

VESITALOUS

1/2010

VESITALOUS

MAA- JA VESIRAKENNUKSEEN VESIHUOLTO
VESIENSUOJELU • VESISTÖTIEDE

- 1. Toimittajan esittely
- 2. Olli W. Järvelin: Suomen rakennus-
- 3. Matti Nieminen: Vesihuoltojärjestelmien
- 4. M. M. Nieminen: Maailman johtavien
- 5. Rami Tuomi: Luvut ja luvut
- 6. Ahti Tuomi: Pohjois-Suomen alue
- 7. J. Tuomi: Kriittinen pohjois-Suomen
- 8. Jari Nieminen: Vesihuoltojärjestelmien
- 9. M. Nieminen: Vesihuoltojärjestelmien
- 10. Suomen vesihuoltojärjestelmien
- 11. Toimittajan esittely

1
1960

OHJEKIRJA: MAA- JA VESIRAKENNUKSEEN VESIHUOLTO JA
VESIENSUOJELU
VESIENSUOJELU

Vesitalous-
lehti 50 vuotta

NÄKÖKULMIA VESITALOUTEEN



PERTTI VAKKILAINEN
vesitalouden professori emeritus

Veden hydrologisella kierrolla on keskeinen merkitys kaikelle elämälle ja yhteiskunnalle. On erittäin tärkeää, että vesivaroja hallitaan ottaen huomioon sekä ihmisten tarpeet että kestävä kehityksen periaatteet. Artikkelini on lyhennelmä jäähyväisluennosta Teknillisessä korkeakoulussa 2. syyskuuta 2009.

Maatalous ja metsätalous ovat käsitteitä, joiden sisältö ymmärretään. Se, mitä vesitaloudella tarkoitetaan, ei aukea läheskään yhtä helposti, mistä seuraavia esimerkkejä.

Yliopistojemme eräät professorit ovat luentomateriaaleissaan arvelleet kyseessä olevan joko vesihuoltotekniikan talouden tai ympäristövaikutusten arvioinnin ja edullisuusvertailun. TKK:ssa vesitalouden peruskurssia aloittavat opiskelijat eivät yleensä tiedä, mitä odottaa. Erään vanhemman vesialan insinöörin ajatuksissa vesitalous oli synonyymi maatalouden vesirakennukselle.

Ministeri, jonka vastuulle vesiasiat kuuluvat, puhuu pellon vesihuollosta käsitellessään maankuivautusta. Valtionhallinto suunnittelee vesien käyttöä, hoitoa ja suojelua, mutta ei nimitä tätä toimintaa vesitalouden suunnitteluksi tai vesitaloudelliseksi suunnitteluksi. Viime aikoina on tullut tavaksi puhua yhdenmukaisesti vesivarojen hallinnasta, kun tarkoituksena on vesitalouden järkevä järjestäminen.

Helsingin Sanomien TERHO kiteytti joku vuosi sitten edellä sanotun piirroksessaan seuraavasti: "Melkein joka maalla on maatalous. Harvalla maalla on sellaiset makean veden varat kuin Suomella, mutta vesitaloudesta ei puhu kukaan".

Vesitalouden lähtökohtana on luonnossa tapahtuva veden kiertokulku, jonka varassa ihminen ja kaikki elollinen on. Hydrologinen kierto tuottaa makean veden, mahdollistaa biologisen tuotannon ja toimii aineiden siirtäjänä. Vesihöyry on ylivoimaisesti tärkein kasvihuonekaasu. Merivirrat ja haihtumistiivistymisprosessit säätelevät myös merkittävästi maapallon energiatilaa.

Veden kiertokulku on ympäristömeidän tilan tehokkain kuvaaja. Professori

Malin Falkenmark on sanonut sattuvasti: "Lääkärit perustavat diagnoosinsa kehon verenkiertoon. Meidän tulisi tajuta veden kiertokulun merkitsevän biosfäärin verenkiertoa."

