

# VESITALOUS

5/2005



**Kaupunki-  
tulvat**



## TEKEMÄLLÄ OIKEITA VALINTOJA SAAT TULOKSIA

Onninen Infra toimii infrastruktuurin rakentajien valtakunnallisena yhteistyökumppanina. Käytössämme ovat kansainvälisen organisaation hyödyt ja alan parhaiden LVISK-tavarantoimittajien valikoimat. Onninen luo asiakkaidensa tarpeisiin mitoitettuja ratkaisuja aina kokonaisvaltaisista projektitoimituksista ja palveluvarastoista yksittäisten maanrakentajaurakoitsijoiden tuotetarpeisiin. Tärkein tehtävämme on muodostaa valmistajien ja asiakkaidemme kanssa joukkue, joka menestyy.

Materiaalipalvelun ykköskumppani

ENERGIA- JA TIETOVERKOT

ULKOVALAISTUS

VESIHUOLTO JA KAUKOLÄMPÖ

PUMPPAAMOT

MAA- JA VESIRAKENNUS

# onninen

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

puh. 0204 85 5111



## VESITALOUS

5 2005

Vol. XLVI

Julkaisija  
YMPÄRISTÖVIESTINTÄ YVT OY

Kustantaja  
TALOTEKNIikka-JULKAISUT OY

Harri Mannila

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

Päätoimittaja  
TIMO MAASILTA

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

Toimitussihteeri  
TUOMO HÄYRYNEN

Puistopiha 4 A 11

02610 Espoo

Puhelin (050) 585 7996

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

Talous ja tilaukset

TAINA HIIKIO

Puhelin (09) 694 0622

Faksi (09) 694 9772

Nordea 120030-29108

E-mail: vesitalous@mvt.fi

Ilmoitukset

MIKKO KORHONEN

Ollilantie 11 S

04250 Kerava

Puhelin ja faksi (09) 242 8057

GSM (0500) 707 757

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

Kannen kuva

JUKKA NISSINEN

Painopaikka

FORSSAN KIRJAPAINO OY

ISO 9002

ISSN 0505-3838

Ilmestyy kuusi kertaa vuodessa.  
Vuosisikerran hinta 50 €.

www.vesitalous.com

Tämän numeron kokosi

MARKKU MAUNULA

E-mail: markku.maunula@ymparisto.fi

## VESITALOUS 6/2005

ilmestyy 2.12. Teemana on vesi yhteiskunnassa ja liiketoimintana. Ilmoitusvaraukset 10.11. mennessä.

www.vesitalous.com

Pyydä vesihuollon tarvikepalvelus  
Vesitalouden markkinapaikan kautta!

## SISÄLTÖ

### Taajamissa tulvii

Markku Maunula

5

### Suurista kesäsateista

Reijo Solantie

Viime kesänä sattui monessa Suomen kolkassa varsin rankkoja ja pitkäkestoisia sateita sekä niiden aiheuttamia vahingollisia vesistöjen paisuntoja. Onko kyse ilmastomuutoksen ilmentymästä vai jostain harvinaisesta nykyilmaston tapahtumasta?

6

### Porin tulvat

Mikko Huokuna, Mirja Koskinen, Olli Madekivi, Pekka Salminen ja Kalervo Laaksonen

Kokemäenjoki tunnetaan oikullisista ja tuhoisista tulvista, jotka koettelevat toistuvasti etenkin joen suuosaa Porissa. Lounais-Suomen ympäristökeskus ja Porin kaupunki ovat käynnistäneet Porin tulvat-hankkeen Porin tulvasuojelun kehittämiseksi.

10

### Kaupunkitulvat kaavoituksessa

Satu Lehtikangas, Perttu Hyöty ja Jukka Meriluoto

Helsingin yleisurheilun MM-kisojen aikaan sattuneet rankkasateet saivat runsaasti huomiota, eivätkä syyttä. Yhdyskuntarakenteen edelleen tiivistyessä ja laajetessa on sekä maankäytön että vesihuollon suunnittelussa tarvetta enenevässä määrin kiinnittää huomiota hulevesien hallintaan.

14

### Hulevesien luonnonmukainen hallinta osana tulvasuojelua

Outi Salminen ja Ina Liljeström

Hulevesien luonnonmukaisella hallinnalla pyritään säilyttämään alueen hydrologiset olot mahdollisimman lähellä paikan luontaista tilaa. Lähtökohtana luonnonmukaisessa hulevesien hallinnassa on valuma-alueen mittakaavan kaupunkisuunnittelu ja maankäyttö sekä paikan luonnonmaantieteellisiin ja ilmastollisiin oloihin perustuvat ratkaisut toteutettuina mahdollisimman lähellä huleveden syntypaikkaa.

21

### 10ICUD kaupunkivesikonferenssi Kööpenhaminassa

Nora Metsäranta

Elokuussa 2005 järjestettiin Kööpenhaminassa kaupunkialueiden vesiasioihin keskittyvä konferenssi, *International Conference on Urban Drainage*, ICUD. Kolmen vuoden välein järjestettävä konferenssi on vakiinnuttanut asemansa alan ehkä arvostetuimpana konferenssarjana.

28

### Eurowaternet – jokien veden laatu 1998–2002

Jorma Niemi ja Arjen Raateland

31

### Bioenergia ja vesi

Olli Varis

37

### Vesihuollon historiaa Kapkaupungissa

Petri Juuti ja Harri Mäki

43

### Liikehakemisto

49

### Ajankohtaista

55

### Abstracts

57

### Hulevesiviemäröinnistä kaupungin kuivatukseen?

Jussi Kauppi

58

Asiantuntijat ovat tarkastaneet lehden artikkelit.

## TOIMITUSKUNTA

MINNA HANSKI

dipl.ins., ympäristöinsinööri  
Maa- ja metsätalousministeriö

EEVA HÖRKKÖ

tiedottaja  
Vesi- ja viemärlaitosyhdistys

ESKO KUUSISTO

fil.tri, hydrologi  
Suomen ympäristökeskus,  
hydrologian yksikkö

HANNELE KÄRKINEN

dipl.ins., ympäristöinsinööri  
Uudenmaan ympäristökeskus

MARJA LUNTAMO

dipl.ins., johtaja  
Porin Vesi

PIPSA POIKOLAINEN

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

RIKU VAHALA

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

OLLI VARIS

tekn.tri, dosentti,  
akatemiaturkija  
Teknillinen korkeakoulu

ERKKI VUORI

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

# Uponor Dupplex

## Kestävä valinta viemäröintiin



Järjestelmän perustana on polypropeeninen tuplaputki, jonka sisäpinta on sileä ja ulkopuoli aallotettu. Putkien koot ovat 160-400 mm ja käyttöluokka SN8. Liitosyhteinä Uponorin sade- ja jätevesiviemäreistä tutut ja kestävät Ultra Rib 2 -putkiyhteet. Dupplex-putkisto on SFS-hyväksytty. Uponor Dupplex on järkevä putkistokokonaisuus kaikkeen jätevesiviemäröintiin.

**Uponor Suomi Oy**

PL 21

15561 Nastola

Puh. 020 129 211

Fax 020 129 210

[infofi@uponor.com](mailto:infofi@uponor.com)

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

Bringing  
*comfort*  
to life



**Uponor**



**Markku Maunula**

yksiköpäällikkö, Suomen ympäristökeskus  
E-mail: [markku.maunula@ymparisto.fi](mailto:markku.maunula@ymparisto.fi)

## Taajamissa tulvii

**T**iistaina 9.8.2005 ukkospilvet varjostivat Helsingin Olympiastadionin, ja vettä satoi parissa tunnissa 25 millimetriä. Se ei ollut ennätyskellistä, mutta stadionilta jouduttiin katkaistamaan sähköt ja MM-kilpailut keskeytettiin. Pari viikkoa myöhemmin trombi pyyhki Talin golfkentän yli, ja taas oli seurauksena kisan keskeytys.

Poikkeuksellisia rankkasateita ja sääilmiöitä esiintyy Suomessa vuosittain, mutta niiden osuminen keskelle kansainvälisiä urheilutapahtumia oli meillette uutta. Näin vain joskus käy. Suurikin vahinkoja aiheuttavien kaupunkitulvien esiintymisestä Suomessa on sitä vastoin monia esimerkkejä. Tuoreessa muistissa ovat Uudenmaan taajamia koetelleet tulvat heinä–elokuussa 2004. Tällaiset tilanteet toistunevat entistä useammin, koska ilmastonmuutoksen ennakoidaan lisäävän äärimmäisiä sääilmiöitä Suomessa.

Taajamatulva syntyy, kun rakennettujen alueiden kuivatusjärjestelmät eivät toimi suunnitellulla tavalla. Huleja sekaviemäreiden mitoitus ylittävät tai hulevedet eivät muusta syystä pääse viemäriin tai avouomiin, vaan purkautuvat hallitsemattomasti aiheuttaen vahinkoja. Hulevedellä tarkoitetaan maan pinnalta, rakennusten katoilta tai muilta vastaavilta pinnoilta pois johdettavaa sade- tai sulamisvettä.

Tulvan syntyyn vaikuttavat yleensä

samanaikaisesti monet tekijät. Kaupunkiemme yhdyskuntarakenne on monin tavoin muuttunut tulville herkemmäksi. Entiset sorapohjaiset pihat ja kadut on päällystetty ja maapohjaisia kellareita on muutettu asuintiloiksi. Läpäisemättömien pintojen kasvusta johtuen tulvavesihuiput ovat kasvaneet.

Taajamavesien hallinnan yhtenä ongelmana on, ettei kaavoituksessa ja rakentamisen ohjauksessa ole riittävästi otettu huomioon pintavesien tulvareittejä. Niiden tulisi johtaa mitoituksen ylittävät vesimäärät verkostoon riittäväällä viiveellä, mutta usein esimerkiksi kattovedet on pyritty saamaan mahdollisimman nopeasti tontilta verkostoihin. Hulevesiviemäriverkoston mitoitus perustuu vain noin kerran 3–5 vuodessa toistuvaan sateeseen. Verkostoa ei siten ole suunniteltu niin, että viemärien kautta johdettaisiin tulvavedet pois katualueilta.

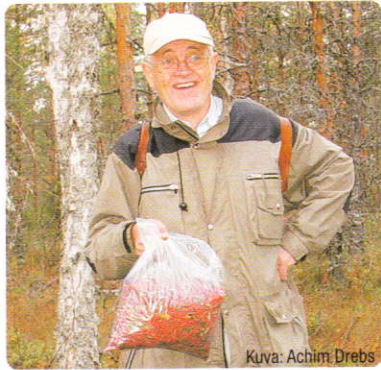
Tarvitaan uusia ratkaisuja taajamavesien hallinnan kehittämiseksi. Mitoitusperusteita on syytä tarkistaa ja hyödyntää hydrologista ja hydraulista mallinnusta kaupunkisuunnittelussa. Tulvavesille on järjestettävä tilaa kaupunkialueella ja tutkittava mahdollisuuksia luonnonmukaisiin ratkaisuihin. Tällaisia ovat esimerkiksi lammikointi, viherkaistat sekä avo- ja painanneojat, joista on monissa maissa saatu hyviä kokemuksia.

Taajamavesien hallinnan mallinnusta yhdistettynä kehittyneeseen digitaaliseen kaupunkikartta- ja paikkatietoaineistoon on tarpeen kehittää. Nämä apuneuvot mahdollistavat kuivatus- ja hulevesijärjestelmien yhtenäisen suunnittelun ja mitoituksen sekä poikkeuksellisten rankkasadetilanteiden esittämisen kaupunkikartoilla.

Hulevesiverkoston mitoitusperusteiden ohella on tarpeen tarkistaa rankkasateiden toistuvuuden arviointitaulukot ja tutkia ilmaston muutoksen vaikutuksia poikkeuksellisten sääolojen esiintymiseen ja kaupunkien hydrologiaan. Suunnittelun perustaksi tarvitaan tulvakarttoja, joita voidaan hyödyntää kaavoituksessa, infrastruktuurin suunnittelussa ja rakentamisen ohjauksessa. Myös rankkasateista johtuvien tulvien varoitusjärjestelmiä on tarpeen kehittää, tiedottaa riskialueista asukkaille ja opastaa kiinteistöjen omistajia omatoimiseen varautumiseen.

Hulevesien ja perustusten kuivatusvesien poisjohtamisesta on säädetty vesihuoltolaissa, maankäyttö- ja rakennuslaissa sekä vesilaisissa. Osin lainsäädännöstä johtuen vastuut ja velvoitteet eri toimijoiden kesken ovat nykyisin epäselvät. Poikkeuksellisiin rankkasateisiin ja tulvatilanteisiin varautuminen edellyttääkin, että myös lainsäädäntöä ja sopimuskäytäntöjä edelleen kehitetään.

# Suurista kesäsateista



Kuva: Achim Drebs

## Reijo Solantie

Ylimeteorologi, Ilmatieteen laitos

E-mail: [reijo.solantie@fmi.fi](mailto:reijo.solantie@fmi.fi)

**H**einä–elokuun vaihteessa 2004 sattui maassamme erikoinen rankkasaderymäkki. Siksi lienee ajan kohtaista valottaa tällaisten sateiden esiintymisen tilastollista taustaa.

Heinäkuun 27:nnestä elokuun 4:een tuli Suomen ylle (ei aina maanpintaan asti ulottuen) lämmintä ja kosteaa keskileveysasteiden ilmaa etelästä. Etelävirtauksen mukana kuljeksi voimallisia matalapaineita Suomen yli pohjoiseen. Matalapaineiden liike hidastui Suomen päällä niin, että sadetta kertyi paljon yksille sijoille. Koko jakso 27.–31. heinäkuuta oli kovin sateinen, mutta eniten sateita saatiin 27. ja 28. päivien välisenä yönä linjalla Keski-Uusimaa–Ylä-Savo. Viimeisenä tässä tapahtumasarjassa asettui 3.8. lämmin rintama pitkin Eteläisen Perämeren rannikko; lämmin ja kostea itävirtaus maan puolella ja kylmä meren puolella, mikä on meteorologille hälyttävää. Hälyttävyys realisoituikin Oravaisten–Vöyrin seudulla.

Miten erikoisia rankkimmat sateet sitten olivatkaan? Tarkastellaanpa erik-

Kesällä 2004 sattui monessa Suomen kolkassa varsin rankkoja ja pitkäkestoisia sateita sekä niiden aiheuttamia vahingollisia vesistöjen paisuntoja. Onko kyse ilmastonmuutoksen ilmentymästä vai jostain harvinaisesta nykyilmaston tapahtumasta? Sattuuko tällaista mille tahansa seudulle kuin lottovoittoja vai ovatko jotkut kolkat maassamme rankkasateiden suosiossa? Ja mikä aika vuodesta on rankkasateille otollisin?

seen yhden, viiden ja neljäntoista vuorokauden suuria sademääriä koko Suomen aineistosta 1959–2003. Näistä kauden 1959–1998 tapaukset sisältyvät aikaisemman raportin luetteloon (Solantie & Uusitalo 2000). Asetetaan rajaksi kussakin aikatarkastelussa se, joka ylitetään jossakin päin Suomea keskimäärin kerran kolmessa vuodessa, kolmen kestoajan yhteistarkastelussa siis kerran vuodessa. Pantaaessa rajoiksi 93, 140 ja 175 mm, saadaan tarkasteltavana 45-vuotiskautena niiden ylityksiä asemillämme rajoilla 14 + 13 + 14 = 41 kpl. Näistä 14 sattui kautena 59–73, 12 kautena 74–88 ja 15 kautena 89–03. Mitään aikatrendiä ei ollut. Kauden 24 vuotena tapauksia ei sattunut; kahdeksana vuotena niitä oli 1, kahdeksana vuotena 2, kolmena vuotena 3 ja kahtena vuotena 4 kpl. Vaan vuonna 2004 sattui niitä peräti 15 kpl, eli yhteensä kautena 1959–2004 56 kpl.

Kesän 2004 tuhosateet eivät olleet suuruudeltaan sen kummempia kuin aikaisemmatkaan; Suomen ennätykset

jäivät kussakin kolmessa kestoaikaryhmässä saavuttamatta. Erikoista oli sen sijaan se, että tuhoisia sateita sattui peräti kolmessa pesäkkeessä:

- Vantaanjoen valuma-alueella
- Pääosassa Rautalammin reitin valuma-alueella
- Eteläisen Perämeren rannikolla Oravaisten–Vöyrin seudulla.

Tarkasteltavien rajojen ylitykset vuoden 2004 kesällä ovat taulukossa 1.

Koska 1, 5, ja 14 vrk:n sateita sattui yhdellä paikkakunnalla samana sääjaksona, oli suuren sateen tapauksia kautena 1959–2004 itse asiassa vain 40 kpl, siis 0,9 kpl vuodessa. Näistä 21 kpl eli runsas puolet sattui alueella, joka käsittää 75 km leveästi Laatokan, Suomenlahden, Saaristomeren, Selkämeren, Merenkurkun ja eteläisen Perämeren rannikkokaistat sekä Saaristomeren sisäsaariston, yhteensä 21 % Suomesta (kuva 1). Tapauksista 13 kpl eli kolmannes sattui pienellä Sisä-Suomen alueella, joka käsittää vain 9 % valtakunnasta. Muun Suomen osalle (70 %

**Taulukko 1.** Suuret yhden, viiden ja neljäntoista vuorokauden sademäärät havaintoasemilla v. 2004, alarajoina 93, 140 ja 175 mm.

|                           | 1 vrk |              | 5 vrk     |              | 14 vrk     |              |
|---------------------------|-------|--------------|-----------|--------------|------------|--------------|
| Hyvinkää, Mutila          |       |              | 27.–31.7. | 159,0        | 19.7.–1.8. | 179,5        |
| Hausjärvi, Lavinto        |       |              | 27.–31.7. | 152,0        |            |              |
| Helsinki-Vantaa, lentoas. |       |              | 27.–31.7. | 151,4        |            |              |
| Vesanto, kk.              | 28.7. | 121,7        | 25.–29.7. | <b>176,6</b> | 25.7.–7.8. | <b>192,3</b> |
| Pielavesi, Säviä          |       |              | 26.–30.7. | 162,5        | 26.7.–8.8. | 186,5        |
| Pielavesi, Venetmäki      | 28.7. | 105,4        | 26.–30.7. | 147,1        |            |              |
| Hankasalmi                |       |              | 25.–29.7. | 148,6        |            |              |
| Oravainen, Kimo           | 3.8.  | <b>150,8</b> | 1.8.–5.8. | 169,0        | 23.7.–5.8. | 183,1        |

maasta) jää vain 6 tapausta, seitsemännes kaikista. Verrattuna maan keskitasoon, on suhteellinen tapaustiheys pinta-ala-yksikköä kohti rannikolla 2,5, Sisä-Suomessa 3,6 ja muualla 0,2. Eri aikajaksoja (1, 5 ja 14 vuorokauden) on yhtä sääjaksoa kohti rannikolla 1,4, Sisä-Suomessa 1,7 ja muualla 1,2. Alueittaiset sadeasematihedetydet huomioiden on tällaisten sateiden karkea toistumisaika yhdellä paikalla rannikolla 330, Sisä-Suomessa 180 ja muualla 2000 vuotta. Viime kesän sateet siis sattuivat 'siellä missä pitääkin'.

Rannikon ja Sisä-Suomen maksimit näyttävät syntyvän alueilla Suomenniemen kesäisen lämpömatalan pyörteisyyden ja merituulikonvergenssin aiheuttaman nostoliikkeen (kuva 2) ja vesistöistä tapahtuvan haihdunnan aiheuttaman kosteuslisän toimiessa yhdessä liipaisimena, joka laukaisee rankkasateet niille otollisissa säätilanteissa.

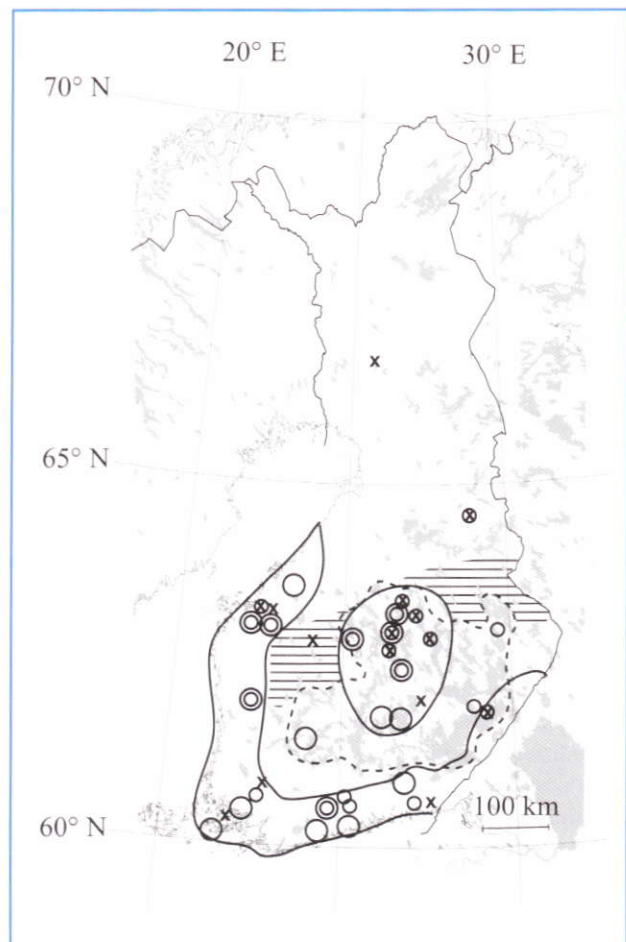
### Kaikkien aikojen suurimmat mittaustulokset

Suurin Suomessa koskaan mitattu vuorokausisademäärä, 198,4 mm, sattui 21. heinäkuuta 1944 Espoon Lahnuksessa. Myös heinäkuun 1944 kuukausisademäärä Lahnuksessa, 293,2 mm, on Suomen kaikkien aikojen toiseksi suurin. Kolmanneksikin suurin arvo, 290,8 mm, on mitattu rannikolla, Ylistarossa, elokuussa 1967, mutta suurin, 302 mm, heinäkuussa 1934 – missäpä muualla kuin tikkataulun kympeissä eli Laukaalla (kartta). Mäntyharjullakin satoi tällöin 277 mm, ja heinäkuussa 1953 Kurussa 273 mm. Viime heinäkuun suurin pläjäys, Hausjärven Lavinnon 246 mm, jäi kauas näistä jälkeen, vieläpä Lapin tuoreehkosta ennätyksestä (256 mm Kolarissa heinäkuussa 2002).

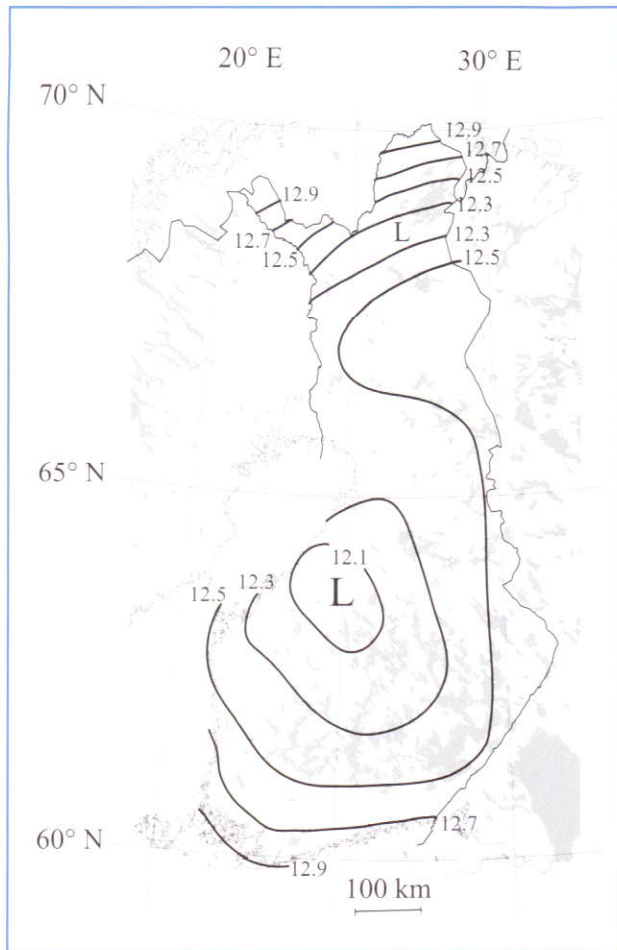
### Harvinaisen suurista valuma-aluearvoista

Suurimmat sadannan valuma-aluearvot, joita Suomen ympäristökeskus laskee, ovat tietysti pienempiä kuin suurimmat asema-arvot. Vantaanjoen aluesadanta 5 vuorokaudelle oli 135 mm ja koko heinäkuulle 211 mm. Tämän kokoluokan eli 500–5 000 km<sup>2</sup>:n valuma-alueelle näin isoja tai suurempia kuukausisadantoja sattuu jossain päin Suomea kerran 15 vuodessa, joten ilmastonmuutosta ei tarvita selitykseksi. Seuraavan tarkastelun aluesadannat ovat pääosin tilastosta, jonka

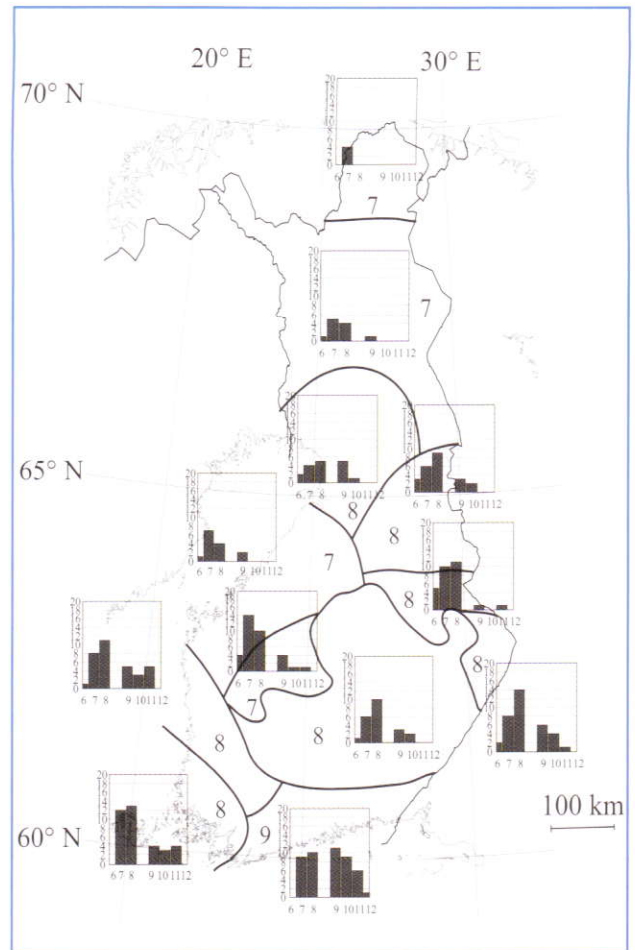
Reuna & Aitamurto (1994) ovat laatineet. Esimerkiksi heinäkuussa 1934 satoi Sisä-Suomen eteläkärjessä sijaitsevalle Mäntyharjun reitin alueelle 219 mm.



Kuva 1. Yhden, viiden ja neljäntoista vuorokauden suurimmat sademäärät Suomessa 1959–2004. Alarajat ja symbolit: 1 vrk 93 mm (ristein), 5 vrk 140 mm (pienin ympyröin) ja 14 vrk 175 mm (suurin ympyröin). Rannikko ja Sisä-Suomi, joissa on 88 % tapauksista, on rajattu yhtenäisin viivoin. Suurimpien valuma-aluekohtaisten kuukausisademäärien alue käsittää näiden lisäksi varjostetut alueet. Järvi-Suomi on rajattu katkoviivoin.



Kuva 2. Keskimääräinen ilmanpaine Suomessa touko-heinäkuussa keskim. kautena 1931–2000 (hPa – 1000).



Kuva 3. Niiden kalenterikuukausien osuus kaikista kunakin kesäkuukautena erikseen (%), joina kuukausisadanta 500–5000 km<sup>2</sup>:n valuma-alueilla on 120 mm tai suurempi. Maksimin sattumiskuukausi on merkitty isoin numeroin.

Rannikolla tapauksia on useita. Heinäkuussa 1953 satoi Kyrönjoen alueen lounaisosaan, Karvianjoen alueen pohjoisosaan sekä Lapväärtinjoen alueelle kullekin noin 230 mm (kirjoittajan arvio), elokuussa 1967 Lapuanjoen alueelle 215 mm ja Kyrönjoen alueelle 211 mm sekä elokuussa 1972 Vantaan naapurin Mustijoen alueelle 211 mm. Lisäksi tämän luokan kuukausisademääriä on sattunut Järvi-Suomea pohjoisessa reunustavilla ylängöillä (kuva 1), missä kesäkuukausien sadannat ovat keskimäärin suurimmat ja missä ne ylittävät 120 mm puolta useammin kuin Uudellamaalla. Heinäkuussa 1953 satoi Ruoveden ja Parkanonjoen valuma-alueille 220 mm ja Vääräjoen valuma-alueellekin 210 mm, ja elokuussa 1992 Kallaveden reitin latvoille Nurmijoen alueelle liki saman, 207 mm. Yhdelle

alueelle moisia sateita lankeaa paljon harvemmin kuin johonkin päin Suomea, esim. Vantaalle muutamia vuosituhannessa. Suuren sateen sattuessa Helsingin lähistölle ovat sen uutisarvo ja tuhoisuus eri luokkaa kuin peräkulmille pudotessaan.

### 'Tavallisen suurista' valuma-aluearvoista

Tarkastellaan lopuksi 'tavallisen' märkiä kesäkuukausia, joina Vantaan koluokkaa olevan valuma-alueen kuukausisadanta ylittää 120 mm. Tällaisten kuukausien lukuisuus (% kaikista ko. kalenterikuukauden vuosittaisista arvoista) on esitetty kuvassa 3. Sekin perustuu vuoteen 1993 asti Reunan & Aitamurron (1994) tilastoaineistoon, ja kaudelta 1994–2003 hydrologisten vuo-

sikirjojen ja kuukausitiedotteiden karttoihin ja taulukoihin. Tässä kuvassa kaikkien tarkasteltavan maantieteellisen alueen valuma-alueiden ylitysvuosien lukumäärien summa tarkasteltavana kalenterikuukautena on jaettu vastaavalla havaintovuosien summalla.

Kuvasta 3 havaitaan selvästi sekä alueen alustan lämpötilan, havaittavan lämmön tuoton ja haihdunnan vaikutus kuukausisadantoihin. (Venäläinen & al. 1998) Tarkastellaan ensin kesäkuukausia. Kesäkuussa ilma on kuivaa, niin ettei kuuroja helposti synny. Näin etenkin rannikoilla, missä iltapäiväisten maatuulien tuoma ilma on kuivaa, koska haihdunta kylmästä merestä on vähäistä, sekä Pohjois-Suomessa, missä arktista perää olevia ilmassoja on eniten. Järvi-Suomessa järvetkin haih-



duttavat jo runsaasti, ja haihdunta metsistä on vuoden maksimissaan, mutta järvet ovat vielä maata viileämpiä ja runsas metsähaihdunta nielee aikalailla energiaa. Sen sijaan Järvi-Suomea luoteessa ja koillisessa rajoittavilla ylämailla haihdunta on vähäisempää, mutta havaittavan lämmön tuotto isompi kuin Järvi-Suomessa, mistä kuitenkin kulkeutuu niille iltapäiväkuurojen muodostumiseen tarvittavaa kosteutta. Tämä alueellinen ero on vielä suurempi heinäkuussa, kun havaittavan lämmön tuotto on ylämailla suurimmillaan ja toisaalta järvihaihdunnan kasvun takia Järvi-Suomesta ylämaille kulkeutuva ilma kosteampaa kuin kesäkuussa. Eriytyisen korostunut on maksimi läntisessä ylämaassa, lounaisella Suomen-selällä.

Elokuussa järvivesi alkaa olla päivisin lähes ilman lämpöistä niin, ettei veden kylmyys enää Järvi-Suomessakaan estä syvää konvektiota (korkealle ulottuvaa nousuliikettä, joka aiheutuu alustan lämpimyydestä) siinä määrin kuin aikaisemmin kesällä. Ylämailla taas havaittavan lämmön tuotto on laskussa auringonsäteilyn vähenemisen myötä. Siten Järvi-Suomen ja ylämaiden välinen ero tasoittuu elokuussa. Kainuu käyttäytyy melko runsasjärvisenä aikailalla Järvi-Suomen tapaan; kuitenkin hieman pienempi järvisuus ja suurempi havaittavan lämmön tuotto aiheuttavat sen, että kesäkuun frekvenssi on vähän isompi ja elokuun vähän pienempi kuin Järvi-Suomessa. Merialueista Lounais-saariston vedet lämpenevät enemmän kuin Suomenlahden tai Selkämeren vedet, mikä näkyy rannikolle ajautuvan kosteuden ja siten myös sateiden määrissä. Merenkurkku ja Perämeri eivät koko kesänä kylmyytensä takia yllä merkittäväksi kosteudenlähteeksi Pohjanmaalle, jossa siten sateisten kesien määrä kääntyy jo elokuussa laskuun. Lapissa arktisten ilmamassojen osuus pysyy koko kesän suurempana ja ilmakehän kosteussisältö sekä yli 120 mm:n kuukausisateiden lukumäärä pienempänä kuin etelässä.

