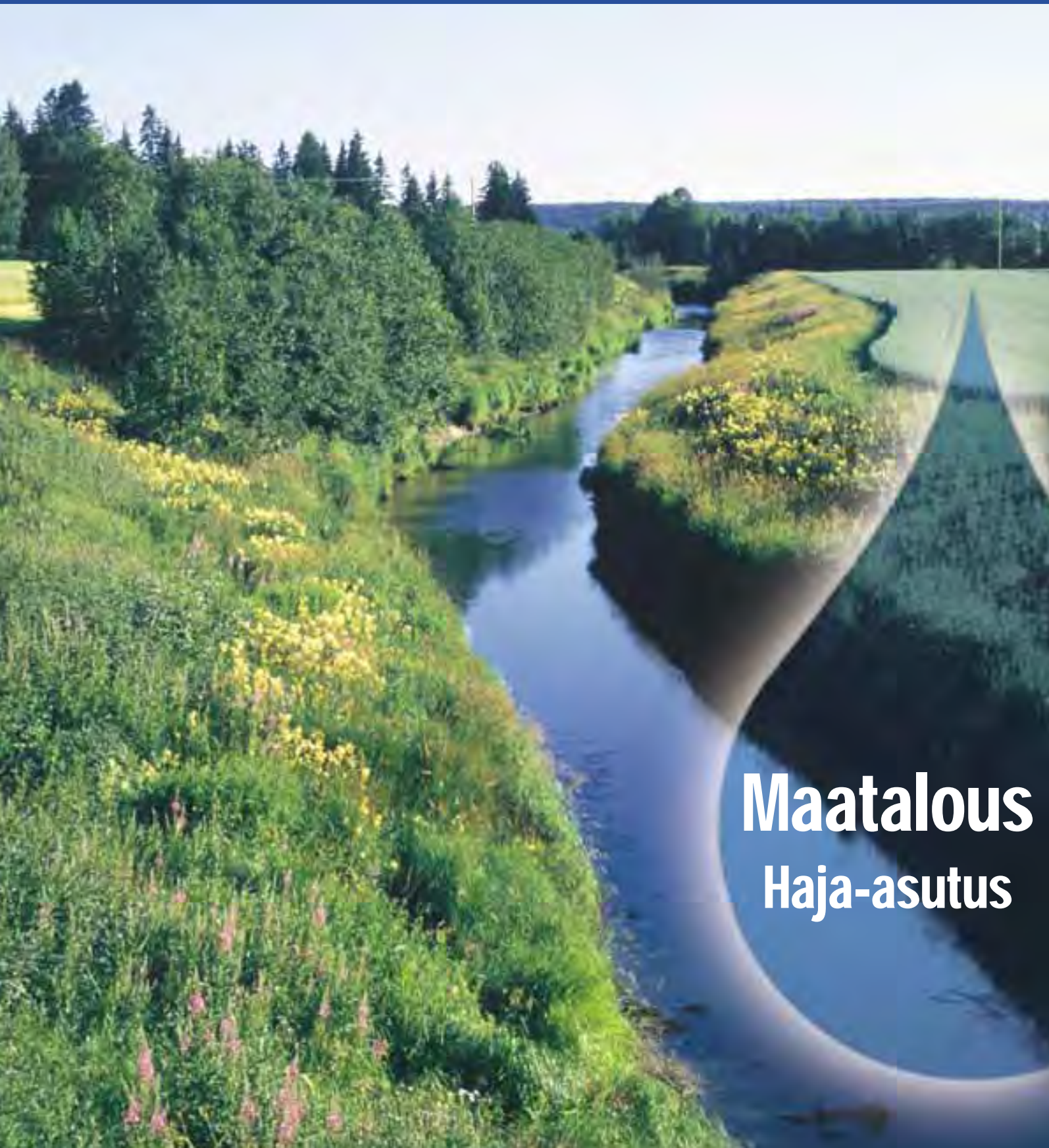


VESITALOUS

3/2004



Maatalous
Haja-asutus

Vesistöalueen kuormituksen arviointi

Sirkka Tattari ja Jarmo Linjama

Vesipuitedirektiivin tavoitteiden saavuttamiseksi pitää tunnistaa ja arvioida vesiin kohdistuvat ihmistoiminnasta aiheutuvat paineet. Kuormituksen arviointijärjestelmä (VEPS) auttaa kartoittamaan ne vesistöalueet, jotka eivät täytä tavoitetta.

26

Suorakylvö

Laura Alakukku

Suorakylvössä kasvusto perustetaan esikasvin sänkeen ilman erillistä muokkausta. Menetelmä säästää viljelijöiden työaikaa ja kustannuksia. Mahdollisuus vähentää peltoviljelyn aiheuttamaa ympäristökuormitusta sekä maan rakenteen parantaminen kiinnostavat ympäristöhallintoa.

31

Vapaa-ajankalastus tuottaa ja työllistää

Anna-Liisa Toivonen

Vapaa-ajankalastuksen tuottamien elämysten arvo on 150 milj. euroa. Lisäksi se työllistää lähes 2 500 ihmistä eikä mukaan ole laskettu välineteollisuutta tai -kauppaa.

33

Liikehakemisto

40

Maailman vedet

44

Puheenvuoro

Jarmo Hukka ja Tapio Katko

45

Oikeudenmukaisuus ja maailmanloppu

Juhani Kettunen

Oikeudenmukaisuudesta on tulossa ympäristöpolitiikan keskeinen arvosteluperuste, ennustaa vuodenvaihteessa julkaistu kirja. Astrobiologian uutuusteos kartoittaa planeettamme kohtaloa.

46

Vesiväen tietokaivo

Mika Rontu

48

Abstracts

49

Kuin kala kuivalla maalla

Kari Ruohonen

58

Asiantuntijat ovat tarkastaneet lehden artikkelit.

VESITALOUS 4/2004

ilmestyy 8.9. Teemana on vesihuolto ja numerossa julkaistaan Valtakunnallisten vesihuoltopäivien esitelmiä. Numero jaetaan päivien osallistujille. Ilmoitusvaraukset 16.8. mennessä.

www.vesitalous.com

Pyydä vesihuollon
tarviketarjous Vesitalouden
markkinapaikan kautta!





KUKA MUU TARJOAISI YHTÄ HYVÄÄ JA PUHDASTA LAATUA?

Kemira Kemwaterin vedenpuhdistuskemikaalit ovat jatkuvasti niin puhtaita, pysyviä ja tasalaatuisia, että tuotantomme on saanut ISO 9002 -sertifioinnin.

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

Kemira

Kemira Kemwater, PL 330, 00101 HELSINKI
Puh. 010 86 1211, Fax 010 862 1968
www.kemira.com

MAATALOUDESSA MIETITÄÄN SUHDETTA VETEEN

Suomalaisessa maanviljelyssä oja oli kunnioitettu työnnäyte, peltojen kuivatusaste viljelytaidon peruskriteeri, ja yhteiset kuivatuskustannukset syy 'li-haviin' riitoihin. Lähteet olivat pyhiä paikkoja, ja niiden pilaaminen synniksi tai luonnonvoimien ärsyttämiseksi leimattava teko. Maatalouden syyllistäminen vesien pilaamisesta sekä puhtasvesipula ovat uudempia ongelmia.

EU vesipuitedirektiivissä (VPD) pintavesimuodostumia käsitellään ekologisina kokonaisuuksina tavoitteena palauttaa niiden alkuperäinen tila. Kunnostus voi kohdistua suoraan vesimuodostumaan, mutta kestävä parantaminen on kohdistettava valuma-alueelle. Valuma-alueen maanomistajien on päästävä yhteisymmärrykseen siitä, mitä toimenpiteitä kukin tekee, millä ja kenen maksamilla kustannuksella. Vesimuodostuman kunto ja valuma-alueen tila realisoituvat omistajilleen kustannuksissa. Vesipuitedirektiivin toteuttaminen edellyttää ohjauksen viemistä alueellisiksi tai paikalliseksi ja vaatii uusia suunnittelutyökaluja, yhteistyömuotoja ja neuvottelukärsivällisyyttä.

Kasvintuotannon **tehokkuus** liittyy vesihuollon hallintaan; hyvänä esimerkkinä tarpeenmukaiseksi ohjelmoidulla kastelulla saadut jopa yli 100 %:n sadonlisät. Vesiensuojelun kannalta huonoin vaihtoehto on epäonnistunut matala tuotantointensiteetti, jossa ravinteiden kotiutus on heikko. Epäonnistuminen liittyy nimenomaan maan huonoon rakenteelliseen ja vesi-

taloudelliseen kuntoon. Viime vuosiin saakka maan rakenteen kunnostamisessa on luotettu mekaanisiin keinoihin. Nyt tämän rinnalle on kehittymässä luottamus maan biologiseen mururakenteen kehittymiseen tilanteessa, jossa maata käsitellään mekaanisesti mahdollisimman vähän. Tekninen sovellus tässä on suorakylvö ja näkyvä piirre maan pinnan jatkuva kasvupitteisyys.

Vesiuomien muotoiluun liittyvät, maisemallisetkin, kysymykset ovat läpikäyneet muutoksia. Perinteisen ojan-kaivajan kunnia oli suora, virtaviivaisesti profiloitu oja. Nykyään jokiuomia ennallistetaan, ja ojien ja jokien lasku-alueille rakennetaan kosteikkoja ja laskeutusaltaita veden mukana kulkevan kiintoaineksen pysäyttämiseksi. Aivan erityistä merkitystä kosteikot ovat saamassa luonnon monimuotoisuuden näkökulmasta.

Kotieläintuotannossa eläinten jaloittelutarhat ovat luoneet oman vesienkäsitteilytilanteensa. Kotieläintalouden vesien puhdistuksen merkitys korostuu tilakoon ratkaisevasti kasvaessa, kun vesipitoisen jätteen kuljettaminen talouskeskuksesta ja levittäminen pelloille on kallista. Ainoa oikea ratkaisu olisi veden ja jätteen fraktiointi, veden palautus kierrätykseen ja kuivan jätteen siirtäminen orgaanisen aineksen hajautuskiertoon. Maaseudun jätevesihuollon aktiivisuutta lisää vielä haja-asutuksen vesienpuhdistuksen tehostuminen. Paljon on siis tapahtumassa muutaman vuoden aikana.



Sirpa Kurppa

maat.metsät.tri, professori
Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus
(MTT), ympäristöntutkimus
E-mail: sirpa.kurppa@mtt.fi

Koko ala yhdessä näyttelyssä. Jo yli 20 vuotta.

YT
05

Yhdyskuntatekniikka Infratech • Lahti 25.–27.5.2005

12. YHDYSKUNTATEKNIIKAN VIIKKO, LAHTI 24.–28.5.2005

| TIISTAI 24.5. | KESKI-VIIKKO 25.5. | TORSTAI 26.5. | PERJANTAI 27.5. | LAUANTAI 28.5. |
|--|--------------------|--|-----------------|----------------|
| Vesimittankurssi (VVT) | | Kuntatekniikan päivät (SKTY) | | |
| Jätevedenpuhdistamonhoitajan koulutus (VVT) | | Vesihuolto 2005 (VVT) | | |
| | | Vesiensojelpäivät (VVT) | | |
| | | Vv-laitosten asent. ja työnt. koulutus (VVT) | | |
| | | Keskäpäivät (STY) | | |
| | | SM:n neuvottelupäivät | | |
| | | Jätelaitospäivät (JLY) | | |
| YHDYSKUNTATEKNIIKKA 2005 -NÄYTTELY Infratech 2005 Exhibition | | | | |
| Maksuttomat kutsot näyttelyvieraille Lahden Messukeskuksesta | | | | |

YHDYSKUNTATEKNIIKKA / INFRA TECH: PL 122, 00521 HELSINKI, puh. (09) 868 9010, fax (09) 144 4750, email yt@yhdyskuntateknikka.fi, www.yhdyskuntateknikka.fi
JÄRJESTÄJÄT: Vesi- ja viemärihallitus (VVT), Suomen Maarakentajien Keskusliitto (SM), Suomen Kuntatekniikan Yhdistys (SKTY), Suomen Tieyhdistys (STY), Jätelaitosyhdistys (JLY)

• ENERGIAHUOLTO • JÄTEHUOLTO • KATU-, TIE- JA LIIKENNETEKNIIKKA • KONEKALUSTO • HITTAUSTEKNIIKKA JA LABORATORIOPALVELUT • SATAMAT JA VÄYLÄT
• INFORMAATIOTEKNOLOGIA • TYÖHAARAVIESTEET • URHEILU- JA VIRKISTYSALUEET • VESIHUOLTOTEKNIIKKA • YHDYSKUNTASUUNNITTELU • YMPÄRISTÖNSUOJELU

Kotieläintalouden vesiensuojelu ja ympäristöhoito

Sekä karjakoona kasvun että karjatilojen keskittymisen on arveltu lisäävän ravinnekuormitusta lähivesistöissä. Nykykäsityksen mukaan karjatila, jolla on nykyaikainen tuotantorakennus ja riittävät lantavarastot, kuormittaa keskimäärin vähemmän ympäristöä kuin tila, jonka tuotantovälineet ja -rakennukset ovat huonokuntoisia. Toisaalta isokin tuotantoyksikkö voi pilata ympäristöä, jos esimerkiksi lietesäiliö rikkoontuu tai täyttyy yli, rantapellolle levitetään lantaa ennen rankkasadetta tai jaloittelutarhan valumavesiä valuu ympäristöön.



**Jaana
Uusi-Kämpä**

fil.maist., tutkija
Maa- ja elintarviketalouden
tutkimuskeskus (MTT)
ympäristöntutkimus
E-mail: jaana.uusi-kamppa@mtt.fi

Maatalouden ravinnepäästöt vesistöihin ovat pääasiassa peltoviljelystä aiheutuvaa hajakuormitusta. Suuria ravinnepäästöjä voi tulla esimerkiksi lantavarastojen vuodoista ja ylitäytöstä, jaloittelutarhojen valumavesistä, maitohuoneen pesuvesistä sekä säilörehuvarastojen puristenesteistä, mikäli niitä ei käsitellä asianmukaisesti tai kerätä talteen.

Maataloudesta peräisin olevaan vesistökuormitukseen pyritään vaikuttamaan lainsäädännön, maatalouden ympäristötuen sekä maatalous- ja ympäristöviranomaisten ohjeilla ja suosituksilla. Esimerkiksi lannan ja lan-

noitteiden käyttöä peltoviljelyssä ohjaa valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta (931/2000). Asetuksessa puututaan myös kotieläinsuojan perustamiseen, säilörehun puristenesteen talteenottoon ja varastointiin sekä jaloittelutarhojen sijoittamiseen. Tämän lisäksi suurilta tuotantoyksiköiltä edellytetään ympäristölupa ympäristönsuojelulain (86/2000) ja -asetuksen (169/2000) mukaisesti. Lupahakemuksessa on selvitettävä lannan ja virtsan levitykseen käytettävissä oleva alue ja pinta-ala sekä laidun- ja jaloittelualueet. Maidontuotantoti-



Lietelannan levitys viettävälle rantapellolle voi aiheuttaa ravinteiden ja ulostemikrobien kulkeutumista lähivesistöön, jos lietettä levitetään maan pintaan ennen rankkasadekuuroa. Kuva: Jaana Uusi-Kämpä.

lojen on selvitettävä myös maitohuonejätevesien käsittely. Kotieläintilan ympäristötukitoimenpiteillä pyritään vähentämään lantalan ammoniakkipäästöjä, ottamaan talteen lannan kaasuja tai käsittelemään maitohuoneen pesuvesiä (Maa- ja metsätalousministeriö 2000).

MTT:ssä on tutkittu suurten pihattotilojen vesistökuormitusta ja ympäristönhoitoa, nurmelle levitetystä liete- lannasta aiheutuvaa ravinnekuormitusta, laitumilta ja tarhoista tulevaa vesistökuormitusta sekä kuormituksen pienentämistä. Tässä kirjoituksessa esitellään MTT:n tutkimustuloksia kotieläintilojen ympäristönhoidosta sekä karjatiloja koskevaa ympäristölainsäädäntöä.

Suuret lypsypihattotilat

Kahdellakymmenellä suurella pihattotilalla määritettiin fosforin ja typen pitoisuudet sekä ulostesaastumista kuvaavien indikaattorimikrobien tiheydet yli sadasta ojavesinäytteestä keväällä 2002 ja 2003 (Uusi-Kämpä 2004). Suurimmat ravinnepitoisuudet ja mikrobi- tiheydet mitattiin näytteistä, jotka oli otettu jaloittelutarhan, talouskeskuksesta tulevan viemärin tai säilörehuau- man läheisyydestä.

Vaikka osasta pihattotilojen vesinäytteistä löytyikin runsaasti ravinteita, niin usein pitoisuudet olivat koh- tuullisia karjatilojen valumavesiksi. Esimerkiksi kokonaisfosforipitoisuus oli vain joka neljännessä pihattotilan vesinäytteessä suurempi kuin Jansso- nin (2000) mittaama karjatilan keski- määräinen kokonaisfosforipitoisuus: 5,9 mg/l. Verrattaessa pihattotilojen ja pellon valumavesien ravinnepitoi- suuksia puolet pihattotilojen näytteis- tä ylitti Rekolaisen (1993) pelto-oja vesistä mittaaman kokonaisfosfori- pitoisuuskeskiarvon, joka oli 0,47 mg/l.

ProAgria Maaseutukeskusten karja- tilan ympäristömittaria (Kainuun maa- seutukeskus ym. 2000) käytettiin apu- na tutkittaessa pihattotilojen ympäris- tönhoitoa. Mittarin mukaan myös suu- rilla pihattotiloilla hoidettiin ympäris- tää hyvin. Maitohuonejätevedet joh- dettiin pääsääntöisesti lietesäiliöön, mutta asuinrakennuksen jätevedet jou- tuivat usein sakokaivojen kautta ympäristöön. Tiloilla oli jonkin verran on- gelmia liete- lannan levitystasaisuudessa ja multausnopeudessa sekä jätteen kierrätyksessä ja uusiokäytössä. Erityi- sesti ongelmia oli likaisten maatalous- muovien, kuten säilörehuau- makalvo- jen käsittelyssä.

Lietelannan levitys nurmelle

Lietelannan levityksestä aiheutuvaa ra- vinteiden ja ulosteperäisten mikrobien kuormitusta pellon pintavalumissa tut- kittiin vuosina 1996–2000 (Uusi-Kämp- pä ym. 2002). Naudan liete- lantaa levi- tettiin nurmen pintaan tai sijoitettiin kuuden senttimetrin syvyyteen maa- han. Pellon valumavesistä mitattiin muun muassa kokonaisfosforin ja -ty- pen määrät sekä ulostesaastumista ku- vaavien mikrobien tiheydet. Syyslevi- tyksen jälkeen mitattiin myös ammo- niakin haihtumista.

Nurmen pintaan levitetty liete- lanta aiheutti suurimman ravinnekuormi- tuksen. Pintalevityksen aiheuttama ko- konaisfosforikuormitus oli kolmen vuoden aikana 4,8 kg/ha ja kokonais- tyyppikuormitus 11 kg/ha. Lietelannan sijoittaminen maahan puolitti koko- naisfosforikuormituksen ja vähensi ko- konaistyyppikuormitusta 40 prosenttia. Myös ulostesaastumisesta kertovia mikrobeja oli vesissä paljon, kun lie- telanta levitettiin nurmen pintaan. Syk- syllä nurmen pintaan levitetyn liete- lannan liukoisesta tyyppistä haihtui am- moniakkinä keskimäärin 26 %, mutta lannan sijoittaminen esti haihtumisen tehokkaasti.

Nykyisin liete- lannan levitys nurmen pintaan on kielletty 15.9. jälkeen (Val- tioneuvoston asetus 931/2000). Ase- tuksessa myös kielletään tyyppilannoit- teen levittäminen lumipeitteiseen tai routaantuneeseen sekä veden kyllästä- mään maahan. Lannan levityksajan li- säksi myös levitysmääriä säädel- lään. Ympäristötukiehdot ovat asetusta tiu- kemmat. Niiden mukaan lantaa ei voi levittää nurmen pintaan elokuun vii- meisen päivän jälkeen, ellei lantaa si- joiteta tai nurmea kynnetä levityksen jälkeen (Maa- ja metsätalousministeriö 2000).

Ulko- ja jaloittelutarhat

Nautojen ulkokasvatukseen käytetyt ul- kotarhat sekä jaloitteluun tarkoitetut ja- loittelutarhat yleistyvät hiljalleen. Tar- hat ovat joko maapohjaisia tai kiinteä- pohjaisia. Lihanautojen ulkokasvatuk- sen vesistökuormitusta on tutkittu Ruu- kissa Oulun lähistöllä (Uusi-Kämpä

ym. 2003 b) sekä Taivalkoskella Koillismaalla (Uusi-Kämpä ym. 2003 a). Lypsylehmien jaloittelutarhoja on tutkittu Juvalla Etelä-Savossa (Uusi-Kämpä ym. 2003 b).

Ruukin metsätarhassa kasvatettiin 10 sonnia hehtaarin kokoisessa tarhassa vuosina 2000–2001. Tarhan pintakasvilisuus tuhoutui lähes täysin tarhauksen aikana. Sonnit kuorivat tarhasta kaikki kuuset ja lehtipuut, ja osa kuusista kuoli pystyyn.

Tarhauksen aikana mitattiin tarhoita ammonium- ja nitraattitypen määriä 60 senttimetrin paksuisesta maakerroksesta. Ennen tarhausta metsämaassa oli 4–8 kg/ha ammoniumtyypeä ja alle kilo nitraattitypeä. Tarhauksen aikana makuukatoksen läheisyydessä ja sonnien tallaamalla poluilla mitattiin olevan ammoniumtyypeä 100–300 kg/ha ja nitraattitypeä paikoin jopa 40 kg/ha. Niissä tarhan osissa, joissa sonnit liikkuvat harvoin, nitraattitypeä oli vähemmän kuin kilo hehtaarilla ja ammoniumtyypeä yleensä alle 50 kg/ha.

Taivalkosken metsälaitumilla nuorkarjalla oli runsaasti tilaa – keskimäärin yhdellä naudalla oli kaksi hehtaaria laidunta. Naudat kuitenkin liikkuvat laumana, ja kun makuukatos pysyi vuodesta toiseen samassa paikassa, niin katoksen ympäristössä maan typpi- ja fosforipitoisuudet kasvoivat. Metsälaidunten kuormittuneimmissa osissa mitattiin 60 senttimetrin paksuisesta maakerroksesta ammoniumtyypeä 30–1000 kg/ha ja nitraattitypeä 0–200 kg/ha. On hyvä muistaa, että kuormittuneet alueet edustivat vain murto-osaa metsälaitumesta. Vähän kuormittuneilla alueilla typen määrät olivat samalla tasolla kuin koskemattomassa metsämaassa.

Juvan jaloittelutarhassa ulkoili säännöllisesti sadan lypsylehmän karja. Osa jaloittelualueesta oli pehmeää kuorikepohjaista tarhaa ja osa asfalttitarhaa, josta valumavedet kerättiin lietealtaaseen (Uusi-Kämpä ym. 2003 b). Kuorikepohjan tarhan valumavedet kerättiin salaojaputkilla. Kuorikepohjaisen tarhan valumavedet sisälsivät vähemmän ravinteita kuin asfalttipohjaisen tarhan vedet. Kummastakaan tarhasta tulleita ve-

siä ei voinut päästää puhdistamatta luontoon.

Jos karjamäärät tarhoissa kasvavat, tarhaus jatkuu samoissa paikoissa vuosia tai/ja tarhaus yleistyy, niin silloin typen huuhtoutuminen pohjaveteen ja fosforin kulkeutuminen pintavesiin voi kasvaa. Oman lukunsa muodostaa ulosteen mukana veteen joutuvat patogeenit, jotka voivat aiheuttaa epidemioita karjalle tai uimareille. Näihinkin asioihin on jatkossa kiinnitettävä entistä enemmän huomiota.

Johtopäätökset

Kaiken kokoisten – sekä pienten että suurten – karjatilojen ravinnekuormitus voidaan pitää kohtuullisella tasolla, jos ympäristönhoito koetaan tilalla mielekkääksi ja siihen jaksetaan panostaa. Jos viljelijän työtaakka kasvaa liian suureksi, vaarana on väsyminen ja tilan töiden – myös ympäristönhoidon – laiminlyöminen.

Monet pykälät ja ohjeet saattavat viljelijästä tuntua liialliselta puuttumiselta tilan toimintoihin. Niiden kautta kuitenkin yritetään välittää tietoa, mistä asioista hyvässä ympäristönhoidossa on kyse. Viranomaisilta vaaditaan taitoa selkokielellisten, yksinkertaisten ja hyvin perusteltujen ohjeiden laatimisessa. Myös tutkimuslaitosten ja viranomaisten yhteistyö on tarpeen ohjeita laadittaessa.

Kirjallisuus

Jansson, H., Mäntylähti, V., Närvänen, A. & Uusitalo, R. 2000. Phosphorus content of ditch sediments as indicator of critical source areas. *Agricultural and Food Science in Finland* 9: 217–221.

Kainuun Maaseutukeskus, Kainuun Osuusmeijeri & Kainuun Ympäristökeskus. 2000. Aito-ympäristöhanke. Tuloksia ympäristömittarista ja ravinnetaseista 27.5.1995–31.7.2000. 16 s. Internet: <http://www.kainuunmk.fi/aito/>

Maa- ja metsätalousministeriö 2000. Ympäristötukiopas. Maatalouden ympäristötuki v. 2000–2006. MMM. 27 s.

Uusi-Kämpä, J. 2004. Yksikkökoon kasvattaminen sekä ympäristöselvitys suurella lypsykarjatilalla. In: Jaana Uusi-Kämpä ja Päivi Rissanen (toim.). Suuret pihatot - eläinten hyvinvointi, lypsentyönmenekki, työolot ja ympäristönhoito. Maa-

www.nordkalk.com/watergroup



Vedenkäsittely vaatii suodattimen

Nordkalk Filtra - tuoteryhmän rakeiset suodinmateriaalit on kehitetty haja-asutuksen jätevedenkäsittelyn tehostamiseen.

Ne poistavat tehokkaasti mm. fosforia ja typpeä. Kysy tarpeidesi mukaisesti räätälöityä tuotepakettia!

Nordkalk Oyj Abp
21600 Parainen
Pasi Mikkola 0204 556 519
Satu Antola 0204 556 728

 Nordkalk



Sonnit kävelyllä Ruukin metsätarhassa. Kuva: Sami Huttu.

ja elintarviketalous 47: s. 71–101. Internet: <http://www.mtt.fi/met/pdf/met47.pdf>

Uusi-Kämpä, J., Huuskonen, A. & Huttu, S. 2003a. Taivalkosken metsälaidunten vesistökuormitus. In: Arto Huuskonen (toim.). Lihanautojen kasvatusta kylmissä tuotantoympäristöissä. MTT:n selvityksiä 53, s. 21–29. Internet: <http://www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts53.pdf>

Uusi-Kämpä, J., Puumala, M., Nykänen, A., Huuskonen, A., Heinonen-Tanski, H. & Yli-Hal-


la, M. 2003b. Ulko- ja jaloittelutarhojen rakentaminen ja tarhoista aiheutuva ympäristökuormitus. In: Jaana Uusi-Kämpä, Markku Yli-Halla ja Kaarina Grék (toim.). Lypsykarjataloudesta tulevan ympäristökuormituksen vähentäminen. Maa- ja elintarviketalous 25, s. 48–93. Internet: <http://www.mtt.fi/met/pdf/met25.pdf>

Uusi-Kämpä, J., Heinonen-Tanski, H. & Mattila, P. 2002. Ravinne- ja mikrobikuormitus nurmelle levitetystä lietelannasta. In: Pasi Mattila (toim.).