Vesitalous voidaan määritellä ihmisen veteen kohdistamien toimenpiteiden määrätietoiseksi järjestämiseksi. Toisin sanoin lausuttuna vesitalous sisältää vesivarat, niiden järkevän käytön ja hallinnan. Kyse on siis ihmisen ja vesien kohtaamisesta ja tästä kohtaamisesta vesiin ja yhteiskuntaan koituvista vaikutuksista.

Vesitalous Teknillisessä korkeakoulussa 1982-2009

Maatalouden vesirakennuksen professori TKK:ssa muutettiin vesitalouden professuuriksi vuonna 1967. Vuoteen 1982 mennessä opetus oli laajentunut käsittämään vesitaloudellisen yleissuunnittelun ja vesiteknisistä hankkeista aiheutuvien vaikutusten arvioinnin. Simuloinnin ja optimointimenetelmien käyttö vesitaloudellisen suunnittelun apuneuvoina olivat myös saaneet tilaa opetusohjelmassa.

Hydrologia muodosti opetuksen puolisen langan. Kansainvälisestäkin katsoen edistyksestä oli, että vesivarojen laatuksymykset olivat olleet dosentti Harri Seppäsen antaman kurssin muodossa keskeisenä osana opetusta jo vuodesta 1962 alkaen.

Suuriin muutoksiin ei nähty aihetta, joskin matemaattista mallintamista opetuksessa lisättiin. Tässä yhteydessä on erityisesti mainittava dosentti, TkT Juhani Kettusen antama opetus.

Merkittävää kehitystä tapahtui 1990-luvun alkupuolella, kun vesitalouden ja vesirakennuksen professorit yhdistettiin ja toiseksi professoriksi nimitettiin TkT Tuomo Karvonen. Hänen opetuksensa pääsisältö muo-

dostui hydraulikasta, aineiden kulkeutumisesta luonnon vesissä ja vesitaloudessa käytettävistä laskennallisista menetelmistä.

Vuonna 1995 aloitimme Itävalasta saamamme herätteen innoittamina luonnonmukaisen vesirakentamisen opetuksen ja vuosikymmenen lopulla perustimme maailman vesiongelmia ja niiden ratkaisumahdollisuuksia käsittelevän kurssin. Tämä aluksi vaatimaton

avaus on sittemmin johtanut professori Olli Variksen aikaan saamaan ohjelmaan "Sustainable global technologies".

Tutkimus on edennyt samaa tahtia opetuksen kanssa, usein edellä, mutta joskus jäljessä. Sadanta-valuntaprosessia, veden kulkua maa-kasvi-ilmakehäyhteydessä ja vesistöjen vedenlaatua on kuvattu erilaisilla malleilla. Maaperän vesitalouden vaikutusta ravinteiden huuhtoutumiseen maa-alueilta on selvitetty

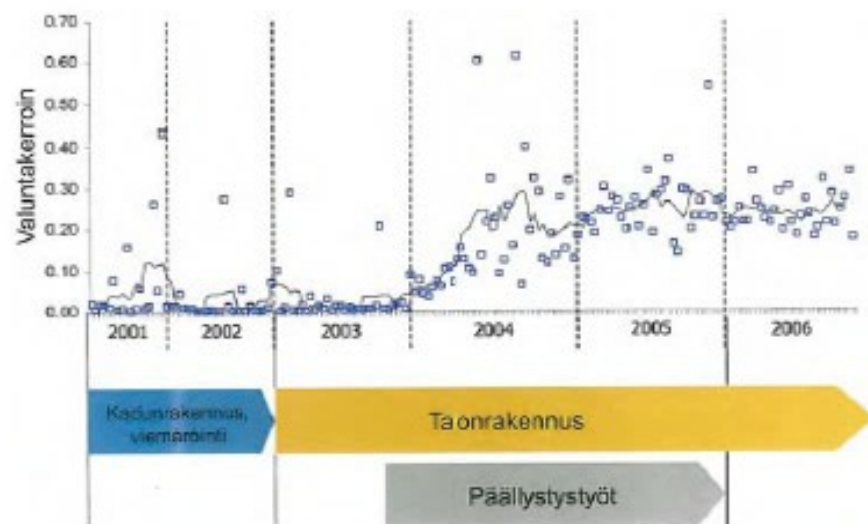
useassa eri tutkimuksessa, joista monilla on ollut liittymäkohtia salaojitukseen. Luonnontieteelliselle tutkimuksellemme luonteenomaista on ollut laaja koekellinen toiminta ja kunnianhimoinen matemaattinen mallintaminen.

