvan aikana. Tällöin veden alla oli enimmillään noin 7500 ha Seinäjoen ja Ilmajoen lakeuksia. Tavalla tai toisella tieto siitä, että Kyrönjoen tulvia aiottiin ennustaa tietokoneen avulla vuoti lehdistöön. On luonnollista, että 23 vuotta sitten ajatus Kyrönjoen tulvien ennustamisesta tietokoneella herätti suurta kiinnostusta myös lehdistössä, ja sen jälkeen ennusteiden onnistumista tultiin seuraamaan hyvin tarkasti.

Pääsiäinen osui silloin huhtikuun

# KYRÖ ÄLV LURADE DATORN

alkupuolelle. Ilmatieteen laitos ei ollut ennakoitunut lämpötilojen nousua, joten kaikki tuntui olevan kunnossa. Kävi kuitenkin niin, että pääsiäisen aikaan osui poikkeuksellisen lämmin jakso myös Kyrönjoen valuma-alueelle ja esimerkiksi Helsingin seudulla kaikki lumi näytti sulavan silmissä. Pitkäperjantai oli itselleni kirjaimellisesti pitkä: en päässyt tekemään ennusteita, miten tilanne alkaisi kehittyä Kyrönjoella. Nuorena ja kokemattomana en tietysti ajatellut, että lumen sulaminen taajamissa ei näkyisi vielä moneen päivään luonnontilaisen alueen virtaamissa. Niin paljon tilanne hermostutti, että muistan kyseisen pääsiäisen paremmin kuin minkään muun sen jälkeen.

Lämmin jakso näkyi myös Kyrönjoella ja tulva alkoi hiljalleen nousta. Teimme sen jälkeen uusia laskelmia päivittäin ja yritin tarkentaa ennusteita sen mukaan mitä Munakan vedenkorkeuslukema oli ollut ja mitä malli oli siitä ennustanut. Viimeisimmän ennusteen tein torstaina ja arvioin tulvan huipun olevan 550 cm ja sen osuvan sunnuntaipäivälle. Tämän jutun otsikko ilmestyi maanantain lehdessä. Vedenpinta oli jatkanut sunnuntaina nousuaan. Vedenpinta saavutti huipparvonsa 556 cm, mutta jo tiistaipäivän kuluessa vedenpinta alkoi laskea. Olimme siis ennustaneet huipun 6 cm ja kaksi päivää pieleen!

Jätimme SSARR-mallin vuonna 1981 ja olemme sen jälkeen tehneet kaikki tutkimuksissa tarvittavat tietokonemallit itse. Vaihdoin 1984 muihin töihin ja tulvien ennustaminen jäi hetkeksi pois työtehtävistä, mutta ei ajatuksista. Vuonna 1994 siirryin TKK:n vesitalouden ja vesirakennuksen laboratorioon toiseksi professoriksi yhdessä Pertti Vakkilaisen kanssa. Opetus- ja tutkimusalueeni on haitallisten aineiden kulkeutuminen ja käyttäytyminen luonnonvesissä. Nämä aineet kulkeutu-

vat veden mukana, joten hydrologisen mallintamisen painopiste on siirtynyt siihen, että pyrimme mallintamaan veden todellisen reitin valuma-alueella niin tarkasti kuin mahdollista. Voisi sanoa, että olemme laboratorioissa olleet hyvin onnekkaita ja pystyneet kokoomaan aktiivisen ja tuotteliaan tutkijaryhmän, jolla on erittäin hyvät kontaktit eri puolille maailmaa. Kahden viimeisimmän väitöskirjan verkkoversioihin (tekn. tri. Harri Koivusalo ja tekn. tri. Toomas Tamm) voi tutustua kotisivumme <http://www.water.hut.fi/wr/kautta>. Tällä hetkellä esitarkastuksessa on kaksi alaan liittyvää väitöskirjaa.

Taajamahydrologian merkitys tulee kasvamaan rajusti ja sillä alalla laboratorioissa on käynnissä mittaus- ja mallinnustoimintaa koskien sekä veden määrää, että veden laatua. Laboratorion tavoitteena on mitata ja mallintaa veden ja haitallisten aineiden käyttäytymistä kaikilla keskeisillä maankäyttömuodoilla, ja niiden kulkeutumista jokiuomissa ja järvissä. Tutkimustoimintamme on luonteeltaan hyvin poikkitieteellistä ja meillä on aktiivista yhteistyötä mm. maa- ja metsätieteilijöiden, meteorologien, limnologien, geologien ja biologien kanssa. Vain yhteistyössä eri alan tutkijoiden kanssa voimme päästä eteenpäin.

Mikä joki huiputtaa tietokoneita tänä vuonna? Tietyillä alueilla lumen vesiarvot ovat varsin korkeita, joten tulviakin on odotettavissa. Ja varmaa on, että joillakin vesistöalueilla mallit eivät pysty tarkkaan ennakoimaan tulvien ajoitusta ja ylivirtaamia. Det är alltså säkert att någon av våra älvar kommer att lura datorn också under denna vår. Siinä onkin yksi keskeinen syy siihen, miksi hydrologia on tieteenä niin kiehtovaa, monipuolista ja poikkitieteellistä. Koskaan emme tiedä luonnon käyttäytymisestä tarpeeksi ja aina löytyy uutta tutkittavaa. ■







**It's clear!**

# **Kirkkaasti parempi**

**Puhdasta vettä jo 40 vuotta!**

**UV-sterilisaattorit**

**Talousvesisuodattimet | Teollisuussuodattimet**

**Uraanin ja radonin poistolaitteet**

**Arseenin poistolaitteet**

**Käänteisosmoosi ja nanosuodatus**

**Uima-allaslaitteet**

**Kemikaalien annostelulaitteet**



**Separtec Oy**



Varpeenkatu 28, PL 19, 21201 Raisio | puh. (02) 436 7300, fax (02) 436 7355 | [separtec@separtec.fi](mailto:separtec@separtec.fi)

**[www.hohsepartec.fi](http://www.hohsepartec.fi)**