Kun kesällä vesistöt edesauttavat sateita lisäämällä ilman kosteutta, joka vasta lämpimän maalla pystyy aiheuttamaan kuuroksateita, syntyy sadepilviä syksyllä jo ilmaa lämpimämmän meren

päällä, josta ne ajautuvat maalle. Toisaalta mereltä maalle ajautuva kostea ilma sataa mantereelle jouduttuaan enemmän ja herkemmin kuin merellä, jos se joutuu nousuliikkeeseen rannikkoon törmätessään tai rannikon takana nousemistaan maaston pakottamana. Uudellamaalla orografian vaikutus on suurempi kuin muilla rannikkoalueilla. Niinpä yli 120 mm:n kuukausisadannat ovat syksyllä ylivoimaisesti suurimmat koko maassa, ja ne jatkuvat pisimpään, aina joulukuulle asti. Maksimifrekvenssikin saavutetaan vasta syyskuussa. Vähiten näin suuria sateita on syksyllä Lapissa ja Kuusamosa Perämeren rannikkokaistan takana sekä Pohjanmaalla Merenkurkusta Hailuotoon, missä sademäärät ovat sekä alueen oman orografian että Kölin vaikutuksesta vähäisiä. Näillä alueilla näin isoja sateita ei juuri esiinny syyskuun jälkeen. Kaikilla muilla kuin edellä mainituilla alueilla tällaisia sateita esiintyy syyskuussa 1–6 prosentin frekvenssillä sekä loka- ja marraskuussa 0–5 prosentin frekvenssillä; joulukuussa niitä ei enää ole havaittu.

Yli 120 mm:n kuukausittaisten aluearvojen esiintymistiheydellä on merkitystä niin ekologiselle, maa- ja metsätaloudelle kuin turvetuotannollekin. Lounais-Suomen loppukesän suuri frekvenssi kertoo suurehkoista viljasadon kosteusvahinkojen riskistä tällä maamme tärkeimmällä viljantuotantoalueella sekä korostaa suojavyöhykkeiden merkitystä. Uudellamaalla syysmärkyys uhkaa myöhäisten lajien ja lajikkeiden korjuuta sekä kaikenlaisia maastotöitä niin maataloudessa kuin maa- ja vesirakentamisessakin. Suomenselän suuret arvot kertovat turvetuotannon säävaikeuksista sekä suuresta turve-

kenttien eroosiosta myös kesäisin. Eriytyisesti alku- ja keskikesällä suurehkojen sateiden riskit ovat täällä eri luokkaa kuin muualla maassamme. Nämä seudut ovat lisäksi ympäristöjään runsaslumisempia ja myöhemmin lumesta paljastuvia. Esimerkiksi Soinin-Ähtärin seuduilla maat paljastuvat keskimäärin kuukautta myöhemmin kuin samassa maakunnassa Ylistarossa, ja esim. Rautavaaran ylämailla kahta kolmea viikkoa myöhemmin kuin Maaningalla. (Solantie & al. 1996) Tämä aiheuttaa sen, että rankat sateet alkavat usein ennen kuin kevätmärkyys on hellittänyt. Luonnon järjestelmässä tämä näkyy siten, että nämä alueet ovat eteläisimmät, joissa aapasoita esiintyy. Tulvavedet eivät enää varastoidu paljokaan nevoille, koska rauhoitetutkin aapasuot ovat ympäröity ojilla, jotka ohjaavat vedet nevojen ohi.

#### Kirjallisuus:

- Reuna, M. & Aitamurto, S. 1994. Sadannan aluearvoja ja aluearvojen toistuvuuksia Suomessa vuosina 1911–1993. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja – Sarja A 195, 422 s.
- Solantie, R. & Uusitalo, K. 2000. Patoturvallisuuden mitoitussadannat. Suomen suurimpien 1, 5 ja 14 vrk:n piste- ja aluesadantojen arviointi vuodet 1959–1998 kattavasta aineistosta. Raportteja 2000:3. Ilmatieteen laitos, 77 s.
- Solantie, R., Drebs, A., Hellsten, E. & Saurio, P. 1996. Lumipeitteiden tulo-, lähtö- ja kestoajoista Suomessa talvina 1960/1961–1992/1993. Meteorologisia julkaisuja 34. Ilmatieteen laitos, 156 p.
- Venäläinen, A., Solantie, R. & Laine, V. 1998. Mean long term energy balance components in Finland during the summertime. Boreal Environment Research N. 2, 1998, p. 171–180.

## MONIPUOLISET ANALYYSIPALVELUT

Prosessiteollisuus – Ympäristötutkimus – Näytteenotto



**Nablabs**  
laboratories

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

# Porin tulvat

**Mikko Huokuna**

Suomen ympäristökeskus

**Mirja Koskinen**

Lounais-Suomen ympäristökeskus

**Olli Madekivi**

Lounais-Suomen ympäristökeskus

**Pekka Salminen**

Porin kaupunki

**Kalervo Laaksonen**

Satakunnan pelastuslaitos

Kokemäenjoki tunnetaan oikullisista ja tuhoisista tulvista, jotka koettelevat toistuvasti etenkin joen suuosaa Porissa. Viime vuosikymmeninä pahoja tulvia Porin kaupungin alueella on ollut muun muassa vuosina 1951 sekä syystalvella 1974 ja alkuvuonna 1975. Uhkaavia tilanteita on ollut 1970-luvun lopulla ja -80 luvun alussa. Talvitulva 2004–2005 oli paitsi hyvä muistutus tulvasuojelu- ja tulvantorjuntatöiden tärkeydestä myös erinomainen tietolähde tulvasuojelusuunnittelulle ja käytännön kokemus tulvantorjunnasta Kokemäenjoella.

**M**aa- ja metsätalousministeriön Suurtulvatyöryhmän loppuraportin valmistuttua vuonna 2003 Pori nousi esille valtakunnallisesti merkittävänä tulvavahinkokohteena. Lounais-Suomen ympäristökeskus ja Porin kaupunki käynnistivät Porin tulvat hankkeen Porin tulvasuojelun kehittämiseksi. Valmistumassa olevan yleissuunnitteluvaiheen kustannuksiin ovat osallistuneet Porin kaupunki, Lounais-Suomen ympäristökeskus ja Suomen ympäristökeskus. Lisäksi Satakuntaliitto myönsi Porin kaupungille valtion ja Euroopan aluekehitysrahaston rahoitusta.

## Porissa on tulvinut

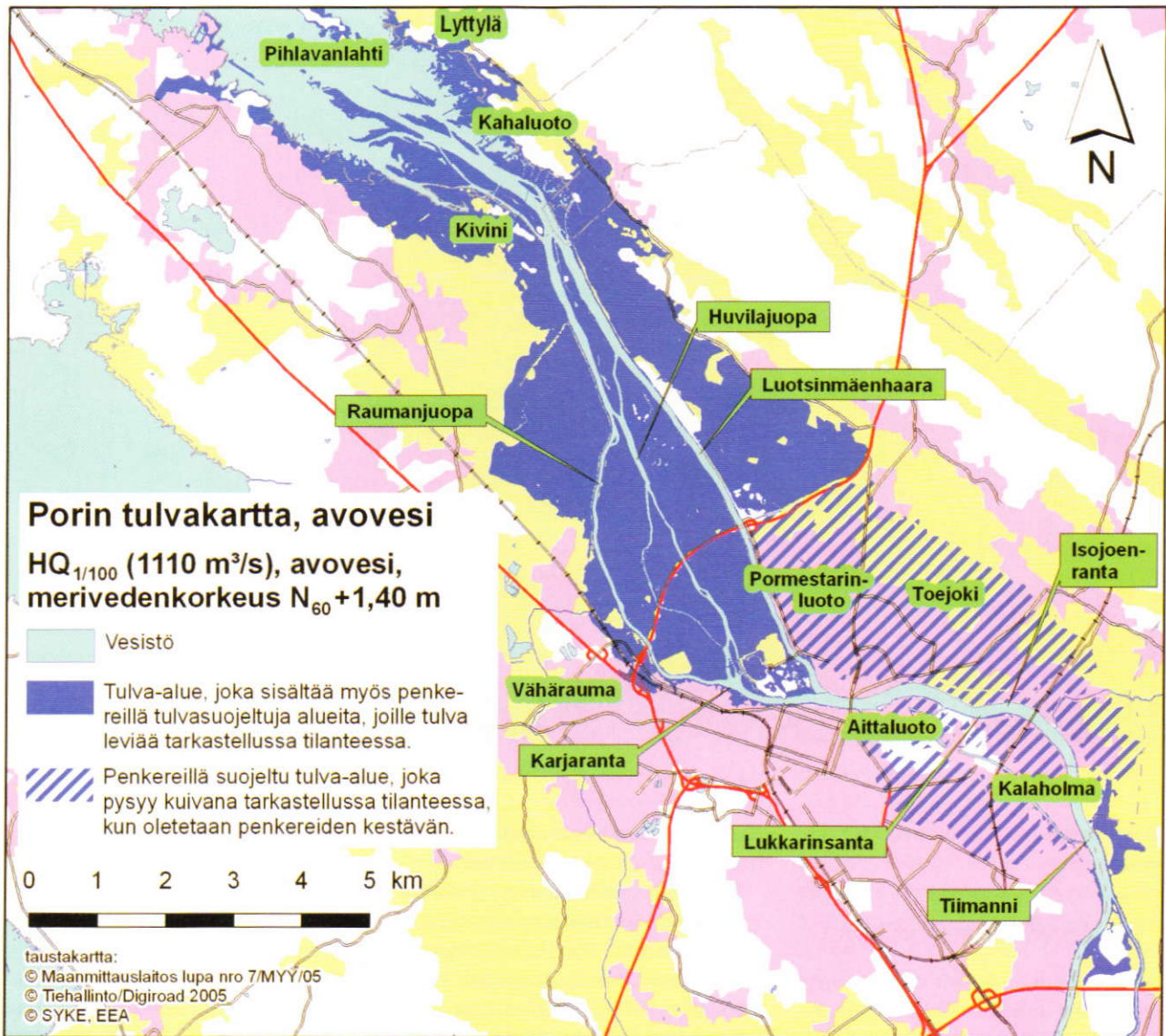
Vuoden 1899 tulva oli erityisen suuri ja tuhoisa tulva koko Kokemäenjoen vesistöissä. Sen on arvioitu vastanneen tilastollisesti noin kerran 250 vuodessa esiintyvää tulvaa. Vahingot olivat pääasiassa maatalousvahinkoja rakennuksille koituvien vahinkojen jäädessä vähäisiksi. 1920-luvulla useana talvena

jäät tukkivat Luotsinmäenhaaran alaosan aina Pihlavanlahdelle asti ja kevättulva 1924 nousi lähes ennätyskorkealle. Vuoden 1936 kevättulvassa Luotsinmäenjuopaan muodostui useita metrien paksuisia jääpatoja. Veden alle jäi koko Pori keskustaa lukuun ottamatta. Kevättulvassa vuonna 1951 jäät ruuhkautuivat Lukkarinsannan pumpuasemalle ja myöhemmin Porin sillalle. Jäät tukkivat Raumanjuovan ja Luotsinmäenhaaran. Tulvan alle jäivät Karjaranta, Uusi-Aittaluoto ja Herralahti.

Talvitulva 1974–75 on viimeaikaisista tulvatilanteista ollut uhkaavin. Suuri virtaama, avovesi ja pakkasjakso aiheuttivat hyyteen ja hyydepatojen muodostumisen. Samaan aikaan merivesi nousi korkealle. Vesi tulvi Kivinillä, Lyttylässä ja Vähäraumalla. Pakkasjakson jälkeen tulleen lauhan jakson aikana jäät lähtivät liikkeelle Harjavallan voimalaitokselta lähtien ja kasautuivat ensin rautatiesiltaan ja myöhemmässä vaiheessa Kirjurinluodon kärkeen. Jääpatotulva nosti veden Isojoenrantaan, Sunniemeen, Kalaholmaan, Aittaluotoon ja

Karjarantaan. Vuodenvaihteiden 1981–82 ja 1982–83 tulvat olivat hyyteestä aiheutuneita tulvatilanteita, mutta vesi ei noussut niin korkealle kuin aikaisemmissa tulvissa.

Talvitulva 2004–2005 oli erinomainen tulvantorjuntatöiden käytännön kokemus ja Porin tulvat -projektin tulvasuojelun suunnittelun tulosten vertailukohde. Tulvatilanne alkoi näyttää uhkaavalta jo joulukuun alkupuolella kun Harjavaltaan ennustettiin pitkäaikaista suurta virtaamaa. Jokeen aikaisemmin muodostunut jääkansi sulii ja lähti osittain liikkeelle joulukuun puoleen väliin mennessä. Ennen joulua merivesi kävi lähes ennätyskorkeudessa ja joulun jälkeen ilman kylmettyä Kivinin alueelle alkoi muodostua suppopatoja. Vedentilanne nousi niin, että Lyttylässä kastui vapaa-ajan asuntoja. Vuodenvaihteen jälkeen sää lämpeni ja jääpadot Kivinin alueelta sulivat ja siirtyivät kauemmaksi Pihlavanlahdelle. Tammikuun puolenvälin jälkeen ilma taas kylmeni, jolloin jääkannen ja suppopatojen muodostuminen Kivinissä alkoi uudelleen. Vir-



Kuva 1. Porin yhdistetty yleis- ja tulvakartta. Kuva: Suomen ympäristökeskus, Mikko Sane

taama oli tässä vaiheessa yli  $500 \text{ m}^3/\text{s}$ . Kokemäenjoen järvialtaissa Pirkanmaalla ei ollut juurikaan säännöstelytilaa eikä Kokemäenjoen virtaamaa voitu järvien suuren tulovirtaaman takia pienentää. Juoksutusta pidettiin tästä syystä mahdollisimman pitkään suurena säännöstelytilan saamiseksi. Kun säännusteet kertoivat pidemmän pakasjakson tulosta tammikuun lopulla, juoksutus Kokemäenjoessa pienennettiin  $180 \text{ m}^3/\text{s}$ :iin. Jääkansi muodostui tällöin nopeasti ja tulvatilanne helpotti sekä Porissa että ylempänä Kokemäen alueella. Tammikuussa jokeen asennetut jääpuomit auttoivat jääkannen muodostumista. Tulvan alle jäi rakennuksia

Lyttylässä ja Isojuovantien varrella sekä peltoalueita suistoalueella, mutta mittavilta vahingoilta tällä kertaa välttyttiin.

### Laajoja tulvansuojelutöitä toteutettu

Porin alueella on toteutettu monia tulvansuojeluhankkeita. Herralahden maapenger Porin keskustassa Varvourinjuovan rannassa toteutettiin jo 1920-luvun alussa. Kokemäenjokea ja sen haaroja ruopattiin 1930-luvulla lähes koko matkaltaan Porin keskustasta alaspäin. 1950-luvulla toteutettiin laaja pengerryshanke, jossa rakennettiin penkereet

Kokemäenjoen ja Luotsinmäenhaaran pohjoisrannalle Kahaluodosta Ruosniemeen sekä Isojoen rantaan aina Toejoelle asti. Näiden penkereiden takana on nykyisin suurin osa Porin keskustan pohjoispuolen asutuksesta mukaan lukien noin 5000 asukkaan Pormestarinluodon kerrostaloalue.

Talvitulva 1974–75 käynnisti laajan Kokemäenjoen suosan pengerryshankkeen, joka saatiin päätökseen 1980-luvun puolella. Hankkeessa ruopattiin Raumanjuopa lähes koko matkaltaan, Kirjurinluodon edusta ja pieniä alueita Luotsinmäenjuovasta. Myös suistoalueella tehtiin laajoja ruopauksia. Lisäksi rakennettiin penkereet



Kuva 2.  
Porin viimeisin talvitulva koettiin tämän vuoden alussa.  
Kuva:  
Eero Laru

tä Raumanjuovan länsirannalle ja Kiviiniin.

### Ongelmana varsinkin jäätulvat

Suurtulva Kokemäenjoen alaosalla syntyy monien tulvatekijöiden yhteisvaikutuksesta. Tällaisia tekijöitä ovat:

- pitkään jatkuneet vesisateet, jolloin järviolueen altaat täyttyvät
- samanaikainen suuri virtaamaa sekä järviolueelta että Loimijoesta
- suuri virtaama joen jäätymisvaiheessa, jolloin muodostuu hydepatoja
- epäsuotuisat olosuhteet jääkannen muodostumiselle
- jäiden lähtö suuren virtaaman ja lauhan sään takia
- meriveden nousu korkealle

Suurtulvan todennäköisyyttä on lähes mahdoton ennustaa, koska tulviin vaikuttavat tekijät ovat riippuvaisia toisistaan: runsaita lumi- ja vesisateita esiintyy matalapaineella ja vastaavasti matalapaineen aikana merivesi nousee korkealle. Runsaat sateet nostavat yläosan järvien vedenkorkeuksia lähelle säännöstelyn ylärajaa, jolloin juoksupuusta on lisättävä. Suuri virtaama estää

jääkannen muodostumisen jokeen tai irrottaa jo syntyneen jääkannen.

Vaikeimmat tulvatilanteet Porissa aiheutuvat jääpadoista. Käytännössä jäät voivat kasaantua Poriin aina Harjavalan voimalaitokselta asti täyttäen koko uoman Porin keskustan alueella sekä tukkien juovat. Jäät voivat kasaantua useiden metrien korkuisiksi röykkiöiksi, jotka etenevät pitkin jokiuomaa pysähtyen siltoihin sekä Kirjuriluodon kärkeen ja edelleen jatkaen matkaa juoppia pitkin merelle. Pahimmassa tapauksessa suuri virtaama ja pakkanen luovat edellytyksen hyyteen ja pohjajään muodostumiselle ja suppopadot tukkivat juovat ennen jäidenlähtöä.

Loimijoen virtaamaa ei pystytä säännöstelemään, mutta yleensä Loimijoen tulvavirtaamat ajoittuvat hieman aikaisemmaksi kuin järviolueelta tulevat tulvavirtaamat. Mikäli sääolosuhteista, esimerkiksi pitkään jatkuneesta matalapaineesta, johtuen Loimijoen ja muun vesistöalueen tulvavirtaamat esiintyvät samanaikaisesti, nousee virtaama Kokemäenjoessa erittäin suureksi. Tällaisessa tilanteessa virtaaman pienennys Kokemäenjoen alajuoksulla edellyttää

voimakkaita juoksupuusta pienennyksiä järviolueella sekä voimalaitosten yläaltaiden vedenpinnan pudotusta ennen virtaaman pienennyksen aloittamista.

Jääkannen muodostuminen virtaamaa vähentämällä edellyttää riittävän pitkää ja kovaa pakkasjaksoa. Pienestä säännöstelytilavuudesta johtuen virtaaman pienennystä ei voida tulvatilanteessa tehdä montaa kertaa, vaan kunnan pakkasjaksoa voidaan joutua odottamaan jopa viikkoja.

### Porin tulvat -hanke koostuu osahankkeista

Porin tulvat -hanke koostuu erilaisista osahankkeista, joista monet käyttävät muiden osahankkeiden tietoja hyväkseen. Hankkeessa on muun muassa kartoitettu uoman pohja ja selvitetty sedimentaatioprosessia Kokemäenjoen alaosalla, arvioitu suurten tulvien toistuvuutta ja todennäköisyyttä, laskettu tulvakorkeuksia hydraulisilla malleilla, laadittu tulvakarttoja ja selvitetty Kokemäenjoen alaosan jääolosuhteiden vaikutusta tulviin. Lisäksi hankkeessa



Kuva 3. Porissa tulvi tammikuussa 1975. Kuva: Kari Syrjälä

arvioidaan tulvavahinkoja ja laaditaan varautumissuunnitelma suuren tulvan varalta. Porin tulvat -hanke valmistuu kuluvan vuoden loppuun mennessä. Loppuraportissa annetaan toimenpidesuosituksia tulvan aiheuttamien vahinkojen vähentämiseksi Porin alueella.

Kokemäenjoen syvyyskartoitus Porin ja Ulvilan alueella tehtiin keväällä 2003 kaikuluotauksen ja RDGPS -paikkannuksen avulla. Syvyyskartoituksen keskeisin tulos on luotettavan paikkatietoon sidotun syvyystiedon tuottaminen Kokemäenjoen alaosaan. Kokemäenjoen vedenlaatu- ja hienosedimentaatiokartoituksen mittaustyöt suoritettiin loppuvuodesta 2003.

Tulvavirtaamien toistuvuutta arvioitiin toistuvuusanalyyseillä, joka toteutettiin Gumbelin menetelmällä. Toistuvuusanalyyseillä määritetyille virtaamille laskettiin vedenkorkeudet numeeristen virtausmallien avulla. Avotilan aikaiset virtausmallilaskelmat on tehty käyttäen yksiulotteista HEC-RAS-virtausmallia. Pengermurtuman aiheuttamaa tulvan leviämistä on selvitetty myös kaksiulotteisella virtausmallilla. Laskettujen tulvakorkeuksien avulla on laadittu tulvavaarakartat keskimäärin kerran viidessäkymmenessä ( $HQ_{1/50}$ ), kerran sadassa ( $HQ_{1/100}$ ) ja kerran kahdessa sadassa viidessäkymmenessä vuodessa ja ( $HQ_{1/250}$ ) esiintyvälle avovesitulvalle. Osassa tulvavaarakarttoja on otettu huomioon myös

pengersortuman aiheuttama tulvan leviäminen.

Kokemäenjoen alaosan jääytymisestä ja jääolosuhteista kerättiin tietoa hankkeen aikana. Seurannan yhteydessä tarkkailtiin ilman ja veden lämpötilaa, virtaamaa ja vedenkorkeutta sekä valokuvattiin uomaa. Kerättyjä tietoja käytetään hyväksi Kokemäenjoen alaosan jääselvitys – osahankkeessa, jossa selvitetään jäiden vaikutusta Kokemäenjoen alaosan tulvatilanteisiin sekä arvioidaan keinoja jäiden aiheuttaman tulvariskin pienentämiseksi. Jääolosuhteiden selvityksessä on käytetty apuna numeerista jokijäämallia sekä HEC-RAS -virtausmallia.

Tulvista Porin asutukselle, teollisuudelle sekä muulle toiminnalle aiheutuvia vahinkoja on arvioitu eri tulvatilanteissa. Asutukselle aiheutuvat vahingot on arvioitu rakennus- ja huoneistorekisterin paikkatietoaineiston ja tulvatiedon perusteella. Teollisuuden vahingot on arvioitu pyytämällä jokirannassa sijaitsevilta teollisuus- ja muilta laitoksilta tiedot tulvan korkeustasoista, joilla vahinkoja syntyy sekä arviot aiheutuvista vahingoista. Porissa tulvat voivat aiheuttaa myös merkittäviä ympäristövahinkoja. Ympäristövahinkoja syntyy Luotsinmäen käytöstä poistetun kaatopaikan, Luotsinmäen puhdistamon ja lietteenkäsittelypaikan osalta.

Tärkeä osa Porin tulvat -hanketta on

Satakunnan pelastuslaitoksen, Porin kaupungin ja Lounais-Suomen ympäristökeskuksen yhteistyössä laatima varautumissuunnitelma tulvien varalta.

## Mitä voidaan tehdä?

Porin alueen tulviin voidaan vaikuttaa monella tavalla. Kokemäenjoen järvi-alueiden säännöstely on keskeisessä asemassa Porin tulvien kannalta. Eriytyisen merkittävä säännöstelyn vaikutus on jäätulvatilanteen hallinnassa. Oikein ajoitetulla virtaaman pienentämisellä voidaan mahdollistaa jääkannen muodostuminen Kokemäenjoen alaosaan. Järvien säännöstelytilavuus on kuitenkin hyvin rajallinen ja oikean ajankohdan valitseminen on erittäin vaikeaa. Paikkansapitävät sää- ja virtaamaennusteet ovat tärkeitä. Järviin varastoitumisen lisäksi on mahdollista erilaisilla toimenpiteillä hidastaa valumaa vesistöön. Tulvien hitaasta luonteesta johtuen ei näillä valuma-alueella pidättämiseen perustuvilla menetelmillä ole suurta merkitystä Kokemäenjoen alaosan tulville.

Jäätalanteeseen voidaan säännöstelyn lisäksi vaikuttaa myös uomaan asennettavilla jääpuomeilla, joilla edistetään jääkannen muodostumista. Suurella virtaamalla virtausnopeudet ovat Kokemäenjoen alaosaan kuitenkin niin suuria, että jääpuomeista ei ole apua. Yhdessä säännöstelyn kanssa jääpuomit ovat kuitenkin käyttökelpoinen ratkaisu.

Porin kaupunkia suojaavat penkereet ovat paikka paikoin heikossa kunnossa. Tärkeä toimenpide vahinkojen estämisessä on penkereiden kunnostaminen sekä tarpeelliselta osalta niiden korottaminen tarkoituksenmukaiseksi katsottavaan korkeuteen. Tärkeää on myös kaavoituksella estää uuden rakennuskannan muodostuminen tulva-alueella. Käynnissä olevan Porin-tulvat hankkeen loppuvaiheessa arvioidaan erilaisten tulvasuojeluratkaisujen käyttökelpoisuutta tulvavahinkojen vähentämiseksi Porin alueella. Hankkeen jälkeen on tarkoitus valita toteuttamiskelpoiset ratkaisut ja toteuttaa ne lähivuosien aikana. Jatkotyöhön luo hyvät edellytykset hyvin etenevä yhteistyö eri toimijoiden kesken. ●

# Kaupunkitulvat kaavoituksessa



## Satu Lehtikangas

dipl.ins., Suunnittelukeskus Oy

E-mail: [satu.lehtikangas@suunnittelukeskus.fi](mailto:satu.lehtikangas@suunnittelukeskus.fi)

Kirjoittaja työskentelee Suunnittelukeskus Oy:n Tampereen toimistossa toimialapäällikön tehtävissä vastaten vaikutusten arvioinneista ja mm. hulevesisuunnittelusta.



## Perttu Hyöty

dipl.ins., Suunnittelukeskus Oy

E-mail: [perthu.hyoty@suunnittelukeskus.fi](mailto:perthu.hyoty@suunnittelukeskus.fi)

Kirjoittaja toimii Suunnittelukeskus Oy:n Tampereen toimistossa suunnittelijana erityisalueenaan hulevesisuunnittelu.

## Jukka Meriluoto

tekn. lis., Suunnittelukeskus Oy

E-mail: [jukka.meriluoto@suunnittelukeskus.fi](mailto:jukka.meriluoto@suunnittelukeskus.fi)

Jukka Meriluoto työskentelee Suunnittelukeskus Oy:n Tampereen aluetoimiston päällikkönä.

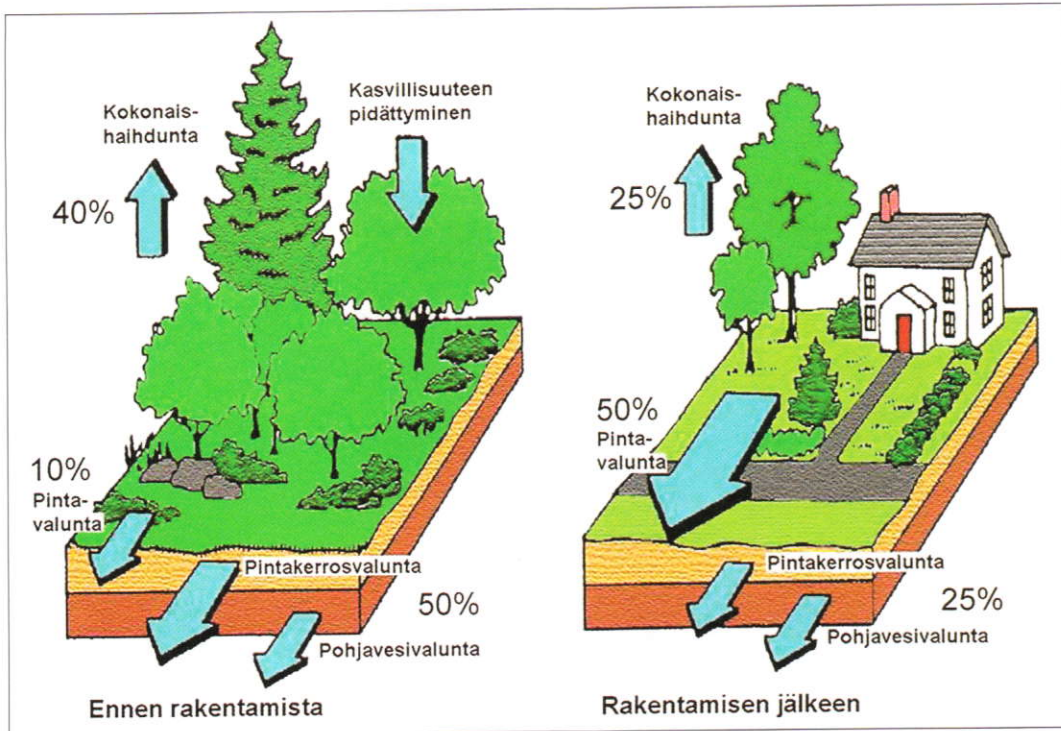
Helsingin yleisurheilun MM-kisojen aikaan sattuneet rankkasateet saivat runsaasti huomiota, eivätkä syyttä. Monin paikoin sadevesiviemäriverkosto on riittämätön äkillisille runsaille sademäärille. Yhdyskuntarakenteen edelleen tiivistyessä ja laajetessa on sekä maankäytön että vesihuollon suunnittelussa tarvetta enenevässä määrin kiinnittää huomiota hulevesien hallintaan. Oman haasteensa hulevesien hallinnalle tuo mahdollinen ilmaston lämpeneminen ja siitä aiheutuvat sään ääri-ilmiöiden mm. rankkasateiden lisääntyminen.

Vesihuollon erityistilannetyöryhmän loppuraportissa kaupunkitulvia on kuvattu seuraavalla tavalla: "Taajamatulva syntyy, kun rakennettujen alueiden kuivatusjärjestelmä ei toimi suunnitellulla tavalla ja hule- ja sekaviemäreiden mitoitukset ylittyvät tai hulevesien maanpäällinen hallinta ei toimi asianmukaisesti. Tällöin hulevedet kasautuvat kaduille ja pihuille tms. alueille ja purkautuvat hallitsemattomasti aiheuttaen vahinkoja." (Vesihuollon erityistilannetyöryhmän loppuraportti 2005)

Yleensä sadevesiviemärit mitoitetaan kerran kahdessa vuodessa toistuvalla sateelle (mm. Katu 2002, 2003). Tätä rajumpien sateiden yhteydessä sadevesiviemärit eivät yksinään riitä huolehtimaan hulevesien johtamisesta, vaan tarvitaan myös muita toimenpiteitä vesien hallitsemiseksi. Luonnollisesti hulevesisijajestelmää ei ole taloudellisesti tai

muutoinkaan järkevää mitoitaa maksimisateiden perusteella, vaan hyväksytään se, että ennemmin tai myöhemmin eteen tulee sellaisia sadetilanteita, joita ei voida täysin hallita. Mikäli kuitenkin hulevesiviemärit tai muu järjestelmä tulvii samoilla alueilla haitallisella tavalla jatkuvasti, on joko alueen suunnittelun/rakentamisen yhteydessä jäänyt jotakin huomioimatta tai olosuhteet ovat muuttuneet oleellisesti suunnittelun lähtökohtana olleesta tilanteesta. Seuraavaan on koottu lista keskeisimmistä syistä kaupunkitulvien esiintymiseen:

- alueiden tiivis rakentaminen ja kattaminen vettä läpäisemättömillä pinoilla sekä pintavalunnan luontaisen varastoalueiden ja virtausreittien ottaminen rakentamiskäyttöön
- topografia ja maaperä; alavien alueiden ottaminen rakentamiskäyttöön, maaperän vedenläpäisevyys huono



Kuva 1. Vesitase rakentamattomalla ja rakennetulla alueella (Schueler 1987).

- maankäytön suunnittelun ja hulevesiverkoston suunnittelun ja rakentamisen koordinointi ei toimi tehokkaasti; hulevesijärjestelmän kapasiteetti riittämätön (esim. täydennysrakentamisen johdosta)
- hulevesijärjestelmän mitoituksessa käytetyt mitoitusasteet liian pieniä (verkosto mitoitettu liian tiukasti), verkostoon mahtumattomien vesien poisjohtamiseen tulvavälillä ei ole kiinnitetty huomiota
- lyhytnäköinen suunnittelu; aiheutetaan tulvia suunnitellun alueen ulkopuolella, sadevesiviemäreiden purkupaikassa
- ritiläkaivojen tukkeutuminen tai niiden väärä sijoitus/korkeusasema  
Yleensä tulvan syntyyn vaikuttaa samanaikaisesti monet tekijät. Mietittäessä kaupunkitulvien ehkäisemistä ja niihin varautumista, on huomio kiinnitettävä edellä lueteltuihin asioihin. Mainittujen tekijöiden lisäksi voi tulevaisuudessa globaalilla ilmaston muutoksella olla merkittävä vaikutus kaupunkitulviin. Ilmastotutkijat arvioivat sään ääri-ilmiöiden kuten rankkasateiden yleistyvän ilmaston muutoksen johdosta. Lisäksi erityisesti talviaikaisen sadannan

arvioidaan lisääntyvän Pohjois-Euroopassa. Jos ja kun ilmaston muutos osoittautuu todelliseksi, tulevat kaupunkitulvat Suomessa yleistymään nykyisten hulevesijärjestelmien kapasiteetin ylityessä entistä useammin. Jo lähitulevaisuudessa joudutaan pohtimaan ilmiön vaikutusta mm. hulevesijärjestelmien suunnitteluun. Tulisiko esimerkiksi nykyisten sadevesiviemäreiden ja kuivatusjärjestelmien mitoitusohjeita muuttaa?

Kaupunkitulvien seuraukset ovat ensisijaisesti taloudellisia, kuten rakenteiden ja irtaimen omaisuuden kastuminen ja kosteusvauriot, sekä toiminnallisia, kuten teknisten järjestelmien (esim. liikenteen) häiriöt.