Vesitaloudellista suunnittelua varten on selvitetty muun muassa optimointimenetelmien, vuorovaikutteisen tietokonegrafiikan ja Bayes-analyysin soveltuvuutta.

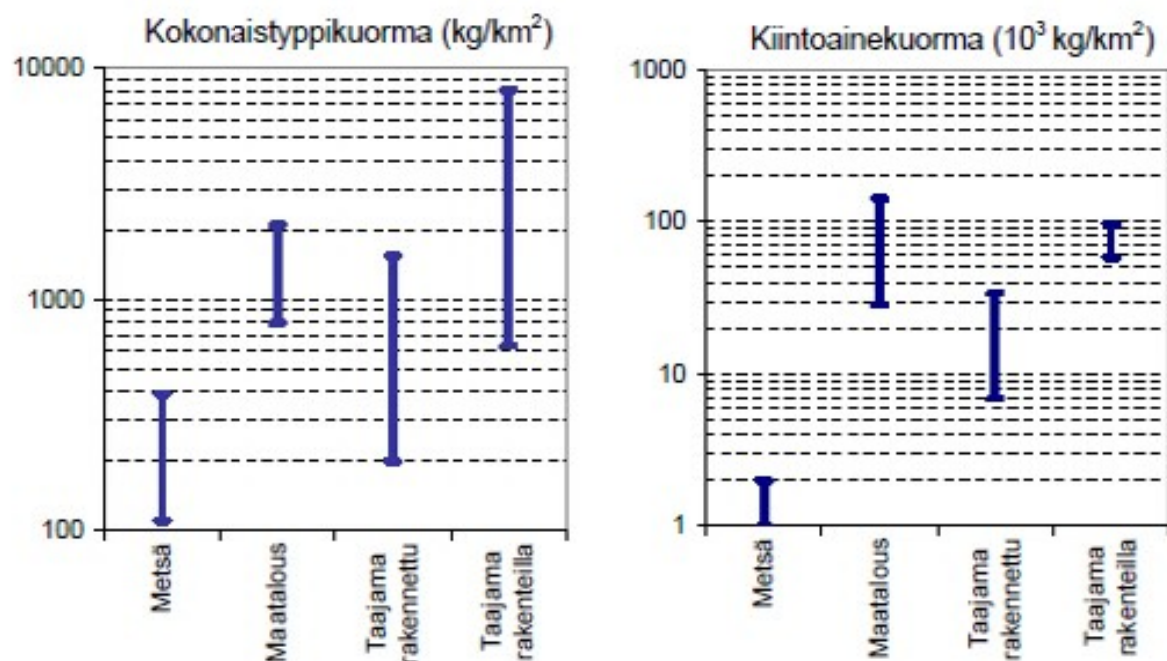
1990-luvun lopulla tutkimustoimintamme jaettiin kolmeen pääryhmään: ihmistoimintojen vaikutus hydrologiseen kiertoon, luonnonmukainen vesirakennus ja kehittyvien maiden vesitalous (vesi ja kehitys).

Ensin mainittuun ryhmään kuuluu taajamahydrologiatutkimus, jonka havaintotoiminta aloitettiin vuonna 2001 kolmella erityyppisellä pienellä valuma-alueella Espoossa. Erityisen mielenkiintoista on ollut seurata, miten rakentaminen on muuttanut valuntaa ja vedenlaatua.

Saunalahden alue oli havaintotoiminnan alkaessa metsää ja sen loppuessa vuonna 2006 tiheään rakennettu kerrostaloalue. Rakentamisen vaikutus valuntakertoimeen käy ilmi kuvasta 1, vaikutukset typpi- ja kiintoainekuormitukseen kuvasta 2.



Kuva 1. Rakentamisen vaikutus valuntakertoimeen Saunalahden alueella. (Lähde: Nora Sillanpään esitelmä Vesihuoltopäivillä 2009).