Lietelannan käyttö nurmikierrossa. Maa- ja elintarviketalous 15, s. 45–80 + 5 liitettä. Internet: <http://www.mtt.fi/met/pdf/met15.pdf>

Valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta. Suomen Säädöskokoelma 931/2000: 2371–2376.

Ympäristönsuojelulaki. Suomen Säädöskokoelma 86/2000: 272–297.

Ympäristönsuojeluasetus. Suomen Säädöskokoelma 169/2000: 471–489. 



Hyvin suunniteltu...

Tänään Suunnittelukeskus on myös vesihuollon suunnittelun markkinajohtaja Suomessa

SUUNNITTELUKESKUS OY • www.suunnittelukeskus.fi • (09) 156 41

HAJA-ASUTUKSEN JÄTEVESIPULMAT

Saostuskaivoa pidettiin aikanaan riittävänä käsitelynä maaseutukiinteistöjen jätevesille. Selkeytettyyn jäteveteen liuenneina jääneet aineet osoittautuivat kuitenkin niin merkittäväksi ympäristön kuormittajaksi, että tehokkaampien menetelmien käyttöönotto tuli välttämättömäksi. Haja-asutuksen jätevesiasetus tuli voimaan tämän vuoden alussa. Seuraavan vuosikymmenen aikana vanhat jätevesijärjestelmät tullaan korvaamaan orgaanista ainetta ja fosforia tehokkaasti poistavilla käsittelyjärjestelmillä. Vaihtoehtoja on useita, mutta hyvän toimivuuden saavuttaminen edellyttää tietoa niiden toteutuksesta, käytöstä ja huollosta.

Kiinteistökohtainen jätevedenpuhdistamo voi olla pieni, yksittäistalouden jätevesiä puhdistamaan asennettu rakenne tai laite. Se voi myös olla muutaman sadan asukasvastineluvun kokoinen laitos, jossa käsitellään esimerkiksi maaseudulla sijaitsevan koulun, hoitolaitoksen, tai majoitusliikkeen jätevedet. Kiinteistökohtaiset jätevesien käsittelyjärjestelmät voidaan jakaa ”isoihin pieniin” puhdistamoihin ja niin sanottuihin minipuhdistamoihin. Seuraavassa tarkastellaan puhdistamoita, jotka on suunniteltu puhdistamaan enintään muutama kotitalouden jätevesimääriä.

Miksi pieni on ongelmallinen?

Kiinteistökohtaisen jätevedenpuhdistamon mahdollisen huonon toimivuuden

syy selvittämistä ei yleensä kannata aloittaa biologisen tai kemiallisen toimivuuden tavanomaisilla mittauksilla, vaan tarkistamalla onko ”töpseli seinässä”. Ongelmat liittyvätkin usein sekä puhdistamon toteutuksen että sen käytön ja huollon puutteisiin. Koska puhdistamo ei valvota jatkuvasti, se voi joutua toimimaan useita viikkoja ilman tarkastusta. Suomessa ei vielä ole yhteismitallisia suosituksia erityyppisten kiinteistökohtaisten jätevesien käsittelyjärjestelmien huolto- ja tarkkailutiheydestä. SYKEN Ylläpitosampo-projektin yhteydessä tullaan suunnitelman mukaisesti antamaan suositus huoltokäyntien tiheydestä ja sisällöstä.

Tarkastusten välisen ajan puhdistamo käyttää sen omistaja eli kiinteistönhaltija itse. Tällaisessa tilanteessa tärkeitä on puhdistamon varmatoimi-

Katriina Kujala-Räty

dipl.ins., M.Sc.(Tech.)
Suomen ympäristökeskus,
vesivarayksikkö
E-mail: katriina.kujala-raty@ymparisto.fi

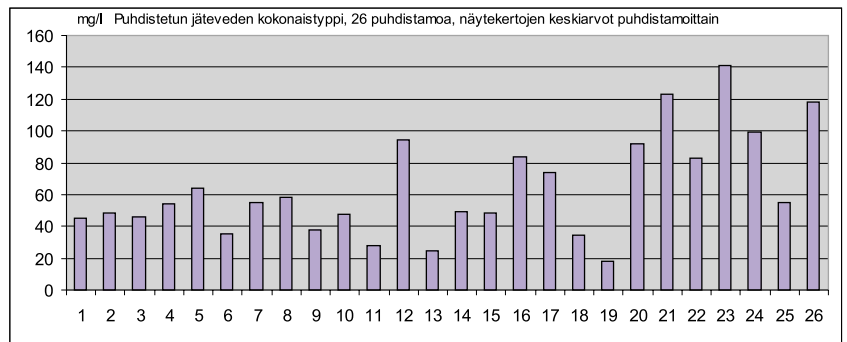
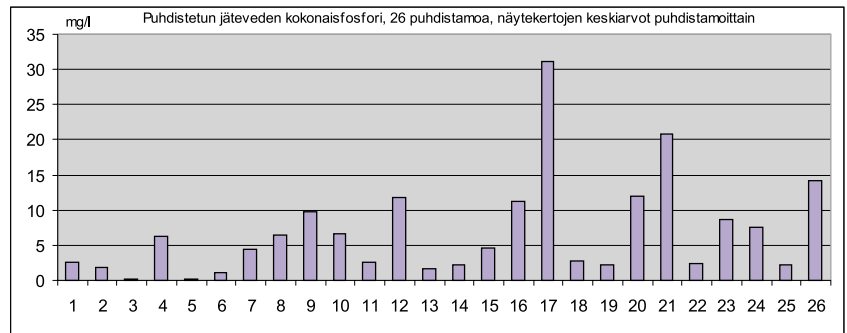
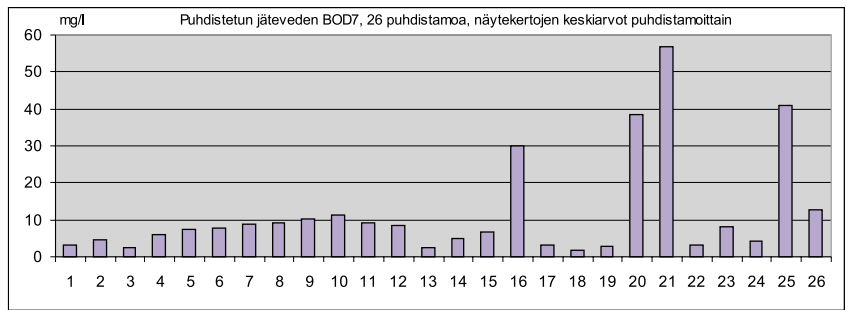
suus. Puhdistamon tulee häiriintymättä sietää erilaisia jätevesiä ja lämpötiloja. Sen mekaanisten laitteiden tulee olla toiminnaltaan yksinkertaisia ja varmoja. Eri puhdistamotyyppien toimivuutta vertailtaessa tulisikin selvittää ideaalituloksen puhdistustuloksen sijasta puhdistustuloksen riippuvuus sen tarvitseman käytön ja huollon määrästä ja puhdistamon kustannustehokkuus.

Toinen kysymys on, miksi kiinteistönhaltijat usein laiminlyövät puhdistamoiden hoidon. Vastaus löytynee ihmisen tottumuksista hoitaa erilaisia asioita. Edelle menevät ne, joiden tekemisestä tai tekemättä jättämisestä on hyötyä tai haittaa ihmiselle itselleen. Auto on korjattava katsastuskuntoon. Savupiippu on nuohottava, jotta se vetäisi. Polkupyörän vuosihuolto kannattaa, koska voi polkea kevyemmin. Puhdistamon hoito kiinnostaa vasta silloin, kun jätevesi tulvii tai se pilaa vedenotokavon. Ongelma onkin usein se, että puhdistamon toimimattomuus ei aiheuta suoraa haittaa kiinteistönhaltijalle itselleen vaan ehkä jollekin isommalle joukolle tai jollekin muulle kiinteistölle, joka sattuu sijaitsemaan purkukohdan alapuolella. Voidaan esittää myös kysymys, kuuluuko koko asia olenkaan tekniikan tieteen piiriin, vaan kenties käyttäytymistieteiden alaan. Ratkaisu ongelmaan on kuitenkin täysin tekninen, mutta tekniikan kehittämisessä on otettava huomioon ihmisen tapa toimia ja vaihtoehtoisten tekniikoiden käyttäjälähtöisyys.

Toinen ongelma on, että pienen puhdistamon jatkuvasti hyvä toimivuus on muutenkin teknisesti vaikeampi saavuttaa kuin suuren, koska puhdistamon hydraulikkua ja biologista prosessia häiritsevät lyhyen "viemäriverkoston" suuret jäteveden määrän ja laadun vaihtelut.

Hajasampo-projekti: Puhdistamoiden kunto

Hajasampo-projektissa seurattiin kahden vuoden ajan 48 kiinteistökohtaisen jätevedenpuhdistamon toimintaa. Puhdistamoista maasuodattamoita oli 28 kappaletta, kivikuitusuodattimia eli Green Packeja oli 12 kappaletta ja kalk-



Hajasampo-projektin maasuodattamoiden puhdistetun jäteveden keskimääräinen laatu puhdistamoittain

kisuoedinmenetelmiä (Propipe 1400 Filt) oli neljä. Puhdistamoiden toimivuuden yhteenvetotiedot julkaistiin Hajasampo-projektin loppuraportissa (Kujala-Räty & Santala 2001). Tehtyjen jätevesinäytteiden laatumäärittysten aikaisempaa yksityiskohtaisemmat tulokset sekä puhdistamoiden toimivuustarkastuksissa koottu tieto julkaistaan tänä keväänä ilmestyvässä raportissa "Kiinteistökohtaisen jätevedenpuhdistuksen toimivuus Hajasampo-projektissa" (Kujala-Räty 2004).

Näytteenottojen yhteydessä tarkastettiin silmämääräisesti puhdistamon laitteiden ja rakenteiden kunto. Samalla arvioitiin saostuskaivojen ja varsinaisen puhdistusprosessin toimivuus lähinnä jäteveden pinnantasojen ja mahdollisten lietekertymien tai tukkeumien

perusteella. Toimivuustarkastusten toteutuksesta vastasi dipl.ins. Lauri Etelämäki SYKE:stä.

Havainnot kirjattiin toimivuustarkastusten päiväkirjalomakkeeseen. Saostuskaivojen tyhjennysajankohtia tiedusteltiin kiinteistönhaltijoilta samoin kuin tietoja mahdollisesti tehdyistä korjauksista ja huolloista. Seuraavat maininnat ovat esimerkkejä näytteenottajien tekemistä merkinnöistä: "saostuskaivot täynnä lietettä", "suodatin mahdollisesti tukossa", "vesi menee jonnekin muualle kuin puhdistamolle", "purruputki on vettä täynnä", "viimeisen saostuskaivon T-haara vinossa" ja "tuuletusputkien hatut puuttuu", "puhdistamo jäässä, ei saa näytettä".

Kirjauksista löydettiin yhdeksän tyyppillistä havaintoa, joiden esiintyvyyksyk-

Taulukko 1. Hajasampo-projektin puhdistamoiden toimivuus-tarkastuksissa havaitut viat ja häiriöt (tarkastelun kohteena kaikki 48 puhdistamo, joista joissakin useita erilaisia vikoja)

| Vika tai häiriö | osuus kaikista puhdistamoista |
|--|-------------------------------|
| esiselkeytyksessä liikaa lietettä ja kiintoainetta voi karata seuraavaan puhdistusprosessiin | 44 % |
| saostuskaivoista puuttuu T-haara tai se on väärässä asennossa | 17 % |
| jäteveden jakolaitteisto tai -rakenne puuttuu tai ei toimi | 15 % |
| ilmanvaihtojärjestelmän vika tai häiriö | 8 % |
| oikovirtaus tai muu vika puhdistamon hydraulikassa | 15 % |
| tukos suodattimessa tai putkistossa | 19 % |
| muu biologisen prosessin häiriö havaittavissa | 6 % |
| puhdistamolle tulee vieraita vesiä (sade- tai kuivatusvesiä taikka purkupaikan pintavettä) | 17 % |
| jokin muu rakenteellinen vika (mm. riittämätön lämmöneristys tai kiinni naulatut kannet) | 54 % |

sittäisillä puhdistamoilla analysoitiin (taulukko 1). Tuloksia arvioitaessa on hyvä muistaa, että havainnot tehtiin kii-reisten näyteenhakukierrosten yhteydessä, jolloin puhdistamon perusteellinen toimivuus selvitys ei ollut mahdollista. Toimivuustarkastuksia hankaloitti ja havaintojen määrää vähensi muun muassa seikka, että saostuskaivoja tai puhdistamoita ei aina saatu auki lumen,

jään tai monimutkaisten lämmöneristysten takia.

Jonkinlainen vika tai häiriö havaittiin melkein kaikissa puhdistamoissa (44/48 = 92 %) ainakin yhdellä tarkastuskerralla. Rakenteellisia vikoja oli yli puolella puhdistamoista. Maasuodattamon, kivi-kuitusuodattimen ja kalkkisuodatinmenetelmän vertailua ei voi tehdä, koska viat ja häiriöt olivat eri

puhdistamotyypeillä eri tavoin havaittavissa.

Riittääkö maasuodattamo?

Taulukossa 2 on kuuden Suomessa ja yhden Ruotsissa vuosina 1996–2002 raportoidun tutkimuksen keskimääräisiä tuloksia. Kuvassa on Hajasampo-projektin maasuodattamoiden puhdistetun jäteveden näytteiden analyysitulosten puhdistamokohtaiset keskiarvot. Kuvajissa on mukana kahta kokeiluvetsiota lukuun ottamatta kaikki tutkitut maasuodattamotyypit ja maasuodattamot. Tulosten perusteella voidaan laskea, että käytettäessä vertailuarvona Hajasampo-projektissa saatua saostuskaivoista lähtevän jäteveden keskimääräistä laatua 230 mg/l, puhdistetun jäteveden laatuna maasuodattamoiden mediaania 7,7 mg/l ja 25 %:n arviota saostuskaivon BOD₇-tehosta, saadaan koko järjestelmän BOD₇-tehon arvioksi 97 %. Koko järjestelmän vastaavasti laskettu typen poistotehon arvio on 56 %.

Maasuodattamoiden fosforin sitomiskyky vaihteli paljon. Vaihtelun syistä ei saatu riittävää tietoa. Tulosten yhteyttä muun muassa puhdistamon rakennusvuoteen ei pystytty osoittamaan. Fosforin poistotehon osalta voidaan laskea, että arvioiden saostuskaivon fosforin poistotehoksi 15 % ja käyttäen saostuskaivosta lähtevän jäteveden Haja-

Taulukko 2. Muutaman tutkimuksen keskimääräiset tulokset maasuodattamoiden toimivuudesta. Tehoproositit on laskettu näytteistä, jotka on otettu saostuskaivon jälkeen ennen maasuodattamoa

| TUTKIMUS | puhdistamot, lkm | lähtevä BOD ₇ mg/l | BOD ₇ teho % | lähtevä P tot mg/l | Ptot teho % | lähtevä t N _{tot} mg/l | N _{tot} teho % |
|--|------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------|-------------|---------------------------------|-------------------------|
| Hiltula & Lakso 1996 | 40–50 | 29 | | 3,4 | | 28 | |
| Elomaa 1998 | 4 | 21 | 88 | 5,4 | 62 | | |
| Vuorela 2001 | 19 | 9 | 96 | 5,6 | 72 | 51 | 54 |
| Nilsson, Nyberg & Karlsson 1998 | 13 | 15 | 88 | 4,0 | 65 | 30 | 59 |
| Wistbacka, R. & Jakobsson, R. 1999 ja Wistbacka, B. 2002 | 11 | 31 | 91 | 5,4 | 67 | 45 | 50 |
| Kiukas 2002 | 3 | 6 | | 4,0 | | 53 | |
| Kujala-Räty & Santala 2001 (keskiarvot) | 26 | 12 | 95 | 6,8 | 58 | 64 | 39 |

sampo-projektissa saatua keskimääräistä laatua 16 mg/l tulisi puhdistetun jäteveden fosforipitoisuuden olla alle 2,9 mg/l, jotta päästäisiin vähintään 85 % poistotehoon koko järjestelmän osalta.

On huomattava, että edellä esitetyt laskelmat on tehty Hajasampo-projektin tutkimusaineiston pohjalta ja olettaen koko kuormitusluvun mukaisen kuormituksen menevän jätevesien käsittelyjärjestelmään. Esitetyt lukuja ei voi yleistää. Maasuodattamoiden toimivuuden yhteyttä järjestelmään pääsevien ulkopuolisten vesien määrään ei tutkittu. Vaikka tutkimukseen valittiin etupäässä valvotusti rakennettuja maasuodattamoita, on tuloksiin saattanut osittain vaikuttaa sateet, lumen sulaminen ja pohjaveden pinnankorkeus.

Vedeton käymälä -ratkaisu

Haja-asutuksen jätevesiasetuksessa on määritelty haja-asutuksen kuormitusluku, joka kuvaa yhden asukkaan vuo-

rokauden aikana aiheuttamaa jätevesikuormitusta. Jäteveden BOD_{7:n}, kokonaisfosforin ja kokonaistypen ominaismäärät ja niiden prosentuaaliset osuudet jaoteltuina ulosteelle, virtsalle ja muulle jätevedelle ovat taulukossa 3. Taulukossa 4 on asetuksessa määrätty kuormituksen vähentämisvaatimukset ja edellisistä lasketut enimmäispäästöt.

Luvuista voidaan laskea, että erottamalla uloste ja virtsa jätevesijärjestelmästä, putoaa jäljelle jäävästä jätevedestä erotettavan BOD_{7:n} määrä 45 g/p/d:sta määrään 25 g/p/d (alue a). Koska suurin osa jätevesien ravinteista tulee vesikäymälöistä, on erottelun vaikutus ravinteiden poistoon merkittävä. Erottelulla saadaan kokonaisfosforista pois 80 % ja kokonaistypestä 90 %, jolloin jäljelle jäävien jätevesien käsittelyjärjestelmältä vaadittava fosforin poistoteho on huomattavasti vähäisempi kuin ilman erottelua.

Virtsan ja/tai ulosteen erottelulla ei kuitenkaan ratkaista koko ongelmaa, sillä harmaan jäteveden sisältämä or-

gaaninen aines vaatii vielä tehokkaan puhdistuksen.

Vielä ratkaisematta

1970 -luvulta asti on Suomessa pyritty kehittämään sellaisia pienten jätevesimäärien puhdistamiseen soveltuvia puhdistamoita – laitteita ja rakenteita – joilla on kaksi tärkeää ominaisuutta. Ensiksi puhdistamon tulee tehokkaasti hajottaa orgaanista ainetta sekä ottaa talteen jäteveden ravinteita. Toiseksi puhdistamon tulee olla varmatoiminen. Sen tulee sietää mitä erilaisimpia lämpötiloja sekä suuria jätevesimäärän ja laadun vaihteluja. Lisäksi sen toimivuuden tulee olla helposti tarkastettavissa.

Laitepuhdistamoiden kehitystyö on tällä hetkellä vilkasta. Markkinoilla on nyt noin 20 erimerkkistä laitepuhdistamo. Myös maapuhdistamoiden sovelluksia kehitetään lisää. Puhdistamoiden suurin ongelma ei ole niiden ideaaliolosuhteissa saavutettavissa olevassa puhdistustehossa, vaan ihmisen ja puh-



Vedenkäsittelylaitteita



Varppeenkatu 28, PL 19, 21201 Raisio puh.(02) 436 7300, fax (02) 436 7311 separtec@separtec.fi

www.hohsepartec.fi

Taulukko 3. "Haja-asutuksen jätevesiasetuksen" mukaiset kuormitukset ja kuormitusosuudet

| Kuormituksen alkuperä | orgaaninen aines, BHK ₇ | | kokonaisfosfori | | kokonaisytyppi | |
|-----------------------|------------------------------------|-----|-----------------|-----|----------------|-----|
| | g/p/d | % | g/p/d | % | g/p/d | % |
| uloste | 15 | 30 | 0,6 | 30 | 1,5 | 10 |
| virtsa | 5 | 10 | 1,2 | 50 | 11,5 | 80 |
| muu | 30 | 60 | 0,4 | 20 | 1,0 | 10 |
| yhteensä | 50 | 100 | 2,2 | 100 | 14 | 100 |

Taulukko 4. Kuormituksen vähentämisvaatimukset ja enimmäispäästöt.

| parametri | BHK ₇ | | P | | N | |
|-----------------------------------|------------------|----|------|------|-----|-----|
| | a | b | a | b | a | b |
| kuormituksen vähentämisvaatimus % | 90 | 80 | 85 | 70 | 40 | 30 |
| päästö ympäristöön enintään g/p/d | 5 | 10 | 0,33 | 0,66 | 8,4 | 9,8 |

alue a = alue, jolla noudatetaan jätevesien yleisiä käsittelyvaatimuksia (Haja-asutuksen jätevesiasetus 4§, 1. momentti)

alue b = alue, jota koskevat kunnan ympäristönsuojelumääräyksillä annetut vähimmäisvaatimukset ympäristöön johdettavien jätevesien enimmäiskuormituksesta (Haja-asutuksen jätevesiasetus 4§, 2. momentti)

distamon yhteistyössä. Ratkaisu on toisaalta entistä toimintavarmempien puhdistamoiden kehittäminen, mutta myös puhdistamoiden hallinnoinnin kehittäminen. Monien puhdistamoiden huolto on ammattiyötä, joka vaatii paitsi puhtaasti teknisten toimenpiteiden hallitsemisen, myös sellaisten ratkaisujen tekemisen, jotka edellyttävät jätevedenpuhdistuksen kemian ja mikrobiologian ymmärtämistä. Tämä seikka puoltaisi puhdistamoiden ylläpidon eli käytön ja huollon teettämistä sertifioidulla huoltomiehellä, jonka koulutukseen kuuluisi paitsi tietyn tai tiettyjen puhdistamotuotteiden laitekohtainen huolto myös riittävä vesihuolto-tekniikan perusteiden osaaminen.

Norjassa on käytössä järjestelmä, jossa kunnan ympäristöviranomainen myöntäessään jätevesien päästöluvan yksittäiselle kiinteistölle voi varmistaa, että hankittavaksi aiottu laite on tyyppihyväksytty. Tyyppihyväksyntä on Norjassa määräaikainen ja uuden hyväksynnän saaminen edellyttää seurat-

tujen käytännön kohteiden hyvää toimivuutta.

EPA:n julkaisussa "Onsite Wastewater Treatment Manual" selvitetään melko perusteellisesti haja-asutuksen jätevesihuollon käytännön organisointia. Vaikka siinä selvitelty hallinnointimal-

li tuskin sellaisenaan soveltuu Suomeen, merkille on pantava hallinnoinnin organisoinnille annettu painoarvo. Kiinteistökohtaiselle jätevesihuollolle suositellaan alueellista toimintaohjelmaa, joka käsittää hyvin pitkälle menevät sisällön määrittelyt. Toimintaohjelmalla tulee olla selkeät tavoitteet, joiden lähtökohdaksi on ihmisten terveys ja ympäristön kestävyys. Kiinteistökohtaiseen jätevesihuoltoon oletetaan syntyvän runsaasti liiketoimintaa ja palvelujen tarjoajien sertifiointia korostetaan. Myös tekniset ohjeet eri menetelmien toteutuksesta, käytöstä ja huollosta ovat välttämättömät käytännön toteutusten onnistumiselle.

Lisätietoa

Lisää tietoa löytyy ympäristöhallinnon nettisivuilta ja SYKE:n puhdistamotiedostosta, jonne voi kulkea seuraavasti: www.ymparisto.fi > Vesivarojen käyttö > Vesihuolto > Haja-asutuksen jätevedet > SYKEN puhdistamotiedosto.

Hellström, D., Jonsson, L. & Sjöström, M. 2003. Bra Små Avlopp, Slutrapport, Utvärdering av 15 enskilda avloppsanläggningar. Stockholms Vatten. 179 s.

Kujala-Räty, K., Vainio, M. & Lapinlampi, T. 2000. Kiinteistökohtaisen jätevedenkäsittelyn toteutus. Hajasampo-projektin väliraportti. Helsinki. 67 s. Suomen ympäristökeskuksen moniste 190. ISBN 952-11-0763-4, ISSN 1455-0792.

Hajasampo

Suomen ympäristökeskuksessa toteutettiin Hajasampo-projekti, jonka lopputiedot julkaistiin syksyllä 2001. Tarkempi raportti puhdistamoiden toiminnasta ilmestyy kesäkuussa 2004. Hajasampon ensimmäisen vaiheen jälkeen käynnistyivät Ylläpitosampo tutkimaan erilaisia puhdistamoiden käytön ja huollon organisoinnin ratkaisuja sekä Ravinnesampo seuraamaan, kehittämään ja vertailemaan erityyppisten pienten puhdistamoiden toimivuutta käytännön olosuhteissa. Ravinnesamossa ovat mukana lähes kaikki tällä hetkellä Suomessa puhdistamoita valmistavat liikeyritykset. Lisäksi käynnissä on loma-asumisen vesihuoltoratkaisuihin erikoistunut Lomasampo ja koulutustilaisuuksia organisoiva Koulutusampo. Suunnitelmiin kuuluu myös projektit "isojen pienten" puhdistamoiden kehitystyöstä sekä saniteettiratkaisuja ja harmaiden jätevesien käsittelyä kokonaisuutena selvittävä ja kehittävä tutkimus. Pienten puhdistamoiden CEN – standardin mukaista testausta valmistellaan Suomenojan koeasemalle.

Mattila, H. 2003. Haja-asutuksen jätevesihuolto ja kunnat. Suomen Kuntaliiton internet-julkaisu. <http://www.kuntaliitto.fi/yhdysk/pdf/hajajatevesi.pdf>. 38 s.

Pussinen, M. 1999. Green Pack -jätevedenpuhdistamoiden toimivuus käyttökohteissa. Diplomityö. Oulun yliopisto, Rakentamistekniikan osasto, Vesi- ja ympäristötekniikan laboratorio. 67 s.

Santala, E. (toim.) 1990. Pienet jäteveden maapuhdistamot. Helsinki, vesi- ja ympäristöhallitus. 117 s. Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisu B:1. ISBN 951-47-3064-X, ISSN 0786-9606.

Small wastewater treatment systems for up to 50 PT – Part 3: Packaged and/or site assembled domestic wastewater treatment plants. European Standard prEN 12566-3, Final Draft. November 2000.

Kirjallisuus

Elomaa, H. 1998. Pyhäjärven valuma-alueen maasuodattimien toimivuus. Vesitalous 3/1998, s. 5–7. ISSN 0505-3838.

Hiltula, J. & Lakso, E. 1996. Maasuodattimien toimivuus Suomessa ja haja-asutusalueiden jätevesien uudet käsittelymenetelmät. Vesitalous 3/1996, s. 31–37. ISSN 0505-3838.

Kiukas, R. 2002. Hajajätevesien käsittely eräillä mallikohteilla. Kangasala.

Kujala-Räty, K. & Santala, E. (toim.) 2001. Haja-asutuksen jätevesien käsittelyn tehostaminen. Hajasampo-projektin loppuraportti. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 491. 299 s. ISBN 952-11-0918-1 (nid.), ISBN 952-11-0986-6 (PDF), ISSN 1238-7312.