### Kaupunkitulvien hallinta

Kaupunkitulvista aiheutuvia haittoja voidaan välttää ja vähentää monin tavoin, mm. rakennusteknisesti. Lähtökohtana tulee kuitenkin olla tulviin varautuminen jo maankäytön suunnitteluvaiheessa. Uutta maankäyttöä suunniteltaessa tulisi pyrkiä vettäläpääsemättömien pintojen minimoimiseen ja vesien luontaisen imeytymisen edistämiseen. Rakentamiselta tulisi säästää mm.

maaston painanteet ja kosteikot, jotka luontaisesti varastoivat "ylimääräisiä" valumavesiä. Luontaisia valuma-alueita ja purkureittejä ei tulisi rakentamisella radikaalisti muuttaa.

Kokonaan taajama-alueilla esiintyviä tulvia ei voida ennaltaehkäistä, siksi maankäytön suunnittelussa tulee myös varautua tulviin ja niiden hallintaan. Rakentaminen tulee sijoittaa topografisesti järkevällä tavalla niin, että tulvavedet eivät välittömästi pääse kastelemaan rakenteita. Maankäytön suunnittelun yhteydessä tulee tehdä suunnitelma tulvavesien hallitsemiseksi; ohjaamiseksi, varastoisiksi ja johtamiseksi vesistöön. Tulvareittien suunnittelu tulee kytkeä osaksi hulevesijärjestelmän suunnittelua.

Hulevesijärjestelmän mitoituksessa tulisi huomioida suunnittelun kohteena olevan alueen tilanne, kun alue on kokonaan rakentunut, jotta vältetään järjestelmän liian herkältä tulvimiselta kapasiteetin jäädessä esimerkiksi täydennysrakentamisen myötä pieneksi. Hulevesijärjestelmien mitoituksen apuvälineenä voidaan käyttää mallinnusta. Mallinnuksen avulla voidaan tarkastella myös poikkeuksellisia rankkasadetilanteita.



Kuva 2. Asuinalueen keskelle toteutetut kosteikot ja lammikot auttavat mm. kaupunkitulvien hallinnassa. (Kuva: Vaasan kaupunki/Kunnallistekniikka; Vital Vaasa, EU-hanke)

## Kaupunkitulvat osa laajempaa hulevesiproblematiikkaa

Kaupunkitulvat ovat laajempaan hulevesiproblematiikkaan liittyvä merkittävä erityiskysymys. Suunniteltaessa hulevesijärjestelmiä ei tulvien mahdollisuutta voida jättää huomiotta. Toisaalta hulevesijärjestelmän laadukkaalla, eri näkökohdat huomioivalla suunnittelulla voidaan jo osaltaan ennalta ehkäistä tulvien syntyminen riskejä.

Suunnittelun kohteena olevan alueen luonteesta ja ominaisuuksista riippuu se, millaisia tavoitteita hulevesijärjestelmälle on tarvetta asettaa. Monilla alueilla suunnittelu lähtee tavoitteista taata rakenteille riittävä kuivatus johtamalla mm. pintavalunta tehokkaasti alueen ulkopuolelle. Nykyisin huomiota kiinnitetään kuitenkin myös niihin vaikutuksiin, joita rakentamisella on alueen luontaiseen vesitaseeseen ja sen myötä (luonnon)ympäristöön. Tältä pohjalta hule-

vesijärjestelmälle on tarpeen asettaa myös muita tavoitteita kuin vain rakenteiden kuivatus ja tulvasuojelu.

Hulevesien on todettu aiheuttavan suuresta määrästä tai heikosta laadusta aiheutuvia ongelmia (mm. US EPA 1999). Vaikutusten merkittävyys riippuu pitkälti ympäristön ominaisuuksista ja sietokyvystä, mutta pääsääntöisesti haittavaikutukset ovat merkittävimmät purku-uomissa ja purkupai-koissa, joissa hulevesien ja niiden sisältämien epäpuhtauksien määrä on suurin. Herkimpiä hulevesien haitallisille vaikutuksille ovat pienvedet ja luonnontilaiset purkureitit, kun taas suurempien järvien tilaan taajamien hulevesillä ei ole juurikaan vaikutusta paitsi ehkä paikallisesti purkupisteiden välittömässä läheisyydessä. Hulevedet voivat paikallisesti heikentää myös vesistöjen käyttökelpoisuutta.

Luonnonmukaisten alueiden muokkaamisesta johtuvasta hulevesivirtaa-

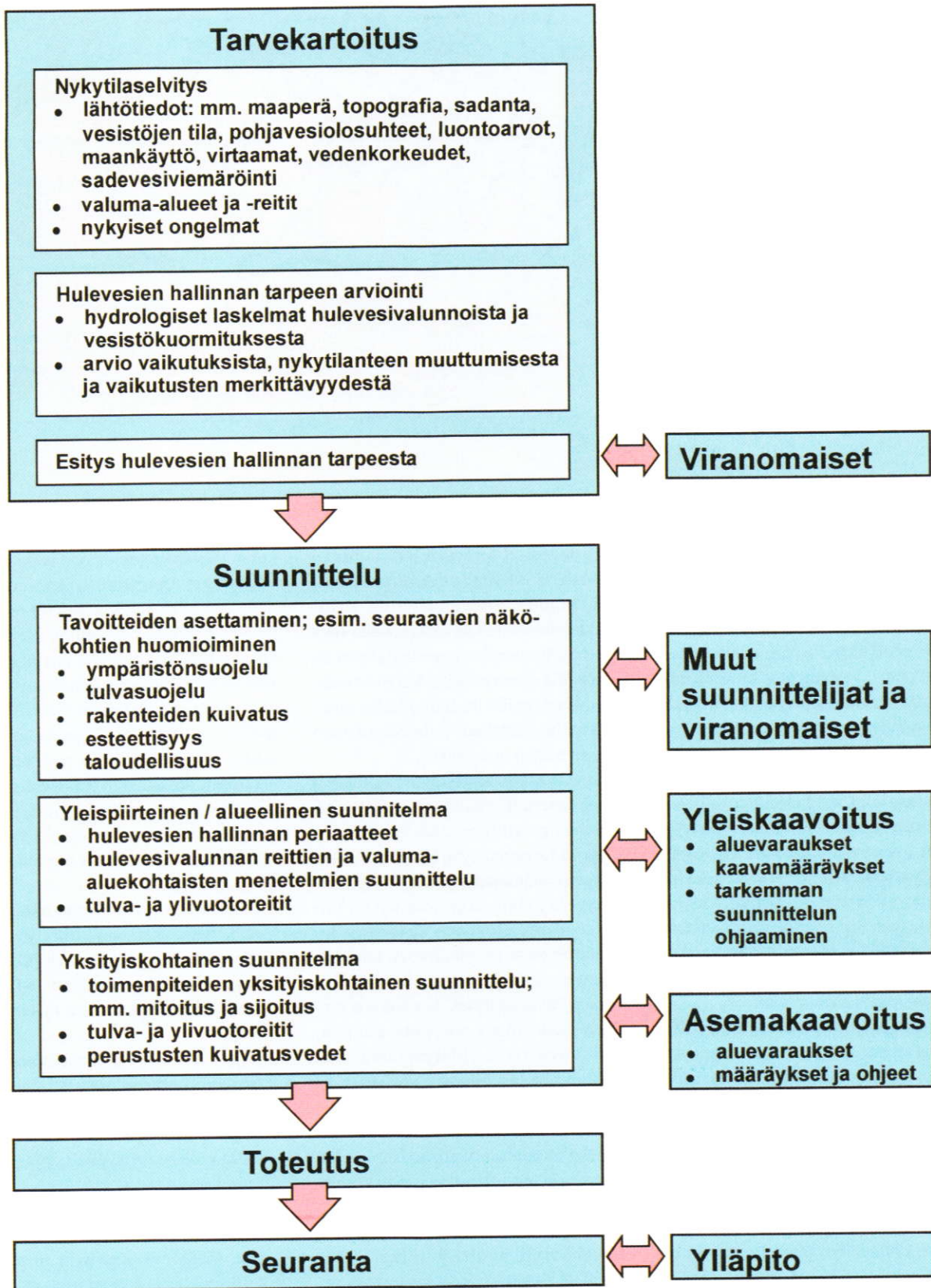
man kasvusta mahdollisesti aiheutuvia haittoja ovat mm. pohjaveden pinnan lasku ja siitä johtuva epäpuhtauksien konsentroituminen pohjaveteen, maaperän painuminen herkillä alueilla, eroosio ja tulviminen purku-uomissa, huleveden kuljettamien epäpuhtauksien kertyminen maaperään sekä huleveden määrästä ja heikosta laadusta aiheutuvat haitat kasvien ja eläinten elinympäristöille sekä organismeille itselleen (US EPA 1999).

## Luonnonmukaiset hulevesien hallintamenetelmät

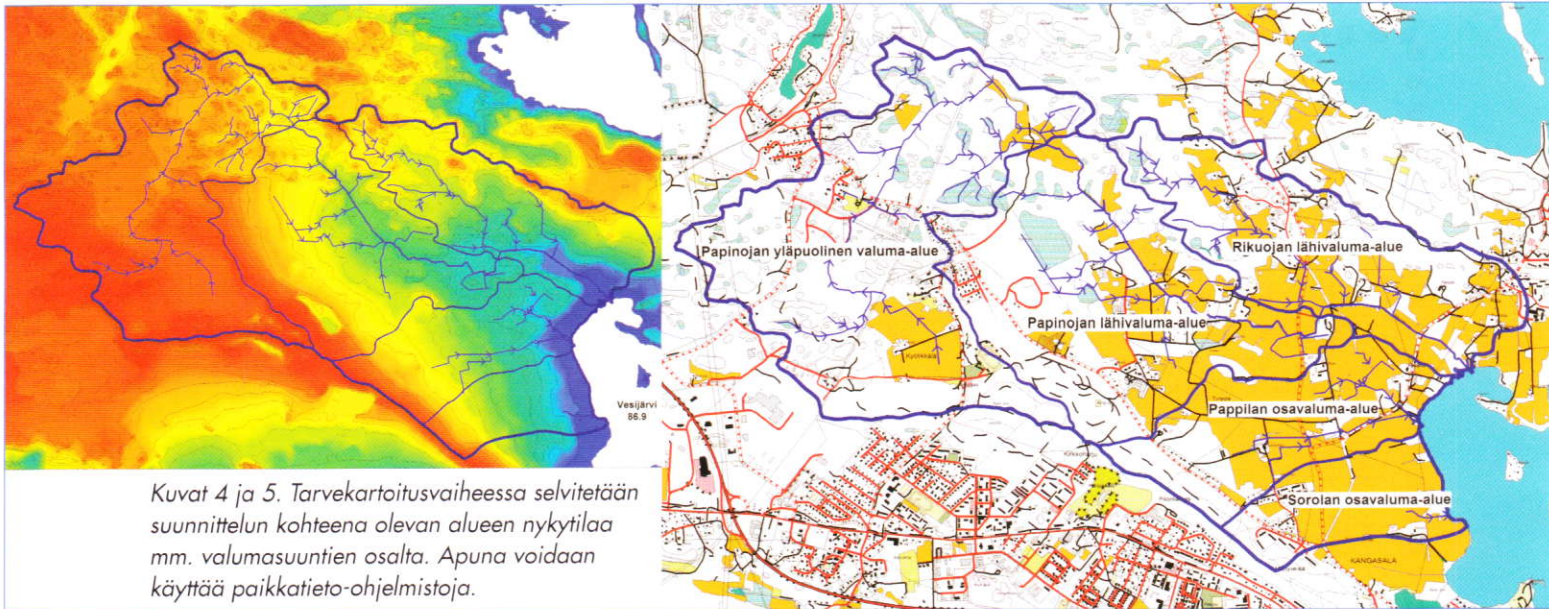
Ympäristönsuojelullisten näkökohtien voimistumisen seurauksena ovat perinteisen sadevesiviemäröinnin rinnalle nousseet nk. luonnonmukaiset hulevesien hallintamenetelmät. Ne mahdollistavat ympäristönäkökohtien huomioimisen sekä samalla entistä paremmin myös tulvavesien hallinnan.



## Hulevesijärjestelmästä vastaava



Kuva 3. Hulevesien hallinnan eteneminen tarvekartoituksen ja suunnittelun kautta toteutukseen ja seurantaan.



Kuvat 4 ja 5. Tarvekartoitusvaiheessa selvitetään suunnittelun kohteena olevan alueen nykytilaa mm. valumasuuntien osalta. Apuna voidaan käyttää paikkatieto-ohjelmistoja.

Luonnonmukaisten hulevesien hallintamenetelmien lähtökohdaksi on pyrkimys paikan päällä tapahtuvaan hulevesien hallintaan ja alueen vesitaseen säilyttämiseen mahdollisimman lähellä luonnontilaa ts. vesiä ei johdeta tarpeettomasti alueen ulkopuolelle. Nämä maan pinnalle toteutettavat menetelmät voidaan tarvittaessa kytkeä tukemaan sadevesiviemäriverkostoa tai ne voivat korvata sen kokonaan.

Luonnonmukaiset hulevesien hallintamenetelmät voidaan luokitella esimerkiksi seuraaviin kolmeen pääryhmään: imeytys- ja suodatusmenetelmät, viivytyksen ja pidätysmenetelmät sekä huleveden johtamismenetelmät. Yleensä parhaaseen lopputulokseen päästään järjestelmällä, jossa yhdistetään tarkoituksenmukaisella tavalla kaikkia näitä menetelmiä ja periaatteita.

Rakentamisesta aiheutuva merkittävin hydrologinen vaikutus on imeytymisen vähentyminen ja siitä seuraava pintavalunnan määrän kasvu. Koska hulevesien luonnonmukaisen hallinnan tavoitteena tulisi olla alueen vesitaseen säilyttäminen rakentamista edeltäneellä tasolla, pitäisi huleveden imeyttämisen olla ensisijainen sovellettava menetelmä. Huleveden imeyttämisen voidaan helpoimmin toteuttaa hajautettuna ratkaisuna, jolloin imeytettävät vesimäärät eivät muodostu suuriksi. Imeyttäminen on ainoa hulevesien hal-

lintamenetelmä, jolla vesien määrää pystytään todellisesti vähentämään.

Hulevesien imeytymistä voidaan edistää rajoittamalla vettä läpäisemättömien pinnoitteiden käyttöä. Katupoikkileikkausten kaventamisella sekä kestopäällysteen korvaamisella vettä läpäisevillä materiaaleilla kuten soralla, reikäkiveyksellä tai huokoisella asfaltilla mahdollistetaan veden luontainen imeytyminen maaperään.

Imeytykselle asetettujen rajoitusten ja rakennetuilla alueilla muodostuvien hulevesien suuren määrän takia on yleensä tarpeen myös hulevesivirtaaman viivyttäminen ja pidättäminen. Viivytyksen ja pidätysjärjestelmien tarkoituksena on huleveden virtaaman hidastaminen ja varastoiminen sekä huleveden aiheuttaman vesistökuormituksen vähentäminen. Kosteikkoa voidaan pitää yhtenä erityisenä esimerkkinä viivytyksen ja pidätysrakenteista. Kosteikolla tarkoitetaan vesistökuormitusta vähentävää ojan, puron, joen tai muun vesistön osaa ja sen ranta-alueita, joka on suuren osan vuodesta veden peitossa ja muunkin ajan pysyy kosteana (Puustinen et al. 2001). Kosteikossa on tyypillisesti runsaasti vesi- ja kosteikkokasvillisuutta ja siihen liittyy usein avovesipintainen syvemmän veden alue. Kosteikko voi olla luonnollinen tai varta vasten rakennettu.

Luonnonmukaisiin hulevesien hallin-

tamenetelmiin kuuluvat myös hulevesien johtamiseen käytettävät ratkaisut, kuten viherpainanteet, ojat ja puskuri-vyöhykkeet. Menetelmien tarkoituksena on johtaa hulevettä käsittelystä toiseen tai purkupaikkaan kuitenkin siten, että virtaama on hitaampaa ja epäpuhtauksien laskeutuminen ja jonkinasteinen imeytyminen mahdollista. Painanteissa ja ojissa on usein kasvillisuutta, joka tehostaa epäpuhtauksien poistumista.

Luonnonmukaisiin hulevesien hallintamenetelmiin liittyy tiettyjä erityispiirteitä, jotka ennaltaehkäisevät tulvia sekä edesauttavat tulvatilanteiden hallintaa:

- Hulevesien syntymistä ehkäistään mm. mahdollistamalla imeytyminen.
- Menetelmät pyritään toteuttamaan hajautetusti ja paikallisesti. Suurten vesimäärien keräämistä yhteen vältetään.
- Järjestelmä suunnitellaan luontaisia pintavaluntareittejä ja varastopainanteita hyödyntäen.
- Menetelmillä pyritään virtaamien hidastamiseen ja virtaamahuippujen tasaamiseen.
- Maan pinnalle toteutettavat rakenteet muodostavat merkittävän vesivaraston. Vesien ohjaaminen pintavirtauksena toteutetaan niin, että virtausreitit muodostuvat mahdollisimman pitkiksi, mikä lisää vesien varastotilavuutta ja hidastaa virtaamia.



**Qmax<sup>®</sup>** on Abetonin korkealaatuinen betoniputki. Munanmuoto tuo lisää lujuutta pystysuoraa kuormitusta vastaan ja itsepuhdistuvuus pienilläkin virtaamilla on erinomainen. Suuri kokonaiskapasiteetti

takaa onnistuneen lopputuloksen myös uusille, myöhemmin laajentuville viemäri liittymille tai huippukuormituksille. - **Tilaa esite!**

-ks. myynti: [www.abetoni.fi](http://www.abetoni.fi)

**ABETONI**

Lohjan tehdas  
Lohjanharjuntie 930  
08500 LOHJA AS  
Puh. 020 4474 201

## Hulevesien hallinnan huomioiminen maankäytön suunnittelussa

Asettaessa hulevesien hallinnalle toisaalta kuivatukseen ja tulvahallintaan liittyviä tavoitteita ja toisaalta ympäristönsuojelullisia sekä mahdollisesti myös esteettisiä tavoitteita, tarvitaan kokonaisvaltaista suunnittelua ja monialaista osaamista. Parhaiten tavoitteisiin on mahdollista päästä huomioimalla ne jo maankäytön suunnitteluvaiheessa. Tällöin suunnittelussa on panostettava tavanomaista enemmän eri tahojen (maankäyttö, vesihuolto, tekninen toimi, ympäristönsuojelu) yhteistyöhön, jotta kaikki näkökulmat tulevat riittäväällä tavalla huomioon otetuiksi. Kunnan sisällä on tärkeää sopia menettelytavoista, joilla eri osapuolet saadaan kytkeytyä mukaan suunnitteluprosessiin.

Suunnitelman toteuttaminen voi edellyttää hulevesien hallinnan periaatteiden kirjaamista kaava-asiakirjoihin sekä mm. tilavarausten huomioimista kaavoissa. Kaava-asiakirjojen lisäksi saattaa olla tarvetta kirjata erilaisia määräyksiä ja ohjeita hulevesien hallintatoimista myös muihin asiakirjoihin, kuten rakennustapaohjeisiin, rakennusjärjestykseen sekä tontinluovutusehtoihin. Määräykset ja ohjeet voivat koskea esimerkiksi hulevesien hallinnan periaatteita, suunnittelua sekä menetelmien toteuttamista, ylläpitoa ja valvontaa.

Hulevesien hallinnan suunnittelu voidaan jakaa seuraaviin vaiheisiin: tarkartoitus, suunnittelu, toteutus ja seuranta. Seurannan perusteella toteutetaan järjestelmän huolto ja muu ylläpito.

Uusien rakennettavien alueiden osalta parhaaseen lopputulokseen on mahdollista päästä, kun hulevesien hallintatoimien suunnittelu aloitetaan yleispiir-

teisen maankäytön suunnittelun käynnistyessä yleiskaavavaiheessa. Yleiskaavatasolla keskeistä on määrittellä ensin tarpeet, joiden johdosta hulevesien hallintatoimiin on ryhdyttävä. Hulevesien hallintatoimien suunnittelun lähtökohdina ovat paikalliset olosuhteet sekä todetut ongelmat. Tässä yhteydessä selvitetään mm. luontaiset valumasuunnat ja reitit, vedenjakajat ja valuma-alueen rajat. Tarpeen saattaa olla selvittää myös mm. purku-uomien virtaamaoloja. Lähtöaineistoksi tarvitaan korkeuskäyrällisen kartta-aineiston ohella, tiedot maaperän laadusta, vesistöjen tilasta (vesistön herkkyys, käyttötarkoitus), pohjavesisuhteista, mahdollisista luontoarvoista, sadevesiviemäroinnistä jne. Tarkasteluiden pohjaksi tehdään hydrologisiin laskelmiin perustuen arvio alueella syntyvien valumavesien määrästä. Tähän suhteutetaan arviot tulevan maankäytön vaikutuksista.

Siinä vaiheessa, kun maankäytön laajuudesta ja rakentamisen tiiveydestä on olemassa alustavia tietoja, voidaan tehdä ensimmäiset arviot siitä, missä määrin uusi maankäyttö muuttaisi valumaoloja ja aiheuttaisi mahdollisesti kuormitusta tai riskejä pinta- ja pohjavesiin. Vaikutusten merkittävyyden arvioinnin perusteella tehdään lopullinen päätös hulevesien hallinnan tarpeesta ja toisaalta sen tavoitteista. Päätös on usein tarpeen tehdä ympäristönsuojelusta vastaavien viranomaisten kanssa. Kun hulevesien hallintatoimien toteutus on todettu tarpeelliseksi nykytilanalyysin perusteella, voidaan lähteä suunnittelemaan tarpeellisia keinoja hulevesien hallitsemiseksi.

Yleiskaavatasolla tehtävien tarkasteluiden ja suunnitelmien tavoitteena on saada tilanteesta kokonaisvaltainen kuva ennen etenemistä yksityiskohtaisempaan suunnitteluun. Yleiskaavoitusta palvelevassa hulevesisuunnitelmassa määritetään hulevesien hallinnan periaatteet (mm. imeytys vs. poisjohtaminen), hulevesivalunnan reitit (luontaisten reittien ja painaumien hyödyntäminen), nk. alueellisten menetelmien (kosteikot, lammikot tms.) tilantarve ja sopivin sijoituspaikka sekä varmistetaan kaavamääräyksin tai ohjein riittävästä ohjausvaikutuksesta asema-kaavoitusta silmällä pitäen.

Asemakaavoituksen yhteydessä tehtävässä suunnittelussa ratkaistaan viimeistään hulevesien hallinnassa käytettävät menetelmät, tarvittavat rakenteelliset ratkaisut sekä niiden mitoitus ja sijoitus. Usein on tarvetta tehdä tässä vaiheessa jo yksityiskohtaisempia suunnitelmia käytettävistä rakenteista.

Asemakaavatasolla suunnitellaan yksityiskohtaisesti hulevesien hallintatoimet ja johtaminen alueen sisällä huomioiden erilaiset sadetilanteet. Tulvareittien suunnittelu on yksi keskeinen osa alueen kokonaisvaltaista suunnittelua. Myös perustusten kuivatusvesien johtaminen tulee huomioida hulevesijärjestelmän suunnittelussa.

## Lopuksi

Vaikka Suomessa kokonaisvaltaisten, luonnonmukaisten hulevesijärjestelmien suunnittelu ei vielä ole osa vakiintunutta suunnittelukäytäntöä, näyttäisi siltä, että tarvetta tämältyyppisten järjestelmien suunnitteluun on tulevaisuudessa yhä enemmän. Mm. Ruotsissa ja Keski-Euroopan maissa hulevesisuunnittelulla on jo pitkät perinteet. Keski-Euroopassa luonnonmukaisia menetelmiä käytetään erityisesti tulvien hallinnassa. Esimerkiksi Saksassa lainsäädäntö edellyttää, että rakentamisella ei saa kasvattaa alapuolisen vesistön tulvavirtaamia.

Alueellisten hulevesisuunnitelmien lähtökohdaksi voidaan tehdä kunta-kohtaisia selvityksiä kokonaiskuvan saamiseksi hulevesien hallinnan tarpeesta. Ruotsissa on valtakunnallisiin ympäristön laatutavoitteisiin nojautuen annettu kunnille suositus kuntakohtaisen hulevesisuunnitelman/-strategian laatimisesta. Tällainen suunnitelma voi sisältää mm. purkuvesistöjen luokittelun ja hulevesien hallinnan tarpeen, tavoitteiden sekä periaatteiden määrittelyn. Kuntakohtaisissa suunnitelmissa voidaan tarkastella myös kaupunkitilviin liittyviä kysymyksiä. Hulevesien hallinnan kokonaisvaltaisen suunnittelun lisäksi kuntakohtainen suunnitelma voi tuottaa hyödyllistä tietoa ympäristönsuojelutoimenpiteiden kohdistamista varten sekä vesienhoitosuunnitelmien ja kuntien vesihuollon kehittämisuunnitelmien laatimiseen.

Luonnonmukaisten hulevesiratkaisujen toteuttaminen tulee usein kalliimmaksi kuin perinteisellä tavalla toteutettu kuivatus. Tämä tarkoittaa lisärahoitustarvetta nykyiseen nähden. Lisärahoitus voidaan hankkia esimerkiksi vesihuoltolaitosten toimesta perittävällä erillisellä hulevesimaksulla. Maksu kohdistuisi niille, yksityisille ja julkisille toimijoille, joiden hallinnassa olevilta alueilta hulevesiä kertyy. Melko yleinen näkemys on kuitenkin se, että hulevesien johtaminen ei ole varsinaisesti vesi-

huoltoa, josta vesihuoltolaitosten tulisi vastata. Asiaan on kiinnittänyt huomiota mm. vesihuollon erityistilannetyöryhmä, joka toteaa loppuraportissaan (Vesihuollon erityistilannetyöryhmän loppuraportti 2005), että hulevesien ja kuivatusvesien poisjohtamiseen liittyvien palveluiden ja tehtävien vastuut ja roolit ovat epäselvät. Työryhmä esittääkin taajamatulviin ja hulevesiin liittyvien ongelmien ratkaisemiseksi kehittämishanketta, jonka yhtenä aiheena olisi selvittää mahdollisuutta siirtää hulevesien ja kuivatusvesien poisjohtamiseen liittyvät palvelut ja tehtävät kokonaisuudessaan saman organisaation vastuulle.

## Kirjallisuus:

- Katu** 2002. Katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet. 2003. Suomen kuntatekniikan yhdistys. 281 s. ISBN 952-9710-06-2.
- Puustinen, M.** et al. 2001. Maatalouden vesien-suojelukosteikot. VESIKOT-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 499. suomen ympäristökeskus. Helsinki 61 s.
- Schueler, T.** 1987. Controlling Urban Runoff: A Practical Manual for Planning and Designing Urban BMPs. Department of Environmental Programs, Metropolitan Washington Council of Governments, Washington, DC.
- US EPA.** 1999. Preliminary data summary of urban storm water best management practices. EPA-821-R-99-012. Washington, DC.
- Vesihuollon erityistilannetyöryhmän loppuraportti.** 2005. Ehdotukset toimenpiteiksi vesihuollon varautumisen kehittämiseksi. Työryhmämuistio MMM 2005:7



# Hulevesien luonnonmukainen hallinta osana tulvasuojelua



**Outi Salminen**



**Ina Liljeström**

Kirjoittajat työskentelevät Teknillisessä korkeakoulussa, Rakennus- ja ympäristötekniikan osastolla, Vesitalouden ja vesirakennuksen laboratoriossa, Professori Pertti Vakkilaisen johtamassa luonnonmukaisen vesirakennuksen ryhmässä. Tutkijatohtori Outi Salminen vetää poikkitieteellistä projektia, jossa tutkitaan ja kehitetään hulevesien luonnonmukaisen hallinnan mahdollisuuksia Suomen oloissa. Tekniikan ylioppilas Ina Liljeström toimii projektissa tutkimusavustajana.

Hulevesien luonnonmukaisella hallinnalla pyritään säilyttämään alueen hydrologiset olot mahdollisimman lähellä luontaista tilaa. Lähtökohtana luonnonmukaisessa hulevesien hallinnassa on valuma-alueen mittakaavan kaupunkisuunnittelu ja maankäyttö sekä paikan luonnonmaantieteellisiin ja ilmastollisiin oloihin perustuvat ratkaisut toteutettuina mahdollisimman lähellä huleveden syntypaikkaa. Hulevesien ja sulamisvesien luonnonmukainen hallinta edellyttää asiantuntevaa poikkitieteellistä suunnittelua ja toteutusta yhdyskuntasuunnittelun johtamisella tasolla ja valuma-alueiden mittakaavassa.

**K**aupunkirakentaminen muuttaa veden luontaista kiertoa monin tavoin. Sileät läpäisemättömät pinnat, joihin kuuluvat myös hulevesiviemärit ja -kourut, sekä tiivistynyt maa-aines, yksinkertaistettu viherrakenne, oikaistut valuntareitit ja uomat vähentävät sade- ja sulamisvesien luontaista imeytymistä, viipymää ja haihduntaa. Havaittavat muutokset tarkastelun kohteena olevan paikan hydrologisissa oloissa riippuvat paitsi alueen luonnonmaantieteellisistä ominaisuuksista myös koko valuma-alueella tapahtuneista maankäytön

muutoksista. Valuma-alueiden rajat ovat myös voineet radikaalistikin muuttua johdettaessa vesiä putkissa haluttuun suuntaan: rajat saattaa määrittää luonnonmaantieteen ohella hulevesiviemäröinti. Havainnot kohteessa voivat tällöin liittyä maankäytön muutoksiin alueilla, joita ei peruskartan ja maastotarkastelujen perusteella tilanteeseen yhdistäisi. Kaupungistuminen aiheuttaa rakennetuilla valuma-alueilla paikoin pintavalunnan määrään lisääntymistä sekä tulvatapahtumien ja eroosion äärevöitymistä. Toisaalla uomat ja pienilmastot kuivuvat



Kuva 1. Veden kiertokulkua kaupungissa. Kaupungistuneessa ympäristössä a) luontaisesta äärevöityneet tulvatapahtumat ja b) hulevesien laatu aiheuttavat ongelmia. c) Yksinkertaistunut viherrakenne ei riitä pidättämään eroosiota ja luontaisen kasvillisuuden vettä viivyttävät, haihduttavat, imeyttävät ja puhdistavat toiminnot puuttuvat. Eliöstö muuttuu alkuperäislajiston habitaattien kadottua. d) Moni kosteikko on yhteiskuntarakenteessa luokiteltu kaatopaikkarakenteeksi kelpaavaksi rakennusmaaksi. (Kuva: Outi Salminen)

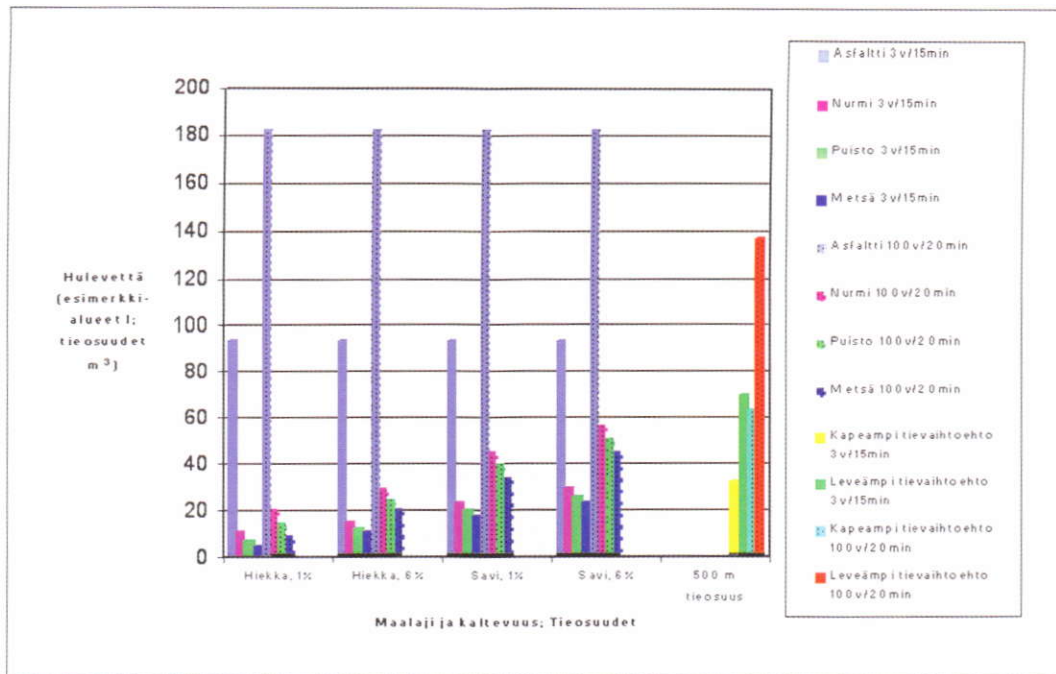
ja pohjaveden muodostuminen häiriintyy. Tapahtuvilla muutoksilla voi olla merkitystä muun muassa olemassa olevien rakenteiden vakauteen sekä kulttuurimaisemien puuston ja vesiaiheden tilaan. Alueen eliöstössä havaitaan muutoksia monimuotoisuutta ja liikkuvuutta tukevien veden rajapinnan habitaattien ja kulkureittien kadotessa maisemarakenteesta.