Kuva 2. Typpi- ja kiintoainekuormitus eri maankäyttömuodoilta. (Lähde: Nora Sillanpään esitelmä Vesihuoltopäivillä 2009).

Luonnonmukaisen vesirakentamisen keskeisenä periaatteena on turvata vesielinympäristöjen monimuotoisuus ja luonnonmukaisuus. Se pyrkii sovitamaan yhteen vesien hyödyntämisen ja vesien ekologian sekä edistämään vesiekosysteemien ennallistamista, jota myös EU:n vesipolitiikan puitedirektiivi edellyttää. Luonnonmukaisuuden käsite tarjoaa käyttökelpoisia lähtökohtia myös taajamien hulevesien hallintaan ja kosteikkojen rakentamiseen.

Painopiste tällä tutkimusalueella on ollut luonnonmukaisten uomien hydraulisten ominaisuuksien ja mitoitusmenetelmien selvittämisessä (Kuva 3). Käytännön suunnitteluongelmia on ratkottu yhteistyössä SYKE:n tutkijoiden ja maisema-arkkitehtiprofessorien sekä heidän opiskelijoidensa kanssa.

Kolmas ryhmä, "Vesi ja kehitys", pyrkii nimensä mukaisesti selvittämään veden ja yhteiskunnan välisiä yhteyksiä monitieteisistä lähtökohdista käsin. Eräänä painopistealueena on valuma-alueiden vesitalouden kokonaisvaltainen hallinta. Kohdealueena on ennen muuta ollut Mekongin valuma-alue, mutta työtä on tehty myös muualla Aasiassa (Kuva 4) ja Afrikassa. Tämä professori Olli Variksen organisoiman ja johtaman ryhmän toiminta on todella intensiivistä ja kansainvälistä. Se on lyhyen ajan kuluessa tuottanut runsaasti referoituja artikkeleita, kirjoja ja väitöstitä.

Riittääkö maailmassa vesi?

Ilmaston mahdollinen tuleva lämpeneminen on viime aikoina hallinnut maailman tulevaisuuskeskusteluja. Varjoon on jäänyt, että väestöstä rutiköyhiä on 1,5 miljardia, puhdas vesi puuttuu 1,2 miljardilta, aliravittuja on lähes miljardi ja sähköä vailla kaksi miljardia ihmistä.

Tärkeää on huomata, että maapalloa asuttavasta seitsemästä miljardista ihmisestä teollisuusmaissa elää vain noin miljardi ja että väestö kasvaa kehittyvissä maissa (Kuva 5). Väki keskittyy kaupunkeihin.

Kaikesta nesteestä käyttämästään vedestä ihmiskunta käyttää kasteluun noin 70 prosenttia, teollisuuteen kuluu noin 20 prosenttia ja asutuksen tarpeisiin vajaa 10 prosenttia. Kehitysmaissa kasteluun kuluu keskimäärin 90 prosenttia käytetystä vedestä.



Kuva 3. Nuuksion Myllypuro, joka aiemmin oli perattu viivasuoraksi ojaksi, kesällä 2009, seitsemän vuotta ennallistamisen jälkeen. (Kuva: Juha Järvelä).

Jos maa-alueilta mereen vuosittain valuva vesimäärä noin 40 000 km³ jatkautuisi ajallisesti ja paikallisesti ihmisten tarpeiden mukaan, maapallolla ei esiintyisi veden riittävyysoongelmia. Vesivarojen epätasainen sijainti ja ajalliset vaihtelut aiheuttavat tilanteen, jossa vedestä on monin paikoin pulaa. Yksinomaan Amazonin alueelta virtaa mereen kuudesosa maailman kokonaisvalunnasta, mutta alueella asuu vain 0,4 prosenttia maapallon väestöstä.

Viidesosa vesistä ei ole vaikean sijaintinsa takia ihmisen hyödynnettävissä. Tätäkin merkittävemmän osan muodostaa lyhyiden tulvakausten vesi, joka

ei ole käytettävissä silloin, kun asutus, teollisuus ja maatalous sitä kipeimmin tarvitsisivat eli alivirtaamakausina.