Kujala-Räty, K. 2004. Kiinteistökohtaisen jätevedenpuhdistuksen toimivuus Hajasampo-projektissa. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. 148 s. Suomen ympäristö 654. ISBN 952-11-1510-6, ISBN 952-11-1511-4 (PDF), ISSN 1238-7312.

Nilsson, P., Nyberg, F. & Karlsson, M. 1998. Mark-

bäddarnas funktion. Kontroll och utvärdering av markbäddar. Naturvårdsverket. Rapport 4895. Stockholm.

Onsite Wastewater Treatment Systems Manual. 2002. United States Environmental Protection Agency. EPA/625/R-00/008 February 2002.

Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla. 2003.

Vuorela, M. 2001. Maasuodattimien ja Green Pack kivivillasuodattimien toimivuus Ilmajoen, Nurmon, Seinäjoen, Peräseinäjoen ja Ylistaron kuntien alueella vuosina 1998 ja 2000. Ilmajoen ympäristölautakunta. 8 s ja liitteet.

Wistbacka, R. & Jakobsson, R. 1999. Projekt-rapport: Avloppsvattenrening från egnahemshus, Slutrapport angående arbeten som utförts 1996-1998. Larsmo Kommun; miljöömbuden & Västra Finlands miljöcentral. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen moniste 49/1999.

Wistbacka, B. 2002. Projekt-rapport: Utvärdering av avloppsvattenrening i markbäddar i Larsmo kommun.

MAASUODATUKSEN PINTA-ALA 24-30 m²

MAAPERÄKÄSITTELY

KOKOAJA-KAIVO

Jitalta valmiit ratkaisut:

Maaperäkäsittely, joka on edullisin talousvesien käsittelymenetelmä täyttää ympäristöministeriön mukaan 01.01.2004 voimaan astuneen asetuksen vaatimukset. JITA Oy:llä toimivat ratkaisut uusille kiinteistöille, vanhojen järjestelmien saneeraukseen, loma-asuntoihin sekä rantasäunöille että mökeille.

LOKASÄILIÖT
Eri kokoisia umpisäiliöitä vaatimusten mukaan.
5,5 m²

MÖKIN IMEYTYSPAKETTI
Draulehti: Rappamonttikaivo 300 l
+ imeytysputki 7,7 m, nostoputki 0,8 m,
315 Ø mm ja 110 yhteyttä.
Max. kaaritus 250 l/vik.
1 Ø 850 mm, IMEYTYSPUTKI 3 + 2,4 m = 72 m

KUIVATUSJÄRJESTELMÄT
Rakentajan JITA peruspaketti:
1. Tarkastuskaivo TK 315
2. Tebo-Tuplasalaojaputki Ø 110 mm
3. nostokaivo
4. Triplauputki Ø 110 mm
5. kokoajakaivo
6. tarvittavat säätökälmät ja -laorat
Noudata JITA-paketin asennusohjeita hyvien vuorusteltujen täyttökäyttöä.

Puh. (03) 475 6100 + PL 47, 34801 Virrat + www.jita.fi **JITA OY**

LEUDOT TALVET JA PELTOVILJELY



Markku Puustinen

maat.metsät.maist., agronomi

Suomen ympäristökeskus

E-mail: markku.puustinen@ymparisto.fi

Kirjoittaja tutkii viljelykäytäntöjä, suojavähykkeitä, kuivatusta ja kosteikkoja sekä arvioi näiden vaikutuksia vesiensuojeluun.

Eila Turtola

maat.metsät.tri

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT), ympäristöntutkimus

E-mail: eila.turtola@mtt.fi

Sirkka Tattari

hydrologi

Suomen ympäristökeskus

E-mail: sirkka.tattari@ymparisto.fi

Valtaosa eroosiosta ja fosforikuormituksesta muodostuu kasvukauden ulkopuolella, syyssateiden ja lumen sulamisen aikaansaamassa valunnassa. Syksyllä tehtävä maan muokkaus ja pellon pinnalle jäävä kasvipeitteisyys ratkaisevat, miten pellon pinta kestää sade- ja sulamisvesien maan pintaan kohdistamia kulutusvoimia. Pitkäaikaisten aineistojen tarkastelu osoitti, että leutojen talvien toistuvat sulamisjaksot kasvattavat eroosiota verrattuna kylmiin talviin, jolloin lumi sulaa yhtäjaksoisesti vasta keväällä, ja että ilmiö on erityisen vahva muokatuilla mailla. Sen sijaan pysyvästi kasvipeitteiset maat kykenivät vastustamaan eroosion ja partikkelifosforin kuormituksen kasvua myös leutoina talvina.

Maatalouden aiheuttamaa vesistökuormitusta on pyritty alentamaan 1980-luvulta lähtien yhä aktiivisemmin ja vuodesta 1995 alkaen erittäin laajalla ympäristötukijärjestelmällä. Ympäristötuen määräyksiä mm. peltojen lannoittamisesta, muokkauksesta ja kasvipeitteisyydestä, ja sitä toteutetaan noin 95 %:lla viljellystä peltoalasta. Maatalouden typpikuormitus on kuitenkin pysytellyt 20 000–40 000 tonnin ja fosforikuormitus vastaavasti 2 000–4 000 tonnin tasolla vuodessa. Vuosien

väliset vaihtelut kuormituksessa ovat olleet suuria. Ovatko ponnistelut kuormituksen rajoittamiseksi siis olleet turhia, vai peittyvätkö aikaansaannokset esimerkiksi vaihtelevien sääolojen aiheuttamien muutosten alle?

Ympäristötuen toimenpiteiden soveltaminen on käytännössä osin taloudellisesti ohjattua ja osin vapaaehtoista. Kun tukijärjestelmä sitoo myös yhteiskunnan resursseja, on sijoitetuilta panoksilta perusteltua vaatia mahdollisimman suurta hyötyä. Viljelyalueiden

valumavesien hallintamalli-projektissa (VIHMA) tämä on yksi avainkysymys. Siinä eri puolilla Suomea sijaitsevien valumakenttien aineistot koottiin yhteen, ja näistä 10–20 vuoden aineistoista tarkasteltiin peltokohtaisia kuormituslukuja ja erilaisten pellonkäyttömuotojen välisiä kuormituseroja. Lisäksi laskettiin eri vaihtoehtojen aiheuttamia nettokustannuksia tilatasolla. Tavoitteena oli ympäristötuen toimenpiteiden tehokkuusvertailu ja toimenpiteiden kustannustehokkuuden mukainen priorisointi.

Koekenttäaineistojen pitkän aikavälin tuloksista voidaan tarkastella eri pellonkäyttömuotojen kuormitustasoja ja niiden vuosi- ja vuodenaikaisvaihteluita. Vuosikuormien suuresta vaihtelusta on aikaisemmin raportoitu sekä koekentiltä että pieniltä valuma-alueilta (Jaakkola 1984, Rekolainen 1993, Turtola ja Jaakkola 1995, Turtola ja Paajanen 1995, Uusi-Kämpä ja Ylärinta 1996, Turtola ja Kempainen 1998, Puustinen 1998, 2003, Paasonen-Kivekäs ym. 2000, Vuorenmaa ym. 2002). Erityisen kiinnostavaa on, ovatko viimeiselle 10–15 vuodelle ajoittuneet leudot talvijaksot mahdollisesti kasvattaneet kuormituksen vuosivaihtelua ja siten peittäneet alleen maatalouden ympäristötukitoimenpiteiden vaikutuksia. Tässä kirjoituksessa tarkastellaan eräiden koekenttien tulosten perusteella talvityyppien välisiä kuormituseroja.



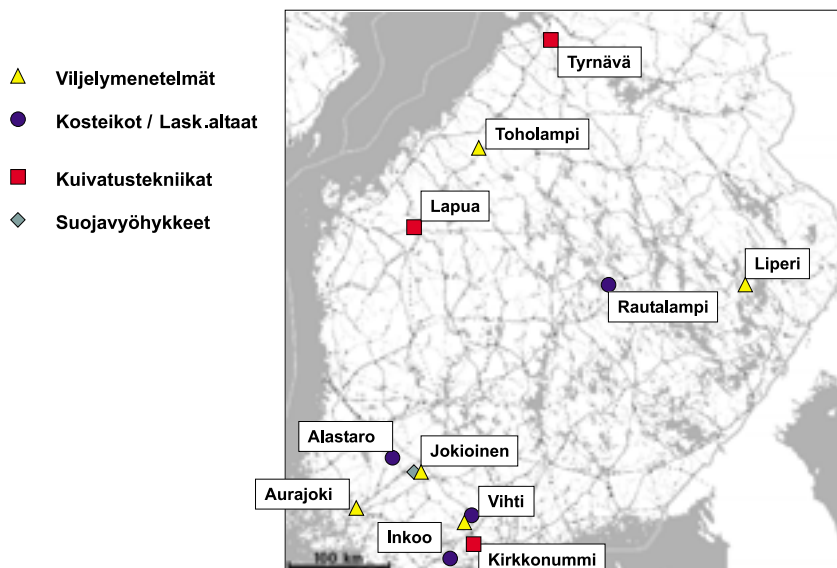
Keväistä pintavaluntaa kaltevilla syysvehnäpellolla. (Kuva Markku Puustinen)

Koekentät

VIHMA-hankkeessa hyödynnettävät, maalajiltaan ja kaltevuussuhteiltaan erilaiset huuhtoutumiskoekentät ja valuma-alueet sijaitsevat pääosin eteläisessä Suomessa (kuva 1). Tässä kirjoituksessa tarkastellaan Aurajoen (1989–2002) ja Kotkanjoen (1979–2002) koekenttien ja Hovin valuma-alueen (1982–2001) pitkäaikaisia aineistoja. Koekenttien maalaji vaihtelee aitosavesta hietasaveen ja maanpinnan kaltevuus 2–8 %. Kaikki tutkimusalueet ovat salaojitettuja. Aurajoella mitattu valunta

on pelkästään pintavaluntaa sisältäen koko muokkauskerroksen valunnan, Kotkanjoen alueella mitataan sekä pinta- että salaojavaluntaa ja Hovin alueella salaojavaluntaa ja valtaojasta purkautuvaa kokonaisvaluntaa.

Tarkasteltavina olleista viljely- ja muokkausmenetelmistä syyskynntö jätetään maan paljaaksi ja lähes kasvi-peitteettömäksi koko talvikaudeksi. Kultivoinnissa maan pinnalle jäävän kasvi-peitteisyyden määrä riippuu mm. kultivointisyvyydestä ja kasvinjätteiden määrästä, mutta se on selvästi suurempi kuin kynnetyllä maalla. Syysviljoja viljeltäessä muokattua maanpintaa suojaa talvikaudella oras. Sängelle jätettäessä maata ei muokata syksyllä lainkaan, jolloin talvikaudella maata suojaa viljan sänki ja puintijätteet. Sängelle jätetty maa yleensä joko kynnetään tai vähintään kylvömuokataan seuraavana keväänä, mutta suorakylvössä suurin osa maan pinnasta jää kylvön yhteydessäkin koskemattomaksi. Monivuotisessa nurmessa maata ei muokata nurmen viljelyn aikana ja sitä suojaa koko vuoden ajan pysyvä kasvillisuus. Aurajoen koekentän aineisto sisälsi kaikki edellä mainitut vaihtoehdot, kun taas Jokioisista ei ollut kuormitustuloksia suorakylvetyltä pellolta. Hovissa koko valuma-alue pääsääntöisesti kynnettiin syksyllä ja tavoitteena oli seurata pelkästään vuosittaisia kuormitustasoja.



Kuva 1. VIHMA-hankkeessa sovellettavat koealueet

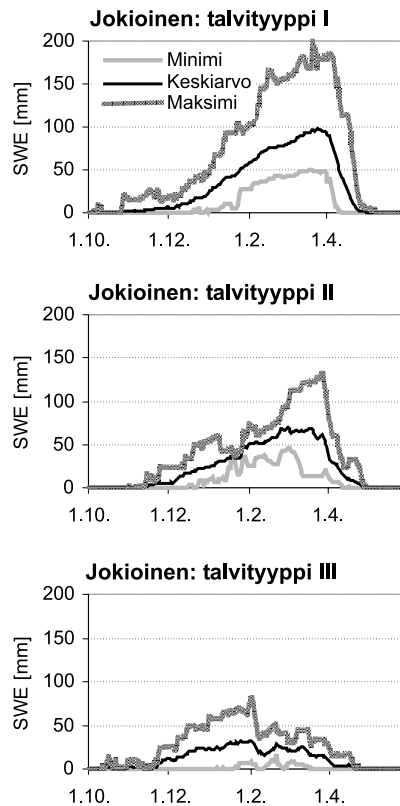
Talvityypit

Leudot talvet voivat vaikuttaa kuormitukseen usealla tavalla. Jos keskitalven valunta kasvaa lumen jatkuvasti sulassa tai vesisateiden vuoksi, maan pinta ei pääse routaantumaan tai se sulaa keskellä talvea, mikä voi lisätä huomattavasti eroosiota. Routaantumattomassa maassa myös typen huuhtoutuminen voi kasvaa maan suuremman mikrobiaktiivisuuden ja myös muuttuvien valuntasuhteiden vuoksi. Jos talvien leudontumiseen liittyy lisäksi sadannan kasvu, suurempi kokonaisvalunta lisää kuormitusta.

VIHMA -hankkeessa talvityyppien luokittelu perustui lumen vesiarvon kertymään. Vesiarvot ovat koekenttien lähimmiltä lumilinjoilta kahden viikon välein mitattuja todellisia arvoja, ja sarjoja täydennettiin HBV-mallin (Vehviläinen 1994) avulla lasketuilla päiväraivoilla. Vesiarvon muutoksia kuvaavien käyrien muodon ja absoluuttisten arvojen perusteella talvityypit luokiteltiin kolmeen luokkaan: kylmä runsasluminen talvi (tyyppi I) ja leuto vähäluminen talvi (tyyppi III) sekä näiden välimuoto, melko luminen talvi (tyyppi II) (kuva 2).

Valunta

Valunnoista huomattava osa tapahtuu usein jo syksyllä mutta selvästi suurempi osa kevään sulantakaudella. Syksy–talvi–keväät -jakso oli luonteva



Kuva 2. Talvityyppien luokittelu lumen vesiarvokäyrien mukaan, Jokioisten lumilinja

tarkastelujakso, koska maan pinnan laatu on tänä aikana yhtenäinen. Jos kesävalunnat otettiin mukaan, jakso ulottui syyskuusta seuraavan vuoden syyskuuhun. Koealueiden aineisto ja kaantui talvityypeittäin seuraavasti:

tyyppi I: Kotkanoja ja Hovi 13 ja Aurajoki 1 jakso, tyyppi II: Kotkanoja ja Hovi 6 ja Aurajoki 3 jaksoa sekä tyyppi III: Kotkanoja ja Aurajoki 5 jaksoa ja Hovi 4 jaksoa.

Aurajoella keskimääräiset pintavalunnat olivat hiukan pienempiä kuin Kotkanojan ja Hovin kokonaisvalunnat (taulukko 1), sillä kahdessa jälkimmäisessä oli mukana myös salaojavalunta. Muita koealueita kaltevammalla Aurajoella ei todennäköisesti muodostu kovin paljon salaojavaluntaa, ja muiden alueiden kokonaisvalunta sisälsi myös kesäkaudet. Talvityypeittäin valunnan kokonaismäärä oli Hovin I tyyppiä lukuunottamatta lähes muuttumaton ja leutojen ja lumisten talvien pieni ero johtui sadannan eroista. Leudoille talvikausille oli tyypillistä, että syksyn valunta jatkui lähes taukoamatta talveen saakka. Talvella valuntaa esiintyi uudelleen vesisateen ja toistuvan lumen sulamisen seurauksena. Keväällä valunta päättyi aikaisemmin kuin kylminä lumisina talvina.

Hovissa pintavalunnan osuus kokonaivalunnasta oli lumisia talvia sisältävillä jaksoilla 52 % (I) ja 55 % (II) ja leutojen talvien jaksoilla (III) 21 %. Kotkanojalla salaojitusta oli uusittu 90-luvun alussa, jonka seurauksena pintavalunnan osuudet pienenevät pysyvästi. Ojitustäydennyksen jälkeen kynnetyssä maassa pintavalunnan osuus lumisten talvien jaksoilla oli 28 % (I) ja 10 % (II) sekä leudolla jaksolla (III) 20 %. Nurmella pintavalunnan osuus lu-

Taulukko 1. Keskimääräinen valunta Aurajoen (syys-toukokuu), Jokioisten (syys-elokuu) ja Hovin (syys-elokuu) koealueilla talvityypeittäin: kylmä runsasluminen (I), melko luminen (II) ja leuto vähäluminen (III) talvina.

| Viljelykäytäntö | Aurajoki mm | | Jokioinen, mm | | | Hovi, mm | | |
|-----------------------|-------------|-----------|---------------|----------|-----------|----------|----------|-----------|
| | talvi I, II | talvi III | talvi I | talvi II | talvi III | talvi I | talvi II | talvi III |
| Syyskyntö + kevätilja | 247 | 224 | 283 | 271 | 274 | 326 | 278 | 254 |
| Syyskultivointi | 212 | 228 | 258 | 256 | 236 | | | |
| Sysvehnä | 213 | 223 | | | | | | |
| Sänki + kevätilja | 203 | 212 | 284 | 261 | | | | |
| Suorakylvö | 237 | 247 | | | | | | |
| Nurmi | 206 | 215 | 271 | | 340 | | | |

Taulukko 2. Valunnan keskimääräisiä kuormitusarvoja (I, II ja III) Aurajoen, Jokioisten ja Hovin koalueilla. Kultivointi Aurajoella 15 cm:n syvyyteen, Jokioisilla 8 cm:n syvyyteen.

| Aurajoki | Eroosio, kg/ha | | Partikk. P, kg/ha | | Liuk. P, kg/ha | | Kok-N, kg/ha | |
|---------------------|----------------|------|-------------------|------|----------------|------|--------------|------|
| | I ja II | III | I ja II | III | I ja II | III | I ja II | III |
| Syyskylvö+kevätv. | 1330 | 2715 | 2,24 | 4,89 | 0,54 | 0,62 | 19,0 | 13,1 |
| Kultivointi | 1250 | 2530 | 2,31 | 5,08 | 0,67 | 0,83 | 10,7 | 9,7 |
| Syysvehnä | 1050 | 1980 | 1,78 | 3,71 | 0,49 | 0,58 | 11,5 | 10,4 |
| Sänki+kevätilja | 600 | 950 | 1,07 | 1,80 | 0,91 | 0,96 | 6,0 | 6,1 |
| Suorakylvö (syysv.) | 510 | 795 | 0,90 | 1,47 | 1,95 | 2,12 | 10,0 | 7,5 |
| Nurmi | 550 | 620 | 0,93 | 1,02 | 0,90 | 0,93 | 4,6 | 4,3 |

| Jokioinen | Eroosio, kg/ha | | | Partikk. P, kg/ha | | | DRP, kg/ha | | | Kok N, kg/ha | | |
|-------------------|----------------|-----|------|-------------------|------|------|------------|------|------|--------------|------|------|
| | I | II | III | I | II | III | I | II | III | I | II | III |
| Syyskylvö+kevätv. | 1089 | 828 | 1898 | 0,78 | 0,71 | 1,34 | 0,16 | 0,09 | 0,14 | 10,0 | 18,9 | 13,2 |
| Kultivointi | 499 | 973 | 952 | 0,59 | 0,94 | 1,11 | 0,14 | 0,12 | 0,10 | 6,3 | 13,7 | 9,3 |
| Sänki+kevätilja | 703 | 391 | | 0,71 | 0,40 | | 0,10 | 0,14 | | 11,9 | 7,3 | |
| Nurmi | 680 | | 844 | 0,48 | | 0,82 | 0,58 | | 0,45 | 2,2 | | 9,9 |

| Hovi | Eroosio, kg/ha | | | Partikk. P, kg/ha | | | DRP, kg/ha | | | Kok N, kg/ha | | |
|-------------------|----------------|-----|-----|-------------------|------|------|------------|------|------|--------------|------|------|
| | I | II | III | I | II | III | I | II | III | I | II | III |
| Syyskylvö+kevätv. | 405 | 489 | 490 | 0,58 | 0,53 | 0,62 | 0,21 | 0,14 | 0,17 | 12,2 | 15,2 | 11,6 |

misen talven jaksolla oli 82 % (I) ja leudoilla jaksolla (III) 35 % sekä kultivoinnissa 66 % (I), 39 % (II) ja 38 % (III). Sänkeä ei leudoilla jaksoilla ollut koikeissa.

Eroosio

Kun talvityypit ja pellon pinnan olosuhteet eivät vaikuttaneet kokonaisvalunnan määrään, sitä enemmän valunnan kiintoainepitoisuus reagoi näihin tekijöihin vaikuttaen voimakkaasti eroosiomääriin (taulukko 2). Aurajoella ja Jokioisissa eroosio kasvoi leutoina talvina varsinkin kynnetyillä ja viljelyillä mailla. Erityisesti kaltevilla Aurajoen koekentällä leudot talvet kasvattivat voimakkaasti muokatun maan eroosiota verrattuna aidosti kasvipeitteelliseen maahan. Hovissa talvityyp-

pien I ja III välinen eroosion ero oli pienempi, mikä johtui osittain keskimäärin 72 mm suuremmasta valunnasta talvityypissä I ja toisaalta leudon talven oleellisesti pienemmästä pintavalunnan osuudesta. Tässäkin tapauksessa valunnan kiintoainepitoisuus oli leutoina talvina huomattavasti suurempi. Aurajoen ja Jokioisten tulokset osoittivat, että mitä enemmän maan pinnassa oli todellista kasvipeitteisyyttä, sitä vähemmän leudot talvet kasvattivat eroosiota.

Hovissa keskimääräinen eroosio oli pienempi kuin Aurajoella ja Kotkanojalla. Tämä saattaa johtua alueiden kokoerosta. Kun kultakin koalueelta mitattu vesimäärä edustaa koko alueen valuntaa, eroosioaines Hovissa (12 ha) saattaa olla lähtöisin mittauspistettä lähellä olevalta osa-alueelta ja kauempaa

liikkeelle lähtenyt kiintoaines olisi jäänyt matkalla kohti purkupistettä pellon pinnalle. Aurajoella (1 ha) ja Kotkanojalla (1,8 ha) mitattu kiintoaines taas paremmin vastaa koko alueelta liikkeelle lähteneen kiintoaineksen määrää. Hovissa ja Kotkanojalla pintavalunnan osuuden pieneneminen leudoilla jaksoilla ilmeisesti pienensi vastaavien jaksosten eroosiota.

Fosforikuormitus

Partikkelimaisen fosforin kuormitusluvut seurasivat tarkasti eroosiomäärien muutoksia. Tämä on luonnollista partikkelimaisen fosforin sitoutuessa kiintoainekseen. Eroosion ja partikkelimaisen fosforin torjunta onkin tehtävissä samoilla toimenpiteillä.

Pintavalunnan liukoisin fosforin pi-

toisuus riippuu ensisijaisesti muokauskerroksen fosforitilasta. Aurajojen kentän huomattavasti Jokioista korkeampi liukaisen fosforin kuorma (taulukko 2) johtui paitsi pintamaan korkeammasta helppoliukaisen fosforin pitoisuudesta myös suuremmasta pintavalunnan määrästä. Aineistosta näkyi, että pintavalunnan liukaisen fosforin pitoisuutta kasvatti myös fosforin irtoaminen kasviaineksesta ja matalampaan pintakerrokseen jäävästä lannoitefosforista. Siten eroosiota hyvin estävät sänki, suorakylvö ja nurmi aiheuttivat usein suurempia liunneen fosforin päästöjä kuin syksyllä kynnetyt tai kultivoidut koealueet. Sen sijaan talvityypit eivät juuri vaikuttaneet liukaisen fosforin huutoutumiseen.

Typpikuormitus

Aurajoella typpikuormitus näytti leutoina talvina pikemminkin laskevan kuin nousevan (taulukko 2). Jokioissa ja Hovin alueella typpikuormitus oli usein korkein melko lumisina talvina (II) ja kaikkein leudoimpina talvina (III) kuormitus oli edellistä pienempi. Mahdollisesti kaikkein leudoimmat talvet ovatkin kasvattaneet typen kaasumaisia päästöjä, mikä on vähentänyt huutoutumiselle alttiina olleen nitraattitypen määrää maassa. Leutoina talvina typen kaasumaiset hävikit todennäköisesti lisääntyvät, sillä lumen sulamisjakoina peltomaalta on mitattu varsin korkeita N_2O -päästöjä (Syväsalu ym. 2004).

Johtopäätökset

Kun tavoitteena on eroosion merkittävä alentaminen Etelä-Suomen savi-alueella, keskeisessä asemassa ovat muokausmenetelmät, muokkauksen ajankohta, kasvipeitteisyys ja toimenpiteiden sijoittelu eri peltolohkoille. Tilanne on kuitenkin odotettua vaikeampi, jos talvet pysyvästi lämpenevät ja eroosio potentiaali kasvaa tämän vuoksi enemmän kuin sitä pystytään alentamaan lievillä viljelytoimenpiteiden muutoksilla. Ei myöskään tiedetä, miten ilmaston lämpeneminen vaikuttaa pitemmällä aikavälillä savimaiden rakenteeseen ja eroosioalttiuteen.

Eroosiota ja partikkelimaisen fosforin kuormitusta on käytännössä pyritty vähentämään soveltamalla kevennettyjä muokausmenetelmiä ja sänkeä. Suorakylvömenetelmä on myös viime vuosina yleistynyt. On varsin todennäköistä, että mikäli leutoja jaksoja sisältäviä talvia esiintyy yhtä usein kuin viimeisten viidentoista vuoden aikana, pelloilta tulevaa maa-ainekuormitusta voidaan alentaa vain siirtymällä lähemmäksi pysyvää kasvipeitteisyyttä tai sitä muistuttavaa viljelytapaa. Vaikka nurmen viljely ei yleensä ole realistinen vaihtoehto karjattomilla tiloilla, viherkesanto voisi sopia monen tilan viljelykiertoon.

Eroosion torjuntatoimenpiteet olisi kohdennettava erityisesti kalteville pelloille. Pysyvällä kasvipeitteisyydellä saavutetaan rinnepelloilla moninkertaiset hyödyt tasaisiin peltoihin nähden, etenkin leutoina talvina.

Eroosioaineksen sisältämä partikkelimainen fosfori on vesistöissä potentiaalinen liukaisen fosforin lähde. Muokkauksen keventämisen ja peltojen kasvipeitteisyyden kokonaisvaikutusta pitää arvioida partikkelimaiseen fosforin aleneman ja kasvipeitteisyyteen usein liittyvän liukaisen fosforin kasvun yhteisvaikutuksena. Joissakin tapauksissa liukaisen fosforin kasvu voi olla suurempi kuin partikkelimaisen fosforin alenema. Tätä riskiä tulee pienentää alentamalla korkeassa fosforitilassa olevien peltojen fosforilukuja systemaattisesti lannoitusta vähentämällä. Myönteistä liukaisen fosforin huutoutumisessa on se, ettei se näyttäisi kasvavan leutoina talvina. Käytännössä tämä tarkoittaisi, että erityisen kuormittavissa olosuhteissa, kuten jyrkillä rinteillä leutoina talvina, pysyvällä kasvipeitteisyydellä saavutettaisiin todennäköisemmin kokonaiskuormituksen vähenemä.