Kaupungistumisen seurauksena vesistöihin kulkeutuu merkittävää hajakuormitusta. Ihmistoimintaan liittyen ympäristöön vapautuu kiintoaineita ja ravinteita sekä haitallisia aineita kuten öljyjä, torjunta-aineita ja raskasmetalleja. Lisäksi rakentamisen tieltä on

poistettu vesistöjen ympäristökuormitusta luontaisesti käsitteleviä maisemaelementtejä kuten kosteikkoja ja suojakasvillisuutta. Rungas monimuotoinen kasvipeite, uomien tulvasanteet kosteikkoineen ja metsäisine suojavyöhykkeineen toimivat maisemarakenteessa paitsi virtaamia tasavina ja eroosiota estävinä elementteinä myös pintavesiä puhdistavina rakenteina. Erityisesti kosteikot veden rajapinnassa ylläpitävät monimuotoiseen kasvistönsä sekä kasvien seuralaismikrobilajistoon perustuen erittäin monitehoista veden puhdistuskapasiteettia. Kosteikkobiotoppiin kuuluu esimerkiksi sienilajeja, joiden pysyvinä-

kin tunnettujen haitallisten aineiden hajotuskyky puuttuu biologisen jätevedenkäsittelyn mikrobilajistolta. Läpäisemättömiltä, avoimilta ja tummilta pinnoilta varjopuuttomassa maisemassa kaupunkipuroihin virtaava hulevesi on usein myös lämpötilaltaan eliöstölle haitallisen korkea.

Tulviminen on osa veden luontaista käyttäytymistä kunkin alueen luonnonmaantieteellisten, hydrologisten ja ilmastollisten olojen määrittämässä rajoissa. Maankäytön muutoksia seurannut äärevöitynyt tulviminen ja eroosio aiheuttavat aineellisia ja henkisiä ongelmia sekä kaupunki- että haja-asutusalueilla. Liian usein luontaisille tul-



Kuva 2. Pinnoitteen vaikutus pintavalunnan muodostumiseen. Laskennassa käytetyt valuntakertoimet ovat (järjestyksessä: hiekka 1%; hiekka 6%; savi 1%; savi 6%): nurmi: 0,09; 0,13; 0,2; 0,25; puisto: 0,065; 0,11; 0,175; 0,225; metsä: 0,04; 0,09; 0,15; 0,2; ja asfaltille kaikille kaltevuuksille ja pinnoille: 0,8. Kapeampi tievaihtoehto sisältää tässä esimerkissä 7 m asfalttipintaa ja leveämpi 15 m. Lasketut arvot ovat viitteellisiä, todelliset arvot riippuvat maaston yksityiskohdista ja kunkin sadantatapahtuman kokonaiskuvasta. Käytetyissä mitoitusasteissa (Helsinki keskimäärin kerran 3 vuodessa toistuvan 15 minuutin 130 l/s/ha ja keskimäärin kerran 100 vuodessa toistuvan 20 minuutin 190 l/s/ha sadantatapahtumat) on huomioitu sateen rankkuus, kestoaika ja toistuvuus (RIL 124-2-2004). (Kuva: Ina Liljeström)

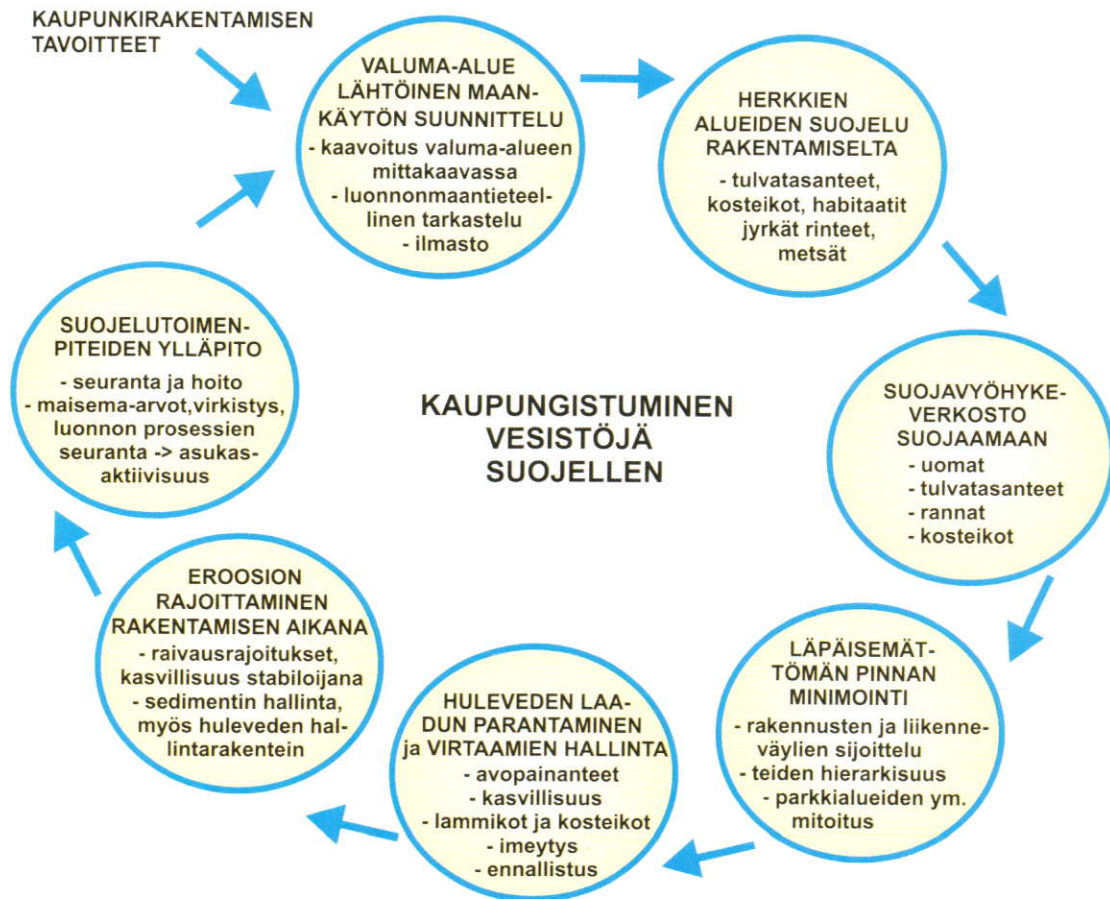
vimis- ja eroosiotapahtumillekaan ei ole kaupunkisuunnittelussa varattu tilaa. Suurkaupungeissa rakennetun ympäristön aiheuttaman paikallililman muutos on todettu lisäävän sadantaa jopa 10 % ja ilmastosta koskevat tutkimukset ennustavat sateiden intensiteetin nousemista (koonnut Kotola J. ja Nurminen J., 2003). Etenevä kaupungistuminen ja muutokset paikallisessa ilmastossa aiheuttavat vanhan viemärointikapasiteetin ja tulvasuojauksen riittämättömyyttä. Kaupunkisuunnittelu ja maankäyttö hallinnollisten rajojen sisäisesti ei luo mahdollisuuksia tulvasuojelulle: kaupunkirakentamisen ja veden kiertoa muuttavan maankäytön suunnittelu tulisi aina suorittaa valuma-alueen mittakaavassa eli todellinen vaikutusalue huomioiden.

Hulevesien muodostumiseen vaikuttaa olennaisesti maankäyttö. Läpäisemättömät sileät pinnat lisäävät valunnan määrää, kasvattavat tulva-

huippuja ja nopeuttavat tulvahuippujen saavuttamista. Myös maalaji ja maaston kaltevuudet vaikuttavat valunnan muodostumiseen olennaisesti. Kuvassa 2. on havainnollistettu laskennallisesti pinnoitteen sekä maalajin ja kaltevuuden vaikutusta valunnan muodostumiseen. Hydrologisesti kestävässä yhdyskuntasuunnittelussa muun muassa teiden hierarkialla pyritään vähentämään valuman muodostumista. Mitä huokoisempi alusta on, sitä enemmän sateesta imeytyy pinnan läpi maaperään ja sitä pienempi osa sateesta muodostuu maata pitkin valuvaksi pintavalunnaksi. Monimuotoinen kasvillisuus vähentää maahan sata- tavan veden intensiteettiä, hidastaa pintavaluntaa ja lisää maan huokoisuutta juuriston lisäksi kasvijätteen houkuttelemien kastematojen ansios- ta. Valuntakerroin vaihtelee pinnan läpäisevyyden mukaan ja siihen vaikuttavat muun muassa vuodenaika, kos- teus, lämpötila, ja sateen kestoaika.

## Hulevesien luonnonmukainen hallinta tapahtuu lähellä syntypaikkaa

Hulevesien luonnonmukaisella hallinnalla pyritään säilyttämään alueen hydrologiset olot mahdollisimman lähellä paikalle luontaista tilaa. Tarkoituksena on mahdollisimman hyvin säilyttää alueelle luontaisina purkuvesistöön johtuvan pintavalunnan määrä ja laatu sekä sadanta- ja lumen sulanta- tapahtumia seuraavat alueen palautumiskyvyn mukaiset tulvimisjaksot. Lähtökohtana luonnonmukaisessa hulevesien hallinnassa on valuma-alueen mittakaavan kaupunkisuunnittelu ja maankäyttö sekä paikan luonnon- maantieteellisiin ja ilmastollisiin oloihin perustuvat ratkaisut toteutettuina mahdollisimman lähellä huleveden syntypaikkaa. Paikkakohtaisin hule- ja sulamisvesiratkaisuun vesiä pyritään johtamaan, imeyttämään, haihduttamaan, viivyttämään, puhdistamaan



Kuva 3. Hydrologisesti kestävä kaupunkirakenne on monen osatekijän summa. (Kuva: Outi Salminen)

ja/tai tasaamaan veden lämpötilaa.

Valuma-alueen mittakaavan suunnittelussa tarkastellaan koko valuma-alueen hydrologisia ominaisuuksia. Suunnittelukohteen maankäytön muutosten merkitys valuma-alueen hydrologiselle tilalle selvitetään ja mahdollisuudet hydrologisten vaikutusten minimointiin kartoitetaan. Luontaisia valuntareittejä hyödynnetään pintavaluntavesien johtamisessa. Lisääntyneitä pintavaluntaa ja äärevöitynyttä tulvimista kompensoimaan rakennetaan esimerkiksi imeytymistä ja viipymää lisääviä rakenteita, kuten painanteita ja lammikko-kosteikkorakenteita. Haihduntaa lisätään ja eroosiota ehkäistään riittävällä kasvipeitteellä. Hulevedet ja paikalle varastoidun lumen sulamisvedet käsitellään luonnonmukaisin kemiallisin, fysikaalisin ja biologisin puh-

distusprosessein muun muassa rakennetuissa selkeytysaltaissa ja kosteikoissa. Myös alueen palautumiskyky luontaisten tulvatapahtumien ja kuivien kausien osalta varmistetaan. Hydrologisesti herkkien alueiden toiminnallista eheyttä suojellaan kasvipeitteisin suojavyöhykkein, jotka omalta osaltaan lisäävät läpäisevää, virtaamia tasaavaa ja biologisesti aktiivista maisemarakennetta.

Hulevesien luonnonmukainen hallinta koostuu useasta osahankkeesta valuma-alueella. Kunkin osakohteen merkitys, paras toteuttamistapa sekä toteuttamismahdollisuudet arvioidaan ja valuma-alue jaetaan tarvittaessa omina toiminnallisina kokonaisuuksinaan käsiteltäviksi osavaluma-alueiksi. Rakenteiden toisto (esim. useiden kosteikkojen perustaminen) palauttaa valuma-alueen hydrologisen tilan var-

memmin ja paremmin kuin yksittäisten suurten korjausrakenteiden perustaminen. Hankkeiden toteutukset aikataulutetaan siten, että mahdollisesti toisistaan riippuvat osahankkeet rakennetaan kokonaisuuden kannalta suotuisimmassa järjestyksessä. Uutta kaupunkialuetta rakennettaessa luonnonmukaisen hulevesien hallinnan rakenteista ainakin laskeutusaltaat ja kosteikot perustetaan hyvissä ajoin ennen muuta rakentamista. Tällöin esimerkiksi rakentamisen aikainen korkea kiintoainekuorma saadaan ohjattua myöhemmin hulevesiä käsittelevien rakenteiden kautta puhdistettuna purkuvesistöön. Suojelutoimenpiteissä tulisi aina pyrkiä usean tavoitteen saavuttamiseen samalla kertaa. Yhdistettäviä tavoitteita ovat esimerkiksi tulvasuojelu ja veden laatu unohtamatta ekologisia ja maisemallisia arvoja.





Kuva 4. a) Luonnonmukaisessa hulevesien hallinnassa kosteikkojen virtaamia tasaavat ja veden laatua ylläpitävät toiminnot on huomioitu ja kosteikkoja perustetaan kompensoimaan läpäisemättömien pintojen aiheuttamia hydrologisia muutoksia. Rakennettua hulevesien käsittelykosteikkoa 3 kk istutuksen jälkeen, New York City. b) Huleveden johdatuspaine nivoutuu osaksi viherrakennetta; kuvan avopainanne näkyy vihreämpänä kaistaleena niittymaisemassa, Otaniemi, Espoo. c) Putkessa virtaavalle uomalle rakennetaan meanderoivaa avouomaa, New York City. d) Taajamassa luonnontilaiseksi jätetty purouoma tulvasanteineen. Suojakasvillisuus muun muassa estää eroosiota ja uoman veden lämpenemistä, Vantaa.

Luonnonmukaisen hulevesien hallinnan veden johtamis-, viivytyks- ja käsittelyrakenteiden mitoituksessa lähtökohtana on valuma-alue. Mitoitusvirtaamia tarkastellaan kentällä mitattuja sadantatapahtumia seuraavien virtaama-aikasarjojen ja sekä laskennallisesti määritettyjen pintavaluntojen perusteella. Haitallisten aineiden pitoisuuksien ja esimerkiksi kiintoaineen partikkelikokojakaumien tarkastelut perustuvat maa- ja vesinäytteiden analysointiin laboratoriossa. Rakennettujen puhdistusrakenteiden toiminnan kannalta suurin yksittäinen tavoitteista jäämisen aiheuttajaa on rakennetuis-

sa kohteissa ollut alimitoitus. Imeytysrakenteiden osalta toimimattomuutta aiheuttaa läpäisevien pintojen vaatiman huollon laiminlyöminen. Alueen luonnonmukaisen vesirakentamisen rakenteiden suunnittelussa suositaan osiksi viherrakennetta sijoitettavia avoimia ja teknisesti keveitä rakenteita. Imeytysrakenteiden toteutuksen tulee perustua osoitettuun tarpeeseen ja huoltotarpeiden sekä kylmän ilmaston erityispiirteiden harkintaan. Läpäisemättömän pinnan osalta ainoa luonnonmukaisen vesirakennuksen mitoitusperuste on pinnan laajuuden minimointi, mikä toteutetaan hyvällä

aluesuunnittelulla. Rajoina suunnittelulle ovat poikkitieteellisen suunnittelutyöryhmän innovatiivisuus ja turvallisuusnäkökohdat.

### Esimerkkikohteena Emerald Necklace – tulvasuojeluominaisuuksien palauttaminen uomapuistoon

New Yorkin keskuspuiston suunnittelija, arkkitehti Frederick Law Olmsted suunnitteli sata vuotta sitten Yhdysvaltojen ensimmäisen yhtenäisen kaupunkipuistoverkoston Bostoniin. Olmsted's Emerald Necklace -nimellä



Kuva 5. a) Muddy River virtaa tienristeyksessä yksinkertaistetun viherrakenteen alla. b) Muddy River-joen luontaisena säilynyttä kosteikkoaluetta. Osana Boston Emerald Neclace-puiston luonnonmukaista tulvien hallintaa c) uomaan on palautettu virtaamia tasaavia saaria ja kosteikkokasvillisuuden peittämää rantaa. d) Putkitettuja valuntareittien osuuksia on avattu ja reiteille istutettu kosteikkokasvillisuutta sekä aseteltu kiviä. (Kuva: Outi Salminen)

tunnettu vajaan kymmenen kilometrin pituinen puistoalue seurasi laajana yhtenäisenä viheralueena Muddy River-jokea. Alue rakennettiin 1800-luvun lopussa luonnonmukaisen purouoman ehdoin. Sekä uoman morfologia että tulvatasanteen kasvillisuus säilytettiin luontaisen kaltaisina rakennetussa uomapuistossa. Leveän viherkäytävän kasvillisuus oli runsasta muodostaen uomalle ja sen ekosysteemeille rakenteellisen suojavyöhykkeen. Puistoalue kokonaisuutena toimi paitsi virkistävänä sinivihreänä keitaana asukkaille myös ekologisena käytävänä ja kulureittinä eliöstölle. Leveä monimuotoisen kasvillisuuden peittämä puistovyöhyke antoi tilaa ja palautui nopeas-

ti luontaisten tulvatapahtumien aikana.

Arvokas viheralueketju turmeltui kuitenkin vähitellen vanhaa suunnitelmaa väheksyvän maankäytön, kuten puistoon jopa joen tulvatasanteelle rakennettujen liikenneväylien takia. Kaupunkirakenteen tiivistyessä edelleen osa uomasta laitettiin asfaltin ja nurmikon alle putkiin. Tehdyt muutokset johtivat urbaanin viher- ja ekologisen käytävän katkaisemiseen, pintavalunnan muodostumisen lisäykseen ja luontaisten tulvia pidättävien rakenteiden vähenemiseen. Olmstedin luoman sinivihreän verkoston arvo ymmärrettiin uudelleen vasta 1990-luvulla, kun Muddy River tulvi toistu-

vasti aiheuttaen suurta aineellista vahinkoa Bostonin ja Brooklinen kaupungeissa.

2000-luvun alusta Bostonin ja Brooklinen kaupungit aloittivat Muddy River-joen tulvasuojeluhankkeen, jonka tarkoituksena oli palauttaa Olmstedin alkuperäisen suunnitelman mukainen luonnonmukaisesti tulvia tasaava morfologisesti ja kasvistollisesti monimuotoinen puistokäytävä. Luonnonmukaisen tulvasuojelun lisäksi historiallisen puistorakenteen tilaa kohennettaisiin sekä veden laatua ja alueen ekosysteemien tilaa parannettaisiin. Osana laajamittaista uoman tulvimisen luonnonmukaista hallintaa parkkialueita on palautettu osaksi

puiston kasvillisuuspeitteisiä tulvasanteita ja suojavyöhykkeitä. Nurmikkoalueille uoman varteen on istutettu kosteikko- ja rantakasvillisuutta. Jokeen on rakennettu Olmstedin alkuperäisen suunnitelman mukaisia virtauksia tasaavia saaria ja mutkia. Putkitettuja puron osia ja pintavaluntraiteita on avattu, rakennetut avouomat sisältävät viivytyksrakenteina kiviä ja kosteikkokasvillisuutta. (Conklin, B and Noonan, D., 2002)

### Perinteet ja tulevaisuus

Maankäytön muutoksilla on jo pitkään tiedetty olevan suuri merkitys veden laatuun: aikana ennen ajanlaskumme alkua antiikin roomalaiset määrasivät, että juomavesilähteinä käytettävien jokien rannat valuma-alueilla vedenotopaikoista ylävirtaan tulee säilyttää rakentamattomina ja luontaisen kasvipeitteen suojaamina. Kestävässä yhdyskuntasuunnittelussa perimätietoon pohjautuvia paikallisia ratkaisuja kunnioitetaan. Pohjois-Amerikassa Iriquois-intiaanit määrasivät rakentamisen suunniteltavaksi seitsemän sukupolven aikamittakaavalla. Näin vältyttäisiin toteuttamasta rakentamiselle ja ympäristölle haitallisia ratkaisuja. Käytännössä esimerkiksi harvoinkaan toistuvien tulvien alapuolelle ei näin perustellussa yhdyskuntasuunnittelussa rakennettu kuin korkeintaan tilapäisiä metsästyks- ja kalastusasumuksia. Kehittynyt kunnallistekniikka

ja paikan historiaa tuntematon uudisasutus ovat osaltaan olleet tuottamassa hydrologisesti kestäväntä ihmisasutusta. Muuttuvat paikalliset ja globaalit ilmasto-olosuhteet ovat tehneet seitsemän sukupolven aikajänteelläkin ajattelun varotoimenä riittämättömäksi. Hulevesien ja lumen sulamisvesien osuutta luontaisessa hydrologisessa kierrossa kunnioittavalla yhdyskuntasuunnittelulla ja lähellä syntypaikkaa tapahtuvalla hallinnalla luonnonmukaisen vesirakentamisen keinoin voidaan yhdyskuntien aiheuttamia tulvimis- ja hajakuormitusongelmia poistaa samalla alueiden maisemallista ja ekologista tilaa parantaen.

Tulvasuojelu on liian usein reagoimista oireiden eikä syiden tasolla. Rakennustekniset tulvasuojaukset luovat turvallisuuden tunnetta, vaikka tulvasuojauksia ei välttämättä ole mitoitettu oikein tai päivitetty valuma-alueen nykyistä maankäyttöä vastaavaksi. Hulevesien ja sulamisvesien luonnonmukainen hallinta edellyttää asiantuntevaa poikkitieteellistä suunnittelua ja toteutusta yhdyskuntasuunnittelun jokaisella tasolla ja valuma-alueiden mittakaavassa. Hydrologisten olosuhteiden monimuotoisuutta huomioiva yhdyskuntasuunnittelu havainnoi ja hyödyntää valuntareittien geomorfologisia muotoja, kosteikkoalueita, tulvasanneverkostoja, vettä johtavaa maaperää, maan kaltevuutta ja alueelle tyypillistä kasvipeitettä. Luonnonmukaisen hulevesien hallin-

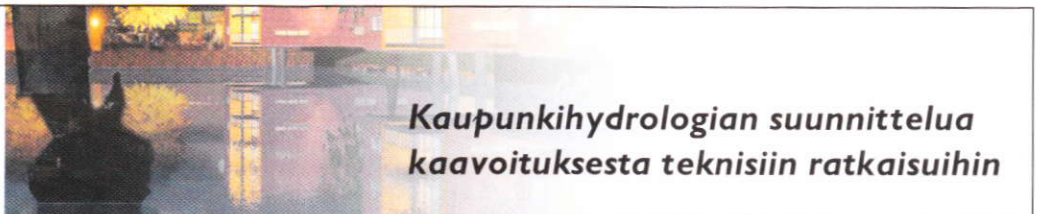
nan huomioonottavan yhdyskuntasuunnittelun vaikutukset nähdään paitsi alueen hydrologisena toimivuu-tena myös muun muassa biologisen monimuotoisuuden ja asuinalueen viihtyvyyden lisääntymisenä. Hulevedet ja sulamisvedet ovat vesitasapainon ja ekosysteemien kannalta kiertäviä luonnonvaroja eivätkä poisjohdettavia jätteitä.

### Kirjallisuus:

Kotola J. ja Nurminen J., 2003, Kaupunkialueiden hydrologia – valunnan ja ainehuuhtouman muodostuminen rakennetuilla alueilla, osat 1 (kirjallisuustutkimus) ja 2 (koealututkimus), Teknillisen korkeakoulun vesitalouden ja vesirakennuksen julkaisuja 7 ja 8.

Conklin, B. and Noonan, D., 2002, Managing Storm Flows in Boston and Brookline's Historic Emerald Necklace, Stormwater, September/October issue.

RIL 124-2-2004 Vesihuolto II



**Kaupunkihydrologian suunnittelua  
kaavoituksesta teknisiin ratkaisuihin**

SUUNNITTELUKESKUS OY • [www.suunnittelukeskus.fi](http://www.suunnittelukeskus.fi) • (09) 156 41

# 10 ICUD, kaupunkivesikonferenssi Kööpenhaminassa 21.–26.8.2005



**Nora Metsäranta**

dipl. ins. Teknillinen korkeakoulu, vesitalouden ja vesirakennuksen laboratorio

E-mail: [nora.metsaranta@tkk.fi](mailto:nora.metsaranta@tkk.fi)

Kirjoittaja on jatko-opiskelija ja taajama-hydrologian tutkija.

Elokuussa 2005 järjestettiin Kööpenhaminassa kaupunkialueiden vesiasioihin keskittyvä konferenssi *International Conference on Urban Drainage, ICUD*. Kolmen vuoden välein järjestettävä konferenssi on vakiinnuttanut asemansa alan ehkä arvostetuimpana konferenssisarjana.

**E**nsimmäisen kerran konferenssi järjestettiin vuonna 1978 Englannissa ja sittemmin konferenssi on vierailut vuorollaan lähes kaikilla mantereilla. Tällä kertaa järjestäjinä toimivat Danmarks Tekniske Universitet ja Aalborg Universitet. Tapahtuman suojelijana toimii IWA/IAHR Joint Committee on Urban Drainage. Nyt kymmenennen kerran järjestettävä tapahtuma keräsi 500 osallistujaa 41 eri maasta. Alun perin noin 600 abstraktin joukosta konferenssiin oli valittu kaksivaiheisen karsinnan jälkeen 376 artikkelia. Konferenssi kattoi varsin laajan aihealueen erilaisia teemoja; edustettuina olivat mm. mallit ja havaintoaineistot, taaja-

mahydrologia ja hydraulikka sekä perinteisten viemäriverkostojen prosessien lisäksi myös vaihtoehtoiset hulevesijärjestelmät. Oma sessio oli järjestetty myös kylmän ilmaston alueiden erityiskysymyksille. Ja kaupunkitulvien kannalta mielenkiintoinen aihekokonaisuus oli tietenkin ilmastonmuutoskkenaariot.

### Kylmän ilmaston yhteiset ongelmat

Suomen erityispiirteenä on kattava erillisviemäröinti, joten moniin muihin maihin verrattuna olemme välttyneet laajoilta sekaviemäröinnistä aiheutu-

vilta haitoilta, muun muassa ylivuotoihin liittyviltä vedenlaatuongelmilta. Kuitenkin kylmän ilmaston alueilla, esimerkiksi Pohjoismaissa, tulvintaan liittyvät ongelmat ovat mittasuhteiltaan ja luonteeltaan hyvin samanlaisia. Pohjoismaissa kaupunkialueiden tulvintaan liittyvät haitat ovat usein suhteellisen lyhytaikaista tiealueiden tulvimista tai veden tunkeutumisesta kellaritiloihin. Tosin Thorsteinsson et al. esittelivät tilannetta Ruotsin Kristianstadissa, jossa tulvariski on erittäin korkea alueilla, jotka on rakennettu osittain merenpinnan alapuolelle. Näillä alueilla sijaitsevat esimerkiksi paikallinen paloasema ja keskussairaala. Yleensä ongelmat voivat ol-

Konferenssin osanottajat tutustuivat Malmön kaupunkiin, jossa yhden kaupunginosan kaikki hulevedet on johdettu erilaisilla pintaratkaisulla. Erityistä alueessa on se, että uudet hulevesirakenteet toteutettiin vanhalle, jo olemassa olevalle kaupunkialueelle. Alueella on käytetty erilaisia avouomia ja kouruja sekä kokeiltu erilaisia altaita. Kuva kirjoittajan.



la vähäisiä verrattuna esimerkiksi Aasian maihin, mutta siitä huolimatta kiuasallisia ja aiheuttavat ylimääräisiä taloudellisia kustannuksia.

### **Kaupunkitulvat nyt ja tulevaisuudessa**

Useissa maissa on koettu, että viimeisen parin vuoden aikana äärimmäiset sääilmiöt ja samalla tulvat kaupunkialueilla olisivat yleistyneet. Tätä matkakertomusta kirjoittaessani trombiksi luokiteltu tuulenpyörre kolisutteli pitäjänmäkeläisen asuntoni ikkunoita ja kaatoi melkoisen liudan puita kotikatuni varrelta (ja teltan Talin golfkentältä). Pari vuotta sitten hyvin kuivan jakson jälkeen jopa Suomessa oli paikoin puutetta vedestä ja sittemmin kesän 2004 sateet todella koettelivat kansalaisten hermoja. Ihmekö siis, että ympäristössämme jylläävät voimat ovat nouseet ajankohtaiseksi aiheeksi.

Mahdolliseen ilmastonmuutokseen liittyvät asiat herättivät konferenssissa vilkasta keskustelua. Esimerkiksi Grum et al. esittivät artikkelissaan, että nykyisin Kööpenhaminassa kerran kuu-

dessa vuodessa tapahtuva sateen maksimitunti-intensiteetti tapahtuisi tulevaisuudessa kerran kolmessa vuodessa. Samalla he myös muistuttivat tuloksiin liittyvistä merkittävistä epävarmuuksista. Ilmastonmuutoksen tutkimus on tunnetusti hyvin monimutkainen aihe ja kaupunkialueilla siihen liittyy vielä useita haasteita. Muun muassa ilmastomallien resoluutio on usein  $25 \times 25 \text{ km}^2$ . Kuitenkin kaupunkialueiden kuivatuksessa käsiteltävien alueiden pinta-ala on usein selvästi ilmastomallin ruutua pienempi ja kuivatusjärjestelmien mitoituksessa käytetään pistesadantoja. Kaupunkialueilla tarvittavista lyhyistä, esimerkiksi viiden minuutin sadeintensiteeteistä harvemmin on olemassa pitkiä aikasarjoja. Lisäksi vaikutusten uskotaan olevan hyvin paikallisia, joten yhdellä maantieteellisellä alueella tehtyjen tutkimusten tuloksia ei voida siirtää muille alueille.

Ilmastonmuutosta ja sadannan tilastollisia ominaisuuksia käsitelleessä työpajassa Annette Semadeni-Davies Lundin yliopistosta esitti herkullisen vertauksen velhosta kristallipallon kanssa

ja lohikäärmeestä. Ilmastonmuutoksen tutkija näkee kristallipallosta (eli ilmastonmuutosmallista) vain kuvan mahdollisesta tulevaisuuden tilasta ja lohikäärme (eli viranomainen) on valmis aiheuttamaan tutkijalle tukalan tilanteen, jos tämän tulevaisuuden näkymä osoittautuukin virheelliseksi. Semadeni-Davies halusi painottaa, ettei hätäkoityihin ratkaisuihin, kuten nykyisten viemärintijärjestelmien mitoituksen kasvattamiseen, kannata lähteä, sillä tietoa on vasta niin vähän saatavilla.

Konferenssiyleisön yleinen mielipide tulevaisuuden mahdollisista muutoksista oli maltillisen kriittinen. Tärkeä puheenaihe olikin se, kuinka mahdollisiin muutoksiin voidaan varautua ennusteisiin liittyvistä epävarmuuksista huolimatta. Semadeni-Davies et al. esittelivät alustavia tuloksia Ruotsissa Helsingborgille tehtyjä ilmastonmuutoskkenaarioita, joita ei valitettavasti vielä esitelty kirjallisessa muodossa. Tutkimuksessa poikkeuksellista oli, että erilaisten ilmastonmuutoskkenaarioiden lisäksi oli kehitetty skenaarioita myös muille yhteiskunnan kehitystä kuvaa-

ville alueille, kuten kaupunkialueiden infrastruktuurille. Alustavissa tuloksissa yksi tärkeä näkemys oli, että kestävämpien kuivatusjärjestelmien (mm. avouomat, altaat ja imeytysjärjestelmät) käyttöönotto pienensi tulevaisuudessa ilmastonmuutoksesta mahdollisesti aiheutuvia haittoja. Konferenssiyleisön keskustelussa muina mahdollisina keinoina tulivat esille muun muassa läpäisemättömien pintojen vähentäminen ja vapaan tilan varaaminen kaupunkialueilta tulevaisuudessa ehkä tarvittaville uusille järjestelmille. Aihetta tullaan varmasti käsittelemään tulevaisuudessa useissa tutkimusprojekteissa. Koska vaihtoehtoiset, kestävät järjestelmät on maailmalla muutenkin havaittu toimiviksi, elinympäristöä ja vedenlaatua parantaviksi menetelmiksi, niiden soveltamista käytäntöön pidettiin mahdollisten muutosten luonteen liittyvistä epävarmuuksista huolimatta hyvänä vaihtoehtona kaupunkialueiden kehittämiseksi.

## Tulevia tapahtumia

Konferenssin laajaa tarjontaa on mahdollonta tiivistää muutamaan lauseeseen edes kaupunkitulviin liittyvien aiheiden osalta. Tapahtuman antiin kannattaakin tutustua enemmän konferenssijulkaisujen avulla. Seuraavan keran ICUD järjestetään vuonna 2008 Edinburghissa, Skotlannissa. Toivottavasti jo silloin paikan päällä on suuri joukko suomalaisia tutkijoita ja muita alan vaikuttajia, toimijoita ja suunnittelijoita. Tänä vuonna suomalaisten osallistujamäärä jäi kahteen ja joukkomme jäi kovin pieneksi verrattuna muihin pohjoismaihin. Jos kolme vuotta tuntuu liian pitkältä odotusajalta, muita tulevia alan konferenssitapahtumia ovat muun muassa 7UDM (7th International Conference on Urban Drainage Modelling) kesällä 2006 Melbournessa, Australiassa, ja NOVATECH 2007 (6th International conference on sustainable techniques and strategies in urban

water management) Lyonissa, Ranskassa.