Kun on arvioitu vedentarpeen tyydyttämisen vaikeutta, on perusteenä käytetty vedenoton suhdetta vuosivirtaamaan. Kokemuseräisesti on voitu todeta, että jos tämä suhde on suurempi kuin 2/5, on kyse vakavasta vedenpuutteesta.

Tähän perustuen voidaan ennakoida, että kahdenkymmenen vuoden kulluttua kriittisen vesipulan valtioissa asuu noin 2,5 miljardia ihmistä. Kiinaa ei ole laskettu tähän lukuun mukaan, koska sen on arvioitu pystyvän huolehtimaan vesien riittävyydestä.



Kuva 4. Jangtse-joki Kiinassa. Veden määrään liittyvien ongelmien lisäksi vesien pilaantuminen on valtava globaali ongelma. (Kuva: Olli Varis).

Väestön kasvun myötä ravinnon tarve ja siten myös kasteluveden tarve tulee lisääntymään. Veden riittävyyden turvaamiseksi kastelua on tehostettava, tekoaltaita rakennettava ja vettä siirrettävä.

Viime aikoina bioenergia on saanut kasvavaa huomiota. Uusiutuvan energian määrää halutaan lisätä, muun muassa biodieselin ja bioetanolin tuotannon ennakoidaan kasvavan nopeasti. Vähemmälle huomiolle on jäänyt, et-

tä kasvit tarvitsevat vettä ja näin ollen bioenergian tuottaminen kasvattaa vedenkulutusta. On esitetty arvioita, että vuonna 2050 bioenergian lisätuotanto tulee merkitsemään jopa 1 000 km³:n kasvua veden kulutukseen verrattuna nykypäivään.

On syytä huomata, että bioenergian tuotanto kilpailee sekä maa-alasta että vedestä muiden käyttömuotojen kuten ruuantuotannon kanssa.

Vesien laadun heikkenemisestä ja sen vaikutuksesta vesivarojen riittävyyteen on mahdotonta tehdä yleispätevää synteesiä, koska havaintotietoa on olemassa riittämättömästi. Ainoastaan eräät yleiset huomiot ovat mahdollisia.

Teollisuusmailla on varaa puuttua ongelmaan ja niissä tilanne on kohene-massa. Kehittyvissä maissa veden laatu-luksymyksiin on sen sijaan kiinnitetty valitettavan vähän huomiota. Erityisesti tiheään asutussa Aasiassa käsittelemät-



Kuva 5. Maapallon väestön ennustettu kasvu.

Taulukko 1. Suomen jokien ja maatalouden osuus Suomenlahden fosforikuormituksesta.

Kuormituslähde	Fosfori, t/vuosi	Osuus Suomenlahden kuormituksesta, %	
		Ulkoisesta kuormasta	Kokonaiskuormasta
Suomenlahden kuorma joista ja rannikon päästöistä Laskeuma	6500		
Merivirtojen kuljettama nettokuorma	960		
Ulkoisen kuorma yhteensä	7460		
Sisäinen kuorma	11000		
Kokonaiskuorma yhteensä	18460		
Suomen jokien kokonaiskuorma	439	5,9	2,4
Jätevesikuorma suoraan rannikolle	55		
Suomen kuormitus yhteensä	494	6,6	2,7
Maatalouden kuorma A ¹⁾	201	2,7	1,1
Maatalouden kuorma B ²⁾	143	1,9	0,8

¹⁾ Maatalouden kuorma A: Kymijoen kuormassa ei ole otettu huomioon ravinteiden pidättymistä sisävesiin

²⁾ Maatalouden kuorma B: oletettu, että Kymijoen alueella fosforista pidätty sisävesiin 70 %.

Taulukko 2. Suomen jokien ja maatalouden osuus Suomenlahden typpekuormituksesta.