Kaikkien koekenttien tuloksia tarkastellaan perusteellisemmin VIHMA-projektissa. Hankkeessa tehdään arvioita kuormitusriskin kasvusta ja torjuntamahdollisuuksista vertailemalla kaikkia ympäristötuen toimenpiteitä vaihtelevissa sääolosuhteissa. Erityisen tarkastelun kohteena ovat eri vuodenaikojen osuudet kokonaiskuormituksesta sekä pinta- ja salojavaluntojen mu-

kana tulevan kuormituksen jakaumat. Tilatason kustannusten pohjalta VIHMAssa tehdään toimenpiteiden kustannustehokkuuden vertailuja.

Kirjallisuus

Jaakkola, A. 1984. Leaching losses of nitrogen from a clay soil under grass and cereal crops in Finland. *Plant Soil* 76: 59–66.

Puustinen, M. 1998. Viljelymenetelmien vaikutus pintaeroosioon ja ravinteiden huutoutumiseen. Suomen ympäristö 285.

Puustinen, M. 2003. Influence of cultivation methods on suspended solids and phosphorus concentrations in surface runoff on loped fields. Submitted to *Agriculture, ecosystems & environment* 2003.

Rekolainen, S. 1993. Assessment and mitigation of agricultural water pollution. Publications of the Water and Environment Research Institute 12.

Syväsalu, E., Regina, K., Turtola, E., Lemola, R. & Esala, M. 2004. Greenhouse gas emissions and nitrogen leaching from organically and conventionally cultivated soil. Manuscript.

Turtola, E. & Jaakkola, A. 1995. Loss of phosphorus by surface runoff and leaching from a heavy clay soil under barley and grass ley in Finland. *Acta Agriculturae Scandinavica Sect. B, Soil and Plant Science* 45: 159–165.

Turtola, E. & Paajanen, A. 1995. Influence of improved subsurface drainage on phosphorus losses and nitrogen leaching from a heavy clay soil. *Agricultural Water Management* 28(4): 295–310.

Turtola, E. & Kemppainen, E. 1998. Nitrogen and phosphorus losses in surface runoff and drainage water after application of slurry and mineral fertilizer to perennial grass ley. *Agricultural and Food Science in Finland* 7: 569–581.

Uusi-Kämpä, J. & Ylärinta, T. 1996. Effect of buffer strips on controlling soil erosion and nutrient losses in southern Finland. In: Mulamootil, G. et al. (eds.), *Wetlands: Environmental gradients, boundaries, and buffers*. Proceedings of an International Symposium April 22–23, 1994. Sheraton Fallsview, Niagara Falls, Ontario, Canada. p. 219–233.

Vuorenmaa, J., Rekolainen, S., Lepistö, A., Kenttämies, K. & Kauppila, P. 2002. Losses of nitrogen and phosphorus from agricultural and forest areas in Finland during the 1980s and 1990s. *Environmental Monitoring and Assessment* 76:213–248, 2002.

Vehviläinen, B. 1994. The watershed simulation and forecasting system in the National Board of Water and the Environment. Publications of the Water and Environment Research Institute, 17:3–35.



FOSFORI MAATALOUDEN KUORMITUKSESSA



Risto Uusitalo

maat.metsät.maist.

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT), ympäristöntutkimus

E-mail: risto.uusitalo@mtt.fi

Maataloudesta tuleva kuormitus eroaa asutuksen ja teollisuuden jätevesistä siten, että pääosa maatalouden fosforikuormasta on maa-ainekseen sitoutuneena. Siitä vain osa vapautuu leville ja muille vesien perustuottajille käyttökelpoiseen liuenneseen muotoon, minkä vuoksi fosforin kokonaiskuormitus eri lähteistä ei suoraan vastaa niistä tulevien fosforivirtojen rehevöittävää vaikutusta (Ekholm, 1998).

Maa-aineksen fosforin biologiseen käyttökelpoisuuteen vaikuttavat sekä fosforia sisältävän maa-aineksen kemialliset ominaisuudet, että vastaanot-

Fosforin päätyminen vesistöihin johtaa ajan kuluessa vesistöjen rehevöitymiseen. Vaikka fosforia päätyy vesistöihin monista eri lähteistä, on hajakuormituksen suhteellinen osuus viime vuosikymmenien kuluessa kasvanut. Suomessa maatalouden osuuden on arvioitu olevan noin 60 % ihmistoiminnasta peräisin olevasta fosforikuormituksesta.

tavan vesistön ominaisuudet kuten veden happipitoisuus (redox-tila), sekä liuenneiden aineiden pitoisuus ja laatu. Pääasialliset maa-aineksen fosforin liukoisuutta säätelevät reaktiot ja näihin reaktioihin liittyvät yhdisteet voidaan listata seuraavasti:

- 1 Al- ja Fe-oksidiin pinoilla tapahtuva fosforin pidäytyminen ja vapautuminen.
- 2 Fosforin saostuminen CaCO_3 :n kera ja pidäytyminen CaCO_3 :iin, sekä näiden fosforipitoisten sekundääristen Ca-yhdisteiden liukeneminen.
- 3 Fe-oksidiin liukeneminen ja Fe-saostumien muodostuminen redox-tilan muutosten seurauksena.
- 4 Fosforia sisältävien mineraalien (tärkeimpänä apatiittipitoinen kiviaines) rapautuminen ja liukeneminen.
- 5 Orgaanisen fosforipitoisen aineksen synteesi ja mineralisaatio.

Vaikka kaikki yllä luetellut fosforin reaktiot ovat todennäköisiä joissakin olosuhteissa, tärkeimpinä reaktioina vesien rehevöitymisen kannalta voidaan pitää niitä mihin Al- ja Fe-oksidiin osallistuvat (Hartikainen, 1979; Froelich, 1988).

Rehevöittävän fosforin pitoisuuden arvioiminen hapellisissa olosuhteissa

Maatalouden valumavesistä maa-ainekseen sitoutuneen fosforin biologista käyttökelpoisuutta on mitattu jonkin verran suoraan levätestien avulla (Ekholm, 1998). Muiden biotestien tavoin myös levätestit ovat kuitenkin kalliita ja työläitä menetelmiä, mikä useimmiten rajoittaa näytämäärää tällaisilla menetelmillä tehtävissä tutkimuksissa. Kun halutaan arvioida fosforin käyttö-

kelpoisuutta suuresta määrästä näytteitä, on yleisenä tapana tehdä maa-ainesfosforin käyttökelpoisuusarviot käyttäen jotakin kemiallista menetelmää, jonka tiedetään korreloivan biologisesti käyttökelpoisen fosforijakeen kanssa (esim. Cowen ja Lee, 1976; Dorich ym., 1985; Sharpley, 1993).

Valumavesien sisältämän maa-aineksen sitomaa fosforia tutkittaessa voidaan käyttää fosforinsitoja, esimerkiksi anioninvaihtohartsia. Itse uutto on lyhyt, noin 20 tuntia, eikä menetelmä vaadi monimutkaisia näytteen esikäsittelyjä, kuten kiintoaineksen erottamista tai konsentroitua. Kun fosforinsitoja poistaa liuosfaasista fosfaattia sitomalla sitä vaihtopinnoilleen, vapautuu maa-aineksen Al- ja Fe-oksidiin pinnoille pidätettyä fosforia liuokseen. Maa-aineksen fosforin vapautuminen jatkuu niin kauan, että uusi tasapainotila maa-aineksen ja veden alhaisen fosforipitoisuuden välillä on saavutettu. Uutto fosforinsitojen avulla jäljittelee siten tilannetta, jossa maa-aines joutuu veteen minkä fosforikonsentraatio pysyy hyvin alhaisena laimenemisvaikutuksen ja lievien fosforinoton seurauksena.

Anioninvaihtohartsin sitoutuu valumavesistä vähemmän fosforia kuin mitä levät voivat käyttää, mutta tulos korreloi erittäin hyvin ($R^2 > 0,9$) esimerkiksi *Selenastrum capricornutum* -levän fosforinoton kanssa (Uusitalo ja Ekholm, 2003). Kun lisäksi tiedetään, että anioninvaihtohartsin sitoo fosforia juuri samoista maa-aineksen jakeista kuin levätkin, voidaan anioninvaihtohartsilla uutuvan maa-ainesfosforin määrä valumavesinäytteissä laskennallisesti vielä muuntaa leville hapellisissa oloissa käyttökelpoisen fosforin määräksi.

Maa-ainesfosfori hapettomista jaksoista kärsivissä vesistöissä

Maa-aineksen tai sedimentin fosforinsitomiskyvyn tiedetään pienenevän huomattavasti Fe-oksidiin pelkistyesä hapettomissa oloissa. Tällaisissa tilanteissa rautaa ja fosforia liukenee veteen (Mortimer, 1971). Vaikka pelkistyvän raudan liukenemista useinmiten veden happipitoisuuden taas noustessa seuraa Fe(III)-oksidiin saostuminen makeassa vedessä, ei tämä kierto toi-

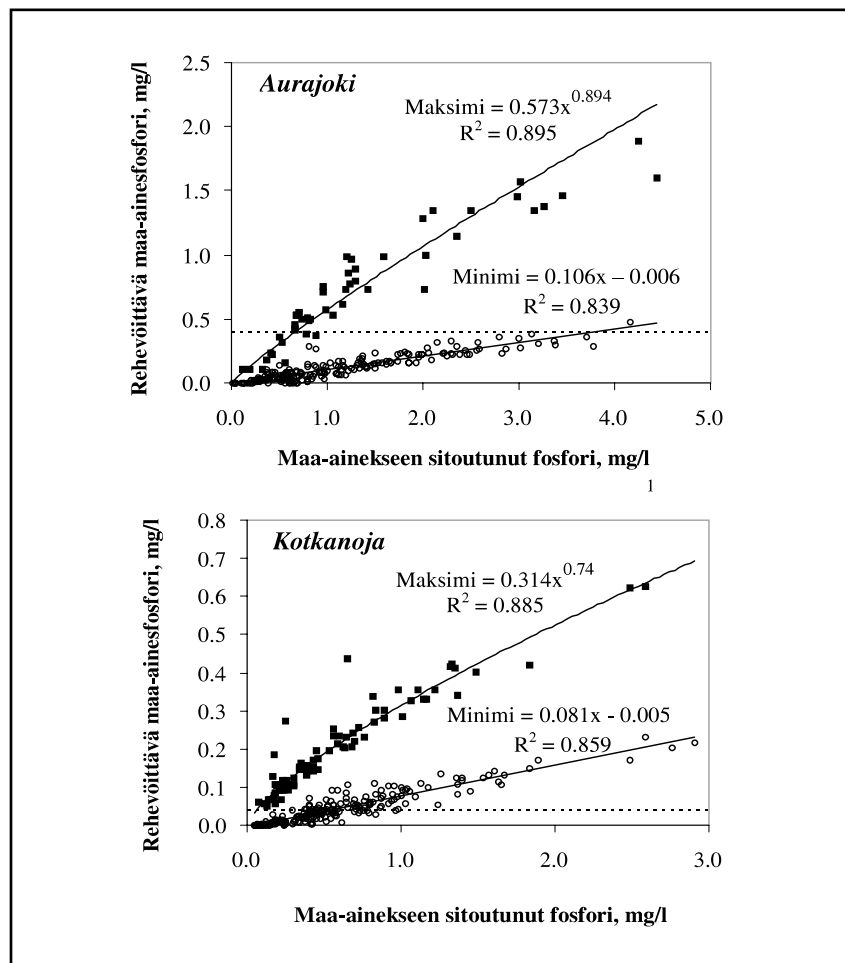
mi samalla tavoin meri- ja murtovesissä. Näissä sulfaatin ja liuenneen raudan keskinäistä reaktiota, rautasulfidien muodostumista, seuraa sedimentin fosforinsitomiskyvyn pieneneminen. Siitä puolestaan seuraa liuenneessa muodossa olevan fosforin pitoisuuden kasvu vesifaasissa ennen pelkistyneitä oloja vallinneeseen tilanteeseen nähden (esim. Gunnars ja Blomqvist, 1997).

Valumavesinäytteistä voidaan hapettomissa oloissa vapautuvan fosforin määrää arvioida lisäämällä pH-puskuroitua näytteeseen kemiallista pelkistintä, kuten ditioniittia tai askorbiinihappoa. Kemiallinen pelkistys ditioniitilla on kohtalaisen spesifinen menetelmä Fe-yhdisteiden sitoman fosforin määrän arvioimiseksi (Psenner ym., 1984; Uusitalo ja Turtola, 2003). Suomalaisilla valumavesillä tehtyjen ko-

keiden mukaan fosforia vapautuu maa-aineksesta liuenneeseen muotoon noin 5–6 kertaa anioninvaihtajalla uututtava määrä, tai 2,5–3 kertaa lievien hapellisissa oloissa käyttämä määrä. Jos anioninvaihtohartsilla uututtavaa fosforia kutsutaan käyttökelpoisen maa-ainesfosforin minimiarvioksi, voidaan pelkistinlisäyksen avulla määritetyn maa-ainesfosforin pitoisuuden valumavesissä sanoa vastaavan maa-ainesfosforin käyttökelpoisuusarvion ylärajaa (kuva).

Savimaan koekentiltä mitattuja fosforikuormia

Suomessa tärkeimmät maanviljelyalueet sijaitsevat rannikkovyöhykkeellä, jossa on runsaasti hienorakeisia maita. Tyypillisesti pellot muokataan syk-



Valumavesinäytteiden maa-ainespitoisuuden kasvun vaikutus hapellisissa oloissa (minimi) ja hapettomissa oloissa (maksimi) vapautuvan maa-ainesfosforin pitoisuuteen Aurajoen ja Kotkanojan kenttien valumavesissä (Uusitalo ym., 2003). Vaakasuuralla katkoviivalla on merkitty valumaveteen liuenneen fosforin keskimääräinen pitoisuus jaksolla 1997–2001.

Pintavalunnan määrä, eroosio, sekä pintavalunnan mukana pelloilta poistuneen liuenneen fosforin ja maa-ainekseen sitoutuneen fosforin määrät neljän vuoden aikana SYKE:n Aurajoen, sekä MTT:n Kotkanojan ja Lintupajun koekentillä (Uusitalo ym., 2003).

| | Pintav. | Eroosio | Liennut P | Maa-aines-P | Hapellisissa oloissa vap. P | Hapettomissa oloissa vap. P |
|------------------|---------|---------|-----------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | mm | kg/ha | g/ha | | | |
| <i>Aurajoki</i> | | | | | | |
| syys 97–elo 98 | 136 | 1500 | 425 | 2650 | 270 | 1340 |
| syys 98–elo 99 | 235 | 1170 | 497 | 2410 | 250 | 1300 |
| syys 99–elo 00 | 238 | 1030 | 411 | 1680 | 170 | 950 |
| syys 00–elo 01 | 221 | 920 | 511 | 1390 | 140 | 810 |
| <i>Kotkanoja</i> | | | | | | |
| syys 97–elo 98 | 64 | 400 | 35 | 353 | 25 | 118 |
| syys 98–elo 99 | 125 | 248 | 73 | 232 | 13 | 97 |
| syys 99–elo 00 | 60 | 296 | 29 | 281 | 20 | 99 |
| syys 00–elo 01 | 68 | 291 | 34 | 261 | 18 | 94 |
| <i>Lintupaju</i> | | | | | | |
| syys 97–elo 98 | 121 | 1325 | 183 | 1022 | 87 | 430 |
| syys 98–elo 99 | 209 | 923 | 197 | 802 | 57 | 360 |
| syys 99–elo 00 | 174 | 1037 | 139 | 847 | 65 | 370 |
| syys 00–elo 01 | 163 | 2271 | 125 | 1974 | 175 | 780 |

syisin ja erityisesti syksyn aikana pelloilta valuvissa vesissä on runsaasti kiintoainesta. Neljän eteläsuomalaisen savimaalla olevan koekentän – SYKE:n Aurajoen kentän, MTT:n Kotkanojan ja Lintupajun kenttien, sekä TKK:n Sjö-kullan kentän – vuotuisia kuormituksia seurattaessa maa-ainesfosforin osuus fosforin kokonaiskuormasta on ollut 73–94 % syksyisin muokatuilla koealoilla. Kun käyttökelpoisen fosforin pitoisuus valumavesissä muodostaa suhteellisen vakiosuuruisen osuuden maa-ainesfosforista (kuva), voidaan näiltä kentiltä pitemmän ajan kuluessa mitattuja maa-ainesfosforin kuormituslukuja käyttää hyväksi määrittäessä eri fosforin jakeiden vaikutusta rehevöittävään fosforikuormitukseen.

Taulukossa on esitetty kolmen koekentän pintavaluntaseurantojen tuloksista lasketut rehevöittävän fosforin kuormitusarvot neljän vuoden jaksolle. Koepaikkojen väliset erot liuenneen fosforin huuhtoumassa voidaan selittää maan helposti liukenevan fosforin pitoisuuden avulla ja kullakin koepaikalla eri vuosien välinen vaihtelu pintavalunnan määrän vaihtelulla. Maa-ainesfosforin kulkeumaa puolestaan säätelee

maan fosforivarojen suuruus (fosforin kokonaispitoisuus) ja eroosion voimakkuus. Maan fosforivarat ovat hitaasti muuttuva suure ja ne juontavat eteläsuomalaisissa savimaissa pääosin pitkäaikaisesta lannoitushistoriasta. Eroosion hallitseva vaikutus maa-ainesfosforin kuormituksen säätelijänä käy ilmi kuormituksen vuotuisessa vaihtelussa kullakin koepaikalla.

Pelloilta pintavalunnan mukana kulkeutuneen käyttökelpoisen maa-ainesfosforikuorman minimiarvio (hapellisissa oloissa vapautuva fosfori) oli kaikilla koepaikoilla pienempi kuin mitatut liuenneen fosforin kuormat, kun taas maksimiarvo (hapettomissa oloissa vapautuva fosfori) oli selkeästi suurempi kuin liuenneen fosforin kuormitus (taulukko). Se kuinka suuri paino eri fosforin jakeille tulisi antaa arvioitaessa rehevöittävää kuormaa tietyllä valuma-alueella, riippuu vastaanottavan vesistön ominaisuuksista. Jos oletetaan, että maa-ainesfosfori vastaanottavaan vesistöön joutuessaan ei pysy kauaa vesipatsaassa, vaan vajoaa pohjaan ja hautautuu sedimenttiin pysyvästi, tai jos vastaanottavan vesistön hydrologinen kiertö on nopea, liuenneen fosforin huuh-

toumalla olisi todennäköisesti suurempi vaikutus rehevöitymisen kannalta kuin maa-ainesfosforilla. Jos taas vastaanottavassa vesistössä on usein niukasti happea ja pohjasedimentissä on merkkejä pitkistä pelkistyneistä jaksoista, tai jos kyseessä on mereen suorassa yhteydessä olevat pellot, saattaa käyttökelpoisuuden maksimiarvio vastata paremmin rehevöitymisriskiä, jonka maa-aineksen kulkeutuminen vesistöön aiheuttaa. Tässä tapauksessa eroosion torjunta olisi varsin tehokas menetelmä rehevöittävän kuormituksen vähentämiseksi, sillä pintaeroosion vähentämiseksi tehtyjen toimenpiteiden vaikutukset rehevöittävään kuormitukseen näkyvät nopeammin kuin liuenneen fosforin pitoisuuksien vähentämiseksi tehtävät toimenpiteet.

Maa-ainesfosforin vaikutukset

Viimeisen kahden vuosikymmenen aikana on Suomessa tehty paljon tutkimusta, jossa on selvitetty eri viljely- ja vesiensuojelutoimenpiteiden vaikutuksia liuenneen fosforin ja maa-ainesfosforin kulkeutumiseen pelloilta (esim. Puustinen, 1994; Turtola, 1999; Uusi-Kämpä ym., 2000; Koskiahio ym., 2002). Näiden ja muiden tutkimusten perusteella tiedetään, että eroosiota vähentävät toimenpiteet, kuten suojavyöhykkeet tai kevennetty muokkaus, saattavat lisätä liuenneen fosforin kuormitusta samalla kun maa-ainesfosforin kuormitus pienenee (esim. Mueller ym., 1984; Uusi-Kämpä ym., 2000; Jansson ja Närvänen, 2004). Siten maa-ainesfosforin rehevöittävän vaikutuksen arviointi on ehdoton edellytys tehtyjen tutkimusten tulosten hyödyntämisen ja maatalouden vesiensuojelutoimenpiteiden nykyistä tehokkaamman kohdentamisen kannalta.

Myös valuma-alueen rehevöitysmiskehitystä ennustettaessa maa-aineksen rehevöittävää vaikutusta tulisi arvioida. Valuma-alue tutkimuksissa fosforin kuormat lasketaan usein maattisten mallien avulla, ja kun liuenneen fosforin ja maa-ainesfosforin kuormituksen arviointi tapahtuu eri laskentakaavojen avulla, malleihin voitaisiin sisällyttää nykyistä tarkempia tietoja maa-aineskuormituksen rehevöittävästä vaikutuksesta eri olosuhteissa. Ha-



Runsaasti maa-ainesta ja fosforia sisältäviä sameita valumavesiä voi poistua pelloilta sekä pintavaluntana että salaojien kautta. (Kuva Arto Närvänen)

pellisissa ja hapettomissa oloissa vapautuvan fosforin keskinäinen merkitys rehevöitymisen kannalta oletettavasti vaihtelee eri vesistöissä, koska hapettomien olojen todennäköisyys vaihtelee vesistöalueesta toiseen. Eri tyyppisten vesistöjen valuma-alueiden hoitoa suunniteltaessa tarkempi jako hapellisissa oloissa vapautuviin ja hapettomissa oloissa vapautuviin fosforin jakeisiin voisi siten auttaa rehevöitymiskehityksen ennustamisessa myös laajemmin.

Eri vesistöjen kemiallisen tilan kehityssuuntia vertailtaessa voidaan päätellä, että maatalouden vesienpuhdistus on ollut tehokasta (kts. Mitikka ja Ekholm, 2003). Koska maatalouden ympäristöohjelma perustuu vapaaehtoisuuteen ja kaikkien halukkaiden viljelijöiden mahdollisuuteen osallistua ympäristöohjelmaan, ei vesienpuhdistusohjelmien kohdentaminen valuma-alueilla voikaan olla täysin optimaalista. Suurin syy tehottomuuteen on se, että fosforia on hankalaa ja kallista poistaa laimeista virroista ja suurista määristä valumavettä. Myös tulevaisuudessa kuormitusta joudutaan vähentämään pieniin pitoisuuksi-

in puuttamalla ja erityisesti liuenneen fosforin huuhtouman osalta hitaasti vaikuttavia menetelmiä soveltamalla. Vaikka periaatejulistusten tavoitteiden mukaiset kuormituksen puolittamiset eivät lähivuosina tule toteutumaan, voidaan maatalouden rehevöittävää kuormitusta edelleen vähentää kohdentamalla vesienpuhdistusohjelmia nykyistä paremmin maatalon ja valuma-alueen sisällä, sekä kehittämällä uusia käytännöllisiä menetelmiä liuenneen fosforin huuhtouman aktiiviseen pienentämiseen. Kaikissa toimenpidearvioissa tulee lisäksi huomioida se, että liuenneet fosfori ja maa-ainekseen sitoutunut fosfori eivät ole yhteismitallisia rehevöittävän kuormituksen kannalta.

Kirjallisuus

Carpenter, S. R., N. F. Caraco, D. L. Correll, R. W. Howarth, A. N. Sharpley ja V. H. Smith. 1998. Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecol. Appl.* 8: 559–568.

Cowen W. F. ja G. F. Lee. 1976. Phosphorus availability in particulate materials transported by urban runoff. *J. Wat. Poll. Contr. Fed.* 48: 580–591.

Cowen, W. F., K. Sirisinha ja G. F. Lee. 1978. Nitrogen and phosphorus in Lake Ontario tributary waters. *Wat. Air Soil Poll.* 10: 343–350.

Ekholm, P. 1998. Algal-available phosphorus originating from agriculture and municipalities. *Monographs of the Bor. Environ. Res.* No. 11. 60 p.

Foy, R. H., S. D. Lennox ja C. E. Gibson. 2003. Changing perspectives on the importance of urban phosphorus inputs as the cause of nutrient enrichment in Lough Neagh. *Sci. Tot. Environ.* 310: 87–99.

Froelich, P. N. 1988. Kinetic control of dissolved phosphate in natural rivers and estuaries: A primer on the phosphate buffer mechanism. *Limnol. Oceanogr.* 33: 649–668.

Gunnars, A. ja S. Blomqvist. 1997. Phosphate exchange across the sediment-water interface when shifting from anoxic to oxic conditions – An experimental comparison of freshwater and brackish-marine systems. *Biogeochemistry* 37: 203–226.

Hartikainen, H. 1979. Phosphorus and its reactions in terrestrial soils and lake sediments. *J. Scient. Agric. Soc. Finl.* 51: 537–625.

Jansson, H. ja A. Närvänen. 2004. Viherkesannoilta liukenee fosforia vesistöihin. Koetointi 15.3.2004.

Koskiahho, J., S. Kivisaari, S. Vermeulen, R. Kauppila, K. Kallio ja M. Puustinen. 2003. Reduced tillage: Influence on erosion and nutrient losses in

a clayey field in southern Finland. *Agric. Food. Sci. Finl.* 11: 37–50.

Mitikka, S. ja P. Ekholm. 2003. Lakes in the Finnish Eurowatnet: Status and trends. *Sci. Tot. Environ.* 310: 37–45.

Mortimer, C. H. 1971. Chemical exchanges between sediments and water in the Great Lakes—speculations on probable regulatory mechanisms. *Limnol. Oceanogr.* 16: 387–404.

Mueller, D. H., R. C. Wendt ja T.C. Daniel. 1984. Phosphorus losses as affected by tillage and manure application. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48: 901–905.

Psenner, R., R. Pucsko ja M. Sager. 1984. Die fraktionierung organischer und anorganischer phosphorverbindungen von sedimenten. *Arch. Hydrobiol./Suppl.* 70: 111–155.

Puustinen, M. 1994. Effects of soil tillage on erosion and nutrient transport in plough layer runoff. *Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisuja* 17: 71–90.

Räike, A., O.-P. Pietiläinen, S. Rekolainen, P. Kauppila, H. Pitkänen, J. Niemi, A. Raateland ja J. Vuorenmaa. 2003. Trends of phosphorus, nitrogen and chlorophyll a concentrations in Finnish rivers and lakes in 1975–2000. *Sci. Tot. Environ.* 310: 47–59.

Schindler, D. W. 1977. Evolution of phosphorus limitation in lakes. *Science* 195: 260–262.

Sharpley, A. N. 1993. Estimating phosphorus in agricultural runoff available to several algae using iron-oxide paper strips. *J. Environ. Qual.* 22: 678–680.

Turtola, E. 1999. Phosphorus in surface runoff and drainage water affected by cultivation practices. *Acad. diss. Agric. Res. Centre of Finland and Univ. of Helsinki.* ISBN 951-729-555-3.

Uusi-Kämpä, J., B. Braskerud, H. Jansson, N. Syversen ja R. Uusitalo. 2000. Buffer zones and constructed wetlands as filters for agricultural phosphorus. *J. Environ. Qual.* 29: 151–158.

Uusitalo, R. ja P. Ekholm. 2003. Phosphorus in runoff assessed by anion exchange resin extraction and an algal assay. *J. Environ. Qual.* 32: 633–641.