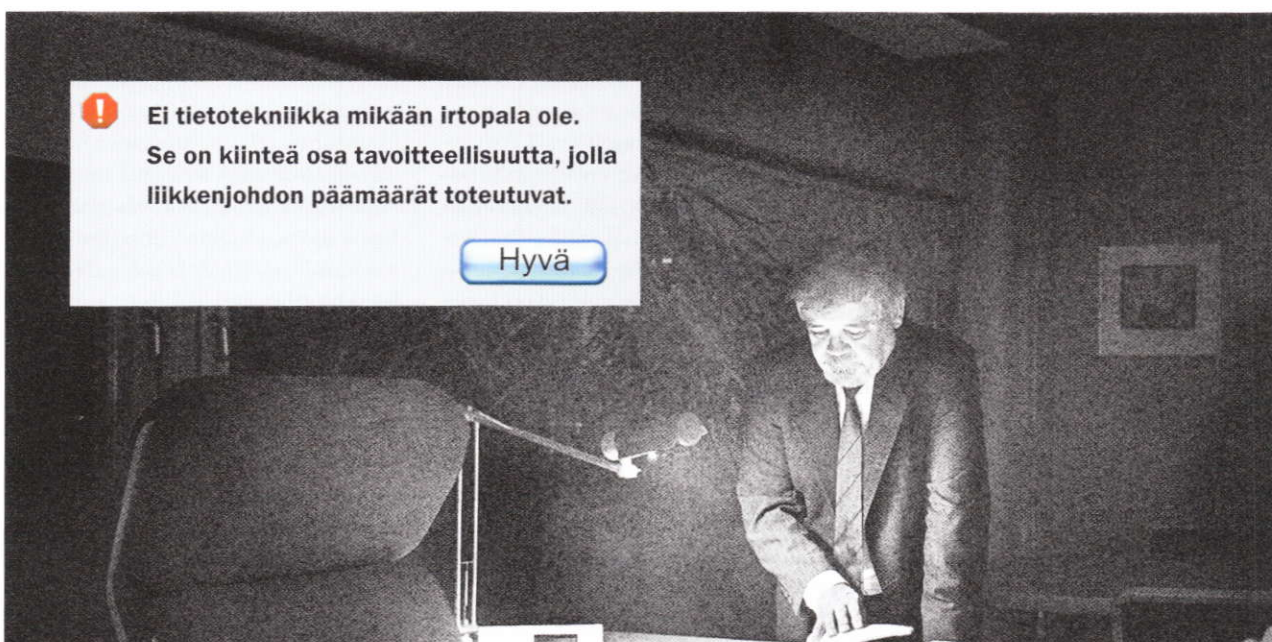
## Kirjallisuus:

Lähteinä on käytetty konferenssiin hyväksytyjen artikkeleiden luonnoksia (saatavilla CD:nä). Varsinaisten artikkeleiden julkaiseminen tapahtuu Water Science & Technology ja Urban Water Journalin teemanumeroissa:

**Grum, M. & Jørgensen, A. T. & Johansen, R. M. & Linde, J. J.:** The effect of climate change on urban drainage: An evaluation based on regional climate model simulations.

**Semadeni-Davies, A. & Hernebring, C. & Svensson, G. & Gustafsson, L. G.:** Development of climate and urban drainage scenarios for impact assessment for Helsingborg, southern Sweden.

**Thorsteinnsson, D. & Semadeni-Davies, A. & Larsson, R.** Planning for urban floods in Sweden: The situation in Kristianstad.



**Ei tietotekniikka mikään irtopala ole. Se on kiinteä osa tavoitteellisuutta, jolla liikennejohdon päämäärät toteutuvat.**

Hyvä

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

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

**WM-data** 

# Eurowaternet-jokien veden laatu 1998–2002



**Jorma Niemi**

maat. metsät. tri, Suomen ympäristökeskus  
E-mail: [jorma.niemi@ymparisto.fi](mailto:jorma.niemi@ymparisto.fi)  
Kirjoittajan päätehtävänä on ympäristön seuranta.



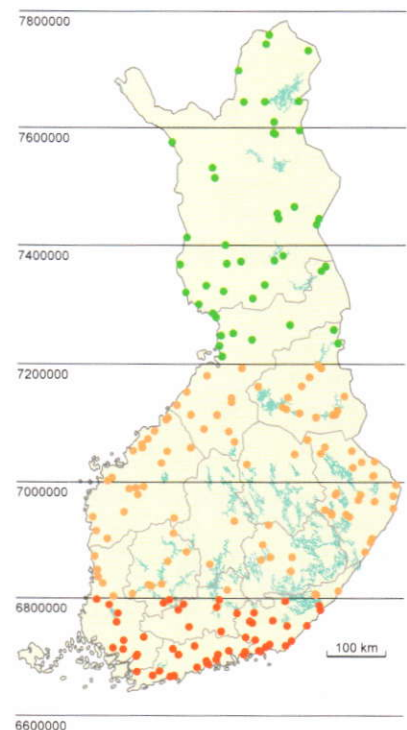
**Arjen Raateland**

tutkija, Suomen ympäristökeskus  
E-mail: [arjen.raateland@ymparisto.fi](mailto:arjen.raateland@ymparisto.fi)  
Kirjoittajan päätehtävänä on laatia tietokoneohjelmia ympäristötiedon käsittelemiseksi.

Suomen Eurowaternet- verkon 196 jokihavaintopaikan veden laatua tutkittiin vuosien 1998–2002 tulosten perusteella. Pohjois- ja Itä-Suomen joet olivat veden laadultaan puhtaimpia ja Etelä- Suomen joet huonoimpia. Etelä-Suomen joissa erityisesti ravinne-, kiintoaine-, sameus- ja rauta-arvot olivat korkeita. Keski-Suomen joissa raskasmetallien, kemiallisen hapenkulutuksen ja veden värin arvot olivat korkeita ja pH-arvot matalia.

**E**uroopan Unionin myötä vesien laadun seuranta on yhtenäistetty. Nykyään Euroopan vesien laatua seurataan ns. Eurowaternet- vedenlaadun seurantaverkolla, joka koostuu samojen periaatteiden mukaan laadituista kansallisista Eurowaternet- verkoista. Valtiot toimittavat kansallisilla seurantaverkoilla kerätyt tiedot vuosittain Euroopan ympäristökeskukselle, jossa ne kootaan ja niistä laaditaan yhteenvetoja. Näin saadaan tietoa koko Euroopan vesien tilasta. Esimerkkinä tietojen kokoamisesta on julkaisu, jossa tarkasteltiin Euroopan vesien ekologista laatua, ravinnepitoisuuksia ja orgaanista kuormitusta. (Nixon ym. 2003) Vesipolitiikan puitedirektiivin mukainen seuranta tulee perustumaan kansallisiin Eurowaternet- verkkoihin.

Suomen jokien ja järvien Eurowaternet- seurantaverkot perustettiin vuonna 2000. (Niemi ym. 2001) Jokiverkkoon kuuluu 196 maan eri osissa sijaitsevaa erityyppistä havaintopaikkaa. Osa edustaa puhtaita jokia, osa kuormitettuja ja osa alueensa tyypillisiä jokia. Niistä otetaan vuosittain 4–20 vesinäytettä, joista analysoidaan enimmillään 48 vedenlaatumuuttujaa.



© Genimap Oy, Lupa L4659/02 & © Maanmittauslaitos, lupa nro. 7/MYY/04

Kuva 1. Eurowaternet-jokihavaintopaikat kartalla, johon on merkitty pohjois-koordinaatit (68 00000, jne.). Etelä-, Keski- ja Pohjois-Suomen havaintopaikat on esitetty eri värein.





Työssä tutkittiin maamme Eurowatnet-jokien vuosien 1998–2002 keskimääräistä veden laatua perinteisten fyysikaalis-kemiallisten vedenlaatumuuttujien ja raskasmetallien mediaanipitoisuuksien avulla. Tavoitteena oli selvittää verkkoon kuuluvien jokien veden laadun nykytila ja alueelliset vaihtelut. Jokien veden laatu vaihteli suures-

ti. Pohjois- ja Itä-Suomen joet olivat veden laadultaan puhtaimpia ja Etelä-Suomen joet huonoimpia.

Maamme jokien veden laatua ja jokien kuljettamia ainemääriä ovat aikaisemmin tutkineet mm. Laaksonen (1970), Laaksonen ja Malin (1985), Pitkänen (1994), Niemi (1997), Niemi ym. (1999), Kauppi ja Koskiahho (2003) ja Räike ym. (2003).

## Aineisto ja menetelmät

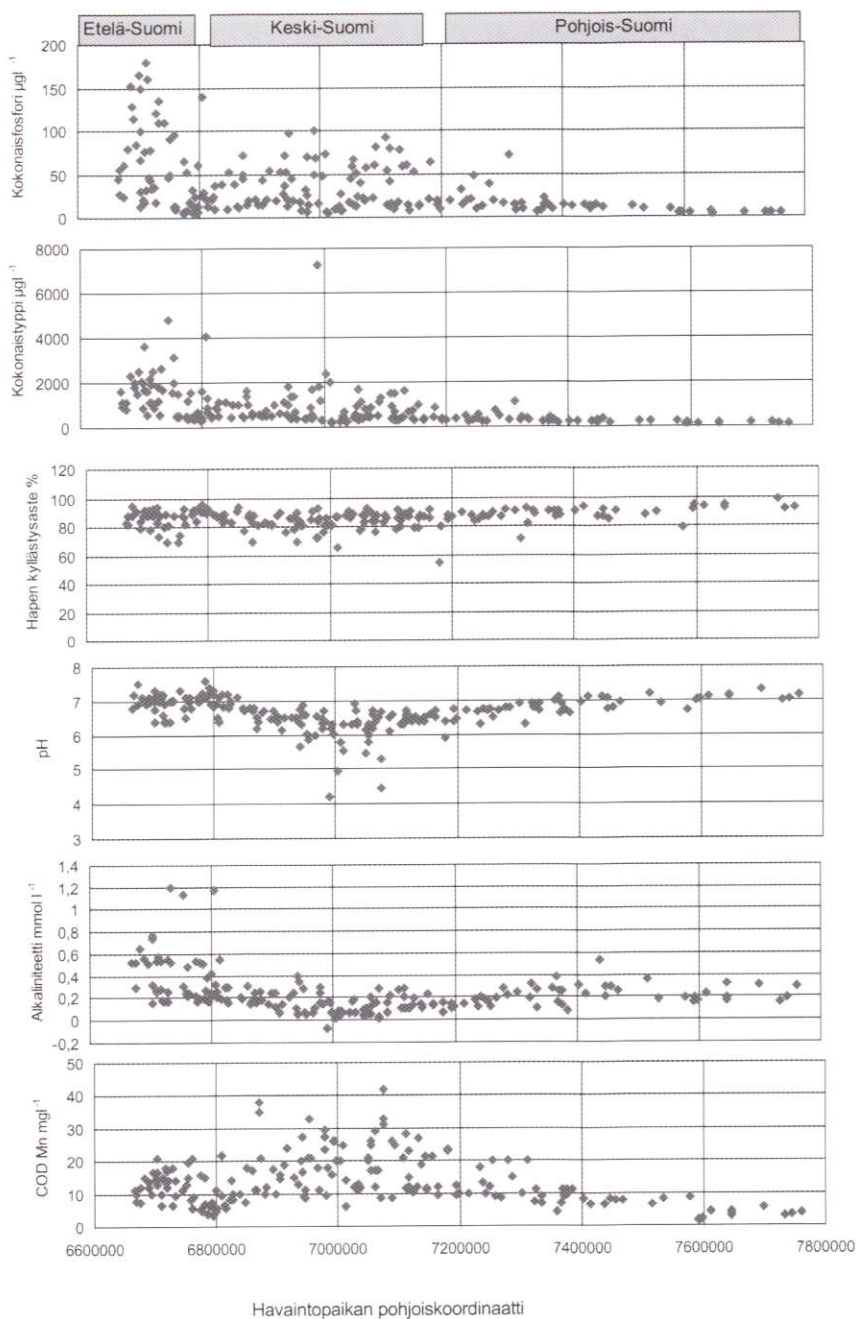
Eurowatnet-jokiverkkoon kuuluvan 196 havaintopaikan vuosien 1998–2002 vedenlaatutulokset poimittiin Suomen ympäristökeskuksen tietojärjestelmästä (taulukko 1, kuva 1). Tarkasteltavat vedenlaatumuuttujat olivat: kokonaisfosfori, kokonaistyyppi, hapen kyllästysaste, pH, alkaliniteetti, kemiallinen hapenkulutus, väri, sähkönjohtavuus, kiintoaine, sameus, fekaaliset enterokokit sekä raskasmetalleista rauta, sinkki, nikkeli, kromi, kupari, lyijy, arseeni, kadmium ja elohopea. Näille vedenlaatumuuttujille laskettiin vuosien 1998–2002 tuloksista mediaanit, joiden avulla jokien veden laatua arvioitiin. Havaintojen lukumäärä mediaanien laskemiseksi vaihteli joittain ollen 20–100 mainitulle ajanjaksolle. Havaintopaikat jaettiin pohjoiskoordinaatin (pk) perusteella Etelä-Suomen jokiin (pk alle 6800000), Keski-Suomen jokiin (pk välillä 6800000–7200000) ja Pohjois-Suomen jokiin (pk yli 7200000). Näiden kolmen alueen sisällä tarkasteltiin myös karkeasti veden laadun itä-länsi-suuntaista vaihtelua esittämättä tarkkoja havaintopaikkojen koordinaatteja.

## Jokien veden laatu

*Perinteiset fyysikaalis-kemialliset vedenlaatumuuttujat*

Jokihavaintopaikkojen (taulukko 1) perinteisten fyysikaalis-kemiallisten vedenlaatumuuttujien pitoisuudet esitetään kuvissa 2 ja 3. Kuvista ilmenee Eurowatnet-jokien yleinen veden laatu. Yksittäisten jokien veden laatua ei tarkemmin käsitellä tässä yhteydessä.

Maan eteläosassa sijaitsevien jokien veden laatu oli tyypillisesti huonompaa kuin maan muissa osissa sijaitsevien jokien veden laatu. Joidenkin vedenlaatumuuttujien (pH, kemiallinen hapenkulutus ja väri) perusteella laatu oli huonointa Keski-Suomen joissa. Keski-Suomen jokien veden laatu oli keskimäärin parempaa kuin etelän jokien, mutta huonompaa kuin pohjoisten jokien. Jokien veden laadussa vallitsi etelä-pohjois-suuntainen gradientti; laatu parani etelästä pohjoiseen. Jokien veden laatu



Kuva 2. Eurowatnet-jokien kokonaisfosforin kokonaistypen, hapen kyllästysasteen, pH:n, alkaliniteetin ja kemiallisen hapenkulutuksen mediaaniarvoja ajanjaksolta 1998–2002. Havaintopaikat pohjoiskoordinaattien mukaan etelästä pohjoiseen (taulukko 1 ja kuva 1).

vaihteli myös alueiden sisällä länsi- itä-suunnassa, eniten Etelä- ja Keski-Suomessa ja vähiten Pohjois-Suomessa. Länsi - itä - suuntainen vaihtelu on suurinta Etelä-Suomen joissa (mm. kokonaisfosfori, kokonaistyppi, kiintoaine, sameus, rauta), ja Keski-Suomen joissa (mm. kemiallinen hapenkulutus ja väri).

### Raskasmetallit

Vuosien 1998–2002 havainnoista lasketut jokien raskasmetallien mediaanipitoisuudet (muiden kuin raudan) esitettään kuvassa 4. Raskasmetalleissa näkyi sama yleinen suuntaus kuin muissakin muuttujissa, pitoisuudet pienevät pohjoista kohti. Metallien mediaanipitoisuuksien taso suurimmasta pienimpään oli: sinkki, nikkeli, kromi ja kupari, lyijy, arseeni, kadmium ja elohopea. Sinkki-, nikkeli-, kadmium- ja arseenipitoisuudet olivat korkeimmat Keski-Suomen joissa. Sen sijaan kromi-, kupari- ja lyijypitoisuudet olivat korkeimpia Etelä-Suomen joissa. Arseenipitoisuudet olivat käytännössä samalla tasolla sekä Etelä- ja Keski-Suomen joissa ja vaihtelu suurta. Kadmiumin mediaanipitoisuudet olivat käytännössä samalla tasolla koko maassa lukuun ottamatta muutamaa Keski-Suomen jokien korkeaa arvoa.

Aineiston korkeimpia raskasmetallipitoisuuksia tarkasteltiin seuraavasti: ensin valittiin viisi jokea, joiden sinkkipitoisuudet olivat korkeimmat, sitten viisi jokea, joiden nikkelpitoisuudet olivat korkeimmat jne. kaikista kahdeksasta raskasmetallista. Valittujen jokien joukossa sama joki saattoi esiintyä useasti. Kun samat joet karsittiin, jäljelle jäi 15 jokea. Näiden jokien raskasmetallien pitoisuustasot esitetään kuvassa 5 ja havaintopaikkakohtaiset pitoisuudet kuvassa 6. Korkeimpia raskasmetallipitoisuuksia esiintyi tyypillisesti Pohjanmaan ja Lounais-Suomen joissa.

### Jokien veden laadun arviointia

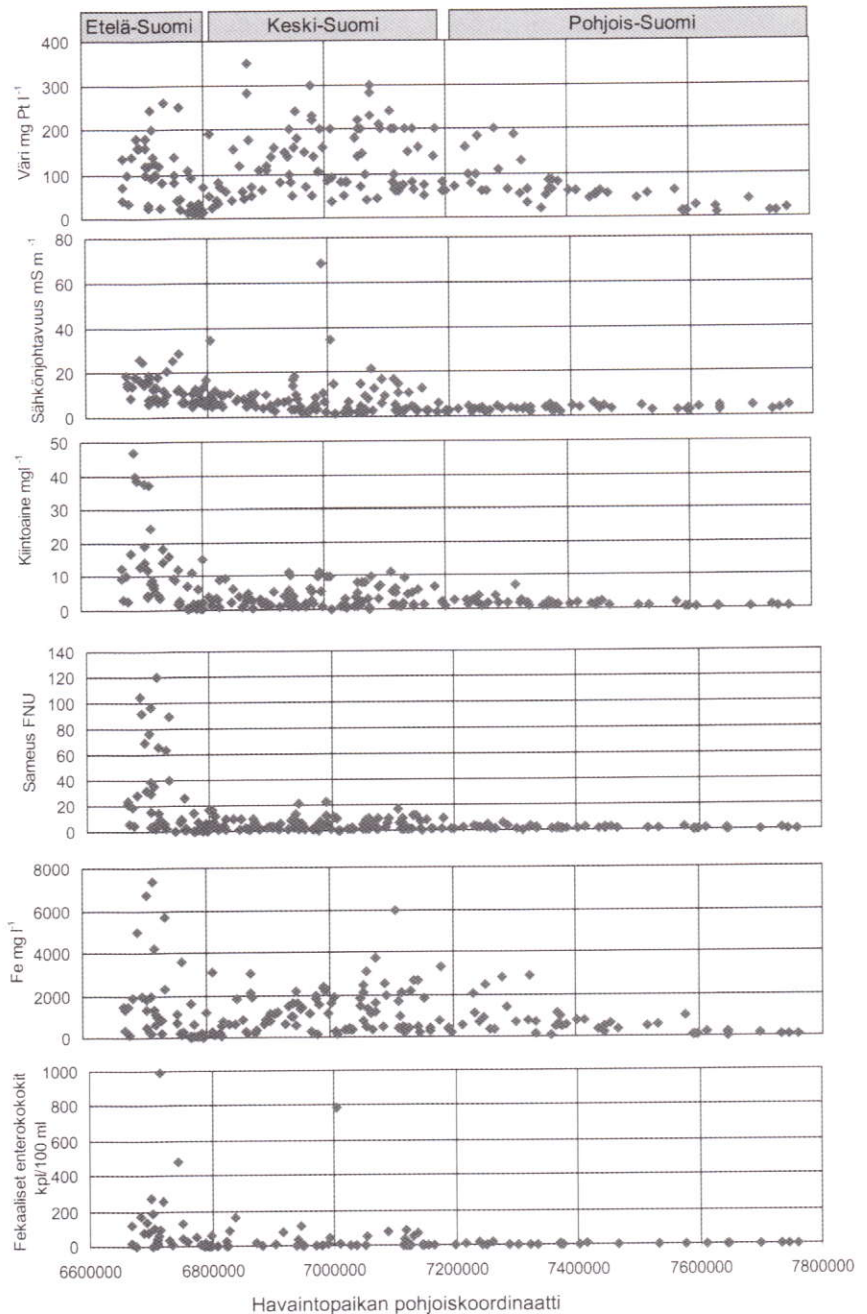
Eurowaternet- verkkoon kuuluu toisaalta kuormitettuja jokia ja toisaalta puhtaita vertailupaikkoja sekä näiden äärimmäisten paikkojen väliin jääviä ns. alueelle tyypillisiä paikkoja. Tämän vuoksi verkon joet heijastavat maamme

jokien veden laadun ääripäitä, toisaalta kuormitettujen jokien huonoa veden laatua ja toisaalta puhtaiden jokien hyvää veden laatua. Verkon jokien veden laadussa heijastuu koko maamme jokien alueellinen vaihtelu.

Työssä ei varsinaisesti tarkasteltu jokien luontaisten tyyppien merkitystä. Veden laatua lähestyttiin pelkästään vedenlaatutulosten perusteella, eli joet, jois-

sa pitoisuudet olivat korkeita, tulkittiin laadultaan huonommiksi kuin ne joet, joissa pitoisuudet olivat pienempiä.

Eurowaternet- jokien veden laatu – kuten maamme pintavesien laatu yleensäkin - paranee etelästä pohjoiseen ja lännestä itään. Tämä gradientti näkyy selvästi aikaisemmissa pintavesien vedenlaatututkimuksissa, mm. Laaksonen ym. (1970), Laaksonen ja Malin (1985),



Kuva 3. Eurowaternet- jokien veden värin, sähkönjohtavuuden, kiintoaineen, sameuden, raudan ja fekaalisten enterokokkien mediaaniarvoja ajanjaksolta 1998-2002. Havaintopaikat pohjoiskoordinaattien mukaan etelästä pohjoiseen (taulukko 1 ja kuva 1).

Niemi (1997), Antikainen ym. (2000) ja Suomen ympäristökeskus (2005). Veden laadun alueelliset erot johtuvat mm. rannikkoalueiden ja maan muiden osien erilaisesta väestötiheydestä, teollisuuden jakautumisesta, maanviljelyn intensiteetistä ja maaperän laadusta (mm. Niemi 1997).

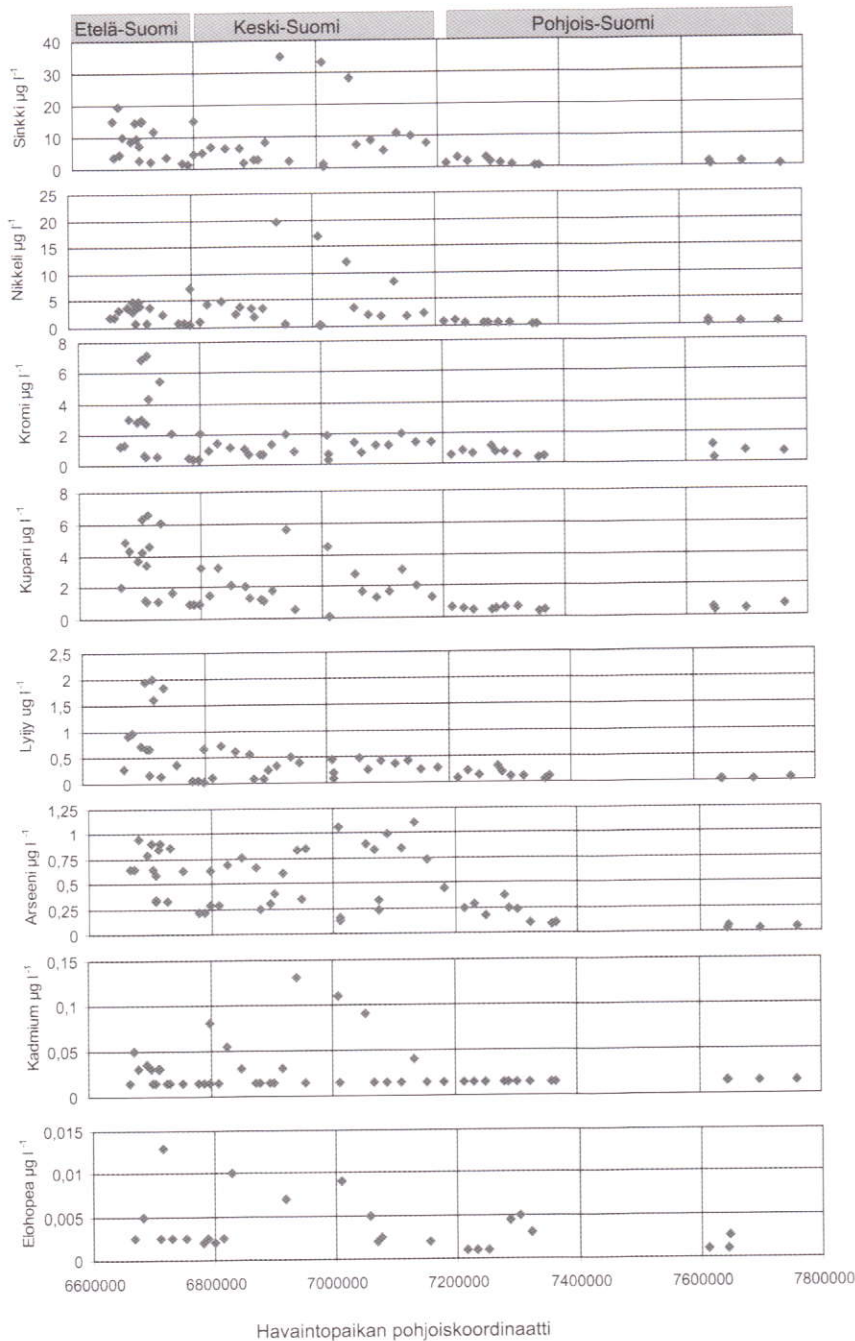
Euroopan jokien veden laatua on ar-

vioitu Euroopan ympäristökeskuksen julkaisuissa. (European Environment Agency 1998, Nixon ym. 2003) Monesti vertailuja on tehty laajojen maantieteellisten alueiden jokien välillä, vertailemalla esim. Pohjoismaiden, Länsi-, Etelä- ja Itä-Euroopan jokia keskenään. Jokien veden laadun vertailu keskittyy pääosin fosforiin, ammonium- ja nit-

raattityypeen, orgaaniseen aineeseen sekä joihinkin raskasmetalleihin. Usein näissä raporteissa tarkastellaan muutujien koko vuoden keskiarvoja. Raportit osoittavat, että Suomessa ja muissa Pohjoismaissa jokien keskimääräinen veden laatu on yleensä selvästi parempaa kuin muualla Euroopassa. Esimerkiksi Pohjoismaiden joissa matalimmat kokonaisfosforipitoisuuksien vuosikeskiarvot olivat 91 %:ssa havaintopaikoista alle  $30 \mu\text{g l}^{-1}$  ja 50 %:ssa havaintopaikoista alle  $4 \mu\text{g l}^{-1}$ . Tuhannesta Euroopan jokihavaintopaikasta vain noin 10 %:ssa havaintopaikoista keskimääräinen fosforipitoisuus oli alle  $50 \mu\text{g l}^{-1}$ . (European Environment Agency 1998)

Vaikka Suomen jokien keskimääräiset fosforipitoisuudet ovatkin pieniä, voivat yksittäisten havaintopaikkojen pitoisuudet olla korkeita, esimerkkinä useimpien Etelä-Suomen jokien fosforipitoisuudet, jotka ovat kansainvälistikin korkeita. Suuri osa Etelä-Suomen joista kuuluu yleisen vedenlaatu- luokituksen mukaan välttävään (kokonaisfosforipitoisuus  $50\text{--}100 \mu\text{g l}^{-1}$ ) tai huonoon (kokonaisfosforipitoisuus yli  $100 \mu\text{g l}^{-1}$ ) vedenlaatu- luokkaan. Euroopan ympäristökeskus pitää häiriintymättömän joen kokonaisfosforipitoisuutena arvoa alle  $25 \mu\text{g l}^{-1}$ . (European Environment Agency 1998) Myös kokonaistypen pitoisuudet ovat verrattain korkeita monissa Suomen Eurowater- net- verkon joissa. Tämä tarkoittaa, että vesiensuojelutoimia tarvitaan maasamme edelleen.

Tarvainen et al. (1997) tutkivat maamme jokien ja latvajärvien metallipitoisuuksia ja pohtivat metallien alkuperää mm. geologian, maankäytön ja ilmapi- räisen kuormituksen vaikutuksia pitoisuuksiin. Tutkitut joet kattoivat koko maan. Analyysimäärät olivat 1147–1161. Tässä tutkimuksessa jokien raskasmetallien mediaanipitoisuudet vaihtelivat seuraavasti (minimi- ja maksimipitoisuudet suluissa): sinkki  $3,57 \mu\text{g l}^{-1}$  (0,52–301), nikkeli  $0,52 \mu\text{g l}^{-1}$  (< 0,20–190,0), kromi  $0,50 \mu\text{g l}^{-1}$  (< 0,30–6,13), kupari  $0,64 \mu\text{g l}^{-1}$  (< 0,10–24,5), lyijy  $0,23 \mu\text{g l}^{-1}$  (< 0,05–8,78), arseeni  $0,36 \mu\text{g l}^{-1}$  (< 0,20–6,5) ja kadmium  $< 0,02 \mu\text{g l}^{-1}$  (< 0,02–1,36). Useimmissa Eurowater- net- joissa nämä mediaanipitoisuudet ylittyivät, erityisesti Etelä-Suomen joissa, mutta



Kuva 4. Eurowater- net- jokien raskasmetallien mediaanipitoisuuksia ajanjaksolta 1998–2002 (sinkki, nikkeli, kromi, kupari, lyijy, arseeni, kadmium ja elohopea). Pitoisuusasteikot vaihtelevat. Havaintopaikat pohjoiskoordinaattien mukaan etelästä pohjoiseen (taulukko 1 ja kuva 1).

myös monissa Keski-Suomen joissa. Mähönen (2002) on tutkinut raskasmetallien esiintymistä Lapissa.

Suomen jokien keskimääräisiksi raskasmetallipitoisuuksiksi esitettiin vuonna 1995: kadmium 0,03 µg l<sup>-1</sup>, lyijy 0,1 µg l<sup>-1</sup>, kromi 0,5 µg l<sup>-1</sup> ja kupari 0,7 µg l<sup>-1</sup> (European Environment Agency 1998). Näillä arvoilla Suomen jokien todettiin

olevan suhteellisen puhtaita. Monissa Suomen Eurowaternet-joissa nämä keskimääräiset arvot ylittyvät selvästi, erityisesti Etelä- ja Keski-Suomen joissa. Vertailuna Suomen suhteellisen puhtaille joille mainitaan Portugalin, Espanjan ja Puolan joet, joissa keskimääräiset pitoisuudet vaihtelivat seuraavasti: kadmium 0,2-5,0 µg l<sup>-1</sup>, lyijy 3-30

µg l<sup>-1</sup>, kromi 5-10 µg l<sup>-1</sup> ja kupari 4-10 µg l<sup>-1</sup>. Näiden maiden jokien todettiin olevan suhteellisen saastuneita.

### Kirjallisuus:

**Antikainen, S., Joukola, M. ja Vuoristo, H.** 2000. Suomen pintavesien laatu 1990-luvun puolivälissä. *Vesitalous* 2/2000: 47–53.

**European Environment Agency.** 1998. Europe's Environment: The Second Assessment. 293 s.

**Kauppila, P. ja Koskiahio, J.** 2003. Evaluation of annual loads of nutrients and suspended solids in Baltic rivers. *Nordic Hydrology* 34(3): 203–220.

**Laaksonen, R.** 1970. Water quality in the Water Systems. A study based on the observations carried out by the Water Pollution Control Authority 1962–1968. Maa ja Vesiteknillisiä tutkimuksia No.17. Helsinki. 132 s.

**Laaksonen, R. and Malin, V.** 1985. Regional water quality in Finland 1965–1985. *Aqua Fennica* 15:201–209.

**Mähönen, O.** (toim.) 2002. AMAP II – Lapin ympäristön tila ja ihmisen terveys. Suomen ympäristö 581. 139 s.

**Niemi, J.** 1997. Vedenlaadun alueelliset erot Suomessa 1966–1995. *Vesitalous* 5/1997: 24–30.

**Niemi, J. S., Heinonen, P. ja Mäkinen, H.** 1999. Suomen jokien ravinnepitoisuuksista vuosina 1967–1996. *Vesitalous* 2/1999: 39–44.

**Niemi, J., Heinonen, P., Mitikka, S., Vuoristo, H., Pietiläinen, O.-P., Puupponen, M. ja E. Rönkä.** 2001. Vesien tilan seuranta euroaikaan. *Vesitalous* 5/2001: 29–32.

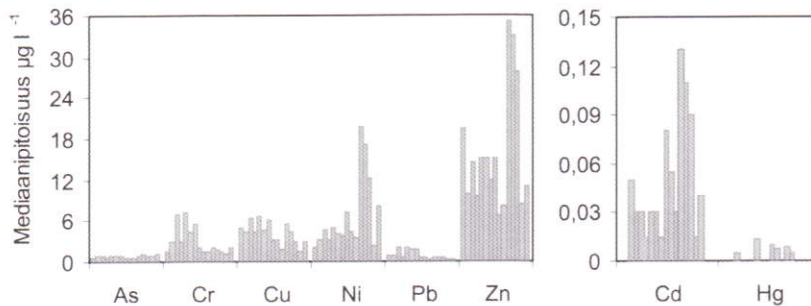
**Nixon, S., Trent, Z., Marcuello, C. and Lallana, C.** 2003. Europe's water: An indicator-based assessment. Topic report 1/2003. 97 s. European Environment Agency.

**Pitkänen, H.** 1994. Eutrophication of Finnish coastal waters: Origin, fate and effects of riverine nutrient fluxes. Publications of the Water and Environment Research Institute. National Board of Waters and the Environment, Finland, No. 18:1–44.