Kuormituslähde	Typpi, t/vuosi	Osuus Suomenlahden kuormituksesta, %	
		Ulkoisesta kuormasta	Kokonaiskuormasta
Suomenlahden kuorma joista ja rannikon päästöistä Laskeuma	120000		
Merivirtojen kuljettama nettokuorma	5200		
Ulkoisen kuorma yhteensä	142200		
Sisäinen kuorma	21000		
Kokonaiskuorma yhteensä	163200		
Suomen jokien kokonaiskuorma	11763	8,3	7,2
Jätevesikuorma suoraan rannikolle	2349		
Suomen kuormitus yhteensä	14112	9,9	8,6
Maatalouden kuorma A1 ¹⁾	6835	4,8	4,2
Maatalouden kuorma B2 ¹⁾	5232	3,7	3,2

¹⁾ Maatalouden kuorma A: Kymijoen kuormassa ei ole otettu huomioon ravinteiden pidättymistä sisävesiin

²⁾ Maatalouden kuorma B: oletettu, että Kymijoen alueella typeästä pidätty sisävesiin 40 %.

tömiä jätevesiä lasketaan melko huolellisesti pintavesiin ja maaperään.

Aasiassa hajakuormitus ei ole toisistaan kovin vakava ongelma. Ruuan tuotannon tehostaminen tulee kuitenkin merkitsemään maatalouskemikaalien lisääntynyttä käyttöä sekä ravinteiden ja kasvinsuojeluainekuiden huuhtoumien lisääntymistä.

Vesivarojen laadun suhteen tilannetta ei Aasiassa paranna teollisuustoiminnan voimakas kasvu, sillä teollisuusjätevedet sisältävät usein myrkyllisiä, hajomattomia yhdisteitä. Tuotannollisen

toiminnan siirrolla vanhoista teollisuusmaista Aasiaan on epäilemättä vaikutusta niin vesivarojen laatuun kuin veden riittävyyteen.

Kehittyvien maiden vesiasioiden kohoamisesta tarvittaisiin runsaasti nykyistä enemmän rahaa, josta merkittävä osa tulisi käyttää koulutukseen. Sen tulokset näkyvät yhteiskunnan kehityksessä vuosien ja vuosikymmenten viipeellä, joten aikaa ei ole hukattavaksi. Aika on merkittävä tekijä myös siksi, että vesien käytön tarvitsemat vesirakennustyöt eivät synny hetkessä, vaan ni-

den toteuttaminen vaatii usein monia vuosikymmeniä.

Katse Suomeen

EU:ssa ja siten myös Suomessa vesitalouden järjestämistä ohjaavat vesipolitiikan puitteidirektiivin määräykset. Ensisijaisina tavoitteina ovat vesien suojelun ja vesiekosysteemien tilan parantaminen sekä pinta- ja pohjavesien riittävä saanti. Meillä huomio tullaan erityisesti kiinnittämään hajakuormituksen vähentämiseen ja vesistön osien palauttamiseen lähelle luonnontilaa.

laa siellä, missä se katsotaan järkeväksi. Luonnonmukaiselle vesirakentamiselle näyttää siis olevan tilausta.

Vesivoiman lisärakentamiseen on Suomen päätöksentekokoneisto suhtautunut torjuvasti siitä huolimatta, että vesivoima jos mikä on uusiutuvaa energiaa. Koskiensuojelulailla suojeltiin suurin osa maamme rakentamattomista koskista jo pari vuosikymmentä sitten ja vuonna 2002 KHO tulkitsi äänestyspäätöksellä vesilakia niin, ettei Vuotoksen alasta saa rakentaa sen kiistattomista hyödyistä huolimatta. Myös li-jokeen suunniteltu Kollajan allas on vastatulessa.

Vesihuolto on maassamme eräitä yksittäisiä laiminlyöntejä lukuun ottamatta hyvin hoidettu. Talousveden laatu on korkea ja jäteveden puhdistus tehokasta. Vesivarojen kannalta on ollut viisasta, että voimavarat on keskitetty orgaanisen kuormituksen ja fosforikuormituksen pienentämiseen. Nykyiselle, kalliiksi käyvällä innostuksella jätevesien sisältämän typen poistamiseksi ei nimittäin löydy sanottavia vesistöjä lähteviä perusteita, sillä tuo poisto voi lisätä sinilevien määrää järvisämme. Haja-asutuksen jätevesiasetus on sekun huonosti harkittu, käy kalliiksi eikä tule juurikaan parantamaan vesivarojemme tilaa.