Uusitalo, R. ja E. Turtola. 2003. Determination of redox-sensitive phosphorus in field runoff without sediment preconcentration. *J. Environ. Qual.* 32: 70–77.

Uusitalo, R., E. Turtola, M. Puustinen, M. Paasonen-Kivekäs ja J. Uusi-Kämpä. 2003. Contribution of particulate phosphorus to runoff phosphorus bioavailability. *J. Environ. Qual.* 32: 2007–2016.

Valpasvuo-Jaatinen, P., S. Rekolainen ja H. Latostenmaa. 1997. Finnish agriculture and its sustainability: Environmental impacts. *Ambio* 26: 448–455.



VESISTÖALUEEN KUORMITUKSEN ARVIOINTI

Vesipuidedirektiivin tavoitteena on, että kaikissa vesimuodostumissa vedenlaatu olisi vähintään hyvä vuoteen 2015 mennessä. Tavoitteena on myös, että missään vesimuodostumissa vedenlaatu ei huononi. Tätä tavoitetta varten pitää tunnistaa ja arvioida vesiin kohdistuvat merkittävät kuormituspainet. Onkin aiheellista kysyä, onko Suomessa tähän työhön tarvittavia työkaluja ja jos niitä löytyy, voidaanko niitä soveltaa niille tuhansille vesistöille, joita maastamme löytyy. Aiheellista on myös arvioida, voidaanko työkaluilla saada johdonmukaisia, luotettavia kokonaisarvioita ihmistoiminnasta aiheutuvien paineiden tunnistamiseen?



Sirkka Tattari

fil.maist., hydrologi
Suomen ympäristökeskus
E-mail: sirkka.tattari@ymparisto.fi
Kirjoittajan tehtäviin kuuluu ravinteiden huuhtoutumisen mallintaminen ja mallitulosten hyödyntäminen käytännön vesiensuojelutyössä.

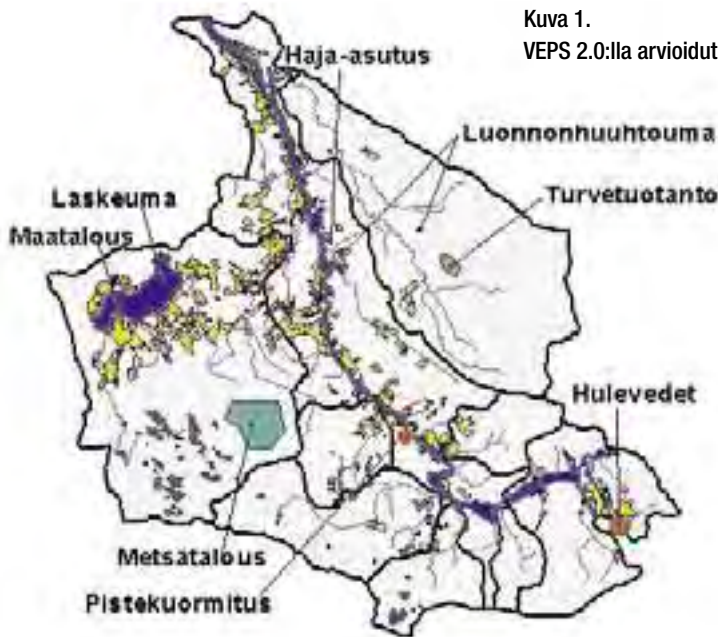
Jarmo Linjama

dipl.ins.
Suomen ympäristökeskus
E-mail: jarmo.linjama@ymparisto.fi

Vesistöalueelle tulevan kuormituksen suuruutta voidaan arvioida matemaattisilla malleilla ja seurantahavaintojen avulla. Mittaukset antavat mittaustarkkuuden ja mittausten edustavuuden rajoissa tietoa kuormituksesta, mutta mittausten ajallinen ja paikallinen kattavuus on käytännössä rajallinen. Yksittäisten muuttujien mittausta ei myöskään anna tietoa tärkeistä syy-seuraussuhteista, joita mallit taas pyrkivät valottamaan. Malleja on monenlaisia, lähtien yksinkertaisista regressioyhtälöistä aina monimutkaisiin, fyysikan lakeihin perustuviin fysikaalisiin malleihin. Mallinnus vaatii myös aina mittaustietoa tuekseen – lähtötietona,

kalibrointiin ja mallien testaukseen.

Arviointijärjestelmät pyrkivät yksinkertaistamaan monimutkaisia luonnonprosesseja käyttäen regressioyhtälöitä syy-seuraussuhteiden laskennassa. Arviointijärjestelmiä ei yleensä myöskään kalibroida tietyille vesistöalueelle, vaan jo lähtökohtaisesti hyväksytään epävarmempi tulos. Arviointijärjestelmät toisaalta taas mahdollistavat monien kuormituslähteiden suuruuden arvioinnin, kun taas fyysikaaliset mallit tyypillisesti keskittyvät tiettyjen osa-alueiden, kuten esimerkiksi maa- ja metsätalouden kuormituksen laskentaan. Onkin aiheellista kysyä, mitkä kriteerit mallien tai arviointijär-



Kuva 1.
VEPS 2.0:lla arvioidut kuormittajat.

jestelmien tulee täyttää, että niiden käyttö on hyväksyttävää. Käytännössä valitaan se malli, joka parhaiten tunnetaan, koska mallin sisäänajo saattaa kestää pitkään.

Vesipuitteidirektiivin tavoitteena on, että kaikissa vesimuodostumissa vedenlaatu olisi vähintään hyvä vuoteen 2015 mennessä. Tavoitteena on myös, että missään vesimuodostumissa vedenlaatu ei huononisi. Tätä varten pitää tunnistaa ja arvioida vesiin kohdistuvat merkittävät kuormituspaineet. Paineiden tunnistus on iteroiva prosessi, jossa vaihe vaiheelta paineen suuruuden arviointi ja samalla myös sen vaikutus tarkentuu. Vaiheittain esitetynä prosessin kulku olisi seuraavanlainen:

- kartoitetaan ihmistoiminnot vesimuodostuman alueella
 - tunnistetaan ihmistoiminnoista aiheutuvat paineet
 - arvioidaan vesimuodostuman herkkyys kyseiselle paineelle
 - arvioidaan paineen vaikutukset
- Suomessa on 3. jakovaiheen vesistöalueita yli 6 000 kpl. On selvää, että fyysikaalista mallinnusta ei käytännössä voida soveltaa näin suurelle joukolle vesistöalueita. Arviointijärjestelmän soveltaminen on käytännössä mahdollista tehdä, mutta ongelmaksi jää, riittääkö järjestelmän tarkkuus ihmistoiminnan aiheuttamien paineiden

suuruuden tunnistamiseen. Tietojärjestelmät ja niiden ajantasaisuus ovat tärkeässä asemassa paineiden suuruuden arvioinnissa. Tässä työssä esitetään ja arvioidaan ympäristöhallinnossa käytössä olevan kuormituksen arviointijärjestelmän (VEPS) käyttökelpoisuutta vesipuitteidirektiivin alustavassa paineiden suuruuden tunnistamisessa.

Vesistöön kohdistuvan kuormituksen arviointi

Vesistöalueelle kohdistuu monia ihmistoiminnasta aiheutuvia paineita (kuva 1). Hajakuormitukseen sisältyy muun muassa maatalouden, metsätalouden, laskeuman, turvetuotannon ja hulevesien aiheuttamat kuormitukset. Kuormittavia aineita ovat ravinteiden, typen ja fosforin ohella myös kiintoaine ja torjunta-aineet. Pintavesiin voi myös joutua muita haitallisia aineita,

jotka voivat olla tietoisesti tuotettuja ja käytettyjä kemikaaleja tai prosesseissa tahattomasti syntyviä ei-toivottuja sivutuotteita.

VEPS 2.0 arviointijärjestelmä

Suomen ympäristökeskuksessa on kehitetty VEPS-arviointijärjestelmä, jonka avulla voidaan arvioida 3. jakovaiheen vesistöalueiden tarkkuudella ravinnekuormituksen suuruutta. VEPS arvioi erikseen pistekuormituksen, maatalouden, metsätalouden, luonnonhuuhtouman, laskeuman ja haja-asutuksen aiheuttaman kuormituksen. Uusina kuormittajina VEPS 2.0:aan on lisätty hulevedet, loma-asutus (osaksi haja-asutuksen kuormitusta) sekä turvetuotanto. Luonnonhuuhtouman, laskeuman, maatalouden (fosforin osalta) ja haja-asutuksen arvot on päivitetty. VEPS:llä voidaan arvioida kokonaistypen ja -fosforin kuormat vuositasolla ($\text{kg km}^{-1} \text{v}^{-1}$). VEPS laskee maankäytön eli maatalousmaan, metsämaan, rakennettujen alueiden ja vesistöjen osuuden SLICES-aineiston pohjalta (Separated Land Use/Land Cover Information System, lisätietoa osoitteesta <http://www.slices.nls.fi>).

Pistekuormituksen osalta VEPS-järjestelmän lähtötiedot perustuvat VAHTI-tietojärjestelmään (Valvonta ja kuormitustietojärjestelmä). Siihen on tallennettu tietoja ympäristölupavollisten luvista ja päästöistä vesiin ja ilmaan sekä jätteistä. Tietojen luotettavuus aikasarjoissa vaihtelee. Ympäristökuormitustiedot ilmoitetaan yleisesti vuosiarvoina, eräiden tietojen osalta kuitenkin kuukausiarvoina. Toimialoja ovat asutus, jätteenkäsittely, kalankasvatus, saastuneet maa-alueet, teollisuus ja liikenne. VAHTI-järjestelmään ei ole katta-

Taulukko 1. Eri kuormittajille käytetyt ominaiskuormitukset VEPS 2.0:ssa.

| Kuormittaja | N [$\text{kg km}^{-2} \text{a}^{-1}$] | P [$\text{kg km}^{-2} \text{a}^{-1}$] |
|------------------|---|---|
| laskeuma | 188–1042 | 4–26 |
| luonnonhuuhtouma | 70–200 | 3–7 |
| maatalous | 800–2200 | 54–250 |
| metsätalous | 0–800 | 0–100 |
| turvetuotanto | 1000 | 3 |

Taulukko 2. Vesistöalueiden peltojen keskikaltevuusluokkien osuudet laskettuna korkeusmallilla (DEM 25 x 25) ja KUTI-tutkimuksessa mitattuja osuuksia.

| Peltojen keskikaltevuus (kalt) vesistöalueilla [%] | | | | | |
|--|------------|----------------|--------------|--------------|----------|
| | Kalt < 0,5 | 0,5 < kalt < 1 | 1 < kalt < 3 | 3 < kalt < 7 | kalt > 7 |
| DEM1 25 x 25/VEPS 2.0 | 17,2 | 24,9 | 51,9 | 5,9 | 0,1 |
| Kutitutkimus | 38,7 | 18,4 | 25,6 | 13,9 | 3,4 |
| Kuti-DEM1 | 21,5 | -6,5 | -26,3 | 8 | 3,3 |

vasti tallennettu vuosikuormituksia turvetuotantoalueista, kaatopaikoista, turkistarhoista ja karjasuojista (Silvo et al., 2001).

Peltoviljelyn aiheuttaman P-kuormituksen laskenta perustuu VEPS:ssä matemaattisella ICECREAM-mallilla (Tattari et al., 2001; Bärlund ja Tattari, 2001) laskettuihin kuormituslukuihin. Typpi-kuorma on arvioitu SOIL-N mallilla (Granlund et al., 2000). ICECREAM-simulointiajot on tehty viiden, eri puolella Suomea sijaitsevan ilmastoaseman vuosien 1990–2000 meteorologisten havaintojen perusteella. Kuormitustulokset edustavat pitkäaikaista (10 v) keskimääräistä kuormitusta, eikä tuloksia voida käyttää esim. hydrologisesti erilaisten vuosien kuormitusarviointiin.

Peltojen kasvilajitietona on käytetty maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskuksen v. 2002 kuntatietoista saatuja kasvitietoja ja maalajitieto perustuu Viljavuuspalvelun peltojen pintamaan maalajitietoon. Kullekin kunnalle on määritetty aineiston perusteella vallitseva maalaji ja kasvitiedoista on laskettu kunkin kasvilajin prosenttiosuuden mukaan ns. alueella kasvava keskimääräinen kasvi. Näiden tietojen perusteella on laskettu peltojen kaltevuustiedon avulla (DEM, 25 x 25 m) kullekin 3. jakovaiheen vesistöalueelle ominaiskuormitusarvio hyödyntäen edellä mainittuja mallituloksia. Pitkäaikaisista seurantaprojekteista ja maatalousalueiden koekenttien tuloksista on laskettu suhteellisen laajat vaihteluvälit sekä fosforin että typen kuormitukselle (Rekolainen et al, 1995) ja vesistöalueille simuloidut kuormitusarviot on skaalattu tähän vaihteluväliin.

Metsätaloustoimenpiteiden vesistökuormitus lasketaan VEPS-järjestelmässä metsätalosten ja eri tutkimuksista saatujen metsätalouden toimenpiteiden ominaishuuhtoutuma-arvojen avulla. Vuotuiset metsätalouden toimenpidetiedot on saatu Metsäntutkimuslaitokselta. Kuormituslaskelmat on tehty erikseen ojituksen, kunnostusojituksen, raskaasti muokattujen uudistushakkuiden, kevyemmin muokattujen uudistushakkuiden, kivennäismaiden typpilannoituksen ja turvemaiden fosforilannoituksen fosfori- ja typpihuuhtoutumista. Vaikka myös muista toimenpiteistä, kuten muokkaamattomista uudistushakkuista ja metsäteiden rakentamisesta voi tulla kuormitusta, katsottiin se tässä tarkastelussa merkityksettömäksi valuma-alueittakaavassa. Metsäkeskuksittain ilmoitettu metsätalostieto on muunnettu koskemaan kuutta päävesistöaluetta. Tämän lisäksi laskettiin erikseen Suomenlahteen, Saaristomereen, Selkämereen, Perämereen, Vienanmereen ja Jäämereen laskevien pienempien vesistöjen kuormitus. Toimenpiteiden määrien oletettiin jakautuvan tasaisesti koko metsäkeskuksen maapinta-alalle. Yksittäisen kuormittavan tapahtuman vaikutuksen oletettiin eräin poikkeuksin kestävä 10 vuotta.

Luonnonhuuhtoumalla ymmärretään metsämaaperästä, soilta ja pelloilta luonnontilassa vesistöihin joutuvaa kuormitusta. VEPSissä kokonaisravinteiden luonnonhuuhtouman arviointi perustuu 42 luonnontilaiselta, pieneltä valuma-alueelta mitattuun keskimääräiseen huuhtoumaan Suomen eri osissa (Mattson et al., 2003 ja Kortelainen et al., in prep.). Laskelmissa tehtävä yleisty perustuu siihen, että kokonaisra-

vinteiden huuhtoutuminen riippuu turvemaiden osuudesta valuma-alueilla.

Eriyisesti kivennäismaavaltaisilla alueilla (joilla turvemaiden osuus < 30%) luonnonhuuhtoumassa Etelä- ja Pohjois-Suomen välillä on tasoero. Etelä-Suomessa typen luonnonhuuhtoumaa lisää mm. viljavampi maaperä ja korkeampi typpilaskeuma. Turvemaa-valtaisilla alueilla (> 30%) aineiston hajoa on merkittävää, eikä selkeää eroa maan eri osien välillä voitu havaita. Turvemaiden/kivennäismaiden osuutta valuma-alueesta käytetään laskennassa siis indeksinä, johon integroituu muidenkin tekijöiden, mm. ilmaston ja hydrologian osuutta alueellisesta vaihtelusta.

Suomen ympäristökeskus mittaa kansallisena seurantaohjelmalla sadeveden ainepitoisuuksia ja kokonaislaskeumaa (ns. bulk-laskeuma), joka koostuu sateen mukana tulevasta märkälaskeumasta sekä keräimeen laskeutuvista leijuvista hiukkasista eli kuivalaskeumasta. Suurin osa laskeumanäytteen ilma-eräisistä epäpuhtauksista on yleensä märkälaskeumasta peräisin. Koko maan kattavassa asemaverkossa mittausasemat on pääosin sijoitettu haja-asutusalueille. Näillä mittausalueilla ei ole merkittäviä pistemäisiä ilman epäpuhtauksien päästölähteitä, joten mittauksilla on pyritty havainnoimaan ns. tausta-alueille sateen mukana tulevan ainekuormituksen perustaso.

SYKE mittaa tällä hetkellä kokonaislaskeumaa 14 havaintoasemalla. VEPSin laskeumatiedot perustuvat näihin mittauksiin. VEPS 2.0:ssä kullekin aluekeskukselle on määritetty ominaislaskeuma perustuen alueella sijaitsevien laskeumaseuranta-asemien vuotuisiin laskeumakeskiarvoihin. Kunkin 3. ja-

kovaiheen vesistöalueen ominaiskuormitusarvo on arvioitu näiden tietojen perusteella.

Turvetuotantolaitosten perustiedot löytyvät VAHTI-tietojärjestelmästä, mutta toistaiseksi päästötiedot puuttuvat järjestelmästä. VEPS-järjestelmässä turvetuotantoalueiden sijainti ja laajuus arvioidaan satelliittikuviin pohjautuvasta maankäyttö- ja puustotulkinnasta. Kuormituksen laskennassa käytetään turvetuotannon ominaiskuormituksen oletusarvona $0,27 \text{ kg ha}^{-1} \text{ v}^{-1}$ fosforille ja $10 \text{ kg ha}^{-1} \text{ v}^{-1}$ typelle. Turvetuotannon aiheuttamalle vesistökuormitukselle on ominaista suuret vuotuiset vaihtelut johtuen tuotannon vaiheesta ja valuntaolosuhteista. Turpeen erilainen laatu ja kuivatusvesien erilaiset käsittelymenetelmät aiheuttavat myös eroja kuormituksessa.

VEPS 2.0:ssä haja-asutustiedot perustuvat vuoden 2000 tilastoihin (Rakennus- ja huoneistorekisteri 2000). Tilastoista ilmenee viemäriverkoston liittymättömien asukkaiden ja asuinhuoneistojen määrä haja-asutusalueilla ja taajamissa. Tieto on paikkaan sidottu, joten se on mahdollista yhdistää 3. jakovaiheen vesistöalueiden rajaustietoon. Haja-asutuksen piiriin kuuluu Suomen väestöstä noin 19 % eli miljoona asukasta. Vapaa-ajan asuntojen määrä on 460 000, joista noin 30 000 on liitynyt viemäriverkoston.

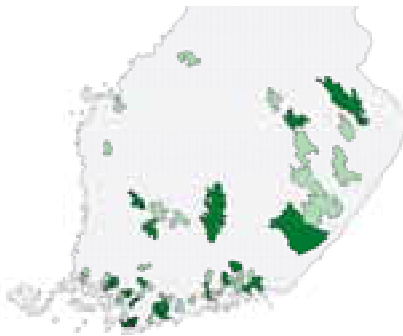
Haja-asutuksen ominaiskuormitusarvio perustuu tutkimustuloksiin varustetasoltaan erilaisten haja-asutusten kuormituksesta. Nämä valtakunnalliset arviot on alun perin laskettu vesien-suojelun tavoiteohjelmaa varten ja niissä on jo otettu huomioon se keskimääräinen jäteveden käsittelytaso, mikä haja-asutusalueilla oli vallitseva 1990-luvun alkupuolella. Vesistökuormitusta vähentävänä tekijänä luvuissa on lisäksi jo otettu huomioon arvioitu keskimääräinen jäteveden purkupaikan etäisyys vesistöstä.

Rakennettu ympäristö muuttaa vesistöjä ja lähiympäristön vesiolosuhteita merkittävästi. Kaupunkiympäristössä kadut, pihat ja katot estävät veden imeytymisen maahan ja syntynyt hulevesi aiheuttaa maa-aineksen, ravinteiden, metallien ja haitallisten aineiden huuhdotumista. VEPS:ssä hulevesien ai-

heuttamaa ravinnekuormaa arvioidaan havaittujen laskeumatietojen perusteella. Järjestelmässä oletetaan, että 20 % laskeuman typpi- ja fosforikuormasta kulkeutuu vesistöihin hulevesien mukana. Laskennassa pinta-alatietona käytetään rivi- ja kytkettyjen pientalojen alueet sekä erillispientalojen alueita.

Mitä tuloksia saadaan

VEPS 2.0:ssa käytetyt ominaiskuormitusarvot on esitetty taulukossa 1. Maankäyttötietona hyödynnetty SLICES-aineisto poikkeaa edellisessä versiossa käytetystä SLAM3-aineistosta. SLAM3 aliarvioi merkittävästi metsämaan osuutta ja vastaavasti yliarvioi maatalousmaan osuutta (kuva 2). Muun



Kuva 2. Vesistöalueet (3. jakovaiheen), joilta tuleva maatalouden fosforikuormitus on arvioitu VEPS:llä suureksi ($4\ 000\text{--}6\ 000 \text{ kg a}^{-1}$ ja $> 6\ 000 \text{ kg a}^{-1}$).

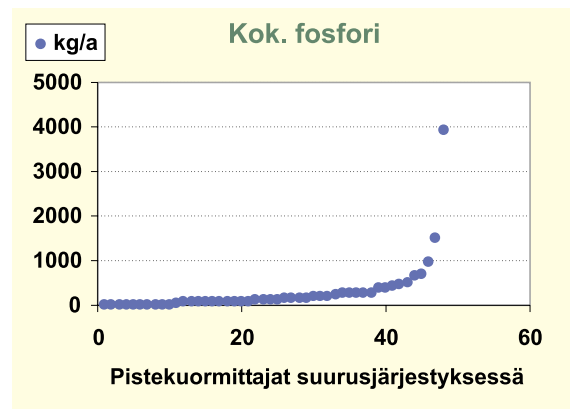
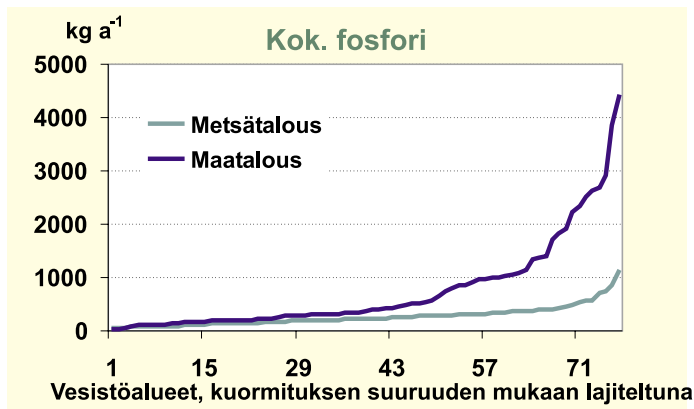
muussa tästä johtuen nykyisen VEPS 2.0:n tulokset poikkeavat aiemmista arvioinneista. Korkeusmallilla lasketut valuma-alueen peltojen keskikaltevuudet poikkeavat myöskin KUTI tutkimuksen (Puustinen et al., 1994) maastossa mitatuista arvoista. Pienien kaltevuuksien (< 0,5%) luokka on maastotutkimuksissa olennaisesti suurempi kuin vastaava korkeusmallilla saatu lukema (taulukko 2).

VEPS 2.0:lla voidaan arvioida eri kuormittajien merkittävyyttä vesistöalueittain. Tulosten tulkinnassa on oleellista huomioida, että esim. ravinteiden pidättymistä vesistöihin ei oteta huomioon. Käyttäjärjestelmän ja karttaliittymän avulla voidaan visuaalisesti tarkastella alueen vesistöjen sijaintia ja laajuutta, sekä kunkin vesistöalueen ylä-

puolisia vesistöalueita. VEPS 2.0:n avulla voidaan muun muassa kartoittaa ne alueet, joissa kuormitus on suurta. Kuvassa 2 on esimerkkinä esitetty ne 3. jakovaiheen vesistöalueet koko Suomessa, joilta tuleva maatalouden fosforikuormitus on suurempaa kuin $4\ 000 \text{ kg/a}$. Kuvassa 3 taas puolestaan on esitetty Oulujoen koko vesistöalueelle maatalouden, metsätalouden ja piste-kuormituksen arvot luokiteltuna suuruusjärjestykseen. Tällaisten graafisten esitysten avulla on helppo paikantaa vesistöalueella olevat suurimmat kuormittajat. Kun tarkastellaan vastaavalla tavalla koko vesienhoitoalueen kuormittajia, on mahdollista luoda raja-arvoja ns. merkittävän kuormituksen käsitteelle.

Lopuksi

Voidaanko VEPS 2.0:n tuloksiin sitten luottaa? Vastaus riippuu siitä, mihin tuloksia käytetään. Jos halutaan saada kokonaiskuva ihmistoiminnan aiheuttamista, vesistöalueeseen kohdistuvista paineista, lienee VEPS tähän tarkoitukseen erittäin käyttökelpoinen. Tulokset saadaan nopeasti kaikilta Suomen 3. jakovaiheen vesistöalueilta ja kuormituslukujen lisäksi sovelluksesta saadaan taustatietoa alueesta (maankäyttömuodot, järvisyysprosentti ja yläpuoliset vesistöalueet), mikä riittänee vesipuidedirektiivin edellyttämään alkuvaiheen kartoitukseen. Jos taas tarkoitusta on selvittää absoluuttisia kuormitusarvoja, on VEPS 2.0:n antama tulos tähän tarkoitukseen epäluotettava. Tämä johtuu siitä, että vaikka maankäyttömuodot saadaan kohtalaisen tarkasti selville, ovat useimmat VEPS 2.0:ssa käytetyt laskentamenetelmät arvioitu suurempien alueiden aineistojen (esim. metsätalustolliset toimenpiteet) perusteella. Laskennoissa käytetyt regressio-kaavat (esim. luonnonhuuhtouma), suorat mittaushavainnot (esim. laskeuma) sekä mallinnustulokset (esim. maatalous) perustuvat suhteelliseen suppeaan aineistoon, joka on alueellistettu kattamaan kaikki 3. jakovaiheen vesistöalueet. Tarkkojen ja luotettavien kuormitustulosten saaminen edellyttää aina käytetyn mallin kalibrointia ja testamista valitulla alueella.



Kuva 3. VEPS:llä arvioidut metsätalouden, maatalouden ja pistekuormituksen aiheuttamat fosforikuormat suurusjärjestyksessä Oulujoen vesistöalueella (2. jakovaihe).

Kirjallisuus

Ahti, E. & Paarlahti, K. 1988. Ravinteiden huuhtoutuminen talvella lannoitetulta metsäojitusalueelta. *Suo* 39:19–25.

Ahtiainen, M. & Huttunen, P. 1995. Metsätaloustoimenpiteiden pitkäaikaisvaikutukset purovesien laatuun ja kuormaan. Julkaisussa: Saukkonen, S. &

Kenttämies, K. (toim.). Metsätalouden vesistövaikutukset ja niiden torjunta. METVE-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 2:33–50.

Bärlund, I. and Tattari, S. 2001. Ranking of parameters on the basis of their contribution to model uncertainty. *Ecological Modelling*, 142: 11–23.

Granlund, K., Rekolainen, S., Grönroos, J., Nikander, A. and Laine, Y. 2000. Estimation of the impact of fertilisation rate on nitrate leaching in Finland using a mathematical simulation model. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 80:1–13.