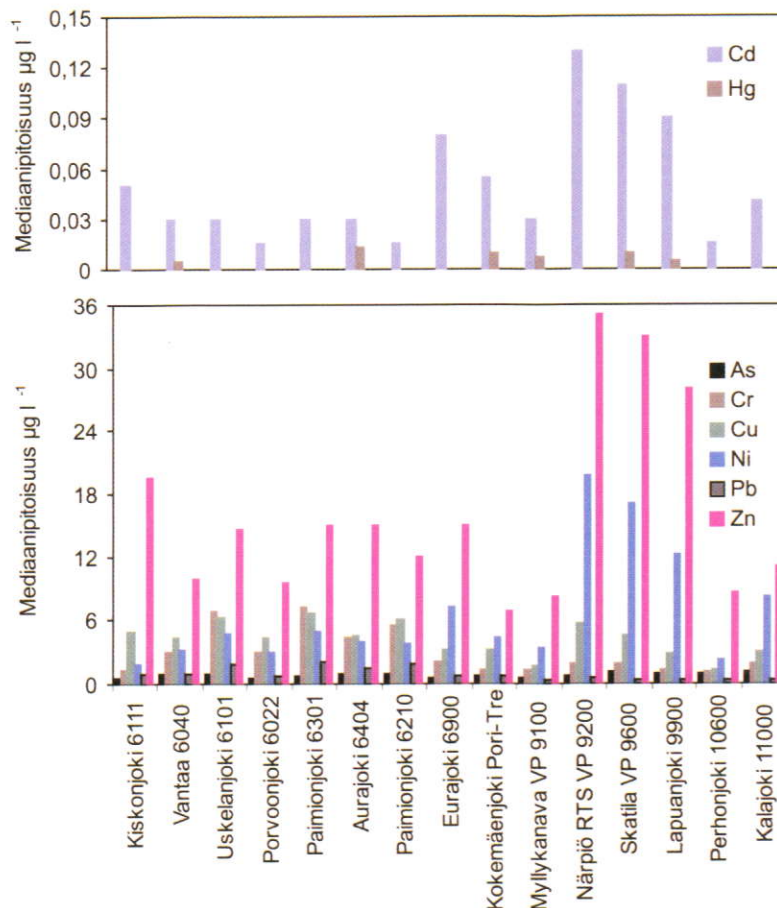
**Räike, A., Pietiläinen, O.-P., Rekolainen, S., Kauppila, P., Pitkänen, H., Niemi, J. and Raateland, A.** 2003. Trends of phosphorus, nitrogen and chlorophyll – a concentrations in Finnish rivers and lakes in 1975–2000. *The Science of the Total Environment* 310:47–59.

**Suomen ympäristökeskus.** 2005. Pintavesien laatu 2000–2003. Yleinen käyttökelpoisuus. Suomen ympäristökeskuksen julkaisema esite.

**Tarvainen, T., Lahermo, P. and Mannio, J.** 1997. Sources of trace metals in streams and headwater lakes in Finland. *Water, Air and Soil Pollution* 94:1–32.



Kuva 5. Raskasmetallien mediaanipitoisuuksien taso 15 Eurowaternet-joessa, joissa pitoisuudet olivat korkeimmat ajanjaksolla 1998–2002): arseeni (As), kromi (Cr), kupari (Cu), nikkeli (Ni), lyijy (Pb), sinkki (Zn), kadmium (Cd) ja elohopea (Hg). Havaintopaikat samat kuin kuvassa 6



Kuva 6. Kuvassa 5 esitetyt raskasmetallien mediaanipitoisuudet havaintopaikoittain.



# Bioenergia ja vesi

## Olli Varis

Teknillinen korkeakoulu  
Vesitalouden laboratorio  
E-mail: [olli.varis@tkk.fi](mailto:olli.varis@tkk.fi)

**S**ekä energia että vesi määriteltiin keskeisiksi elementeiksi Johannesburgin kestävän kehityksen huippukokouksessa vuonna 2002. Näillä kahdella sektorilla tehdyt päätökset saivat huomattavasti enemmän painoarvoa köyhyyden poistamisen ja ympäristönsuojelun maailmanlaajuisen ponnistusten ansiosta kuin aikaisemmissä kestävästä kehitystä käsittelevissä kansainvälisissä kokouksissa.

Johannesburgin toimintasuunnitelmassa (UN 2002) todettiin pyrkimykseksi: *"Monipuolistaa energiantuotantoa ja lisätä huomattavasti uusiutuvan energian osuutta maailmanlaajuisessa energiantuotannossa"*.

Tämä sitoumus on erityisen mielenkiintoinen vesisektorin kannalta, koska uusiutuvat energialähteet ovat läheisesti sidoksissa veden kiertokulkuun. Veden

Paineet siirtyä uusiutuviin energialähteisiin kasvavat jatkuvasti kestävä kehityksen asettamien vaatimusten myötä. Johannesburgin huippukokouksen toimintasuunnitelmassa todettiin, että uusiutuvien energialähteiden osuutta maailmanlaajuisessa energiantuotannossa on lisättävä huomattavasti. Niillä katetaan tällä hetkellä 13,5 % koko maailman energiantuotannosta. 80 % kaikesta uusiutuvasta energiasta tuotetaan biomassan avulla ja 16 % vesivoimalla. Lähivuosina näihin kahteen energialähteeseen kohdistuukin huomattavia laajentumispaineita. Tulevaisuudessa bioenergian tuotanto on yksi suurimmista veden kuluttajista maapallolla, vaikka tämä seikka onkin suurelta osin jätetty huomioimatta maailmanlaajuisissa vesiarvioissa. Suomessa bioenergian tuotanto voisi tarjota uusia mahdollisuuksia maaseudun elinkeinoelämään.

osuus uusiutuvan energian tuotannossa on keskeinen.

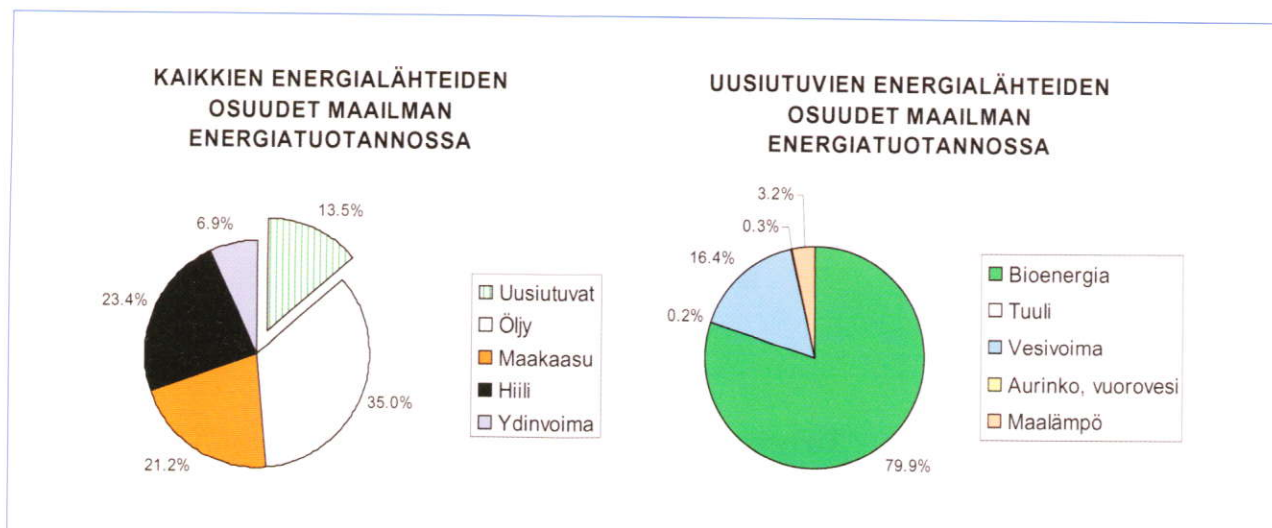
Vesivoimaa generoidaan virtaavien vesien potentiaali- ja liike-energiasta, ja tätä tarkoitusta varten tarvitaan vesirakenteita. Tämä muuttaa ekosysteemejä usein tuntuvasti.

Bioenergian tuotanto on myös tiiviisti sidoksissa veteen. Energiaa tuotettavien kasvien kasvaminen vaatii vettä. Jotta saadaan tuotettua yksi kilogramma kuivaa puuta, sokeriruokoa, viljaa tai muuta satoa bioenergian tuottamista varten, tarvitaan yleensä noin 200 kg vettä (Berndes 2002). Samoin puun ja muiden biopolttoaineiden hallitsematon keräily aiheuttaa huomattavia vahinkoja ekosysteemeille ja tuhoaa erityisesti vuoristoalueita, erämaiden reuna-alueita ja vastaavia herkkiä ekosysteemejä varsinkin silloin, kun se yhdistyy köyhyyteen.

Näin ollen jatkuvasti kasvava uusiutuvan energian tuotanto lisää jo entuudestaan huomattavaa painetta planeettamme vesivarantojen riittäväydestä.

Noin 13,5 % maailman energiantuotannosta on tällä hetkellä lähtöisin uusiutuvista energialähteistä (IEA 2003; Kuva 1). Tätä osuutta pitäisi siis kasvattaa huomattavasti Johannesburgin sitoumuksen mukaisesti. 80 % kaikesta uusiutuvasta energiasta tuotetaan biomassan avulla ja 16 % vesivoimalla.

Tässä artikkelissa keskitytään bioenergian ja veden kiertokulun keskinäiseen riippuvuussuhteeseen. Yli viidesosa energian tuotannosta kehitysmaissa on peräisin bioenergiasta. Eriytyisen tärkeä merkitys bioenergialla on teollistumattomien maiden maaseudulla; useissa Saharan eteläpuolisissa



Kuva 1. Energialähteiden suhteellinen osuus maailman energiantuotannossa (IEA 2003).

Afrikan maissa yli 80 % energiasta on peräisin biopolttoaineista. Bioenergia herättää kuitenkin yhä enemmän mielenkiintoa myös teollistuvissa ja teollistuneissa maissa. Esimerkiksi Suomi on lisännyt biopolttoaineen käyttöä jopa 19,1 prosenttiin primaarienergiantuotannostaan (IEA 2003).

Laajempi versio tästä artikkelista on laadittu englanniksi (Varis 2005).

### Bioenergian merkitys – globaali katsaus

Maailman primaarienergian kokonaistuotanto oli miltei 120 000 TWh vuonna 2000. Bioenergian osuus oli 13 700 TWh. IASA/WEC (1998) ennusti, että bioenergian kokonaistuotannon osuus pysyy lähes muuttumattomana läpi koko 2000-luvun. Kokonaismäärän arvelaan siis kasvavan suhteessa energian kulutuksen kasvuun. Vuosina 2000–2050 bioenergian tuotannon odotetaan siis kasvavan 70 %. Yhdessä perusennusteen kanssa on laadittu myös keskimääräinen ennuste. Lisäksi analyysiin kuului kuusi muuta ennustetta, jotka ovat:

- B Keskimääräinen ennuste
- A1 Nopea kasvu, runsaasti öljyä ja kaasua
- A2 Nopea kasvu, paluu hiilienergiaan
- A3 Nopea kasvu, fossiilisten polttoaineiden poistuminen
- C1 Ekologisesti kestävä, uusia uusiu-

tuvia energialähteitä ja ydinvoiman poistuminen

- C2 Ekologisesti kestävä, uusiutuvia energialähteitä ja uutta ydinvoimaa

Koska Johannesburgin toimintasuunnitelma ei spesifioi tarkemmin uusiutuvia energialähteitä, on hankalaa sanoa, mikä näistä ennusteista sopisi toimintasuunnitelmaan parhaiten. On helppoa sanoa, että A1 ja A2 eivät tule kyseeseen. A3, C1 ja C2 sen sijaan kukin sisältävät kasvavan bioenergian osuuden, minkä vuoksi mikä tahansa niistä voi sopia edustamaan Johannesburgin toimintasuunnitelmaa. Toinen ongelma on, että ennusteet C1 ja C2 perustuvat huomattavasti enemmän energian säästämiseen, sillä vuonna 2050 niissä ennustetaan tuotettavaksi vain noin 60 % ennusteiden A1 ja A3 energiantuotannosta.

On tärkeää huomata, että koska ennusteet on laadittu ennen Johannesburgin huippukokousta, IASA/WEC:n perusennuste ei ole yhteensopiva toimintasuunnitelman kanssa. Suunnitelmassahan todetaan, että uusiutuvan energiantuotannon osuutta on kasvatettava huomattavasti sen sijaan, että se pidettäisiin nykyisellä tasolla. Tässä tutkimuksessa IASA/WEC:n ennustetta pidetään kuitenkin analyysin pohjana ja pohdinta kohdistetaan niihin vaikutuksiin, joita uusiutuvan energiantuotannon osuuden kasvattaminen bio-

energian, vesivoiman, aurinkoenergian ja muiden uusiutuvien energialähteiden avulla aiheuttaa.

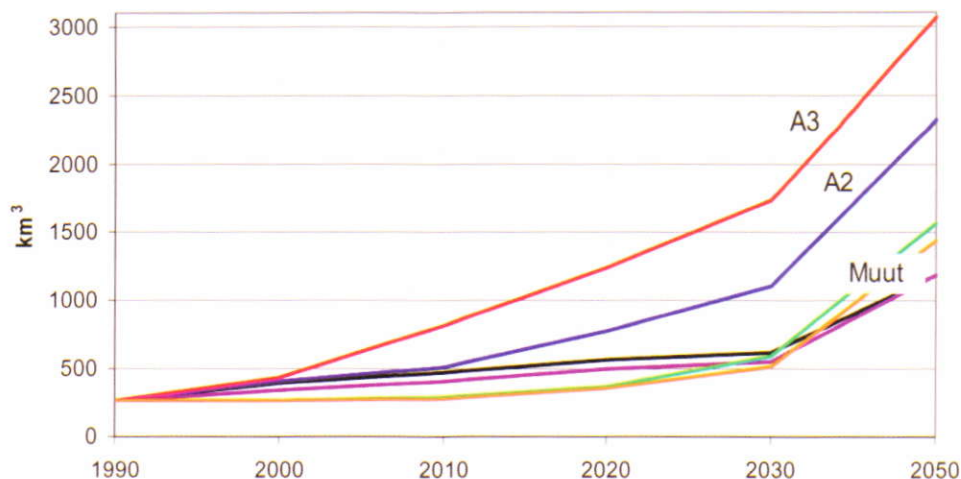
Saatavilla on useita muitakin energiaennusteita IASA/WEC:n tutkimuksen lisäksi. (esim. Hall et al. 2000) Näissä tutkimuksissa esiintyy laaja kirjo vaihtelevia näkemyksiä maailman energiatulevaisuudesta (vrt. Varis 2005).

### Bioenergian tuotannon vedenkulutus

Bioenergian tuotanto vaatii siis huomattavia määriä vettä. Vaikka eri kasvien vesivaatimukset voivat olla hyvinkin erilaisia, niin myös eri biopolttoaineiden sisältämä energiamäärä voi vaihdella. Arviot veden kulutuksesta tuotettua bioenergiayksikköä kohden poikkeavat myös suuresti. Berndes (2002) on tehnyt kattavan analyysin aiheesta ja päätyi siihen tulokseen, että sopiva keskimääräinen arvio käytettäväksi tämän artikkelin kaltaisissa analyysissä on 25 m<sup>3</sup> haihtunutta vettä yhtä bioenergia-gigajoulea kohden. Toisella tavalla ilmaistuna tämä olisi 0,09 km<sup>3</sup> / TWh.

Tarkasteltaessa IASA/WEC:n ennusteita saadaan yleiskuva siitä, kuinka paljon vettä bioenergian tuotanto vaatii. Berndes (2002) laski kaupalliseen bioenergian tuotantoon tarvittavan veden määrän maailmanlaajuis-

## BIOENERGIAN TUOTANNON AIHEUTTAMA VEDENKULUTUS MAAILMASSA IIASA/WEC:IN SKENAARIOILLE LASKETTUNA



Kuva 2. Kaupallisen bienergiantuotannon kuluttama vesimäärä IIASA/WEC:in kuudelle skenaariolle laskettuna (vrt. Berndes 2002).

ti vuoteen 2100 asti jokaiselle IIASA/WEC:n ennusteelle erikseen (kuva 2). Laskelmat osoittavat, että vuoteen 2030 mennessä maailmanlaajuisen veden kulutus (haihtuminen) kaupallisen bienergian tuotannon kautta on noin 500–600 km<sup>3</sup> kaikissa muissa ennusteissa paitsi A2:ssa ja A3:ssa. Näiden mallien mukaan vedenkulutus olisi huomattavasti suurempaa ennusteissa A2, eli 1200 km<sup>3</sup>, ja 2300 km<sup>3</sup> ennusteissa A3. Aikavälillä 2030–2050 vedenkulutuksen odotetaan kasvavan fossiilisten polttoaineiden käytön vä-

henemisen vuoksi.

Vedenkulutus muun kuin kaupallisen bienergian tuotannossa ei juurikaan muutu tämänhetkiseltä tasolta, joka on 800–1000 km<sup>3</sup> vuodessa kaikissa ennusteissa. Vuoteen 2050 mennessä muun kuin kaupallisen bienergian tuotannon ennustetaan laskevan noin 10–20 %. Näin ollen bienergian tuotannon kokonaisvedenkulutuksen lasketaan olevan 1400–2000 km<sup>3</sup> vuonna 2030, jos jätetään ennusteet A2 ja A3 pois laskuista.

Lukuun ottamatta ennusteita A2 ja

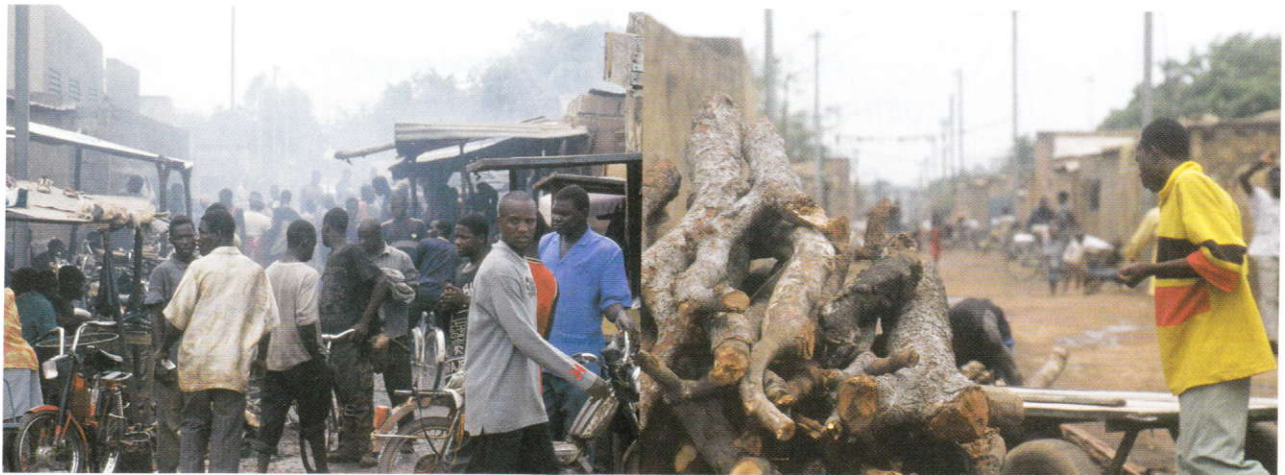
A3, ennusteet ovat kaiken kaikkiaan riittävän lähellä ennustetta B, jotta voimme edelleen tarkastella vedenkulutusta perusennusteen valossa. On kuitenkin pidettävä mielessä, että Johannesburgin toimintasuunnitelman edellyttämä kasvu edellyttää myös huomattavaa kasvua veden kulutuksessa.

### Veden kulutus: alueellinen analyysi

Bioenergian tuottamiseen tarvittava ve-

Taulukko 1. Veden käytön suuruusluokkia.

|                    | Juo                          | Käyttää talousvetenä |           | Syö                             |                                | Käyttää bienergian tuotantoon | Yksikkö  |
|--------------------|------------------------------|----------------------|-----------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--|
|                    |                              | Maaseutu             | Kaupungit | Vihreä & sininen vesi           | Sininen vesi                   | Vihreä & sininen vesi         |  |
| 1 henkilö          | 3<br>1                       | 50<br>20             | 250<br>90 | 4,500<br>1,650                  | 1,400<br>500                   | 560<br>200                    | Litraa päivässä<br>m <sup>3</sup> vuodessa   |
| 6 miljardia henkeä | 4,4<br>0,04%<br>0,01%<br>140 |                      |           | 10,000<br>84%<br>24%<br>310,000 | 3,000<br>26%<br>7,5%<br>97,000 | 1,200<br>10%<br>3%<br>39,000  | km <sup>3</sup> vuodessa<br>Stabiilista virtaamasta<br>Mantereita tulevasta<br>virtaamasta m <sup>3</sup> sekunnissa |



Kuvat 3 ja 4. Bioenergian holtiton hyödyntäminen aiheuttaa mittavia ympäristöongelmia monissa osissa maailmaa. Ouagadougoun energiahuolto Burkina Fasossa aavikoittaa ympäristön ja tukehduttaa kaupunkilaiset savuun.

den kulutus voidaan laskea myös alueellisesti. Veden kulutus on siis keskimäärin  $0,09 \text{ km}^3 / \text{TWh}$ . Jokainen tuotettu  $1000 \text{ TWh}$  bioenergiaa kuluttaisi tällöin  $90 \text{ km}^3$  vettä. Esimerkiksi Etelä-Aasian bioenergian tuotanto,  $2750 \text{ TWh}$ , kuluttaisi noin  $250 \text{ km}^3$  vettä.

Bioenergian tuotannosta johtuva veden kulutus asukasta kohti voidaan arvioida analogisesti. Keskimääräinen bioenergian tuotannosta johtuva veden kulutus asukasta kohti on noin  $360 \text{ m}^3$  vuodessa Latinalaisessa Amerikassa ja  $200 \text{ m}^3$  maailmassa keskimäärin.

Nämä tasot voidaan suhteuttaa muuhun vedenkäyttöön (taulukko 1). Bioenergian tuotanto kuluttaa noin kahdeksanosan vedestä, joka käytetään ruoan tuotantoon. Näin ollen se on varsin huomattava veden kuluttaja. Kulutus on vielä tällä hetkellä enimmäkseen nk. "vihreää vettä", eli sitä ei oteta keinotekoisesti vesistöistä tai pohjavedestä. Tulevaisuudessa viljeltyt biopolttoainetiljelykset laajenevat todennäköisesti huomattavasti, mikä puolestaan lisää vedenoton tarvetta.

Veden kulutus voidaan suhteuttaa myös saatavilla oleviin vesivarantoihin ja kokonaisvedenottoon. Tätä tarkoitusta varten käytän Tukholman ympäristöinstituutin arviointitietoja (SEI 1997). Näihin kuuluu mm. veden saatavuustiedot ja ennusteet veden otosta maittain vuoteen 2025 saakka.

Vedenkäyttö bioenergian tuotantoon on Pohjois- ja Etelä-Amerikassa, Euroopassa (mukaan lukien entisen Neuvostoliiton maat) ja Tyynenmeren OECD-maissa noin 1–3 % kaikesta saatavilla olevasta vedestä kullakin alueella. Vuoden 2025 jälkeen joillakin alueilla tilanne muuttuu ja veden käyttö biomassan tuotantoa varten lisääntyy, jopa moninkertaistuu.

Afrikassa ja suurimmassa osassa Aasiaa tämänhetkinen vedenkulutus bioenergian tuotantoon on 3–7 %, mikä on korkeimmillaan Lähi-Idässä ja Pohjois-Afrikassa sekä Keski- ja Etelä-Aasiassa. Veden käyttö tätä tarkoitusta varten kasvaa jatkuvasti erityisesti Saharan eteläpuolisilla alueilla Afrikassa sekä Etelä-Aasiassa.

Mitä tulee veden saatavuuteen, useilla kehitysalueilla on enemmän ongelmia bioenergian tuotantonsa lisäämisessä kuin suurimmalla osalla korkean tulotason alueista. Kehitysmaissa käytetään jo entuudestaan yli kaksinkertainen osa saatavilla olevista vesivaroista bioenergian tuottamiseen verrattuna korkean tulotason alueisiin.

Luonnollisesti kaikkien alueiden on suhtauduttava vakavasti Johannesburgin toimintasuunnitelmaan. Se on kuitenkin paljon helpompaa niille alueille, joilla on paljon vettä käytössään eikä juurikaan kilpailua vedestä.

Muutkin seikat vaikuttavat tilanteeseen. Pienituloisten maiden osalta yksi asia on kuitenkin varmaa: fossiilisten tuontipolttoaineiden aiheuttama lasku on jo sinällään suuri. Suurin osa kehitysmaista erityisesti Aasiassa lisää fossiilisten polttoaineiden maahan tuontia kasvavan kotimaan kulutuksen myötä. Siirtyminen hallittuun, kaupalliseen ja kasvavaan kotimaisen uusituvan energian tuotantoon voi olla hyvä vaihtoehto vähentää riippuvuutta tuontipolttoaineista ja siten parantaa vaihtotasetta. Tämä pätee myös kehittyneisiin maihin kuten Suomeen (ks. tietolaatikko).

Vesi ja energia ovat läheisesti sidoksissa toisiinsa – ei pelkästään tuotannollisesta näkökulmasta, vaan myös kulutuksen suhteen. Vesisektori käyttää kaiken tuottamansa energian useissa kehitysmaissa ja varsinkin niissä, jotka ovat riippuvaisia viljelysmaista. Intiasa esimerkiksi maanviljelijät käyttävät kolmasosan kaikesta tuotetusta sähköstä. Tämä kulutus on pääosin kasteleluun käytettävää pohjavettä. (Padmanaban 2001)

## Yhteenveto

Johannesburgin sitoumus lisätä ja kasvattaa huomattavasti uusiutuvien energialähteiden määrää sitoo energia- ja vesisektorit läheisesti yhteen. Bioenergian



tuotanto ja vesivoima yhteensä muodostavat 96 % kaikesta maailman uusiutuvan energian tuotannosta. Vaikka olemassa on myös vaihtoehtoisia energian tuotantotapoja kuten tuuli, aurinko, vuorovesi ja maalämpö, jotka kaikki ansaitsevat tutkimusta ja investointeja, avain Johannesburgin toimintasuunnitelman menestyksekkääseen toteuttamiseen on biomassan energian ja vesivoiman tuotanto ja toisaalta energian säästäminen.

Pelkät sitoumukset eivät välttämättä takaa Johannesburgin toimintasuunnitelman suurten muutosten onnistumista maailmanlaajuisesti kasvavan energiantarpeen suhteen. Taloudelliset realiteetit on myös ymmärrettävä. Voi käydä ilmi, että suuri riippuvuus fossiilisista tuontipolttoaineista koetaan suureksi ongelmaksi useissa kehitysmaissa. Uusiutuvan energian tuotanto tarjoaisi työtä ja valuuttaa maaseudulle sen sijaan, että varat ohjautuisivat ulkomaille, jolloin maat saavuttaisivat paremman vaihtotaseen ja lisää sosioekonomista vakautta. Mitä ikinä Kioton sopimukselle tapahtuu, on ensiarvoisen tärkeää huomioida hiilidioksidipäästöjen vähentäminen energiantuotannossa.

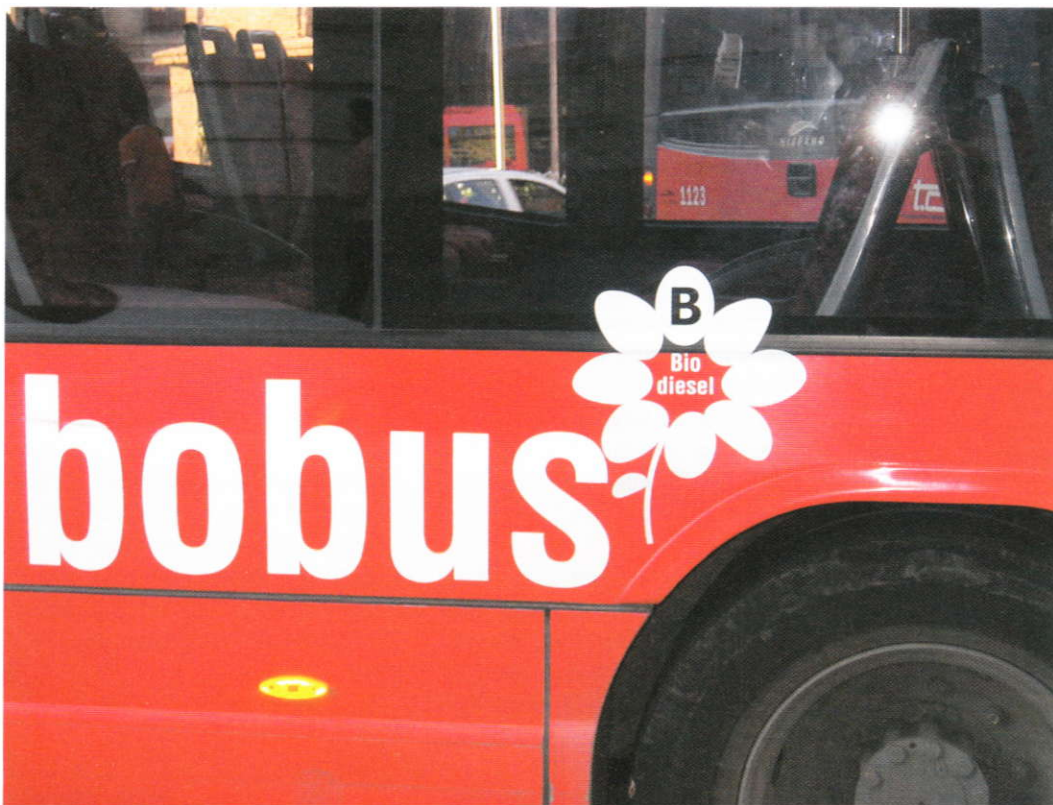
## Bioenergia: mahdollisuus Suomen maataloudelle

Suomalainen maaseutu on kokenut kovia viimeisten vuosien aikana. Maaseutu kaipaa uusia elinkeinoja ja rahavirtoja piristyäkseen. Bioenergian tuotanto on nostamassa päätään monellakin tasolla. EU:n uusi biopolttoainedirektiivi kannustaa jäsenmaita lisäämään biopolttoaineiden osuutta bensiiniin ja dieseliin kokonaiskulutuksesta vuoden 2005 loppuun mennessä 2,00 prosenttiin ja vuoden 2010 loppuun mennessä 5,75 prosenttiin. Suomalainen öljyteollisuus on reagoinut jo laittamalla vauhdilla alulle biodieseltehtaan Porvooseen. Tuotanto alkaa kesällä 2007 ja volyymi tulee olemaan 170 000 tonnia vuodessa. Samaan aikaan keskustellaan muun muassa etanolitehtaan rakentamisesta valmistamaan bensiiniautojen polttoaineeseen lisättäväksi alkoholia. Kauraa ja muuta viljaa poltetaan lämpökattiloissa ympäri maata. Polttopuun ja turpeen käyttö on vanhastaan kehittyntä ja kehitty yhä edelleen.

Tämä lista on kaikkea muuta kuin kattava mutta peruslinja tulee varmaankin selväksi. Bioenergian tuotanto saattaa olla merkittävä uusi työllistäjä maassamme. Tämä vaihtoehto toisi nyt ulkomaille virtavat öljy- ja muut eurot maaseudulle työtä ja mahdollisuuksia tarjoamaan. Jos Suomi ei tätä tilaisuutta hyödynnä, joku muu sen yli-tuotanto-EU:ssa taatusti tekee ja korjaa siitä koituvat yhteiskunnalliset ja taloudelliset hyödyt nopeammin kuin kissa aivastaa. Tämä mahdollisuus suomalaisten maataloustuotteiden laajamittaiseen vientiin kannattaa penkoa kunnolla ja ottaa tosisaan.

Bioenergian tuotanto on huomattava veden kuluttaja. Tämä seikka yhdessä muiden maailmanlaajusten ympäristövaikutusten kuten metsien

hakkuiden, autiomaiden kasvamisen, ilman laadun huononemisen ja metaanipäästöjen lisääntymisen lisäksi (IPCC 1996, FAO 1999) aiheuttaa bioenergian



Kuva 5. Biodieselillä kulkevat bussit alkavat olla arkipäivää mm. Espanjassa.



Kuva 6. Keski-suomalainen öljykenttä.

tuotannolle huomattavia haasteita. Lisäksi bioenergian tuotanto kilpailee yhä tiukemmin vesi- ja viljelysmaista ruoan tuotannon, metsäteollisuuden, teollisuuden ja kotitalouskäytön kanssa. Osa bioenergiasta tosin saadaan sivutuotteena metsätaloudesta, maanviljelyksestä ja karjataloudesta.

Joka tapauksessa sitoutuminen yhä tiiviimmin uusiutuviin energialähteisiin on oikeutettua, ja bioenergian kehitys- ja hallintastrategiat ansaitsevat yhä enemmän huomiota. Kun bioenergian kaupallinen osuus kasvaa, vaikutukset veden kiertokulkuun tulevat yhä huomattavammiksi. On ensiarvoisen tärkeää, että biomassan tuotannon merkitys sekä sen alueelliset vaikutukset maailman vesitilanteeseen otetaan huomioon.

Suomella voisi olla bioenergiabisneksessä merkittäviä uusia taloudellisia ja sosiaalisia mahdollisuuksia.