Peltoalueiden kuivatustila vaikuttaa merkittävästi niiden ravinnetalouteen. Mikäli kuivatus ei toimi kunnolla, maan rakenne vaurioituu, maa tiivistyy ja eroosion sekä ravinteiden huuhtoutumisen riski kasvaa. Maankuivatukseen tärkeä merkitys vesiensuojelutoimenpiteenä on syytä tunnustaa. Valtion tulisi nykyistä enemmän vastata peruskuivatukseen suunnittelusta ja toteuttamisesta, maanomistajat voivat huolehtia paikalliskuivatuksesta.

Medialla on ratkaiseva rooli yhteiskunnassa vallitsevien mielikuvien luoja ja mielipiteiden muokkaajana. Tästä eräänä esimerkkinä on Itämeren koskeva uutisointi, josta voi saada käsityksen, että Suomen maatalous on suurin syyllinen Suomenlahden rehevöitymiseen.

Heidi Sjöblomin diplomityön ja Henri Paatelan kandidaatintyön perusteella päädyttiin maamme maatalouden osalta kuitenkin toiseen tulokseen.

Sjöblom ja Paatela käyttivät aineistonaan SYKE:n virtaama- ja vedenlaatu-tietoja vuosina 1961-2006 ja laskivat

niihin perustuen jokien päivittäiset fosfori- ja typpikuormat mereen. Sjöblomin aineistona oli 22 Itämereen laskevaa jokea. Paatela keskittyi Kymijoen tuomaan kuormitukseen.

Paljon keskustelua herättäneen Suomenlahden osalta tulokset käyvät ilmi taulukoista 1 ja 2. Maamme maatalouden osuus Suomenlahden ulkoisesta fosforikuormituksesta on parin prosentin luokkaa ja typpikuormituksesta 4...5 prosenttia. Vesimassan kokonaiskuormituksesta maatalouden osuudet ovat: fosfori noin prosentti, typpi noin neljä prosenttia. Suomen maataloutta ei toisin sanoen voida pitää merkittävänä Suomenlahden rehevöittäjänä.

Lopuksi

Makeaa vettä on ihmisen kannalta usein liikaa, liian vähän, väärässä paikassa tai se on vääränlaatuista. Ihminen ainoana kaikista elollisista olennoista on pystynyt muuttamaan veden kiertokulkua merkittävässä määrin mieleisekseen, mutta tälläkin toiminnalla on rajoituksensa.

www.slatek.fi

Vesihuollon monipuolinen yhteistyökumppani

- Kokonaisvaltainen palvelu: käyttöveden koko elinkaari
- Pitkä kokemus alalta
- Innovatiivinen ja asiakaslähtöinen tuotekehitys
- Luotettava ja helppohoitoinen laitevalikoima
- Motivoituneet ihmiset



SLATEK

Tärkeää on, että vesien käyttöä, hoitoa ja suojelua tarkastellaan kokonaisuutena, vesitalouden kokonaisvaltaisena järjestelynä. Sektoriajattelu ja -toiminta eivät johda parhaimpaan tulokseen. Professori Pentti Kaiteran sanoin sanottuna: "Ei ole olemassa erillistä kaupunkien vesitaloutta, ei maaseudun vesitaloutta eikä teollisuuden vesitaloutta. Mitä tiheämmäksi asutus muodostuu ja mitä pitemmälle teollistunutta talouselämä on, sitä ratkaisevammin vaikuttaa vesitalouden tarkoituksenmukainen kokonaisjärjestely yleiseen taloudelliseen kehitykseen."

Voidaan täydellä syyllä ennakoita, että veteen liittyvät ongelmat tulevat olemaan ihmiskunnan suurimpia ongelmia. Köyhyys ja nälkä, energiapula, ympäristön rappeutuminen ja näiden mukanaan tuomat ongelmat liittyvät kaikki tavalla tai toisella veteen. Lisäksi pelätään, että riidat niukoista vesivaroista tullaan ratkaisemaan sotia käymällä.

Vesitalouden järjestämisellä tulee siis olemaan maailmassa yhä kasvava kysyntä. ♦