Lepistö, A., Seuna, P., Saukkonen, S. & Kortelainen, P. 1995. Hakkuun vaikutus hydrologiaan ja ravinteiden huuhtoutumiseen rehevältä metsävaluma-alueelta Etelä-Suomessa. Julkaisussa: Saukkonen, S. & Kenttämies, K. (toim.). Metsätalouden vesistövaikutukset ja niiden torjunta. METVE-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 2:73–84

Mattsson, T., Finér, L., Kortelainen, P. & Sallantausta, T. 2003. Brook water quality and background leaching from unmanaged forested catchments in Finland. *Water, Air, and Soil Pollution* 147: 275–297.

Puustinen, M., Merilä, E., Palko, J., Seuna, P., 1994. Kuivatustila, viljelykäytäntö ja vesistökuormitukseen vaikuttavat ominaisuudet Suomen pelloilla. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja -sarja A, 198, 323 s.

Rekolainen, S., Pitkänen, H., Bleeker, A., Siettske, F., 1995. Nitrogen and phosphorus fluxes from Finnish Agricultural Areas to the Baltic Sea. *Nordic Hydrology*, 26, 55–72.

Saura, M., Sallantausta, T., Bilaletdin, Ä. & Frisk, T. 1995. Metsänlannoitteiden huuhtoutuminen Kalliojärven valuma-alueelta. Julkaisussa: Saukkonen, S. & Kenttämies, K. (toim.). Metsätalouden vesistövaikutukset ja niiden torjunta. METVE-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 2:87–104.

Tattari, S., Bärlund, I., Rekolainen, S., Posch, M., Siimes, K., Tuhkanen, H-R. and Yli-Halla, M. 2001. Modelling field-scale sediment yield and phosphorus transport in Finnish clayey soils. *Transactions of the ASAE* 44:297–307.



**MEMBRAANITEKNOLOGIALLA VALMISTETUT
PUHTAAT TUOTTEEMME**

- Natriumhypokloriitti
- Suolahappo
- Natronlipeä
- Kloori

TEHOKKAASTI - JOUTAVASTI

FINNISH CHEMICALS OY

Vaihde 0204 31 11
Fax 0204 31 0431
www.finnishchemicals.com

Jälleenmyyjä:
Bang & Bonsomer Oy
Vaihde (09) 681 081
Fax (09) 692 4174
www.bangbonsomer.fi



SUORAKYLVÖ

Suorakylvössä kasvusto perustetaan esikasvin sänkeän ilman erillistä muokkausta. Suomalaiset viljelijät siirtyvät suorakylvöön säästääkseen työaika ja viljelykustannuksia. Sekä viljelijöitä että ympäristöhallintoa kiinnostaa myös mahdollisuus vähentää peltoviljelyn aiheuttamaa ympäristökuormitusta ja parantaa maan rakennetta suorakylvön avulla. Vuonna 2003 Suomen suorakylvöalaksi arvioitiin 50 000–100 000 ha. Kuluvana vuonna ala ylittänee 100 000 ha, joka on yli 4,5 % koko viljelyalasta. Koko maailman suorakylvöala on tällä hetkellä 72 miljoonaa hehtaaria.



Laura Alakukku

maat.metsät,tri, dosentti
Maa- ja elintarviketalouden
tutkimuskeskus (MTT)
ympäristöntutkimus
E-mail: laura.alakukku@mtt.fi

Hyvärakenteisen maan tunto-merkit ovat vettä läpäisevä huokosrakenne ja veden liettävää vaikutusta kestävä mururakenne. Viljelymenetelmä vaikuttaa rakenteen muodostumiseen. Mekaaninen muokkaus murustaa ja huokoistaa maata voimakkaasti. Suorakylvössä maata rikkoo mekaanisesti vain kylvövaon leikkaava vannas. Niinpä maan omien toimintojen on muodostettava ja ylläpidettävä rakennetta. Tässä tehtävässä maan eliöt, kasvien juuret ja muut luonnon prosessit ovat avainasemassa. Suomessa suorakylvön vaikutusta maan rakenteeseen on tutkittu toistaiseksi melko vähän. Kirjoitus perustuu pääosin aiheesta vuosina 2002–2003 tehtyyn esiselvitykseen.

Eloperäinen aines kertyy pintaan

Suorakylvössä pintamaan eloperäisen

aineksen pitoisuus kasvaa vähitellen, kun kasvustojäte jätetään maan pintaan. Kenttäkokeissa savi- ja hietamaan orgaanisen hiilen pitoisuus oli maan pintakerroksessa (0–2,5 cm) neljän vuoden suorakylvön jälkeen suurempi kuin vuosittain muokattaessa. Voidaan perustellusti olettaa, että tämä parantaa pintamaan murujen vedenkestävyyttä, kuten on todettu kyntämättä viljelyn kokeissa. Kestävä mururakenne vähentää maan liettymistä rankan sateen yhteydessä. Liettyminen on haitallista, koska se tukkii huokosia ja estää veden imeytymistä maan pinnasta syvemälle. Liettymisen ehkäiseminen vähentääkin pintavalunnan ja eroosion riskiä sekä maan kuorettumista.

Ruokamultakerros tiivistyy

Pitkään suorakylvetyyn maan ruoka-

multakerros (n. 0–20 cm) on yleensä muokattua maata tiiviimpi ja lujempi. Maan tiiviys ei ole välttämättä haitallista, koska se parantaa maan kantavuutta ja vähentää suorakylvöä haittaavien ajourien muodostumista. Se voi myös vähentää maan pinnan eroosio-alttiutta. Suorakylvön onnistumisen perusedellytys on kuitenkin se, että tiiviissä maassa on hyvä luontaisesti syntynyt huokosverkosto.

Makrohuokosten verkosto

Makrohuokokset ovat maan suuria huokosia (halkaisija > 0,03 mm), joita ovat mm. lierojen käytävät, juurikanavat, murujen väliset pinnat ja savimaissa halkeamat. Näissä huokosissa vesi ja kaasut liikkuvat ja niihin vesi varastoituu maan ollessa märkää. Runsaan sateen aikana märän maan tulisi pystyä

varastoimaan hetkellisesti kymmeniä millimetrejä vettä, koska veden virtaus salaojiin kestää etenkin savimaissa useita vuorokausia. Jos maa ei pysty varastoimaan vettä ja vesi painuu siinä hitaasti pintakerroksesta syvemmälle, sadevettä kertyy helposti maan pinnalle ja muodostuu pintavaluntaa. Eroosion torjunnan sekä maa-aineksen ja fosforin suodattumisen kannalta on tärkeää, että vesi imeytyy maahan eikä valu vesistöön maan pintaa pitkin.

Ensimmäisten kotimaisten tutkimustulosten mukaan suorakylvetyt maan huokosrakenne ei selkeästi vähentänyt pintavalunnan riskiä kyntöön verrattuna. Suorakylvetyssä maassa oli keskimäärin vähemmän suurimpia makrohuokosia (halkaisija > 0,1 mm) kuin kynnetyssä maassa. Suorakylvöön siirtyminen ei myöskään parantanut kyllästetyt maan vedenjohtavuutta.

Tärkeä tulos oli se, että suorakylvetyssä maassa oli enemmän pinnasta ruokamultakerroksen alapuolelle jatkuvia lierojen käytäviä kuin kynnetyssä maassa. Lierojen käytävät tehostivat suorakylvetyt maan vedenläpäisevyyttä. Myös muissa tutkimuksissa on todettu, että lieroikäytävät ovat nopeita veden kulkureittejä kyllästetyt pinta- ja pohjamaan rajalla kevennetysti muokatussa maassa. Lierokäytävien ja muiden biohuokosten osuus maatilavuudesta on yleensä pieni, mutta siitä huolimatta ne ovat tärkeitä aineiden kulkureittejä sekä juurten kasvuväyliä etenkin muokkaamattomassa maassa.

Perusasiat kunnossa

Suorakylvöön siirtymisen ehto on, että maan rakenne ja ojitus ovat vähintään kohtalaisessa kunnossa. Kynnetyt maan puskurointikyky runsaita sateita kohtaan on parempi kuin kyntämättömän. Ennen suorakylvöön tai kevennettyyn muokkaukseen siirtymistä on tehtävä perusparannuksia sellaisilla lohkoilla, joilla on pintavesiongelmia jo kynnettäessä. Kohtuullisessa kunnossa oleva ojitus ja maan rakenne sekä maan tiivistämisen välttäminen ovat oleellisia, jotta maan biologinen muokkaus lähteen käyntiin. Se, miten suorakylvössä voitaisiin edesauttaa makrohuokosten muodostumista esimerkiksi viljelykierron avulla ja miten lieroikannat saataisiin kasvamaan alhaisen lieroitheyden alueilla, edellyttää jatkotutkimusta.

Kirjallisuus

Alakukku, L., Turtola, E., Ventelä, A.-M., Nuutinen, V., Aura, E., & Uusitalo, R. 2004. Suorakylvön soveltuvuus käytännön vesiensuojelutyöhön – esiselvitys. Käsikirjoitus.

Vedenkäsittelyalan luotettavat laitteet



HOITOVÄLINEET
Vesihuoltolaitoksissa ja vastaavissa tarvittavat kunnossapito- ja hoitovälineet.



ELMACRON
Automaattiset näytteenottimet ja pH-laitteet.



KIERTOMÄNTÄPUHALTIMET
Yli- tai alipainekäyttöön irrallisena tai pakettina.



KOMPOSTOIVAT KUIVAKÄYMÄLÄT
Kompostoiminen on ympäristöystävällinen tapa huolehtia käymäläjätteistä.



Y-LAITE OY

Launeenkatu 67, 15610 LAHTI, puh. (03) 884 080, fax (03) 884 0840
Internet: www.y-laite.fi E-mail: info@y-laite.fi

VAPAA-AJANKALASTUS TUOTTAÄ JA TYÖLLISTÄÄ

Suomalaiset vapaa-ajankalastajat maksavat vuosittain yli 200 miljoonaa euroa pelkkiä muuttuvia kuluja. Tutkimuksen mukaan he olisivat valmiita kulluttamaan harrastukseensa lähes 100 miljoonaa euroa enemmän, jos tarjontaa olisi. Kun toisaalta heidän kalasaaliinsa arvo on noin 50 miljoonaa euroa, voidaan elämysten arvoksi laskea 150 miljoonaa euroa. Kansantalouden kokonaisarvosta vapaa-ajankalastuksen osuus on vain promillen luokkaa. Silti se on paljon. Vapaa-ajankalastus työllistää lähes 2 500 ihmistä eikä mukaan tällöin ole laskettu esimerkiksi välineteollisuutta tai -kauppaa.



Anna-Liisa Toivonen

tekn.lis., tutkija
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
E-mail: anna-liisa.toivonen@rktl.fi

Kansantalouden tilinpidon

mukaan laskettuna vapaa-ajankalastus työllisti vuonna 1999 lähes 2 500 suomalaista. Heistä yli 1 400 työllistyi suoraan ja noin 1 000 välillisesti. Kalastusluvut tuottivat eniten sekä suoria että epäsuoria työpaikkoja, yhteensä hiukan enemmän kuin matkustaminen (taulukko 1). Vapaa-ajankalastajien maksamista kuluista matkustuksen osuus oli lähes 60 %. Verottomasta eli perushintaisesta kulutuksesta matkakuluja oli enää 30 %. Majoitus oli kolmanneksi tärkein työllistäjä, vaikka sen osuus kuluista olikin vaatimaton.

Verojen osuus vapaa-ajankalastajien kulutuskysynnästä oli huomattavan suuri, yli 38 % (taulukko 2). Tuonnin osuus oli alle 15 % ja loput 47 % muodosti kansantuloa. Koko kansantalouden mittakaavassa vapaa-ajankalastus oli promillen luokkaa. Ilman pitkä-

vaikutteisia hankintoja 18–69 -vuotiaiden vapaa-ajankalastajien juoksevat kustannukset muodostivat hiukan alle promillen perushintaisesta bruttokansantuotteesta. Heidän kulutusky-syntänsä synnytti runsaan promillen työpaikoista. He maksoivat veroja kalastuskuluissaan enemmän kuin yksityisessä kulutuksessa keskimäärin maksetaan. Tuonnin osuus oli pienempi kuin yksityisessä kulutuksessa, mutta työllistävyys sen sijaan matalampi.

Palvelujen kuluttajia

Kulutuskysynnän kansantaloudellisten vaikutusten arvioinnissa vapaa-ajankalastajien kuluryhmät muunnettiin ensin vastaamaan kansantalouden tilinpidon tuoteluokitusta. Muunnetut nimikkeet siirrettiin panos-tuotos -tau-

Taulukko 1. Vapaa-ajankalastuksen kulutuksen aiheuttama työpanos ja työllisten määrä miljoonan euron kulutusta kohti kalastuskyselyn kuluryhmien mukaan.

| kyselyn kuluryhmä | kulutus ostajan- hintaan milj.euroa | % | kulutus perus- hintaan milj.euroa | % | suora työ- panos | suora ja epäsuora työpanos | % | työlliset/ milj. euroa | työlliset / milj. euroa verotonta kulutusta |
|------------------------------|--|--------------|--|--------------|------------------------|----------------------------------|--------------|------------------------------|---|
| Matkakustannukset autolla | 72,51 | 35,3 | 28,36 | 22,1 | 212 | 338 | 13,9 | 4,7 | 11,9 |
| Matkakustannukset veneellä | 38,91 | 18,9 | 15,29 | 11,9 | 116 | 185 | 7,6 | 4,7 | 12,1 |
| Muut matkakustannukset | 6,98 | 3,4 | 7,48 | 5,8 | 106 | 143 | 5,9 | 20,5 | 19,1 |
| Majoitus | 16,88 | 8,2 | 14,00 | 10,9 | 245 | 480 | 19,8 | 28,4 | 34,3 |
| Kalastuksenhoitomaksut *) | 4,66 | 2,3 | 4,76 | 3,7 | 79 | 126 | 5,2 | 26,9 | 26,4 |
| Muut kalastusluvut *) | 25,13 | 12,2 | 25,24 | 19,7 | 365 | 584 | 24,1 | 23,2 | 23,1 |
| Lehdet, kirjat, videot | 7,00 | 3,4 | 5,55 | 4,3 | 64 | 195 | 8,0 | 27,9 | 35,2 |
| Ylimääräiset ruoat ja juomat | 26,61 | 13,0 | 21,09 | 16,5 | 185 | 246 | 10,1 | 9,2 | 11,7 |
| Veneen huolto **) | 3,39 | 1,6 | 2,86 | 2,2 | 31 | 52 | 2,1 | 15,4 | 18,2 |
| Kilpailumaksut **) | 3,39 | 1,6 | 3,41 | 2,7 | 32 | 79 | 3,2 | 23,2 | 23,1 |
| Yhteensä | 205,45 | 100,0 | 128,04 | 100,0 | 1 433 | 2 426 | 100,0 | 11,8 | 18,9 |

* Kalastusluvut

** Muut kustannukset

lukkoon. Sieltä saatiin myös johdetut nimikkeet niiltä toimialoilta, joille kysyntä kohdistui epäsuorasti (taulukko 3). Kotimaisesta perushintaisesta kulutuksesta 'Virkistys-, kulttuuri- ja ur-

heilupalvelut' olivat yli viidennes ja kun niiden työpanoskerroinkin on verraten korkea, osuus suorasta ja epäsuorasta työpanoksesta nousi kaikkein suurimmaksi – vapaa-ajankalastuksen lupatu-

lojen käyttöä ajatellen varmaan perustellusti. Lupatulot työllistävät kalataloushallinnossa ja -järjestöissä monilla tasoilla, kalatalouskeskuksissa ja kalanviljely- ja -istutustoiminnassa. Esi-

Taulukko 2. Eri kysyntäerien osuus bruttokansantulosta ja työllisistä; vapaa-ajankalastus eriteltyinä yksityisestä kulutuksesta.

| Kysyntäerä (ks. kaava 1) | kysyntäerä yhteensä | tuoteverot miinus tuotetuet | tuonti | tulot eli perus- hintainen BKT | netto- verojen osuus | tuonnin osuus | työllisyys | työlliset/ milj. euron kysyntä |
|-------------------------------|------------------------|-----------------------------------|---------------|---|----------------------------|------------------|--------------|---|
| | 1000 milj. euroa | | | | % | % | 1000 hlöä | henkilöä |
| C yksityiset kulutusmenot * | 60 147 | 75 56 | 17 056 | 35 534 | 12,6 | 28,4 | 829 | 13,8 |
| Cf vapaa-ajan kalastus | 205 | 79 | 30 | 97 | 38,3 | 14,5 | 2 | 11,8 |
| G julkiset kulutusmenot | 25 928 | 57 | 880 | 24 991 | 0,2 | 3,4 | 474 | 18,3 |
| I pääoman bruttomuodostus ** | 23 470 | 2 591 | 5 183 | 15 696 | 11,0 | 22,1 | 324 | 13,8 |
| X vienti | 45 347 | 6 261 | 11 964 | 27 122 | 13,8 | 26,4 | 622 | 13,7 |
| yhteensä | 155 097 | 16 544 | 35 112 | 103 441 | 10,7 | 22,6 | 2 251 | 14,5 |

* ei sisällä vapaa-ajankalastusta

** investoinnit ja varastojen muutokset

Näin tutkimus tehtiin

Vapaa-ajankalastuksen taloudellinen kokonaisarvo yhteiskunnalle selvitettiin pohjoismaisessa kyselytutkimuksessa vuosituhannen vaihteessa (Toivonen ym. 2000, Toivonen 2001). Maksuhaluuskysely suunnattiin 18–69-vuotiaille, koska vastaajien oletettiin olevan vastuussa omasta rahankäytöstään. Kysely oli henkilökohtainen eli estimaatit sisälsivät ainoastaan sen ikäryhmän kulutuskysynnän.

Ennen varsinaista maksuhaluuskysymystä kyselyssä pyydettiin muistin virkistykseksi arvioimaan, miten paljon rahaa eri tyyppisiin juokseviin menoihin kuluu vuodessa. Valmiita vaihtoehtoja annettiin seitsemän ja lisäksi muutkulut-mitkä -kuluryhmä. Kuluryhmät eivät sisältäneet investointiluontoisia hankintoja, kuten vaatetus, kalastusvälineet ja kulkuvälineet, koska haluttiin välttää vaikeita rajausongelmia. Vastausten perusteella laskettiin muuttuvien kulujen vuosikertymä kuluryhmittäin jaoteltuna.

Lähtöaineistona käytettiin kyselyn estimaatteja kulujen vuosikertymistä kuluryhmittäin (taulukko 1). Tiedot olivat markkamääräisiä ja koskivat vuotta 1999, jonka loppupuolella kysely tehtiin. Vuoden 1999 markka-arvoiset estimaatit muutettiin laskentaa varten euroiksi kurssilla 5,94573. Estimaatteja ei inflatoitu, koska se ei ollut tarkastelun kannalta tarpeellista. Näin rahamittaiset estimaatit ovat ”1999 euroja”. Kun kuluryhmät siirrettiin kansantalouden tulo-luokkiin, jotkut niistä jaettiin tuloluokkien kesken. Kalastusluvut jaettiin kahteen luokkaan, koska niistä tuloutuu osa kalataloushallintoon ja osa kalavesien omistajille. Muut kulut -ryhmän ajateltiin lomakkeilta kerättyjen ilmoitusten perusteella jakautuvan yksinkertaisten veneiden ja moottorien huoltoon ja kalastuskilpailumaksuihin.

merkiksi 1990-luvulla kala- ja rapuistutuksiin vuosittain käytettyjen istutuspoikasten perushintainen arvo (Anon. 1997) oli luokkaa 90 miljoonaa markkaa.

Istutuspoikaset ovat kokonaan kotimaista tuotantoa ja niidenkin kasvattaminen työllistää. Vaikka palvelujen käyttö ei kuulukaan mielikuvaan va-

paa-ajankalastuksesta, kalastuslupatuloilla rahoitettu kalavesien hoito on kalastajalle tuotettua palvelua, joka myös työllistää maksetuista kuluista eniten.

Taulukko 3. Vapaa-ajankalastuksen johdettu, kotimainen, välitön ja välillinen työpanos kansantalouden tilinpidon tuoteluokille.

| kttl nimike | miljoonaa euroa perushintaan | kotimaisen tuotoksen osuus | kotimaisen tuotoksen kulutus perushintaan | välitön työpanos-kerroin | välitön ja välillinen työpanos-kerroin | suora työpanos | suora ja epäsuora työpanos |
|---|------------------------------|----------------------------|---|--------------------------|--|----------------|----------------------------|
| 15 Elintarvikkeet ja juomat | 9,44 | 0,81 | 7,65 | 5,36 | 13,46 | 41 | 103 |
| 22 Painotuotteet sekä ääni-, kuva- ja atk-tallenteet | 4,97 | 0,87 | 4,34 | 8,77 | 16,48 | 38 | 71 |
| 23 Koksi, öljytuotteet ja ydinpolttoaine | 25,83 | 0,84 | 21,76 | 1,26 | 1,69 | 27 | 37 |
| 35 Muut kulkuneuvot | 1,61 | 1 | 1,61 | 7,52 | 13,76 | 12 | 22 |
| 50 Moottoriajoneuvojen kauppa, korjaus ja huolto; huoltamot | 20,31 | 1 | 20,31 | 14,97 | 23,96 | 304 | 487 |
| 51 Tukku kauppa ja agenttuuri-toiminta | 7,32 | 1 | 7,32 | 8,67 | 14,65 | 64 | 107 |
| 52 Vähittäiskauppa; kotitalous-esineiden korjaus | 5,26 | 1 | 5,26 | 24,10 | 37,79 | 127 | 199 |
| 55 Majoitus- ja ravitsemispalvelut | 13,91 | 1 | 13,91 | 17,46 | 34,23 | 243 | 476 |
| 60 Maaliikenne- ja putkijohtokuljetuspalvelut | 7,43 | 1 | 7,43 | 14,15 | 19,06 | 105 | 142 |
| 75 Hallinto, pakollinen sosiaalivakuutus | 4,66 | 1 | 4,66 | 16,83 | 26,73 | 78 | 125 |
| 92 Virkistys-, kulttuuri- ja urheilupalvelut | 27,29 | 1 | 27,29 | 14,40 | 24,08 | 393 | 657 |
| Yhteensä | 128,04 | | 121,55 | | | 1 433 | 2 426 |

Kansantalouden tilinpito on virallinen kuvaus valtakunnan talouden rakenteesta. Sen tunnusluvuista kootaan panos-tuotos -taulukot, jotka kertovat, miten tuotteiden ja palvelusten kulutus tuoteluokittain muodostaa työpaikkoja, veroja, tuloja ja tuontia. Panos-tuotos -taulukot on matriisi, jossa lähtökohtaisesti tasapainotetut tarjonta- ja käyttö-taulukot on koottu symmetriseen toimiala * toimiala -muotoon (Miernyk 1965). Taulukot sisältävät kulutuksesta joh-tuvat suorat ja välilliset vaikutukset, mutta ei kerrannaisvaikutuksia. Suorat vaikutukset syntyvät, kun yritykset myy-vät suoraan vapaa-ajankalastajille. Välilliset vaikutukset syntyvät alihankkijayrityksille. Kerrannaisvaikutukset, joita tässä ei siis käsitellä, syntyvät yritysten omistajien varallisuuden kasvun aiheuttamasta kulutuksen kasvusta ja sen kansantaloudellisista vaikutuksista.

Tässä artikkelissa tarkastellaan vapaa-ajankalastajien harrastuksensa yhteydessä käyttämien tuotteiden ja palve-lujen kansantaloudellisia vaikutuksia Suomessa. Lähtöaineisto saatiin kyselystä ostajanhintaisena, kun taas panos-tuotos -taulukot toimitetaan perushintaisena. Perushinta on hinta, jonka tuottaja saa ostajalta, mutta josta on vä-hennetty tuoteverot muttei tuotetukipalkkioita. Tuoteveroista suurin osa on arvonlisäveroa, mutta myös mm. poltto-aineveroa ja tuontitulleja. Tuotetukipalkkiot ovat pääasiassa maataloustukia, mutta myös kuljetustukia. Painetuissa panos-tuotos -taulukoiden (Anon. 2003) esitetään 34 toimialaa, mutta sähköisesti niitä on käytettävissä 60.

Kysyntäerien mukaisen tuotantomäärän aiheuttama työpanos saadaan johdettua toimialojen työllisyys- ja panos-tuotostiedoista sekä kansantalouden kysynnän ja tarjonnan yleisestä tasapainoyhtälöstä. Yleisesti se voidaan kir-joittaa muotoon (Hansen & Jensen 1996):

$$E = q (I - A)^{-1} F (C + G + I + X), \text{ missä} \quad (1)$$

| | |
|-----------------------|--|
| q | = työpanoskerroin (labour productivity, employment multiplier), lävistäjämatriisi |
| (I - A) ⁻¹ | = tuotantokerroin (production multiplier) |
| F | = markkinarakenne |
| C | = yksityiset kulutusmenot |
| G | = julkiset kulutusmenot |
| I | = investoinnit ja varastojen muutokset |
| X | = vienti |

Vapaa-ajankalastuksen kulut ovat kotitalouksien kulutusmenoja ja siis yksityisiä, joten vapaa-ajankalastuksen ku-lutuksen työpanos lasketaan kaavasta

$$E_f = q (I - A)^{-1} F C_f, \text{ missä} \quad (2)$$

| | |
|----------------|--|
| C _f | = yksityiset kulutusmenot vapaa-ajankalastukseen |
|----------------|--|

Työllistyvyys liittyy työvoiman käyttöön ja tuotokseen toimialalla panos-tuotos -taulukossa. Työllisten määrä laske-taan vuoden keskiarvosta toimialalla. Työpanoskerroin määritellään työllisinä miljoonan euron tuottoa kohti. Tuo-tantokerroin on ns. Leontiefin käänteismatriisi, jonka lävistäjä kertoo suorat ja epäsuorat vaikutukset ja luvut lävis-täjän ulkopuolella epäsuorat vaikutukset. Tuotantokertoimessa, (I - A)⁻¹, A liittyy toimialojen rakenteeseen ja osoit-taa, kuinka paljon kotimaista panosta tarvitaan tuotettaessa yksi yksikkö kotimaista tuotosta. I on yksikkömatriisi. Markkinarakenne F osoittaa, miten tuoteryhmiin jakautunut kulutus tyydytetään kotimaisella tuotoksella eri toi-mialoilta, tuonnilla ja tuilla.

Ostajanhintainen käyttö jakautuu perushintaiseen käyttöön, perushintaiseen tuontiin ja tuoteveroihin vähennettyinä tuotetukipalkkioilla. Panos-tuotos -taulukoiden avulla voidaan siis eritellä, paljonko vapaa-ajankalastuksesta ai-heutuu tuontia, tuoteverotuloja ilman tuotetukimenoja sekä tuloja. Tulot tarkoittavat perushintaista arvonlisäystä, joka koostuu mm. palkansaajakorvauksista, kiinteän pääoman kulumisesta ja toimintaylijäämästä eli tuloista tuo-tannontekijöille.

Tähän tutkimukseen liittyvät tietokoneajot teki Sami Toivola Tilastokeskuksessa.

Siian onginnasta heittovavalla ja matosyötillä on tullut suosittua. Vapaa-ajankalastuksen siikasaaliista valtaosa tulee edelleenkin verkoilla ja heittovapasaaliin osuus on vain prosentin tai kahden luokkaa. (Kuva Hannu Toivonen)



Vapaa-ajankalastus on monille harrastajille kausiluontoista ja sen suorat työllisyysvaikutukset ovat usein sekä kausiluontoisia että osa-aikaisia. Vajaa 1 000 epäsuorasti työllistynyttä työskenteli pääasiassa 'Virkistys-, kulttuuri- ja urheilutoiminnan' toimialalla. Seuraavaksi suurin epäsuorista työllistäjistä oli 'Majoitus- ja ravitsemistointiminta' ja kolmantena 'Moottoriajoneuvojen kauppa ja polttoaineen myynti' eli samat toimialat kuin suo-

raankin työllistävät, mutta eri järjestyksessä.