## Kirjallisuus

- Berndes, G.** 2002. Bioenergy and water—the implications of large-scale bioenergy production for water use and supply. *Global Environmental Change* 12: 253–271.
- FAO** 1999. Bioenergy. Background Paper 2. FAO/Netherlands Conference on the Multifunctional Character on Agriculture and Land. 12–17 September 1999, Maastricht. 35 p.
- Hall, D. O., House, J. & Scrase, I.** 2000. Overview of biomass energy. In: Rosillo-Calle, F., Bajay, S. & Rothman, H. (Eds.): *Industrial Uses of Biomass Energy—The Example of Brazil*. London: Taylor-Francis. Pp. 1–26.
- IEA** 2003. *Renewables Information* (2003 edition). Paris: OECD/International Energy Agency. 188 p.
- IIASA/WEC** 1998. *Global Energy Perspectives*. Natickenovic, N., Grübler, A. & McDonald, A. (Eds.). International Institute for Applied Systems Analysis/World Energy Council. Cambridge: Cambridge University Press. 299 p.
- IPCC** 1996. *Climate Change 1995: Impacts, Adap-*

*tations and Mitigation of Climate Change: Scientific – Technical Analysis*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Working Group II Report, Cambridge: Cambridge University Press. 878 p.

**Padmanaban, S.** 2001. Energy and Water – The Critical Link. *Bulletin of Energy Efficiency*, Vol. 2, Issue 1.

**SEI** 1997. *Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World*. Stockholm: Stockholm Environment Institute.

**UN** 2002. *Johannesburg Plan of Implementation*. New York: United Nations Department of Economic and Social Affairs, Division of Sustainable Development. [http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD\\_POI\\_PD/English/POIToc.htm](http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/POIToc.htm)

**Varis, O.** 2005. Water demand for bioenergy production. In: Biswas, A.K., Varis, O. & Tortajada, C. (Ed.): *Water and Energy*. Springer, Berlin. Painos-  
sa.

Kuvat: Olli Varis

# Vesihuollon historiaa Kapkaupungissa – lyhyt historia 1600-luvulta 2000-luvun haasteisiin



**Petri Juuti**

FT, ympäristöhistorian dosentti, Tampereen yliopisto

E-mail: [petri.juuti@uta.fi](mailto:petri.juuti@uta.fi)



**Harri Mäki**

FM, tutkija, Tampereen yliopisto

E-mail: [harri.maki@uta.fi](mailto:harri.maki@uta.fi)

Kirjoittajat työskentelivät North-West Universityn vierailevina tutkijoina Etelä-Afrikassa marras-joulukuussa 2004 käyden mm. valtionarkistossa sekä paikan päällä tutkimassa vesihuollon varhaisempia järjestelmiä.

Etelä-Afrikan uusi hallinto vietti vuoden 2004 keväällä 10-vuotisjuhlaansa. Syytä juhlaan mitä todennäköisimmin myös oli: köyhätkin ovat päässeet entistä enemmän nauttimaan meille suomalaisille niin itsestään selvistä peruspalveluista, jotka olivat Etelä-Afrikassa apartheidin aikana vain kaukainen haave.

**E**telä-Afrikan luonnonolosuhteet ovat haastavat, sillä maassa ei ole luonnollisia sisämaajärviä lainkaan. Ilmastoltaan Etelä-Afrikan rannikot kuuluvat ns. Välimeren ilmaston piiriin. Keskimääräinen sademäärä vuodessa on 464 mm, mutta viidennes maasta saa vähemmän vettä kuin 200 mm. Sademäärä vaihtelee huomattavasti vuodesta toiseen. Niinpä maassa koetaan säännöllisesti pitkiä kuivuusjaksoja, joita usein seuraavat vakavat tulvat. Miten maan vesihuoltopalvelut syntyivät ja kehittyivät? Alueelliset olot vaihtelivat huomattavasti, joten tässä artikkelissa keskitytään vanhimpaan kaupunkiin eli Kapkaupunkiin.

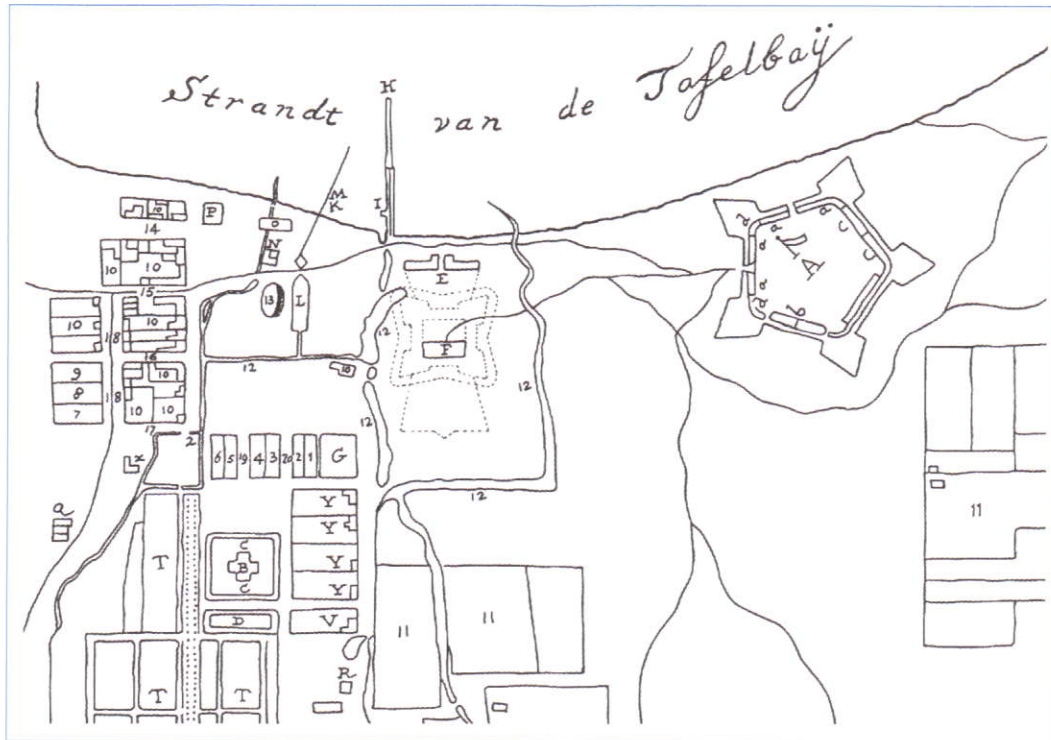
## Vettä armeijan ja kaupan tarpeisiin

Vesi oli elintärkeää kaupankäynnille Kapkaupungissa, joka syntyi 6.4.1652,

kun Hollannin Itä-Intian kauppakomppania perusti tukiaseman komppanian laivoille. Jo asutuksen alkuvaiheissa veden saannin kanssa oli ongelmia. Asutus perustettiin Table Bayn rannalle, koska Saldanha Baylla, joka olisi ollut erinomainen luonnonsatama, ei ollut vettä. (Wall 1983)

Seuraavina vuosina ja vuosikymmeninä tehtiin useita parannuksia vesihuoltoon, mutta ne eivät olleet riittäviä. Jatkuva veden puute oli keskeinen piirre 1800-luvulla ja 1900-luvun alussa. Riittämätön kapasiteetti oli ongelma silloin ja on sitä edelleen.

Siirtokunnan komendantti Jan van Riebeeck kaivautti padon heti asutuksen perustamisen jälkeen hankkiakseen vettä vieraileville laivoille. Padon kapasiteetti osoittautui liian pieneksi, ja seuraava komendantti velvoitettiin vuonna 1663 rakentamaan uuden padoaltaan. (Picard, Hymen 1968) Osa täs-



Kuva 1.  
Kapkaupunki  
vuonna 1693,  
uusiallas  
merkitty  
kirjaimella L,  
linnoitus  
kirjaimella A.

tä säiliöstä on vielä nähtävissä Golden Acre -ostoskeskuksessa.

Vuonna 1679 valmistunut linnoitus tarjosi paitsi suojaa sotilaille ja virkamiehille myös hyvää vettä kahdesta kaivostaan. Tällaiset kaivetut kaivot vaativat varsin hyvää suunnittelua ja rakentamista sekä jonkin verran varoja. Isomman kaivon seinät oli tehty kivistä, mikä oli varsin tyypillistä myös Euroopassa. Linnoituksen rakentamisen aikaan vaihtoehto olisi ollut savitiilet, jotka eivät kuitenkaan sovi kovin hyvin kaivoihin. Isompi kaivo sijaitsi linnoituksen keskellä ja löytyy sieltä vielä tänäkin päivänä. Tämä kaivo on vanhin olemassa oleva kaivo Etelä-Afrikassa ja juontaa juurensa vuoden 1682 rakennuspäätökseen. (Wertz 2002) Myöhemmin, 1700-luvun alusta eteenpäin, sitä käytettiin käsipumpuilla, joilla vesi nostettiin rautaiseen vesisäiliöön, josta se johdettiin putkilla muualle linnoituksen alueelle. Toinen kaivo oli keittiössä, jossa oli myös vesisäiliö ja kuumennuspaikka sekä kuumavesihana. Nämäkin ovat edelleen nähtävissä vanhalla paikallaan.

Kaupungissa oli joitain puisia vesi-

johtoja, mutta suurin osa vedestä kannettiin taloihin kaivoista ja suihkulähteistä. Vedenkanto oli raskasta työtä, jota tekivät yleensä orjat, naiset ja lapset. Köyhempien perheiden lapsista tuli vedenkantajia jopa 5–6-vuotiaina. (Knox 1992) Myös muissa maissa lapset sekä myös naiset toimivat vedenkantajina. Ajan kuluessa kaupungin kaduille syntyivät hollantilaistyyliset avoimet kanaalit, joista ei otettu vettä pelkästään kasteluun vaan myös palontorjuntaan, ja jotka toimivat myös avoviemäreinä. Tulipaloja esiintyi säännöllisesti niin kauan kun talojen katot tehtiin oljista. Tämä yhdessä kaakkoistuulen kanssa oli vaarallinen yhdistelmä. Varomaton piipunpoltto kadulla saattoi tuhota huomattavia osia kaupungista, joten se kiellettiin vuonna 1704. (Hattersley 1973)

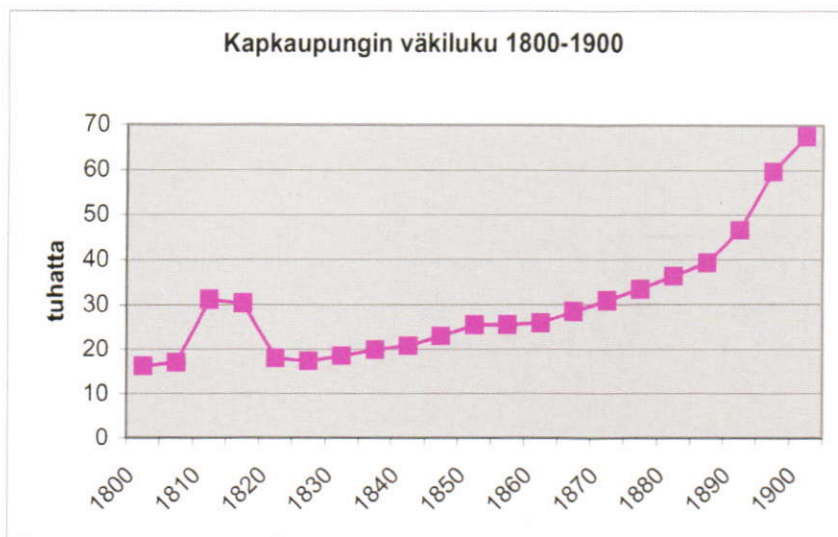
### Vettä myös asukkaiden tarpeisiin

1700-luvulla Kapkaupungissa saatiin riittävästi vettä asukkaiden tarpeisiin. Puutarhojen kasteluvesi saatiin monista Pöytävuorelta virtaavista puroista. Kauppakompanian tallien yläpuoliselle rinteelle rakennettiin 1700-luvun

alussa kivinen vesisäiliö, josta vesi johdettiin linnoituksen lähellä olevaan alempaan säiliöön. Kotitalousvettä saatiin paraatiaukion keskellä olevista neljästä pienestä hanasta, jonka lisäksi Greenmarket Squarella oli hana. Muutamaan taloon oli vedetty puiset vesijohtot, jotka kuitenkin vaativat jatkuvaa korjaamista ja uusimista. Viimeiset puuputket vaihdettiin lyijyputkiin vuonna 1799. (Laidler 1926)

### Määrä ja laatu ongelmana

Kaupunginhallinnon mukaan kaupunkiin oli väestönkasvun myötä kehittynyt vesiongelma 1800-luvun alussa. Ennen vuotta 1811 ainoat paikat, joista vettä saatiin, olivat Pöytävuoren rinteillä olevat lähteet sekä suihkulähde paraatiaukion pohjoislaidalla. Toinen suihkulähde oli tarkoitettu pääasiassa sotilaskäyttöön. Kuvernöörin aloitteesta laadittiin vuonna 1810 suunnitelma rautaputken asentamisesta pääkadulle sekä sivuputkien vetämisestä sen sivukaduille. Suunnitelman rahoittamiseksi alettiin periä vesimaksua, ja se toteutettiin 1811. Koska hanoja asennettiin kaduille varsin tihe-



Kuva 2. Kapkaupungin väkiluku 1800–1900.

ään, monet talonmestajat kieltäytyivät kustantamasta liittymää kiinteistöihin. Putkien rakentamisen aiheuttamat kustannukset olivat varsin raskaat, ja niinpä Kapmaan hallituksella ei ollut useisiin vuosiin rahaa käytösään muihin hankkeisiin. (Hattersley 1973)

Muualla kaupungissa vettä haettiin muutamasta kaivosta ja suihkulähteestä – 1830-luvulla suihkulähteitä oli jo 36. Jotkin suihkulähteistä oli luultavasti yhdistetty vesijohtoverkolla toisiinsa, ja jotkin saivat vetensä läheisistä lähteistä. (Grant 1991) Vuonna 1834 raportoitiin, että vettä meni suihkulähteistä hukkaan niin paljon, että olisi parempi pystyttää yleisiä pumppuja. (Barlow 1914) Tuolloin kaupungin keskustassa oli vain harvoja vesipumppuja; yksi oli kauppatorilla ja toinen linnoituksen lähellä, muita oli kaupungin laitamilla. (Asukkaiden kirje kuvernörille 1834)

Vuonna 1840, jolloin Kapkaupunki kunnallishallinnollisena yksikkönä perustettiin ja vastuu vesihuollosta siirtyi sille siirtomaahallinnolta, vesihuolto koostui useista kymmenistä suihkulähteistä ja 63 pumpusta kaupungin eri osissa. Pumput olivat kaupungin köyhälistön sosiaalisen elämän keskipiste, koska veden nostamiseen ja kantamiseen käytettiin päivittäin useita tunteja. Myös veden laatu alkoi huonontua.

Riittävä vedensaanti oli elintärkeää kaupankäynnille, laivoille ja teollisuudelle. Myös puhtaanapito-ongelmat motivoivat uudistamaan vesihuoltoa. (Worden 1998)

### Ensimmäiset kapasiteettivajeen ratkaisuyritykset

Vuonna 1849 vedenpuute oli niin suuri, että kaupunki ilmoitti maksavansa palkkion uusien lähteiden löytämisestä hallituksen mailta. Samana vuonna joessa, joka oli kaupungin tärkein vedenlähde, virtaus oli hidastunut vajaa kymmeneen litraan minuutissa. Vesilaitoksen tarkastaja joutui kieltämään tämän vuoksi veden käytön katujen siivoukseen, jotta sitä riittäisi palontorjuntaan. (Laidler 1969)

Vedenpuutteen vuoksi päätettiin rakentaa ensimmäinen suuri vesiallas, joka valmistui vuonna 1852. Se todettiin välittömästi liian pieneksi kaupungin tarpeisiin. Toinen allas valmistui sen viereen 1860. Sekään ei juuri parantanut tilannetta, sillä kahden altaan yhteiskapasiteetti, noin 70 miljoonaa litraa, ei riittänyt 26 000 asukkaalle kaupungille. Vesihuollon parantamiseksi Kapkaupunki osti 1860-luvun alussa kaupungin alueella sijaitsevia yksityisten omistamia lähteitä. Vuonna 1868 ostettiin kaikki vesimyllyt Platteklip-joen varrelta. Näiden ostosten

myötä voitiin vesijohdot vetää koko kaupungin alueelle. (Picard, Hymen 1969) Mutta vasta, kun Moltenon vesiallas valmistui 1886, alkoi vesihuollon tilanne Kapkaupungissa parantua.

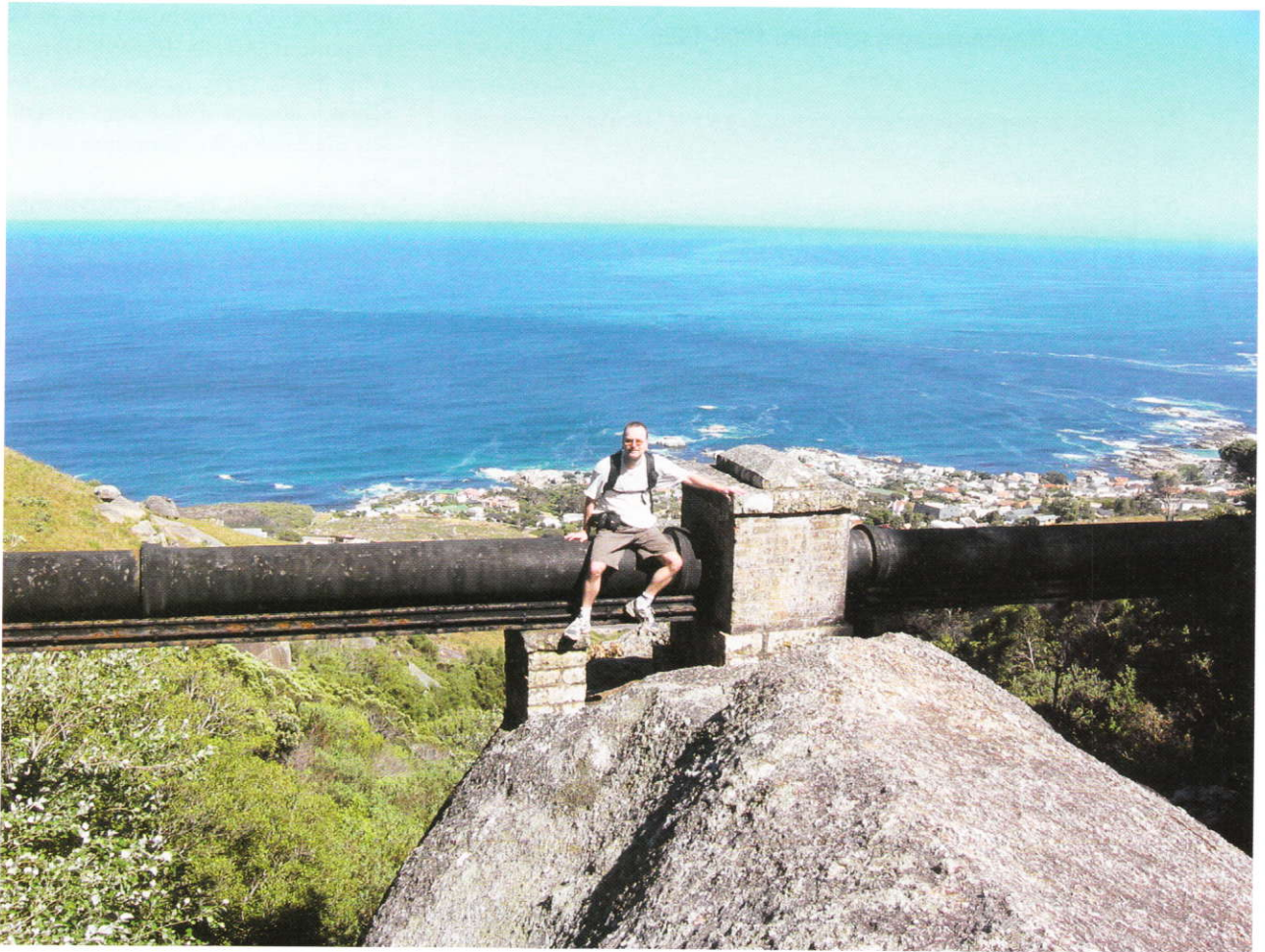
Kaupunki alkoi kasvaa 1860-luvulla kiihtyvällä vauhdilla, ja vuonna 1872 veden saanti ei kaupungin vesilaitoskomitean mukaan enää vastannut kulutusta, keskimääräinen kulutus oli 6 litraa asukasta kohden päivässä väkiluvun ollessa noin 30 000. Tämän vuoksi jouduttiin vedenjakelu katkaisemaan öisin. Asian tutkiminen annettiin Kapmaan siirtokunnan hydraulisen insinöörin John Gamblen tehtäväksi. Hän tutki Pöytävuorta ja raportissaan esitti tunnelin rakentamista sieltä veden juoksuttamiseksi vuorella virtaavasta joesta. Tunnelin lisäksi vaadittiin tietysti runkovesijohto tunnelilta kaupungin vesialtaille. (Hodson 1980)

Vuonna 1882 Kapmaan parlamentti sääteli lain, jossa annettiin kunnille hallintavalta mm. vesi- ja jätehuoltoon. Kapkaupungin kaupunginvaltuusto sai luvan luopua pakosta toimittaa tietty määrä vettä joka päivä jokaiseen taloon. Sen sijaan valtuustolla oli nyt valta määrätä talonmestajat omalla kustannuksellaan toimittamaan tietty määrä vettä päivittäin joka taloon. (Wall 1995)

Kapkaupunki onnistui välttelemään Gamblerin raportin kommentoimista 15 vuoden ajan aina vuoteen 1887. Osa tästä saatiin aikaan myymällä vuonna 1882 suunnitelmat ja rakennusoikeudet yksityiselle yhtiölle, joka tuotti kuitenkin voittoa vain myymällä alkupe- räiset suunnitelmat ja oikeudet takaisin kaupungille 1887. (Hodson 1980) Tämän jälkeen Kapkaupunki on pitänyt vesihuollonsa tiukasti omissa käsissään aina tähän päivään asti. Esimerkiksi Johannesburgissa päädyttiin täysin erilaiseen ratkaisuun yksityiseltä pohjalta.

### Vesipula ei hellitä

Päivittäiset vesikatkokset olivat tavallisia 1880-luvulla, useimmiten eri osat kaupunkia saivat vettä eri aikoihin. Väestönkasvu oli myös varsin voimakas



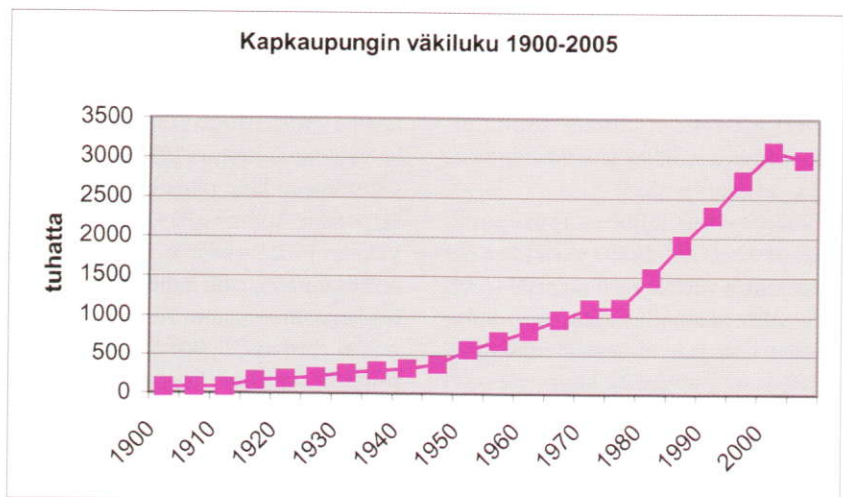
Kuva 3. Tutkija Petri Juuti "uransa huipulla" Kapkaupungin Pöytävuorella 26.11.2004. Istuinpaikkana on jo käytöstä poistettu runkolinja 1800-luvun viimeisiltä vuosilta. Kuva: Harri Mäki.

ta 1800-luvun lopulla; vuonna 1891 kaupungin väkiluku oli 48 000 ja vuonna 1902 jo 64 000. (Grant 1991) Eräs merkittävimpiä syitä väestönkasvuun oli voimakas maahanmuutto, joka lisäsi myös kaupungin etnistä kirjoa. Väestönkasvun myötä myös kaupunkia ympäröivät kylät kasvoivat esikaupungeiksi.

Yleisesti ottaen nopea väestönkasvu ja riittämätön veden saanti ovat yleismaailmallisia syitä kunnallishallinnon sisäisiin ristiriitoihin vedestä. Osittain näistä syistä kaupungin vesi-insinööri esitti vuonna 1902 suunnitelman käyttää merivettä (Kapkaupungin vesi-insinöörin muistio 1902), jota oli käytetty ensimmäisen kerran katujen kasteluun jo 1861. (Barlow 1914) Suunnitelma olisi tullut maksamaan noin 9,6 miljoonaa euroa. Tähän aikaan kaupungilla oli käytössään viisi vesiallasta ja kuudes oli

rakenteilla. Siltikään vettä ei ollut tarpeeksi tyydyttämään kasvavaa kulutusta.

Vesi-insinöörin suunnitelma ei koskaan toteutunut. Siitä keskusteltiin parin vuoden ajan, minkä jälkeen se siir-



Kuva 4. Kapkaupungin väkiluku 1900–2005.



Kuva 5. Harri Mäki Pöytävuorella 26.11.2004, vasemmalla Hely-Hutchinsonin ja oikealla Woodheadin allas. Päivän kiipeilyretken jälkeen Kapkaupungin vesilaitoksen vesi maistui todella hyvältä. Etelä-Afrikan vesilaitosten vesi onkin nykyisin maailman parhaiden joukossa. Kuva: Petri Juuti.

rettiin tulevaisuuteen. Kaupungin vesi-insinöörin motiivina suunnitelmalleen oli säästää hyvä vesi ihmisten käyttöön ja käyttää merivettä vähemmän tärkeisiin tarpeisiin, kuten katujen puhdistukseen. (Kapkaupungin vesi-insinöörin muistiot 1902–1911)

Vesihuolto oli merkittävässä osassa Kapkaupungin ja sen naapurikuntien yhdistyessä vuonna 1913. Asiasta oli keskusteltu jo 1904, mutta tällöin liitos kaatui pienempien kuntien vastustukseen. Niiden vaikeudet vesihuoltonsa kanssa olivat kuitenkin 1910-luvun alkuun mennessä kasvaneet niin suuriksi, että liitoksesta päästiin yhteisymmärrykseen. Uudella suurkunnalla oli varaa alkaa suunnitella vedenhankintaa kauempaa. Kaupungin insinöörit tutkivat kahta jokilaaksoa mahdollisina uuden patoaltaan paikkoina

ja suosittelivat niistä toista. Asiasta käytiin kuntalaisten keskuudessa kiihkeä äänestys, joka päättyi niukasti insinöörien suosituksen mukaisesti. (Shorten 1963)

Steenbrassin patoallas valmistui vuonna 1921. Väkiluvun ja vedenkulutuksen kasvu kuitenkin aiheutti sen, että allas oli jo valmistuessaan riittämätön. Niinpä sen patoa korotettiin jo 1924, jolloin kapasiteetti kasvoi kymmenkertaiseksi alkuperäiseen verrattuna. Vuosina 1939–1945 keskimääräinen päivittäinen vedenkulutus nousi 41 prosenttia. Tätä selittää osittain voimakas mustien muuttoliike maalta Kapkaupunkiin toisen maailmansodan aikana. Tämän kehityksen vuoksi jouduttiin Steenbrassin altaalta rakentamaan kolmas runkoputki kaupunkiin 1945 sekä toinen isompi allas 1949.

(Burman 1969)

Tällä välin oli tapahtunut myös valtiollisia uudistuksia. Etelä-Afrikasta tuli itsenäinen Britannian kruunun alainen dominio vuonna 1931. Valkoinen vähemmistö hallitsi toisen maailmansodan jälkeen apartheidin, tiukan rotusyrjinnän avulla. Vallassa oli vuodesta 1948 vuoteen 1994 Etelä-Afrikan kansallispuolue. Imperiumista maa irtautui vuonna 1961, jolloin Etelä-Afrikan tasavalta perustettiin. Vuonna 1990 puolue salli Afrikan kansalliskongressi-puolueen ja vapautti mustien kansalaisoikeustaistelija Nelson Mandelan 27 vuoden vankeudesta. Afrikan kansalliskongressi on ollut vallassa vuodesta 1994 ensimmäisten vapaiden vaalien jälkeen, ja Nelson Mandela toimi uuden tasavallan ensimmäisenä presidenttinä 1994–1999.

Vesihuollon kehitys ei ollut yhtä draamaattista. Vedenkulutuksen ja väestön kasvu on jatkuvasti vaatinut lisäkapasiteetin rakentamista Kapkaupungissa. Uudet patoaltaat valmistuivat 1957, 1971 ja 1980. Tällä hetkellä näiden lisäksi käytössä ovat vielä viisi Pöytävuoren allasta sekä Simon's Townin altaat ja pohjoisen ns. Atlantis aquifer. Rakenteilla on uusi suuri Berg Riverin patoallas, joka tulee valmistumaan 2007. Sen valmistuttua on alueen vedensaanti turvattu kulutuksen kasvua vastaavaksi vuoteen 2014 saakka. (Bulelani 2004)

## Valtavat luonnonvarat ja haasteet

Artikkelin johtopäätökset ovat:

- Vesi oli keskeisessä osassa Kapkaupungin kaupankäynnissä ja sotilaallisessa asemassa. Aluksi kapasiteettia rakennettiin niiden tarpeisiin.
- Tavallisten ihmisten tarpeet unohdettiin varsin pitkäksi aikaa ja heidän piti tyytyä suihkulähteisiin, kaivoihin ja ämpäreihin.
- Riittämätön kapasiteetti oli tärkein kysymys 1840-luvulta eteenpäin väestön ja vedenkulutuksen kasvun myötä.
- Myös puhtaanapito oli tärkeä tekijä ensimmäisen suuremman suunnitelman toteutuessa 1850-luvulla.
- Kapasiteetin rakentaminen on jatkunut tämän jälkeen koko ajan, useita suuria vesisuunnitelmia on toteutettu viimeisten 150 vuoden aikana.
- Tälläkin hetkellä on meneillään lisäkapasiteetin rakentaminen, ja se tulee olemaan jälleen edessä noin kymmenen vuoden kuluttua.

Hyvästä kehityksestä huolimatta haasteitakin siis riittää vielä. Luonnonvaroiltaan rikas Etelä-Afrikka on maailman suurin kullan, alumiini-silikaatin, kromin, platinan ja zirkonin tuottaja. Maa on myös yksi suurimmista timanttien tuottajista maailmassa. Vaurautta siis on, mutta se on keskittynyt varsin pienelle joukolle, ja tuloerot ovat erittäin suuret. Miten riittää hyvinvointia ja esimerkiksi vettä jaettavaksi köyhimmälle osalle kansaa?

Etelä-Afrikan väkiluku on nyt noin 43 miljoonaa. Väkiluku on lievässä,

noin 0,2 prosentin laskussa. Miljoonat ihmiset elävät edelleen köyhyydessä ja virallinen työttömyysprosentti vuonna 2003 oli peräti 30, mutta se on ollut viime vuosina laskussa oltuaan 40 prosentin tasolla. Tavoitteena on puolittaa työttömyys vuoteen 2014 mennessä.

Etelä-Afrikka on koko mantereen suurin talousmahti, joka on useimmilla talouden mittareilla mitattuna omaa luokkaansa. Talouskasvu ei kuitenkaan ole tullut ilmaiseksi. Esimerkiksi pitkään jatkunut tehomaaalous on aiheuttanut kotoperäisten lajien hävikiä, kun tuontikasvit ovat vallanneet alaa. Ehkä nyt 2000-luvun alussa on hyvä aika katsoa historiaan ja sitten uudelleen kauas tulevaisuuteen. Vuonna 2005 Kapkaupungin kaupunginvaltuusto suunnittelee meriveden suodattamista yhteisön tarpeisiin, ja tällä kertaa myös suoraan ihmisten käyttöön. (Bulelani 2004) Vanha historiallinen syy rohkeisiin ratkaisuihin on edelleen sama – kasvava tarve hyvään veteen.

## Kirjallisuus:

**Bickford-Smith, Vivian**, *Ethnic Pride and Racial prejudice in Victorian Cape Town: Group Identity and Social Practice, 1875–1902*. Cambridge 1995.

**Bulelani, Philip**, "Water Lifelines" in *Cape Argus* 24.11.2004.

**Burman, Jose**, *The Cape of Good Intent*. Cape Town 1969.

**Chas. R. Barlowin** raportti Kapkaupungin vesihuollosta. October 1914, Collection of Town Clerk, Cape Town (3/CT) 4/1/4/298, F134/4, Cape Archives Depot.

**Fehr, William**, *The Town House, Its Place in the History of Cape Town*. Cape Town, 1955.

**Grant, Duncan**, *The Politics of Water Supply: The History of Cape Town's Water Supply 1840–1920*. M.A. Thesis, University of Cape Town, 1991.

**Hattersley, Alan F.**, *An Illustrated Social History of South Africa*. Cape Town, 1973.

**Hodson, D.**, "The Woodhead Reservoir, Cape Town", *The Civil Engineer in South Africa*, November 1980.

**Knox, Catherine**, *Victorian life at the Cape 1870–1900; illustrations by Cora Coetzee*. Vlaeberg, 1992.

**Laidler, P. W.**, *A Tavern of the Ocean. Being a Social and Historical Sketch of Cape Town from its earliest days*. Cape Town, 1926.

**Picard, Hymen W. J.**, *Gentleman's Walk: The ro-*

*mantic story of Cape Town's oldest streets, lanes and squares*. Cape Town, 1968.

**Picard, Hymen W. J.**, *Grand Parade: The birth of Greater Cape Town 1850–1913*. Cape Town, 1969.

**Shorten, John R.**, *Cape Town*. Cape Town, 1963, s. 339.

**Wall, K. C.**, "A new history of South Africa from a water resources viewpoint", *The Civil Engineer in South Africa*, May 1983.