Polttoaineisiin kohdistuvasta suuresta perushintaisesta kulutuksesta huolimatta niiden vaatima työpanos oli vaatimaton. Vähittäiskaupan työpanoskerroimet ovat kaikkein korkeimmat. Sensijaan vähittäiskauppaan kohdistuva perushintainen kysyntä oli kuitenkin pientä. 'Moottoriajoneuvojen kauppa, korjaus ja huolto; huoltamot' sekä 'Majoitus- ja ravitsemuspalvelut' olivat, eri-

suuruudesta kulutusksynnästä huolimatta, työllisyysvaikutuksiltaan jokseenkin samanveroisia.

Kulutuskysyntä kohdistui siis voimakkaasti polttoaineisiin. Tuoteverokertymä 38,3 % (taulukko 2) ylitti yleisen arvonlisäverotason 22 %, koska se sisälsi runsaasti polttoaineveroa. Siitä huolimatta tuonnin osuus oli vain noin puolet verrattuna keskimääräiseen tuonnin osuuteen yksityisissä kulutusmenoissa. Vapaa-ajankalastuksen

Kuka Vasili Leontief?

Panos-tuotos-mallintamisen isä, Vasili Leontief syntyi 1906 Pietarissa. Hän opiskeli Leningradin yliopistossa taloustieteitä, väitteli Berliinin yliopistossa ja perehtyi maailmansotien välissä Kielin yliopistossa taloustieteen tilastollisten kysyntä- ja tarjontakäyrien derivointiin. Kiinan kautta hän siirtyi ensin New Yorkiin kansalliseen taloustutkimustoimistoon ja sieltä Harvardin yliopistoon vuonna 1932. Hän kehitti mallin, jossa taloudellisten järjestelmien rakennetta ja toimintaa tarkasteltiin yleisen tasapainoteorian avulla. Aluksi mallia sovellettiin alueellisiin talousjärjestelmiin ja vihdoinkin koko Yhdysvaltojen kansantalouteen. Ensimmäisten tietokoneiden käyttö 1930-luvun lopulla vauhditti tutkimusta ja vuonna 1941 Leontief julkaisi teoksensa *Structure of the American Economy, 1919–1929*. Se perustui symmetristen panos-tuotos -taulukon käyttöön ja Leontiefin nimeä jäi kantamaan käänteismatriisi, joka ilmaisee toimialojen kokonaistuotoksen ja lopputuotekysynnän väliset riippuvuudet. Leontiefille myönnettiin taloustieteen Nobel-palkinto vuonna 1973. Hän osallistui tieteenalansa yhteiskunnalliseen keskusteluun aina kuolemaansa saakka vuonna 1999.

työpanoskerroin eli työllisten määrä miljoonan euron kysyntää kohti oli kuitenkin pienempi kuin yksityisessä kulutuksessa keskimäärin.

Varusteet vielä päälle

Vuoden 1999 jälkeen maailma on myös muuttunut ja esimerkiksi kännykästä on nopeasti tullut entistä arkipäiväisempi kulutushyödyke. Tietoliikennekulut kerrannaisvaikutuksineen olisivat todennäköisesti nyt merkittävämpiä, vaikka ne näistä tuloksista vielä puuttuvat.

Vapaa-ajankalastajien kulutuskysynnän kokonaismäärää ja työllistävyyttä ajatellen nyt analysoitu muutuvien kulujen osuus on vain osa kokonaisuudesta. Muuttuvat kulut oli tässä laskettu ainoastaan 18–69-vuotiaiden osalta. Ikäryhmään kuuluu valtaosa ansiotyössä käyvistä. Alle 18-vuotiaista kalastusta harrastaa yli 45 % (Anon. 2004). Myös he kuluttavat kalastukseen, vaikka heidän ei tarvitse maksaa esimerkiksi kalastuksenhoitomaksua eikä viehekalastusmaksua. Yli 64-vuotiaista enää 24 % kalastaa, miehistä silti edelleen yli 35 %. Iän ei pohjoismaisessa tutkimuksessa todettu Suomessa selittävän 18–69-vuotiaiden kalastuskustannusten vaihtelua (Toivonen ym. 2004), sukupuolen sen sijaan erittäin merkittävästi. Vanhemmista ikäryhmistä kalastusta jatkavat lähinnä miehet, jotka muutenkin kuluttavat enemmän rahaa harrastukseensa.

Tärkein tarkastelusta puuttuva kuluryhmä oli kuitenkin pitkävaikutteiset hankinnat kuten kalastusvälineet, -varusteet ja -veneet sekä muut investoinnit. Tätä puuttuvaa osaa voidaan arvioida vuoden 1996 vapaa-ajankalastustilaston (Anon. 1998) avulla. Siinä ilmoitetaan arviot kalastuskuluista investoinnit mukaan lukien. Kuluryhmät olivat tuolloin:

- valtion kalastuksenhoitomaksut (lähde maa- ja metsätalousministeriö) 39,3 milj. mk
- vapakalastuslupamenot 105,8 milj. mk
- passiivisten pyydyksien lupamenot 40,0 milj. mk

- matkat kalastuspaikoille ja takaisin 395,0 milj. mk
- kalastusvälinehankinnat 340,2 milj. mk
- majoitus- ja ruokamenot 287,4 milj. mk
- kalastusseurojen jäsenmaksut 26,1 milj. mk
- kalastuslehtien ja -kirjallisuuden yms. hankinta 57,9 milj. mk
- muut kalastukseen liittyvät menot, mm. veneet ja moottorit 283,0 milj. mk, yhteensä 1 573,8 milj. mk.

Muuttuvien kulujen kehityksestä saadaan karkea kuva, kun kuluryhmät yhdistetään vertailua varten ja tarkastellaan niiden jakautumista (taulukko 4).

Taulukko 4. Vapaa-ajankalastajien juoksevien kulujen jakautuminen kuluryhmiin vuosina 1996 ja 1999.

| | 1996 % | 1999 % |
|----------------------|------------|------------|
| Matkat | 42 | 58 |
| Majoitus ja ruoka | 30 | 21 |
| Luvat ja jäsenmaksut | 22 | 15 |
| Lehdet ja muut | 6 | 7 |
| Yhteensä | 100 | 100 |

Matkakulujen osuus oli selvästi noussut alle puolesta yli puoleen. Majoituksen ja ruoan osuus vuonna 1996 sisälsi kaikki kalastusmatkojen ruokamenot kun taas 1999 osuus vain ylimääräiset kulut. Lupien osuus oli selvästi vähentynyt ja lehtien ja muiden oheistuotteiden osuus oli pysynyt suunnilleen ennallaan.

Vuoden 1996 kalastuskuluja ryhmittelemällä suhteeksi saadaan 60 % muuttuvia ja 40 % kiinteitä kuluja. Tästä tarkastelusta puuttuva, noin 40 %:n kulutuskysynnän osuus eli investoinnit, sisälsivät todennäköisesti nekin tuontia, tuoteveroa ja kotimaisten tuotannontekijöiden tuloa. Ne työllistivät ainakin tukku- ja vähittäiskauppaa ja kotimaisten tuotteiden valmistusta. Tämän kysyntäerän tarkempi analyysi olisi myös

mahdollista panos-tuotos -mallin avulla edellyttäen, että kysynnän jakautuminen kansantalouden tuloluokkien mukaisiin tuotteisiin ja palveluihin tunnettaisiin.

Kirjallisuus

Anon. 1997. Kalanviljely vuonna 1996. Suomen virallinen tilasto SVT. Tilastokeskus, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. Ympäristö 1997:9, 8 s.

Anon. 1998. Vapaa-ajankalastus vuonna 1996. Suomen virallinen tilasto SVT. Tilastokeskus, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. Ympäristö 1998:3, 35 s.

Anon. 2003. Talouden rakenne 1995 - 2000. Suomen virallinen tilasto SVT. Tilastokeskus, Helsinki. Kansantalous 2003:4, 261 s.

Anon. 2004. Vapaa-ajankalastus 2002. Suomen virallinen tilasto SVT. Tilastokeskus, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. Maa-, metsä- ja kalatalous 2004:51, 29 s.

Hansen, C. & Jensen, S. 1996. The impact of tourism on employment in Denmark: different definitions, different results. *Tourism economics* 4:283–302.

Miernyk, W. H. 1965. The elements of input-output analysis. Random House, New York. 156 s.

Toivonen, A.-L., Appelblad, H., Bengtsson, B., Geertz-Hansen, P., Gudbergsson, G., Kristofersson, D., Kyrkjebø, H., Navrud, S., Roth, E., Tuunainen, P. & Weissglas, G. 2000. Economic value of recreational fisheries in the Nordic countries. Nordic Council of Ministers, TemaNord 2000:604, 71 s. <http://www.norden.org/fisk/uk/econval.pdf>

Toivonen, A.-L. 2001. Kalat, kilot, eurot, ilot. Vapaa-ajankalastuksen pohjoismaiset arvot. *Vesitalous* 3:44–48.

Toivonen, A.-L., Roth, E., Navrud, S., Gudbergsson, G., Appelblad, H., Bengtsson, B., & Tuunainen, P. 2004. The economic value of recreational fisheries in Nordic countries. *Fisheries Management and Ecology* 11:1–14.





Pumppaamoperhe Liningilta

PROLINING

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



- kierteetön liitosjärjestelmä - DN 32-300



ABS
COST-EFFECTIVE PUMPING

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

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

**AKVA FILTER -
PUHTAAN VEDEN PUOLESTA!**

-suunnittelua ja palvelua yli 35 vuoden kokemuksella.
-vedenkäsittelyratkaisut ja suodatusmateriaalit raudan, mangaanin, orgaanisten aineiden, raskasmetallien ja kloorin poistoon sekä veden neutralointiin.
-suodattimet manuaalisena tai moottoriventtiili-automatiikalla varustettuina.
-vedenotantamille 10-1000 m³/vrk.
-omakotitalouksiin, maataloilille, laitoksiin.
-myös vesipistekohtaiset suodattimet.



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

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

Dosfil oy – Vedenkäsittelyn hallintaa –

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

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

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

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

**Etelä-Pohjanmaan
VESITUTKIMUS OY**

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

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

**Lokapalvelu
H. EEROLA OY**

24 h (09) 855 30 450
Monipuolista viemärihuollon palvelua kaivon tyhjennyksestä viemäreiden kuvauksiin ja saneerauksiin asianmukaisella erikoiskalustolla!
OTA YHTEYTTÄ!
Puh. (09) 8553 0450, fax (09) 852 1616

Jäteveden puhdistamot:

www.greenrock.fi



Green Rock Oy
Teollisuustie 2 Puh. +358 (0)8 8192 200 E-mail: info@greenrock.fi
91100 Ii Fax: +358 (0)8 8192 211 Internet: www.greenrock.fi

TURBO SUOMI

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

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

Kala- ja Vesitutkimus Oy

- * kalatalous
- * vesistö tutkimus
- * vedenhankinta

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

KART OY KART AB

– urakoiva ja valmistava konepaja

Jätevedenpuhdistamot, -pumppaamot
Välpeenkäsittely
Raakavesipumppaamot
Kalkkirouhesäiliöt, -siilot, -suodattimet
Suodatussäiliöt

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

VESIKEMIKAALIEN YKKÖNEN

Kemira

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



KMV-tuotteet

KAIKKEA VEDEN PUMPPAUKSEEN
JA SUODATUKSEEN.

Kirkkonummen Metallivalmiste Oy
Pippurintie 122
02400 KIRKKONUMMI
Puhelin: 09-298 2141
Fax: 09-298 5860

Nopeasti asennusvalmiit KOKKO-painot >

www.kokkobe.fi

KOKKO S-10

Lukkopaino 90mm:stä ylöspäin

KOKKO S-20

Sidos 75mm:stä alaspäin

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



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) 5383655, fax (02) 5383093,
gsm 0400 593928

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

Puhdasta vettä

Tuotteet ja räätelöidyt
ratkaisut vesienkäsittelyyn.
Kaikki ympäristön hyväksi.

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

 **Nordkalk**
Ympäristö



MIPRO OY - VESIHUOLLON ASIAANTUNTIJA

- VESILAITOSTEN AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT
- VESIHUOLLON KAUKKÄYTTÖJÄRJESTELMÄT
- JÄTEVEDENPUHDISTAMOIDEN AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT
- KALKOLÄMPÖLÄITOSTEN JA -VERKOSTOJEN AUTOMAATIO

MIPRO OY
INFRA - Vesi ja energianhuolto asiantuntijana

Kuntamäki 5, 00600 MIKKELI
Puh. (015) 200 11, faksi (015) 200 1333
www.mipro.fi

Oulun toimisto / Logi-Con
Puuhaapuvie 22, 60500 OULU
Puh. (08) 555 5466, faksi (08) 555 5342

**Multipipe
Service**

*Paineputken valurautaosat
Huot vetoa kestävät liittimet
Huot laajatoleranssi liittimet
Nova Siria laajatoleranssi liittimet
myös isoissa kokoluokissa
Service-Line korjausmuhvit
ja -vanteet*

Multipipe Service Oy,
Vuoripojankatu 13, 15300 LAHTI
Puh. 03-7563 260, fax 03-7563 270
E-mail Multipipe@pp.phnet.fi

PIPELIFE

Muoviputket vesihuoltoon

Pipelife Finland Oy

Puh. 030 600 2200
www.pipelife.fi

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

MODERNIA TEKNIKKAA VESIHUOLTOON

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



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



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

Flotaatiotekniikkaa yli 35 vuotta

Vesilaitokset
Jätevesilaitokset
Jäähdytysvesilaitokset

INSINÖÖRITOIMISTO OY RICTOR AB

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

- RUMPUSIIVILÄT
- KONEÄLPÄT
- RUUVIKULJETTIMIT
- DEKANTTERILINGOT
- SUOTONAUHAPURISTIMET
- NESTESUODATTIMET
- VÄLPEPURISTIMET
- POLYMEERILAITTEET

OY SLAMEX AB

PL 20, 00981 HELSINKI
PUH. (09) 343 6200, TELEFAX (09) 3436 2020

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

PUMPUT JA VEDENKÄSITTELYLAITTEET

TEOLLISUUTEEN JA KUNNALLISEEN VESIHUOLTOON

Pumppaamot

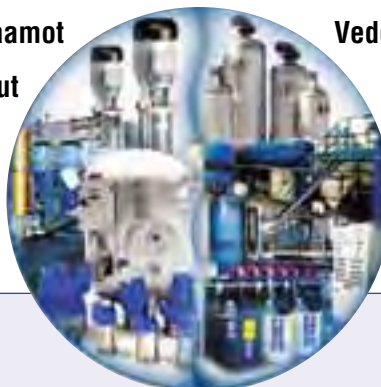
- Keskipakopumput
- Paineenkorotuspumput
- Säiliöt 0,01–30 m³
- Mäntäpumput

Vedensuodattimet

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



**PUMPPU
LOHJA OY**
www.pumppulohja.fi



WatMan
www.watman.fi

SUOMEN KONSULTTITOIMISTOJEN LIITON JÄSENET

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



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 Email: etunimi.sukunimi@airix.fi

www.airix.fi



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



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

▶ www.ristola.com

INSINÖÖRITOIMISTO PAAVO RISTOLA OY

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

NEUVOTTELEVIA INSINÖÖRITOIMISTOJA

K&R Kiuru & Rautiainen Oy Vesihuollon asiantuntijatoimisto

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

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

Vesilaitokset
Jätevesilaitokset
Flotaatiolaitokset

INSINÖÖRITOIMISTO OY RICSAN AB

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



Vesi- ja ympäristötekniikan asiantuntemusta ja suunnittelua

TRITONET OY

Pinninkatu 53 C, 33100 Tampere
Puh. (03) 3141 4100, fax (03) 3141 4140
E-mail pertti.keskitalo@tritonet.fi



"Jos kaikki Suomen järvet..."

VESISTÖJEN KUNNOSTUS JA HOITO

SUUNNITTELU JA TUTKIMUS
VE-LIUNNO (vesienlaatuvaikuttelu)
VE-EHDOSINNI (kappinall)
Kunnostussuunnitelmat

TOTEUTUS
MINOX (kappinall)
VISIOK (kappinall)

Yrittäjänne 12
70150 Kuopio
Puh. 017-279 8600
Fax 017-279 8601
www.vesieko.fi
Hedust@vesieko.fi

YMPÄRISTÖTOIMISTO VESIEN HOIDON JA KUNNOSTUKSEN ASIAINTUNTIJA

YIT

YIT ENVIRONMENT OY

PL 36, 00621 HELSINKI
Käyntiosoite: Paruntie 6
Puhelin 020 433 111
Faksi 020 433 2066
sähköposti etunimi.sukunimi@yit.fi

- Vesihuolto, vesirakenteet
- Suunnittelu, työnjohto

oy vesirakentaja

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

Espanjassa laajoja vesisuunnitelmia

Espanjan uusi hallitus on luopumassa suunnitelmasta kääntää osa pohjoisen Ebro-joen vesistä kulkemaan satojen kilometrien pituisia putkea pitkin kroonisen vesipulan vaivaamaan maan eteläosaan. Hanke on herättänyt voimakasta vastustusta ympäristöväen ja joen lähialueiden asukkaissa.

Espanjan edellinen hallitus oli suunnittelemassa massiivista noin 4,2 miljardin euron vesihuoltoprojektia, jolla olisi pyritty ratkomaan maan etelä- ja itäosien vesiongelmia. Uusi pääministeri on luvannut jatkaa suunnittelutyötä, mutta ilmoitti, että kiistelty Ebrohanke haudataan.

Ebron alajuoksun delta on yksi merkittävimmistä eurooppalaisista kosteikkoalueista. Alueen ekosysteemin pelätään vaarantuvan, jos joen virtaamaa muutetaan.

Yhtenä vaihtoehtoisena suunnitelmana maan vesipulan helpottamiseksi on esitetty suolanpoistolaitosten rakentamista rannikolle. Rahoitusta vesihuoltojärjestelmänsä mittavaan uudistamiseen Espanja aikoo hakea EU:lta.

Reuters, toukokuu 2004

Ghanalainen vesiaaktivisti palkittiin

Ghanalainen lakimies ja ihmisoikeusaktivisti Rudolf Amenga-Etego palkittiin huhtikuussa Goldmanin ympäristöpalkinnolla, jota on myös nimitetty ympäristöalan Nobeliksi. Amenga-Etego on vastustanut näytävästi suunnitelmia maansa vesivarojen yksityistämistä.

Palkitun aktivistin mukaan Ghanassa, jossa suurimmilla osalla ihmistä ei ole mahdollisuutta nauttia puhtaasta vedestä, vesihuollon yksityistäminen nostaisi veden hinnan liian korkeaksi. Jo nykyisellään osa taajamien asukkaista joutuu käyttämään noin 20 % tuloistaan juomaveden hankkimiseen. Useissa perheissä joudutaan tekemään valintoja jopa lasten koulutuksen ja puhtaan juomaveden välillä.

BBC News, huhtikuu 2004

Suolapoisto merivedestä yleistyy

Yhdysvaltain itärannikolla Massachusettsin osavaltiossa tunnetaan eniten kiinnostusta meriveteen. Alue on kärsinyt pitkään riittämättömistä makean veden varoista ja on päättänyt nyt lisätä käyttöveden tuottamista merivedestä.

Osavaltiossa on käynnistymässä useita suunnitelmia, joissa selvitetään suolanpoistolaitosten rakentamista. "Käytettävissä olevat raakavesilähteet ovat käyneet vähiin ja niiden tuotto on heikkoa, joten ainoa suuntamme on kohti merta", sanoo suolanpoistolaitoksen suunnittelusta vastaava insinööri.

Veden suodatusmenetelmät ovat kehittyneet viime vuosina ja suolanpoiston kustannukset tuotettua vesilitraa kohden ovat alentuneet. Yhdysvalloissa on tällä hetkellä toiminnassa noin 100 suolanpoistolaitosta, joista suurin valmistui viime vuonna Tampaan Floridaan. Myös Kaliforniassa on rakennettu useita suuria suolanpoistolaitoksia viime vuosina.

U.S Water News, huhtikuu 2004

Pihkova pilaa Peipsijärveä

Virolaisten ja venäläisten ensimmäinen yhteinen tutkimusmatka maiden rajalla sijaitsevalle Peipsijärvelle paljasti järven suurimmaksi kuormittajaksi Venäjän puolella sijaitsevan Pihkovan kaupungin. Talvella 2004 tehdyssä tutkimuksessa selvitettiin veden laatua, biologista tilaa sekä pohjasedimenttien kuntoa eri puolella järveä.

Peipsijärven tila on heikentynyt edelleen viime vuosina, ja esimerkiksi Venäjän puolelta laskevan Velikaja-joen fosforipitoisuus on virolaisten selvitysten mukaan kasvanut 4–5 -kertaiseksi aiemmista mittauksista.

Nyt alkaneen maiden välisen yhteistyön toivotaan edistävän Viron suurimman järven tilan seurannan jatkumista. Aiemman venäläisten kannan mukaan veden laadun heikentymistä, leväkukintoja ja kalakuolemia on esiintynyt ainoastaan Viron puolella järveä ja syyt tapahtumiin ovat olleet luonnonolosuhteissa. Virolaiset ovat puolestaan painottaneet varsinkin Pihkovan kaupungin jätevesipäästöjen vähentämisen tarvetta.

LakeNet, huhtikuu 2004

Rio Grande terrorismivalmiudessa

Yhdysvaltain ja Meksikon välisen rajajoen Rio Granden terrorisminvas-taista valmiutta on nostettu. Molempien maiden viranomaiset ovat luetteloineet joen varresta noin 400 kappaletta mahdollisia terroristeja kiinnostavia kohteita kuten patoja tai vesihuoltoon liittyviä muita rakennelmia.

Joki on tärkeä vesilähde miljoonille asukkaille rajan molemmin puolin. Yksi mahdollinen uhka on veden tahallinen saastuttaminen, jonka mahdollisuutta viranomaiset pyrkivät vähentämään kattavalla vedenlaadun seurantajärjestelmällä.

Rio Granden vesivarat on jaettu sopimuksella Yhdysvaltain ja Meksikon kesken. Mailla on kuivina vuosina ollut kuitenkin erimielisyyttä siitä, kuinka paljon vettä joesta saa johtaa kummankin maan maanviljelyksen ja kaupunkien tarpeisiin.

U.S Water News, huhtikuu 2004

Maanviljelijöille vaateita Kaliforniassa

Kalifornian osavaltio on tiukentanut maanviljelyksestä vesistöön joutuvan hajakuormituksen seurantaan. Huhtikuun alusta lähtien keinokastelua tai luonnonvaraista vettä käyttävien tilojen päästöt otettiin mukaan osavaltion vesilakiin. Tilat joutuvat mm. ilmoittamaan viranomaisille, mitä niillä kasvatetaan, kuinka paljon käytetään tuhoaismyrkkäjä ja lannoitteita ja kuinka pelloilta tulevien valumavesien pääsyä alapuoliseen vesistöön estetään tai vähennetään.

Aiemmin maanviljelys on ollut vapautettu Kalifornian vesilain vaatimuksista. Vesilaki on velvoittanut teollisuuden ja taajamat hakemaan luvat jätevesien laskemiseen ja on edellyttänyt päästöjen vähentämistä. Maanviljelijät ovat ottaneet uudet ympäristövaatimukset ristiriitaisin tuntein vastaan. Ympäristöseurannan vaatimusten kustannusten arvioidaan nousevan noin 2 000 dollariin tilaa kohden vuosittain.

Environmental News Network, huhtikuu 2004

Uutiset kokosi **Jukka Hartikainen**
E-mail: jukka.hartikainen@skvsy.fi

Puheenvuoro Bob Galliennen kirjoitukseen "TALLINNAN VESI – Yksityistäminen osoittautui oikeaksi ratkaisuksi" Vesitalous 2/2004

Viron itsenäistymisen jälkeen Tallinnan vesilaitoksen toimintaa kehitettiin ja nykyaikaistettiin voimakkaasti mm. Ruotsin ja Suomen veronmaksajien varoilla. Julkista vesilaitosta pidettiinkin tuolloin varsin hyvin toimivana ja oikeaan suuntaan kehittyvänä organisaationa. Kuitenkin Tallinnan Vesi yksityistettiin tammikuussa 2001. United Utilities sai 50,4 % osakeista maksamalla 41 miljoonaa euroa Tallinnan kaupungille ja sijoittamalla 44 miljoonaa euroa AS Tallinna Veden osakepääomaan. Vuoden 2002 loppuun mennessä eli kahdessa vuodessa United Utilities (ja sen omistaja International Water) olivat saaneet maksamastaan 85 miljoonasta eurosta takaisin jo 41 miljoonaa euroa. Tästä summasta on pumpattu ulos osinkoina 10 miljoonaa euroa sekä osakepääoman uudelleenjärjestelyillä 31 miljoonaa euroa. Yksityinen omistaja keräsi kahdessa vuodessa

sijoittamastaan osakepääomasta takaisin huikeat 93 %!

Käytännössä Tallinnan Veden investoinneista on vastannut kuitenkin Euroopan jälleenrakennus- ja kehityspankki (EBRD) antamalla lainaa "ennen yksityistämistä" 22,5 miljoonaa euroa vuonna 1994 ja saman verran vuonna 2000, sekä 80 miljoonaa euroa vuonna 2002. Varmistaakseen yksityistämistä suosivan uusliberalistisen toimintapolitiikkansa onnistumisen ja markkinoinnin EBRD on myös omistajana Tallinnan Vedessä. United Utilities on saanut ja tulee samaan reilusti yli kymmenen prosentin riskitöntä ja pomminvarmaa tuottoa "sijoittamalleen pääomalle" eli sille summalle, mitä se maksoi aikanaan Tallinnan kaupungille ja kolmen miljoonan euron osakepääomalleen. Ainakin siihen saakka, kunnes tulee aika myydä Tallinnan Vesi hyvällä hinnalla – vaikkapa takaisin Tal-

linnan kaupungille. Suomessahan vesihuoltolaitoksista saatava tuotto menee ainakin toistaiseksi kunnille.

Yksityistämistä perusteltiin aikanaan sillä, että laitoksen toiminnan kehittäminen vaatii strategista yksityistä investoijaa. Tosiasiassahan United Utilities on investoinut Tallinnan Veteen vain kolme miljoonaa euroa! Voidaan siis syystä kysyä, mihin sitten yksityistä omistajaa tarvittiin? Eikö Tallinnan kaupunki olisi saanut tarvittua kolmea miljoonaa euroa kasaan ja lainoja EBRD:ltä tai muilta rahoittajilta investointeihin? Jos lähtökohdat ja yksityistämisen perustelut otetaan huomioon, Tallinnan tapauksessa julkisen luonnollisen monopolin yksityistämisen ei ole suinkaan osoittautunut oikeaksi ratkaisuksi – paitsi kyseiselle yksityiselle omistajalle.

*Jarmo Hukka, dosentti, TTY
Tapio Katko, dosentti, TTY*

ABETONI

Itsepuhdistuva

Qmax™

Munanmuotoinen Qmax on hydraulisesti tehokain putkipoikkileikkaus antaen maksimaalisen kokonaiskapasiteetin. Qmaxin muoto lisää lujutta pystysuoraa kuormitusta vastaan. EK-sarjaan kuuluva, pienilläkin virtaamilla itsepuhdistuva Qmax vähentää huolto- ja kunnossapitotarpeita. Monipuolisesti toimiva putki, jonka kokovalikoima ø 150, 225, 300 ja 400 mm ennakoii rakentamisen laajennusvaran kasvaville virtaamille.

- Tilaa esite!

Abetoni Oy
Ympäristötuotteet



www.abetoni.fi



Myynti

- Kurikka
- Lahti
- Lappeenranta
- Lohja
- Oulu

Puh.

- (06) 450 8900
- (03) 872 1400
- (05) 610 5400
- (019) 315 01
- (08) 540 9890

Myynti

- Tampere
- Tornio
- Turku
- Tuusula

Puh.

- (03) 356 5200
- (016) 446 951
- (02) 510 3500
- (09) 274 5930

Oikeudenmukaisuus ja maailmanloppu

Esittelyssä kirjat:
Ari Lehtinen ja Pertti Rannikko (toim.):
 Oikeudenmukaisuus ja ympäristö,
 Gaudeamus 2003, 270 s., 28 €.

Peter D. Ward ja Donald Brownlee
(Suom. Arja Hokkanen):
 Planeetta Maan elämä ja kuolema,
 URSA 2003, 240 s., 28 €.



■ **Juhani Kettunen**

E-mail: juhani.kettunen@rktl.fi

Oikeudenmukaisuudesta on tulossa ympäristön käytön ja ympäristöpolitiikan keskeinen arviointiperuste. Sen perään ovat haikailleet jo sotien jälkeisen voimalaitosrakentamisen ja nyttemmin esimerkiksi Naturan talleamiksi itsensä kokeneet tavalliset ihmiset. Teema askarruttaa nyt myös oikeusoppineita, yhteiskuntatieteilijöitä ja filosofeja, jotka ovat julkaisseet aiheesta merkittävän kirjan. Toinen vuodenvaihteen tärkeistä teoksista analysoi maapallon elinkaarta. Vaikka voisimmekin ehkä hidastaa kehitystä geologisen sekunnin murto-osan verran, on maailmanloppu käsillä viimeistään muutaman sadan miljoonan vuoden kuluttua.

Historioitsija Thukydides väitti aikoinaan, että oikeudenmukaisuus tulee kysymykseen vain silloin, kun osapuolet ovat tasavahvoja. Vahvat tekevät mitä he haluavat ja heikot kärsivät mitä heidän kuuluu. Rajuista vastayrityksistään huolimatta myös kaikkien aikojen suurin ajattelija Platon joutui tyytymään samaan, vängin dilemmana tunnettuun tulokseen: oikeudenmukaisuutta pidetään arvossa vain, jos voimat eivät riitä vääryyden tekemiseen. Onneksi ratkaisu ei ehkä ole aivan lopullinen, sillä sitä vastaan asettuvat esimerkiksi yhteisöt. Näin tapahtuu, koska ne kärsisivät yletömästä epäoikeudenmukaisuudesta. Edellisellä historiallisella esimerkillä aloittaa Oikeudenmukaisuus ja ympäristö -kirjassa oman osuutensa filosofi Seppo Sajama.

Oikeudenmukaisuus ja ympäristö

Kirja on kokoomateos, jonka tekijät, pääosin Joensuun yliopistossa toimi-

vat tutkijat ja asiantuntijat, pohtivat ympäristöpolitiikkaan. Kansainvälisiin kokemuksiin, teoriaan ja suomalaisiin käytäntöihin keskittyvät erilliset osiot paljastavat ainakin kolme keskeistä totuutta: Ensiksikin, oikeudenmukaisuus on säännönmukaisesti ja korostuneesti esillä aina, kun ympäristöpolitiikkaa luodaan tai pannaan toimeen. Toiseksi, oikeudenmukaisuuden ongelmat ovat samankaltaisia kaikkialla. Kolmanneksi, oikeudenmukaisuus on haastava kriteeri, koska sillä on lukemattomia ulottuvuuksia ja näkökulmia, kuten meille on opetettu jo hyödyn ja vahingon arvioinnin kurssella.

Ympäristökeskustelussa puhumme usein tulevien sukupolvien huomioon ottamisesta. Kyse on tällöin ajallisesta oikeudenmukaisuudesta. Sen suhteen filosofia on armoton ja kysyy, kuinka kauas eteenpäin ajassa meidän on tulevia sukupolvia ajateltava? Päteekö sama myös menneeseen? Onko meidän



ajateltava menneitäkin sukupolvia ja miten se näkyy ympäristökäytännöissämme? Ajan ohella ulottuvuutena on paikka. Niinpä yleensä pohdimmekin, kuinka kaukana meistä elävien ihmisten oikeudet on ympäristön käytössä otettava huomioon? Kirjassa pohditaan myös muiden eläinlajien oikeutta olla mukana päätöksenteossa. Ulottuvuuksia keskusteluun tulee lisää Tapio Määttäkirjoituksessa, jossa hän analysoi erilaisia ympäristöstrategioita. Hän nostaa esiin kuusi strategista näkökulmaa. Kun oikeudellisen strategian lähtökohdiana on käyttää juridista valtaa ympäristöpäämäärien edistämiseen, korostetaan poliittisessa strategiassa uusien normien, uusien velvoitteiden säätämistä. Eettinen strategia puolestaan lähtee siitä, että tärkeää on yksilöiden ja muiden toimijoiden vastuu ja harkinta, joka vaatii erityisesti ympäristötietoisuuden korostamista ja opettamista. Tiedollinen ympäristöstrategia painottaa ekologisen ja luonnontieteellisen tiedon roolia ja taloudellinen strategia oikeiden pelisääntöjen merkitystä ympäristömyönteisemmän tuotantorakenteen ja (taloudellisen) käyttäytymisen aikaansaamisessa. Teknisessä strategiasa ympäristöä hoidetaan tekniikan kehityksen ja innovaatioiden keinoin. Näkökulmia on paljon, mutta kirjan keskeinen johtopäätös on, että oikeudenmukaisuus pelkistyy kysymykseen siitä, kuka saa olla mukana ja ketä kuullaan päätöksenteossa.

Oikeudenmukaisuus ja ympäristö -kirjan tekijät ovat tarkoittaneet kirjansa ympäristöopintojen sekä yhteiskuntatieteiden oppikirjaksi yliopistoihin ja ammattikorkeakouluihin. Itse suosittelisin sitä lämpimästi kaikille ympäristöasioista ja ympäristöpolitiikasta kiinnostuneille.

Maapallon elämä ja kuolema

On todennäköistä, että pari viikkoa sitten teattereihin tulleen elokuvan *The day after tomorrow* tekijät ovat tutustuneet Peter D. Wardin ja Donald Brownleen kirjaan *Planeetta Maan elämä ja kuolema*. Filmi kertoo maailmasta kasvihuoneilmaston ja maapallon ylikuumentamisen jälkeen. Rajut sääilmiöt koettelevat maapalloa: New York jäätyy ja rypäleenkokoiset rakeet pommittavat Tokiota. Mainitunlainen hetki olisi enustettavissa myös kirjan perusteella, mutta elokuva on silmänräpäystäkin lyhyempi otos maapallon tulevasta vääjäämättömästi etenevästä kehityksestä. *Planeetta Maan elämä ja kuolema* -kirjan tekijät esittävät, että elämä maapallolla on kallistumassa kohti loppuaan ja prosessi tapahtuu ihmisestä ja kasvihuoneilmastosta täysin riippumatta. Kirjan mukaan maapallon elinkaarta säätelevät ihmisen vaikutuksia paljon suuremmat tähtitieteelliset, geologiset, mm. mannterren liikuntaan liittyvät, ja biologiset prosessit. Jos kirjassa esitetyt, loogiset ajatuksenkulut toteutuisivat,

saattaisi meidän olla syytä tarkistaa toimintaamme rajustikin.

Kirja on hyvin perusteltu synteesi avaruusluotainten, tähtitieteilijöiden ja geotieteiden tuloksista, mutta se saattaa herättää tunteita erityisesti viralliseen ja itsestäänselvään ympäristöliturgiaan vihkiytyneiden keskuudessa. Itse todistin mainitunlaista tapahtumaa taannoin, kun arvostamani maantieteen professori asetti esitelmässään Svante Arrheniuksen luoman kasvihuone-teorian kyseenalaiseksi maapallon nykytilan selittäjänä. Esitelmän pitäjä osoitti jugoslavialaisen tähtitieteilijä Milutin Milankovichin teoriaan perustuen, että maan ilmaston lämpeneminen viimeisen sadan vuoden aikana saattaa erinomaisesti selittyä pelkästään maapallon sijainnista aurinkoon nähden. Silti häntä syytettiin vastuuttomuudesta ja pahan tiedon levittämisestä. Keskustelu oli laimeaa ja varautunutta. Itse puolestani kiinnostuin eniten enemmän Wardin ja Brownleen kirjasta, jossa maapallon elinkaarta arvioidaan pitkällä perspektiivillä ja myös Milankovichin ajatukset käydään läpi niille kuuluvalla arvostuksella.

Wardin ja Brownleen kirja kuvaa maapallon elinkaarta kapalovaliheesta viimeisiin dementsiin hetkiin. Aivan kuten ihmisellä, maapallollakin ovat lapsuuden ja vanhuuden vaiheensa, nuoruutensa ja dementoitumisensa. Elämä syntyi aikoinaan merissä ja nousi maalle. Loppuvaiheessa näyttää käyvän kääntäen. Maapallon ensin kylmetessä ja viimein lämmitessä elämä pakenee maalta veteen ja häviää kiuviuvien merien alta. Vesi on haihtunut avaruuteen.

Kirja on kokonaankin luonnontieteilijää hivelevä esitys, mutta sen erityisiä kohokohtia ovat kuvaukset siitä, kuinka aineiden ja energian kierrot ja mannterren liikunnat säätelevät ilmastoa ja muitakin prosesseja maapallolla.

Tähtitieteilijä Donald Brownlee ja kuoleman tieteen, paleontologian, kunnioitettu ja hyvin koulutettu haudanryöstäjä Peter Ward (kuten hän itseään kutsuu) ovat tehneet kirjan, joka asettaa aikamme luonnontieteelliset ja ympäristöongelmat uuteen yhteyteen. Synetisoivan luonteensa takia suosittelen *Maapallon elämää ja kuolemaa* luonnontieteilijöiden lisäksi ainakin kaikille niille, jotka ovat tekemisissä ilmastokysymysten kanssa.



Vesihuoltomaksut vuonna 2004

Vesi- ja viemärlaitosyhdistys kysyy vuosittain jäsenlaitostensa helmikuun alun tilanteen mukaiset vesihuoltomaksut ja julkaisee tuloksista raportin. Julkaisussa on kuvina esitetty maksujen jakautuminen eri suuruusluokkiin ja summakäyrinä sekä vertailuhintojen osalta laitokset on jaettu kolmeen kokoluokkaan vesimäärän perusteella. Jokaisesta laitoksesta on julkaisussa esitetty käyttömaksu, liittymismaksu, mittarivuokran ja perusmaksun summa sekä edellisten perusteella laskettu vertailuhinta. Kaikki maksut sisältävät mahdolliset arvonlisäverot.

Vesihuoltolaitosten taksojen rakenne vaihtelee hyvinkin paljon eri laitoksilla. Tämän vuoksi raportissa käytetään käsitettä "vertailuhinta". Vertailuhinnassa käyttömaksun ohella on otettu huomioon mittarivuokran ja perusmaksun sekä liittymismaksun vaikutus asiakkaalta perittävään veden ja jäteveden hintaan. Vertailuhinta antaa käyttömaksuun verrattuna paremman kuvan asiakkaan maksamista maksuista käytettyä vesikuutiometriä kohden.

Vesihuoltomaksujen perusteella ei ole syytä tehdä johtopäätöksiä laitosten toiminnan taloudellisuudesta tai tehokkuudesta. Kunnan taksapolitiikasta riippuen laitosta voidaan tukea verovaroin tai se voi tuottaa ylijäämää kunnalle. Vedenhankintamahdollisuudet ja jätevesien käsittelylle asetettavat vaatimukset sekä yhdyskuntarakenne vaikuttavat huomattavasti laitosten kustannuksiin. Lisäksi valtion avustukset vaikuttavat osalla laitoksia kustannuksia alentavasti.

Kyselyn hinnat on pyydetty esimerkkikiinteistöiltä perittävien maksujen mukaisina mahdollisine arvonlisäveroineen. Osassa laitoksia liittymismaksuihin sisältyy perittävä arvonlisävero ja osassa laitoksia ei peritä lainkaan arvonlisäveroa. Muihin maksuihin sisältyy arvonlisävero. VVY:n tekemässä kyselyssä kysyttiin ensisijaisesti vesi-

huoltolaitosten käyttömaksuja, liittymismaksuja, mittarivuokria ja perusmaksuja. Maksuperusteiden erilaisuudesta johtuen muita maksuja ei ole käsitelty.

Maksujen tason vertailu eri laitosten välillä edellyttää, että eri tyyppiset maksut saadaan tyydyttävästi keskenään vertailukelpoisiksi. Eri maksuilla on erilaisia perusteita kuten myyty vesimäärä, rakennuksen ja tontin pinta-ala, vesimittarin koko jne. Tämän vuoksi vertailuhinnan laskemiseksi joudutaan valitsemaan tiettyjä esimerkkikiinteistöjä, joille lasketaan vertailuhinta.

Esimerkkikiinteistöiksi on valittu kaksi erilaista asuinrakennusta:

omakotitalo

- kerrosala 150 m² ja huoneistoala 120 m²
- tontin pinta-ala 1 000 m²
- veden kulutus 180 m³/v (3 asukasta)

kerrostalo

- kerrosala 2 500 m² ja huoneistoala 2 000 m²
- tontin pinta-ala 5 000 m²
- veden kulutus 5 000 m³/v (75 asukasta)

Vertailuhinta on laskettu lisäämällä käyttömaksuun (€/m³) veden kulu- tuksesta riippumattomat ns. kiinteät maksut jaettuna esimerkkikiinteistön

veden kulutuksella. Liittymismaksusta on vuosikustannuksena otettu huomioon 3 % liittymismaksusta, joka vastaa pitkän aikavälin reaalikorkoa liittymismaksuun sijoitetulle pääomalle. Liittymismaksun vuosikustannus on jaettu esimerkkikiinteistön veden kulutuksella ja lisätty vertailuhintaan. Näin laskettu vertailuhinta vastaa kohtuullisella tarkkuudella kuluttajalle veden käytöstä aiheutuvia kustannuksia vesikuutiometrille laskettuna.

Tulokset

Vertailuhinnat ja maksut on esitetty oheisessa taulukossa erikseen vesilaitoksille ja viemärlaitoksille. Hinnat vesi- ja viemärlaitoksille tarkoittavat vedestä ja jätevedestä yhteensä perittäviä hintoja/maksuja niillä laitoksilla, jotka toimivat sekä vesi- että viemärlaitoksina.

Vesi- ja viemärlaitosyhdistyksen laatiman julkaisun perusteella voidaan todeta, että vesihuoltomaksut ovat pysyneet samalla tasolla viime vuoteen verrattuna.

Lähde

Vesi- ja viemärlaitosyhdistys. 2004. Vesihuoltomaksut 1.2.2004, jäsenlaitokset. ISBN 952-5000-44-3. Helsinki. 36 s.

Mika Rontu

verkostoinsinööri

E-mail: mika.rontu@vvy.fi

Vertailuhintojen keskiarvot vuosina 2004 ja 2003.

| Vesilaitokset | 2004 keskiarvo €/m ³ | 2003 keskiarvo €/m ³ |
|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| omakotitalo | 1,35 | 1,33 |
| kerrostalo | 1,12 | 1,10 |
| Viemärlaitokset | 2004 keskiarvo €/m ³ | 2003 keskiarvo €/m ³ |
| omakotitalo | 1,74 | 1,70 |
| kerrostalo | 1,55 | 1,54 |
| Vesi- ja viemärlaitokset | 2004 keskiarvo €/m ³ | 2003 keskiarvo €/m ³ |
| omakotitalo | 3,12 | 3,11 |
| kerrostalo | 2,69 | 2,73 |

ABSTRACTS

Mild winters increase the need to keep arable fields under plant cover

by Markku Puustinen,
Sirkka Tattari and Eila
Turtola

The bulk of erosion and phosphorus pollution does not occur during the growing season, but is caused by the runoff produced by autumn rainfall and melting snow. Tillage of the soil in autumn and plant cover determine how well fields can resist the erosion caused by the action of rainfall and melt waters. Analysis of long-term test data demonstrated that the repeated melting periods occurring in mild winters cause greater erosion than would occur in a cold winter in which the snow melts only in spring. This phenomenon is particularly marked in tilled fields. Soils with a permanent plant cover are able to resist erosion and a higher particulate phosphorus load, even in mild winters.

Wastewater problems in sparsely populated areas

by Katriina Kujala-Räty

Precipitation wells were once considered sufficient for treating the wastewater generated by rural properties. However, the agents dissolved in clarified wastewater were found to be loading the environment to such an extent that more effective methods became necessary. The decree on wastewaters in sparsely populated areas came into force at the beginning of 2004. During the next decade almost all the old wastewater systems will be replaced by systems that remove organic matter and phosphorus effectively. There are several ways of doing this, but to find the most useful, we need information on the implementation, running and maintenance of the various options.

Water protection and environmental management in animal husbandry

by Jaana Uusi-Kämpä

The greater size of herds and the concentration of livestock farms in specific areas are thought to increase the effects of nutrient pollution on surrounding waterways. It is currently believed that a livestock farm with modern production buildings and ample manure stores loads the environment less than does a farm with deficient facilities and buildings. However, even a large production unit may pollute the environment if, say, a sludge tank is broken or over-filled, manure is spread on waterside fields before heavy rainfall, or the water from outdoor runs escapes into the environment.

Phosphorus in eutrophication load due to agriculture

by Risto Uusitalo

The entry of phosphorus into waterways leads to a gradual deterioration in the quality of the water as a result of eutrophication. Although waterways receive phosphorus from a number of sources, the contribution of the non-point load has increased in several countries in recent years due to the more effective treatment of point source discharges. About 60% of Finland's anthropogenic phosphorus load is attributed to agriculture.

Recreational fishing: productive and source of employment

by Anna-Liisa Toivonen

Finnish recreational fishers pay more than €200 million a year in variable expenses alone. A study shows that they would be ready to spend €100 million more if only the supply were greater. Since their fish catch accounts for about €50 million, the value of the pleasure they get from their hobby is about €150 million. The value of recreational fishing may be only about one per mille of the total national economy but it is still fairly high. Recreational fishing employs around 2500 people, and this figure does not include the industry or trade in fishing gear.

Other articles

Agriculture considers its relation to water

by Sirppa Kurppa

Direct drilling

by Laura Alakukku

Like a fish on dry land

by Kari Ruohonen

Justice and the end of the world

by Juhani Kettunen



■ Kari Ruohonen

Tutkimusprofessori
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Email: kari.ruohonen@rktl.fi

Kalan kulutus lisääntyy maailmalla tasaisesti, ei niinkään henkeä kohti vaan melko samassa tahdissa maailman väkiluvun kasvun kanssa. Kulutus henkeäkin kohti on viime aikoina kasvanut terveystrendin ja talouskasvun seurauksena: kala on useimmissa maissa kallista, mutta suosittua terveellisyytensä vuoksi. Toisaalta maailman kalastustuotanto, erityisesti ihmismisravinnoiksi suoraan käytettävien kalalajien osalta, näyttää jopa vähentyvän pienentyneiden kalakantojen ja tiukkojen kalastussäädösten vuoksi. Luonnonkalojen käyttöä on myös rajoitettu esim. Itämerellä kuluttajaturvallisuuden vuoksi. Maailman kalataloustuotannon kasvu perustuukin pääosin kalojen ja muiden vesieliöiden kasvatuksen lisääntymiseen ja sen osuus kokonaistuotannosta onkin jo lähes kolmanneksen. Vesiviljely on maailman nopeimmin kasvava elintarvikesektori, jonka tuotanto kasvoi 1990-luvulla keskimäärin 11 % vuodessa. EU:n vesiviljelystrategian mukaan yhteisön vesiviljelyn tuotannon tulisi kasvaa 4 % vuodessa, jotta kalan kasvava kysyntä EU-alueella kyetään tyydyttämään. EU säi-

KUIN KALA KUIVALLA MAALLA

lyisi kuitenkin edelleen yhtenä suurimmista kalatuotteiden ostajista maailmassa.

Vesiviljely on vanha eläintuotannon muoto; sen kerrotaan alkaneen Kiinassa noin 3000 eaa. Kuitenkin se on monella tapaa riippuvampi ympäristöstään kuin vastaava terrestrinen eläintuotanto, jossa tuotantolajit ovat pääosin globaaleja eikä niiden menestyminen riipu ratkaisevasti kasvatusympäristöstä. Vesiviljelyssä sen sijaan tuotettavat lajit ovat useimmiten paikallisia, ja ovat sopeutuneet tuotantoalueen ympäristöoloihin. Kosmopoliitit viljelylajit ovat runsastumassa; vanhin esimerkki on kirjolohi, atlantinlohta viljellään mm. Australiassa ja tilapioiden viljely yleisty eri puolilla maailmaa.

Monet eri syyt ohjaavat vesiviljelyä vähemmän riippuvaksi vesivaroista, vaikka tämä tietysti kuulostaa omituiselta. Kalan kulutus kasvaa pääasiassa siellä missä väkilukukin ja kilpailu vesivarojen käytöstä kohdistuu myös vesiviljelyn mahdollisuuksiin. Eri käyttömuotojen ristiriidat ja keskinäinen kilpailu ovat tuttuja meiltäkin kalankasvatuksen ympäristökeskustelusta. Vesiviljelyn tulisi siis kyetä vähentämään riippuvuuttaan runsaista vesivaroista, jotta tuotantoa voitaisiin lisätä kysynnän mukaan. Yksi askel tähän suuntaan on kiertovesiviljelyn tekniikan kehittäminen. Kiertovesilaitokset tarvitsevat huomattavasti vähemmän uutta vettä kalantuotantoon kuin perinteiset maaja verkkoallaslaitokset. Myöskin laitok-

sen poistoveden määrä on pieni, mikä vähentää ympäristökuormitusta. Ongelmina tällä hetkellä ovat erityisesti tuotannon kalleus sekä puuttuvat tiedot kiertovesitekniikan vaikutuksista kalan tuotelaatuun sekä kuluttajaturvallisuuteen. Kiertovesitekniikka vähentää vesiviljelyn riippuvuutta paikallisista ympäristöoloista ja mahdollistaa lajivalikoiman laajentamisen. Laitokset voisivat sijoittua vapaammin.

Toinen merkittävä vesiviljelyn riippuvuutta vedestä vähentävä trendi on runsastuva terrestristen raaka-aineiden käyttö vesiviljelyn rehuissa. Perinteisesti rehut ovat koostuneet pääosin kalajauhosta ja kalaöljystä, mutta nyt haetaan suurilla ponnistuksilla näille vaihtoehtoja, erityisesti kasvivalkuaisesta ja kasviöljyistä. Tähän on syynä kalajauhon ja kalaöljyn saatavuusnäkömät: Tällä hetkellä 70 % maailman vesiviljelystä tuotetaan Kiinassa verrattain perinteisin menetelmin. Kiinan talouden kasvaessa myös maan vesiviljelyn tuotantoa halutaan modernisoida ja onkin arvioitu, että Aasia käyttäisi vuonna 2010 maailman kalajauhosta 50 % ja kalaöljystä jopa 80 %. Erityisesti EU on sijoittanut runsaasti tutkimusvaroja näille vaihtoehtoisten raaka-aineiden etsimiseen. Ongelmana on, että halutuimmat viljelylajit ovat ravintoketjun hui-pulta, ja ne ovat sopeutuneet syömään kalaravintoa. Kiinnostus kosmopoliitteihin, kasviraaka-aineita paremmin käytettäviin lajeihin, kuten tilapiaan, lisääntyy. ■



” AIKAA ITSELLESI. ONNISELTA.”



KUINKA USEIN HUOMAAT OLEVASI sidottu johonkin yllättävään sählinkiin työpaikallasi, kun sinua tarvittaisiin paljon enemmän ihan muualla?

Ota ykköskumppaniksesi Onninen. Materiaalipalvelu on ydinosamistamme. Olemme olleet alalla jo usean vuosikymmenen ajan. Tiedämme ”pullonkaulat” ja asiakkaidemme tarpeiden kautta myös yksilölliset toiveet. Kokemuksen myötä olemme kehittäneet omat logistiset ratkaisumme toimiviksi. Meillä on useita erilaisia palvelukonsepteja erilaisille asiakkaille.

Saamme materiaalivirtasi toimimaan joustavasti, luotettavasti ja taloudellisesti. Sinä voit keskittyä omaan liiketoimintaasi ja sen kehittämiseen.

Syvennä yhteistyötäsi Onnisen kanssa. Ja sinulla on enemmän aikaa nauttia elämästäsi. Sillä ne maalit pitäisi nähdä liveinä.

onninen

www.onninen.fi

Onninen on perheyhtiö ja yksi Euroopan johtavista kattavan materiaalipalvelun yrityksistä. Konsernilla on Suomen lisäksi toimipaikkoja Baltian maissa, Norjassa, Puolassa, Ruotsissa ja Venäjällä. Noin 60 000 asiakasta edustavat sähkö-, lvi- ja kylmäalan urakoitsijoita, teollisuutta, energialaitoksia, julkisia organisaatioita ja teknisten tuotteiden jälleenmyyjä. Vuoden 2003 lopussa Onninen työllisti noin 2 500 ihmistä, joista 1 000 Suomessa. Yhtiön liikevaihto oli yli 1.000 miljoonaa euroa.

WehoPuts® Pienpuhdistamot kotiin ja koko kylään

WehoPuts-pienpuhdistamot käsittelevät kirkkaiksi yhden kotitalouden tai koko kyläyhteisön jätevedet. Kotitalouksien lisäksi pienpuhdistamoon voi liittää myös kyläkoulut, loma-asunnot ja muita kiinteistöjä. Pienpuhdistamo soveltuu myös maitotilojen, pienteurastamojen, kuorimoiden yms. jätevesien käsittelyyn.

Toimitamme **kyläkohtaisen järjestelmän**, joka sisältää **kaikki tarvittavat komponentit** jätevesien puhdistamiseksi. WehoPuts-pienpuhdistamon lisäksi esim. paineviemäri- ja viettoviemäriputket, kiinteistökohtaiset jäteveden pienpumppaamot, mittauskaivot, venttiilikäivot ja tarvittavat liitososat.

WehoPuts-pienpuhdistamalla toteutettu kyläkohtainen järjestelmä on varmatoiminen ja vaivaton käyttäjälleen. Käyttömukavuudeltaan se on verrattavissa kunnalliseen viemärointiin ja hallitun menetelmän ansiosta puhdistustulokset ovat erittäin korkealuokkaiset.

WehoPuts®- pienpuhdistamon edut:

- **Joustava mitoitus:** yhden perheen tai useamman kiinteistön yhteinen puhdistamo
- **Helppohoitoinen ja vaivaton, automatisoitu prosessi**
- **Erinomaiset puhdistustulokset**
- **Sallii hyvin kuormitusvaihteluita**
- **Alhaiset käyttökulut**
- **Hajuton**
- **Kestävä, tiivis ja pitkäikäinen rakenne**



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