**Wall, K.**, "Water, civil engineers and multipurpose metropolitan government for the old Cape Peninsula municipalities", *SAICE Journal*, 40, 3 (1998).

**Werz, Bruno E. J. S.**, "Survey and excavation of the main well in Cape Town Castle, South Africa: fieldwork and structural aspects", *The International Journal of National Archaeology*, 31, 1 (2002).

**Worden, Nigel – Elizabeth van Heyningen – Vivian Bickford-Smith**, *Cape Town – The Making of a City: An Illustrated Social History*. Cape Town, 1998.





Suunnittelu ja tutkimus

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

**AIR-IX**  
SUUNNITTELU

**Air-ix Ympäristö Oy**

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

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

**Kala- ja Vesitutkimus Oy**

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

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

**Etelä-Pohjanmaan**  
**VESITUTKIJAT OY**  
PL 29 60801 ILMAJOKI

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

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

**K&R** **Kiuru & Rautiainen Oy**  
Vesihuollon asiantuntijatoimisto

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

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

Vesilaitokset  
Jätevesilaitokset  
Flotaatiolaitokset

**INSINÖÖRITOIMISTO OY RICSON AB**

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

Vesi- ja ympäristötutkimuksia

- Limnologia
- Kalatalous
- Vesikemia
- Hydrobiologia

Yhdyskuntatekniikan ratkaisuja

- Vedenhankinta
- Jätevedenpuhdistamot
- Vedenpuhdistuslaitokset
- Vesihuoltolinjat

**RAMBOLL**

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

Ympäristötutkimus ja -suunnittelu  
Vesihuollon suunnittelu  
Yhdyskuntasuunnittelu  
Mittaus- ja laboratoriopalvelut

**INSINÖÖRITOIMISTO**  
**PAAVO RISTOLA OY**

Tervestie 2, 15870 HOLLOLA  
puh. (03) 52 351, faksi (03) 523 5252  
Aluetoimistot: Jyväskylä, Savonlinna, Vantaa  
proj@ristola.com

www.ristola.com

Kunnallistekniikan osaamista

**SUUNNITTELU-TOIMISTO**  
**ALUETEKNIikka OY**  
www.aluetekniikka.com

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

Flotaatiotekniikkaa yli 35 vuotta  
Vesilaitokset  
Jätevesilaitokset  
Jäähdytysvesilaitokset

**INSINÖÖRITOIMISTO OY RICTOR AB**

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

*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

maajavesi.poyry.fi

Vesi- ja ympäristötekniikan  
asiantuntemusta ja suunnittelua

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

## "Jos kaikki Suomen järvet..."

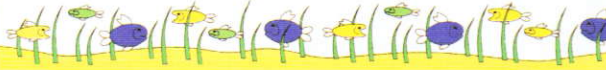
### VESISTÖJEN KUNNOSTUS JA HOITO

#### SUUNNITTELU JA TUTKIMUS

- VE-LIMNO ravinnetasemallisto
- VE-EKOSIMU happimalli
- Kunnostussuunnitelmat

#### TOTEUTUS

MIXOX-hapetusurakointi



**VESI-EKO OY**  
**WATER-ECO**

www.vesieko.fi

Yrittäjätie 12  
70150 Kuopio

Puh. (017) 279 8600  
Fax (017) 279 8601

tiedustelu@vesieko.fi

LIMNOLOGITOIMISTO-VESIEN HOIDON JA KUNNOSTUKSEN ASIAINTUNTIJA

**YIT**

### YIT ENVIRONMENT OY

PL 36, 00621 HELSINKI

Käyntiosoite: Panuntie 6

Puhelin 020 433 111

Faksi 020 433 2066

sähköposti etunimi.sukunimi@yit.fi

www.yit.fi

## Vedenkäsittelylaitteet ja -laitokset

### AKVA FILTER - PUHTAAN VEDEN PUOLESTA!

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



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

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

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

### UV-LAITTEET

- ◆ JUOMAVEDET ◆ JÄTEVEDET
- ◆ UIMA-ALTAAT ◆ PROSESSIVEDET

**Hanovia**  
WORLD CLASS UV

### **Dosfil oy** – Vedenkäsittelyn hallintaa –

- Automaattiset suotimet vedenkäsittelyyn
- Erilaiset säiliöt vaihteleviin prosesseihin
- RO-laitteistot ja Nanosuodatuslaitteet
- UV-lamput ja Otsonkehityslaitteistot
- pH-, Cl<sub>2</sub>- ja johtokykyssäätimet uima-allas- ja vesilaitoskäyttöön
- Vedenkäsittelyjärjestelmien komponentit
- Vedenkäsittelyn prosessisuunnittelu
- Aqua-Dos vesiautomaatit

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

### ProMinent Finland Oy

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



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

MYynti : HUOLTO : VARASTO

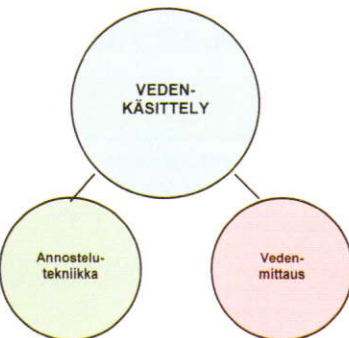
### KYSY MEILTÄ

**KAIKO OY**



Yhteystiedot:  
KAIKO OY  
Henry Fordin katu 5 C  
00150 HELSINKI

Puhelin: (09) 684 1010  
Faksi: (09) 6841 0120  
S-posti: kaiko@kaiko.fi



### Yhteistyöllä luontoa säästäviin tuloksiin

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

Kysy lisää! Meiltä saat asiantuntevaa palvelua!

Launeenkatu 67

15610 LAHTI

**Y-LAITE OY**

Puh. (03) 884 080

Fax (03) 884 0840

Internet: http://www.y-laite.fi Sähköposti: info@y-laite.fi

## Jätevesien- ja lietteenkäsittely



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

|          |                           |
|----------|---------------------------|
| HV-TURBO | kompressorit              |
| STAMO    | sekoittimet               |
| LANDIA   | upposekoittimet ja pumput |

Hydropress Huber Ab



Kaikki laitteet mekaaniseen jäteveden-  
käsittelyyn:

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

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



- urakoiva ja valmistava konepaja

Jätevedenpuhdistamot, -pumppaamot  
Välpeenkäsittely

Raakavesipumppaamot  
Kalkkirouhesäiliöt, -siilot, -suodattimet  
Suodatussäiliöt

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

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

**OY SLAMEX AB**

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

## Vesihuollon koneet ja laitteet

**ABS**  
COST-EFFECTIVE PUMPING

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

**ABS Pumput Oy**

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



www.flygt.fi

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

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

**KaLVIT K**

**KaLVI Oy**

- . palopostit
- . palovesiasemat
- . seinäpalopostit
- . erikoispostit

Keuruu 014 771551  
info@kalvi.fi

**SPC Vesitekniikka Oy**

- . verkostohuolto
- . putkenpuhdistus
- . desinfiointi
- . saneeraustyöt

Tampere 03 2534446  
spc.kalvitek@kolumbus.fi

**EDULLISET JA LUOTETTAVAT  
VENTTIILIT JA VIRTAUSSÄÄTÖLAITTEET  
VEDENKÄSITTELYYN**

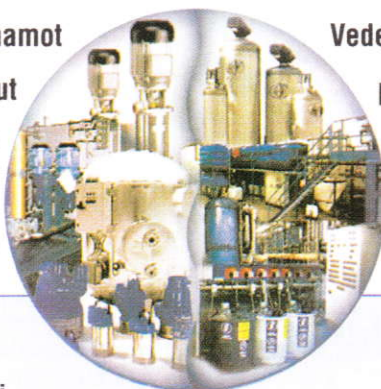
**KEYFLOW OY**

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

## PUMPUT JA VEDENKÄSITTELYLAITTEET

TEOLLISUUTEEN JA KUNNALLISEEN VESIHUOLTOON

**Pumppaamot**  
Keskipakopumput  
Paineenkorotuspumput  
Säiliöt 0,01–30 m<sup>3</sup>  
Mäntäpumput



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

 **PUMPPU  
LOHJA OY**  
[www.pumppulohja.fi](http://www.pumppulohja.fi)

 **WatMan**  
[www.watman.fi](http://www.watman.fi)

YT05 -messuilla arvontaan osallistuneiden kesken on arvottu Pumppulohjan valmistama ISKU-Jet 2R -vesiautomaatti. Voittaja on Wiser Oy:n projektipäällikkö Jorma Ahti. Onneltarena toimi Watman Oy:n Sari Lintula.

### Vesikemikaalit

  
an Akzo Nobel company

**LAATUKEMIKAALEILLA**  
*parhaisiin tuloksiin*

Vedenkäsittelykemikaalit

- Polyalumiinikloridit • Natriumaluminaatti
- Natriumbypokloriitti • Kloori • Natronlipeä

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

**VESIKEMIKAALIEN  
YKKÖNEN**

**Kemira**

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

**Puhdasta vettä**

Tuotteet ja räätälöidyt ratkaisut vesienkäsittelyyn. Kaikki ympäristön hyväksi.

**Nordkalk Oyj Abp**  
21600 Parainen  
Puh. 0204 55 6999  
Fax 0204 55 6038  
[www.nordkalk.com](http://www.nordkalk.com)

 **Nordkalk**  
Ympäristö



ESIKÄSITTELYKEMIKAALIT • PINTAKÄSITTELYKEMIKAALIT • PERUSKEMIKAALIT  
VEDENPUHDISTUSKEMIKAALIT • SAOSTUSKEMIKAALIT • RASKASMETALLIEN SAOSTUS

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

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

 **ALGOL**  
CHEMICALS

## Automaatiojärjestelmät

**Vesi on hallinnassamme**

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

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

PL 901, Runkotie 8, 60101 Seinäjoki  
Puh: 06 2140 120, fax: 06 2190 131, [www.bk-automation.fi](http://www.bk-automation.fi)

 **MIPRO OY - VESIHUOLLON ASiantuntija**

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

**MIPRO OY**  
INFRA – Vesi- ja energihuollon automaatio

Kunnanmäki 9, 50600 MIKKELI  
Puh. (015) 200 11, faksi (015) 200 1333  
[www.mipro.fi](http://www.mipro.fi)

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

**Enviro Data Oy**

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

Kaunismaenkuja 1, 00430 Helsinki  
puh. (09) 563 6435 tai 0400-429611  
[www.envirodata.fi](http://www.envirodata.fi)

**MODERNIA TEKNIKKAA VESIHUOLTOON**

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

 **SLATEK**

PL 333, 90401 Oulu (Tuotekuja 4)  
puh. (08) 5620 200, fax (08) 5620 220  
[www.slatek.fi](http://www.slatek.fi)

## Talous ja hallinto

**Rahat heti!**

Puh. (09) 4242 300

- LASKUJEN OSTO
- LASKUTUSPALVELU
- RESKONTRAN HOITO
- FACTORING
- PERINTÄPALVELU
- LUOTTOTIETOPALVELU

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

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

## Verkostot ja vuotoselvitykset



**EEROLA-YHTIÖT**

**24 h (09) 855 30 40**  
 Monipuolista viemärihuollon palvelua kaivon tyhjennyksestä viemäreiden kuvauksiin ja saneerauksiin asianmukaisella erikoiskalustolla!  
 OTA YHTEYTTÄ!  
 Puh. (09) 8553 040, fax (09) 852 1616

## ALITUS-PORAUKSET

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

## LÄNNEN ALITUSPALVELU OY

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

sähköposti:  
[lannenalitus@lannenalitus.com](mailto:lannenalitus@lannenalitus.com)  
[www.lannenalitus.com](http://www.lannenalitus.com)

## SÄHKÖMUHVIIHTSAUS

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

## PUSKUHITSAUSKONEET

20 – 1600 mm ja koulutus.

## PUTKISTOTULPAT 12 – 2000 mm.

## OPTIPIPE OY

PL 1, 04201 KERAVA  
 puh. (09) 274 1314, 0400 735 735, fax (09) 274 1313  
 Email: jouko.hyttinen@optipipe.inet.fi

## Nopeasti asennusvalmiit KOKKO-painot

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



**KOKKO S-10**  
 Lukkopaino 90mm:stä ylöspäin

**KOKKO S-20**  
 Sidos 75mm:stä alaspäin

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



## Putkistovuotojen selvittelyä



- vesijohtoverkostojen vuotojen selvittelyt
- viemäriverkostojen vuotojen haku
- vuodonhakulaitteet
- vesi- ja jätevesimittarit sekä järjestelmät
- korjausmuhvit sekä laipporahaarat
- PE-sähköhitsausmuhvit
- PE-pistolittimet

Tämä kaikki yli 15 vuoden kokemuksella

**SPT SUOMEN PUTKISTO TARVIKE OY**

Vaihtotie 9 • 33470 Ylöjärvi  
 puhelin 03-348 4688  
 telefaksi 03-348 4699  
[sptoy@sptoy.com](mailto:sptoy@sptoy.com) • [www.sptoy.com](http://www.sptoy.com)

## Pipeline rehabilitation by SPE



- Vesi- ja viemäri-verkostojen saneeraukset eri menetelmin.
- Viemärikaivojen saneeraukset ja vahvistukset.
- Pumppaamoiden sekä erilaisten säiliöiden pinnoitukset.
- Saneeraustarpeen ja -menetelmien arviointi.

**SPE SUOMEN PUTKISTO PALVELU OY**

Vaihtotie 9 • 33470 Ylöjärvi  
 puh. 03-348 4717  
 fax 03-348 4699  
[sppoy@sppoy.com](mailto:sppoy@sppoy.com)  
[www.sppoy.com](http://www.sppoy.com)

# Uusi eurooppalainen vesikulttuuri

**M**adridiin kokoontui helmikuussa 2005 lähes 100 vesialan tutkijaa ja asiantuntijaa Euroopan Unionin jäsenmaista allekirjoittamaan uuden vesijulistuksen, European Declaration for a New Water Culture. Julistuksessa painotetaan sitä, että vesivarojen hallintaa ja käyttöä ei pidä ratkaista pelkästään teknisten ja taloudellisten tekijöiden perusteella, vaan päätöksenteossa on otettava huomioon myös veteen ja sen käyttöön liittyvät ympäristölliset, sosiaaliset, poliittiset, emotionaaliset ja eettiset ulottuvuudet.

## Julistuksen tausta

Tämän julistuksen kehittäminen lähti liikkeelle Espanjasta, ja konkreettisena kipinä oli Espanjan hallituksen ajama ja vuonna 2001 hyväksymä kansallinen vesisuunnitelma (National Water Plan tai National Hydrological Plan), jonka mukaan Ebro-joesta maan pohjoisosasta siirrettäisiin kanava- ja putkijärjestelmien avulla valtavia vesimääriä maan itä- ja kaakkoisosiin mm. Barcelonan ja Valencian seuduille. Hankkeen kustannusarvio 8–10 vuoden toteutusjaksolle oli yli 1000 miljoonaa euroa, ja Espanjan hallitus toivoi saavansa kolmanneksen kustannuksista tukena EU:lta. Tätä hanketta ryhdyttiin kuitenkin Pohjois-Espanjassa vastustamaan, ja parhaimmillaan Zaragozaan kokoontui 400 000 mielenosoittajaa. Vuoden 2004 parlamenttivaaleissa valta Espanjassa vaihtui, ja uusi hallitus ensi töikseen hylkäsi tämän kiistellyn suunnitelman.

Professori Pedro Arrojo Zaragozan yliopistosta on ollut "Uusi vesikulttuuri"-hankkeen keskeinen kokoava voi-

ma. Hän on saanut aikaan mm. sen, että Espanjaan perustettiin uuden vesikulttuurin säätiö – Foundation for a New Water Culture. Tämän säätiön tuella järjestettiin vuoden 2004 aikana ja vuoden 2005 alussa eri puolilla Eurooppaa useita asiantuntijakokouksia, joissa julistuksen sisältöä suunniteltiin, kehitettiin ja viimeisteltiin. Tämä työ huipentui julistuksen juhlalliseen allekirjoitukseen Madridissa 18. helmikuuta 2005. Julistus painottuu Euroopan tilanteeseen, mutta on monilta osiltaan sovelias myös muualle maapallolamme.

Julistuksen valmistelun yhteydessä kävi selkeästi ilmi, että Euroopan alueella veden käyttö, veden saatavuus, ilmasto- ja luonnonolosuhteet jne. vaihtelevat suuresti. Jos julistuksen tekstistä olisi haluttu sellainen, että se sinällään ja kokonaisuudessaan soveltuisi kaikissa EU-maissa, olisi tekstiä jouduttu yleistämään kovasti, jolloin monin osin myös sen sanoma olisi menetänyt voimansa. Tällaista mitään-sanomatonta julistusta ei haluttu tehdä. Tämän seurauksena julistuksessa on useita sellaisia kohtia, jotka tuntuvat oudoilta suomalaisesta näkökulmasta kat-

sottaessa tai eivät ollenkaan sovellu Suomen tilanteeseen.

## Julistuksen pääsisältö

Julistuksen yhteenvedossa painotetaan sitä, että EU:n ja kansallisten päättäjien tulee sitoutua edistämään kestävää ja demokraattista vesien hallintaa. Tähän ei ole yhtä mallia, vaan toimenpiteet on sovittava kullakin alueella valitseviin olosuhteisiin, mutta keskeistä on paikallishallinnon ja kansalaisten aktiivinen osallistuminen. Yksityisen sektorin tullessa mukaan vesihuoltopalvelujen tuottamiseen on muistettava se perusasia, että on kyse ihmisille välttämättömistä peruspalveluista, joille pitää taata yleisen yhteisen edun asema suhteessa markkinaehtuihin. Vesihuoltopalvelujen mahdollinen liberalisointi tulee alistaa laajapohjaiselle julkiselle keskustelulle, samalla kun julkisten että yksityisten vesihuoltopalvelujen tulee toimia läpinäkyvästi. Kansainvälisten rahoituslaitosten ei tulisi enää asettaa liberalisointia tai yksityistämistä investointien rahoituksen ennakoehdoksi.

Julistus kokonaisuudessaan on luettavissa New Water Culture -säätiön kotisivulta: <http://moncayo.unizar.es/fnca/europeandeclaration.nsf> tai [www.unizar.es/fnca/euwater](http://www.unizar.es/fnca/euwater)

Julistusteksti on toistaiseksi saatavissa englanniksi ja espanjaksi, ja käännökset muille kielille ovat vireillä. Yhteenveto on käännetty yli kymmenelle eurooppalaiselle kielelle.

Lisätietoja julistuksesta:  
dosentti Tapio Katko, Tampereen teknillinen yliopisto  
[tapio.katko@tut.fi](mailto:tapio.katko@tut.fi), puh. (0400) 737 407

Pekka Pietilä, Tampereen teknillinen yliopisto  
[pekka.e.pietila@tut.fi](mailto:pekka.e.pietila@tut.fi), puh. (040) 832 3112

# Pertti Vakkilainen täytti 60 vuotta



**T**KK:n vesitalouden ja vesirakennuksen professori, osastonjohtaja Pertti Vakkilaisen 60-vuotisjuhlia vietettiin perjantaina 19. elokuuta juhlaluennon, muotokuvan paljastuksen ja juhlakirjan julkistuksen merkeissä.

Pertti Vakkilainen on TKK:n professori vuodesta 1982 lähtien, sekä rakennus- ja ympäristötekniikan osaston johtaja. Hän on keskeinen vaikuttaja alansa järjestötoiminnassa, ja lisäksi mm Korkeimman hallinto-oikeuden yli-insinööri-neuvos. Harrastuksikseen Pertti Vakkilainen ilmoittaa käyrätorven soiton sekä karjalaisuuden. Vakkilaisen panos Suomen vesitalouden kehittämisessä on erittäin suuri. Hänen keskeinen tutkimusala on veden riittävyys; vesi saattaa globaalissa tulevaisuudessamme olla kysytympää kuin öljy.

Juhlan kunniaksi Vesitalouden laboratorion Vesi ja kehitys-tutkimusryhmä järjesti yleisölle avoimen juhlaluennon, jossa puhujana oli professori Asit K. Biswas, Meksikosta, Third World Centre for Water Managementista.

Tilaisuudessa paljastettiin myös espoolaisen taidemaalari Lasse Marttisen maalaama Pertti Vakkilaisen muotokuva sekä julkistettiin juhlakirja, jonka on toimittanut Salaojituksen Tukisäätiö. Kirjoittajina on Vakkilaisen ystäviä ja työtovereita. Kirjassa käsitellään päiväsankarin elämäntaiheita monesta näkökulmasta; osa on puhtaasti ammatillisia artikkeleita.



**Finnish journal for professionals in the water sector***Published six times annually**Editor-in-chief* **Timo Maasilta***Address* **Annankatu 29 A 18, 00100 Helsinki, Finland****Torrential summer rain**  
Reijo Solantie

Last summer was marked by heavy and persistent rain in many parts of Finland, leading to dangerously high water levels in rivers and lakes. The ferocity of the downpours prompts several questions. Could they be a manifestation of climate change or merely a blip in the current climate? Are such events scattered sporadically throughout the country like lottery wins or are certain regions more prone to torrential rain than others? And which season is the most likely for downpours of such magnitude?

**Floods in Pori**  
Mikko Huokuna,  
Mirja Koskinen,  
Olli Madekivi,  
Pekka Salminen and  
Kalervo Laaksonen

The Kokemäenjoki is notorious for its capricious and devastating floods, which time and again cause damage in the region, notably in the river's estuary at Pori. The final report of the major flood working group of Finland's Ministry of Agriculture and Forestry, which was completed in 2003, pinpointed Pori as an area at high risk of flood damage. The environmental centre of southwestern Finland and the town of Pori have therefore launched the Pori Floods Project to upgrade flood protection in the town.

**Town planning and floods**  
Satu Lehtikangas,  
Perttu Hyötty and  
Jukka Meriluoto

The torrential rain that soaked the World Championships in Athletics in Helsinki attracted considerable attention, and with good reason. In many places the storm water drainage system was unable to cope with the sudden intense downpours. As the urban structure continues to expand and become more compact, it is important that the handling of storm water be

given greater emphasis in water supply, sewerage and land use planning.

**International Conference on Urban Drainage ICUD in Copenhagen**  
Nora Metsäranta

The International Conference on Urban Drainage, ICUD, was held in Copenhagen in August 2005. Organised every three years, the conference has established its position as possibly the most prestigious event in the field. Held this year for the tenth time, the conference attracted 500 participants from 41 countries.

**Quality of water in Eurowaternet rivers in 1998–2002**  
Jorma Niemi and  
Arjen Raateland

The quality of water at the 196 river monitoring sites of the Eurowaternet of Finland was investigated with the aid of data from 1998–2002. The waters in northern and eastern Finland were found to be the cleanest and those in southern Finland the most contaminated. In the rivers of southern Finland, values were high for nutrients, solids, turbidity and iron but in the rivers of central Finland for heavy metals, chemical oxygen consumption and water colour and the pH was low.

**Bioenergy and water**  
Olli Varis

The pressure to switch to renewable energy sources is increasing in accordance with the requirements of sustainable development. The Johannesburg Summit action plan stated that the contribution of renewable energy sources to global energy production must be increased significantly. In the years to come, the production of bioenergy will be one of the greatest water consumers in the world and yet this issue has been largely ignored in global water assessments. In Finland, bioenergy production

could offer new opportunities for business and industry in rural areas.

**History of water management in Cape Town**  
Petri Juuti and Harri Mäki

The natural conditions of South Africa present a challenge for water supply, as the country has no significant natural lakes. The climate on the coast is of the Mediterranean type but precipitation fluctuates markedly from one year to the next, and the country regularly experiences long periods of drought, often followed by heavy floods. The authors look at how water management services were established in South Africa and how they have developed. Conditions vary greatly from one part of the country to the other, however, and the article concentrates on the oldest town, Cape Town.

**Other articles**  
**Floods in urban areas**  
Markku Maunula**Storm water drainage: a way to dry a town?**  
Jussi Kauppi**Natural control of storm waters in flood protection**  
Outi Salminen and  
Ina Liljeström

# Hulevesiviemäröinnistä kaupungin kuivatukseen?



**Jussi Kauppi**

yhdyskuntatekniikan päällikkö,

Suomen Kuntaliitto

E-mail: [jussi.kauppi@kuntaliitto.fi](mailto:jussi.kauppi@kuntaliitto.fi)

**E**ntisaikojen kaupungeissa kuivatus perustui katuojiiin. Sinne viskattiin myös jätevedet ja usein muutakin jätettä. Sadevesien mukana nämä sitten huuhtoutuivat syrjemmälle. Korvaamalla katuojat putkitetuilla viemäreillä saatiin hajuhaitat ja epäsiisteys pois kaduilta ja kaupunkialueelta. Jätevesien keskittyminen viemärien purkukohtiin ja siitä aiheutuva vesistöjen pilaantuminen johtivat sitten vähitellen jätevesien puhdistamiseen. Sekaviemärien tulvavesiä eivät puhdistamot kyenneet läpäisemään ilman toimintahäiriöitä. Jätevesien käsittelyn vaatimukset johtivat siirtymiseen sekaviemäröinnistä erillisviemäröintiin.

Viemäröinti kuului kaupungeissa pitkään, aina 1970-luvulle saakka, yleisiin töihin ja kadunpitoon tai ainakin samaan virasto-organisaatioon. Viemäröinti oli luonteeltaan ”yleisiä töitä”, kun taas vesilaitos oli kehittynyt maksurahoitteisena liikelaiteosluonteiseksi. Jätevesimaksujen käyttöön ottaminen oli merkittävä askel kohti viemärlaitosten ja vesilaitosten yhdistymistä. Vesihuoltolaki poisti lopulta viemärlai-

toksen ja vesilaitoksen lainsäädännölliset erot ja mahdollisti toimintojen yhdenmukaistamisen.

Vesihuoltolaki säätelee vesihuoltolaitoksen ja asiakkaan suhteita sekä määrittelee kunnan velvollisuudet vesihuollon järjestämisessä. Hulevesiviemäröinti sisällytettiin osaksi vesihuoltoa suurin piirtein jätevesimaksulain tapaan, kun ei valmiuksia säätelyn uudistamiseen tuossa yhteydessä ollut.

Hulevesiviemäröinti on kuitenkin jäänyt vesihuollossa jonkinlaiseen veljenpojan asemaan. Hulevesiviemärin osalta asiakkuus on epämääräinen, kun käyttöä ei voida mitata vesimittarilla. Liittyminenkin voi olla tulkinnanvarainen, kun vedet johdetaan hulevesijärjestelmään avo-ojien, salaojien tai kadunpintojen kautta. Kaikki eivät pidä oikeudenmukaisena hulevesiviemäröinnin kustannusten upottamista jätevesiviemäröinnin kustannuksiin ja laskuttamista sitä kautta.

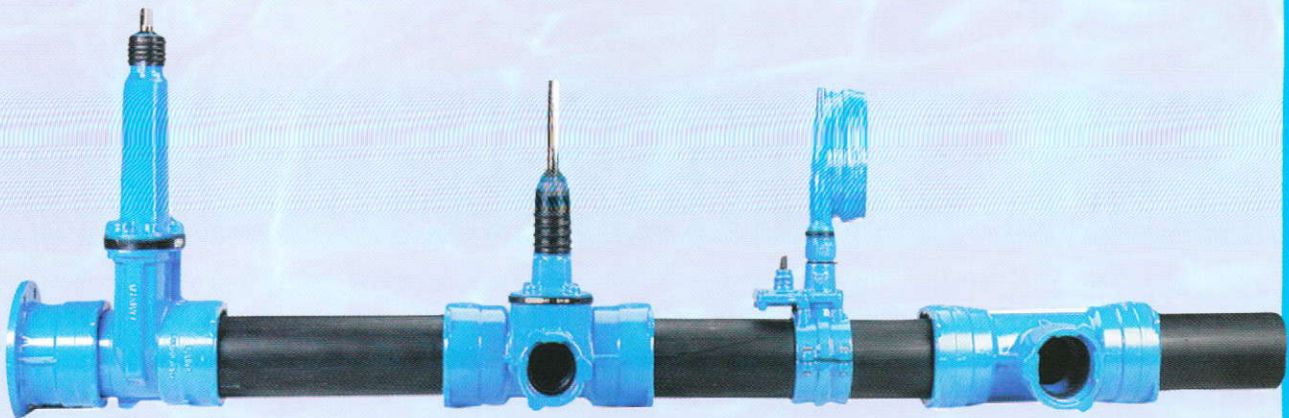
Aika tavallista on, että kunnissa hulevesiviemäröinti koetaan edelleenkin kadun ja yleisten alueiden kuivattamisena, jonka ohessa hoidetaan tonttien sadevesien poisjohtaminen. Vesihuoltolain perusteluissa esiintyvää ajattelua, että kadut ja muut yleiset alueet olisivat hulevesien osalta vesihuoltolaitoksen asiakkaita samalla tavalla kuin tontitkin ei liene kovin laajasti sisäistetty. Asiaa hämärtää mm. se, tulkitaanko kadun sivuojat osaksi katua vai vesihuoltolaitoksen verkostoa. Toisaalta kaduille johdetaan tarkoituksellisesti tai tahattomasti hulevesiä tonteilta varsinkin rankkasateiden aikana, jolloin katupinnat toimivat osana hulevesijärjestelmää.

Johtopäätöksenä edellä esitetystä voi-

si olla, että hulevesiviemäröinnin ei tulisi sikaan kuulua vesihuoltoon, vaan järjestää se osana kunnan kadunpitoa. Hulevesiviemäröintiä on vaikea sovittaa vesihuoltolaitoksen liikelaiteosluonteiseen asiakassuhteeseen. Kysymys on jokaiselle tontille annettavasta kuivatuspalvelusta hiukan samaan tapaan kuin jokaiselle tontille on järjestettävä kulkuyhteys.

Kaupungin kuivatus tulisi riittävällä tarkkuudella suunnitella jo kaavoituksen yhteydessä jotta tarvittavat aluevaraukset vesien johtamisreiteille voidaan tehdä. Olettaen, että ilmastonmuutoksen seurauksena sateiden rankkuus voimistuu, joudutaan hulevesiviemäreiden mitoitusta merkittävästi suurentamaan ja myös ennalta varautumaan ylivuotoihin. Rakennetussa ympäristössä voidaan joutua turvautumaan kaduille ja muille yleisille alueille sijoitettaviin taseausaltaisiin. Tämän kaltaisten ratkaisujen suunnittelu ja toteutus on luontevimmin osa kadunpitoa ja muiden yleisten alueiden pitoa kuin vesihuoltoa.

Hulevesiviemäröinnin palauttaminen vesihuollosta takaisin kadunpitoon olisi myös kustannuskysymys. Toiminnan kustannusten siirtyessä vesihuoltolaitokselta kunnalle, tulisi samalla saada nyt jätevesimaksuilla kerätty huleveden tulokertymä siirretyksi tuloksi kunnalle. Uuden maksun käyttöön ottaminen kohtaisi kovan vastustuksen, vaikka samalla lopetettaisiin toisen maksun periminen. Maksurahoituksesta luopumisen tuskin olisi mahdollista, varsinkin jos kaupunkitulvien torjuminen edellyttää mittavia investointeja hulevesijärjestelmien saneeraamiseen ja vesistötulvasuojelun toteuttamiseen.



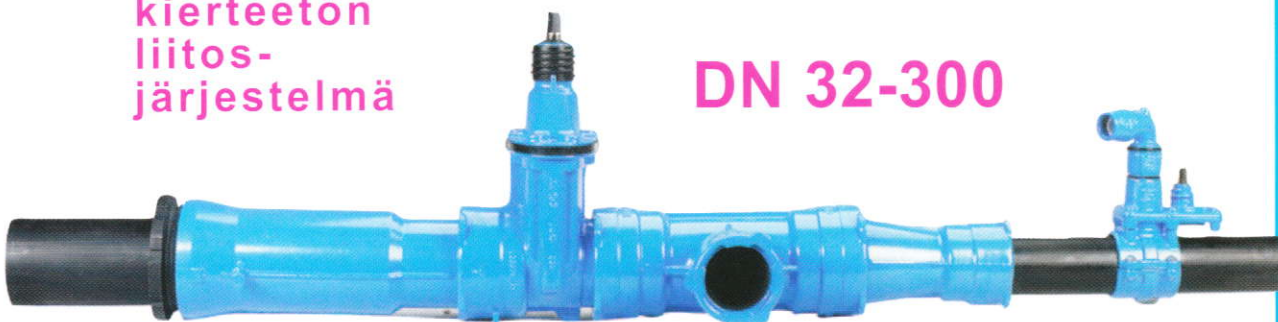
## Pumppaamoperhe Liningilta

### PROLINING

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

kierteetön  
liitos-  
järjestelmä

DN 32-300



KYSY LISÄÄ!

 **Lining**  
INDUTRADE GROUP

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



# Varmistaa vedet, kestää kemiat.



*Monta Weholite-säiliötä, miltei yhtä monta käyttötarkoitusta. Yksi varmistaa vedensaannin. Toinen pitää jätevedet kurissa. Kolmas ei kaihda koviakaan kemikaaleja. Säiliöt ovat yksilöllisiä mutta edut yhteisiä. Keveys helpottaa asennusta. Kuormituksen mukaan joustava ja muokautuva Weholite ei murre eikä ruostu. Rakenne on kompakti, ehdottoman tiivis ja eristävä. Säiliö voidaan siirtää tarvittaessa. Kestävä Weholite-säiliö on kokonaistaloudellinen.*

## **Weholite-säiliöt kokonaistoimituksina**

### **Esimerkkisovelluksia:**

- Alavesisäiliöt paineenkorotusyksikköineen vesijohtojärjestelmiin
- Ylivuotosäiliöt jätevesijärjestelmiin
- Kemikaalisäiliöt



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