


VESITALOUS

1/2009



**Turve-
tuotannon
vesien-
suojaelu**





VESIANALYTIIKAN OSAAJA

Nab Labs on Suomen johtava teollisuuden ja ympäristönseurannan analytiikan tuottaja. Merkittävä osa vesianalytiikkaamme on akkreditoitu.

- | | |
|-----------------|----------------|
| • LUONNONVEDET | • KATTILAVEDET |
| • JÄTEVEDET | • KIERTOVEDET |
| • TALOUSVEDET | • UIMAVEDET |
| • PROSESSIVEDET | • VALUMAVEDET |

Tuotamme myös vesistö- ja kuormitustarkkailut, biologiset selvitykset sekä näytteenoton kentällä.

Nablabs
laboratories

www.nablabs.fi



Lisätiedot
palveluistamme:
0207 479 111 tai
info@nablabs.fi

N A B L A B S - A N A L Y T I I K A N O S A A J A



Vol. L

Julkaisija

YMPÄRISTÖVIESTINTÄ YVT OY

Puhelin (09) 694 0622

Annankatu 29 A 18

00100 Helsinki

Kustantaja

TALOTEKNIikka-JULKAISUT OY

HARRI MANNILA

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

Päätoimittaja

TIMO MAASILTA

Maa- ja vesitekniikan tuki ry

Annankatu 29 A 18

00100 Helsinki

E-mail: timo.maasilta@mvtt.fi

Toimitussihteeri

TUOMO HÄYRYNEN

Puistopiha 4 A 10

02610 Espoo

Puhelin (050) 585 7996

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

Tilaukset ja osoitteenmuutokset

TAINA HIIKIÖ

Maa- ja vesitekniikan tuki ry

Puhelin (09) 694 0622

Faksi (09) 694 9772

E-mail: vesitalous@mvtt.fi

Ilmoitukset

HARRI MANNILA

Koivistontie 16 B

02140 ESPOO

Puhelin (050) 66174

E-mail: harri.mannila@gmail.com tai

ilmoitus.vesitalous@mvtt.fi

Kannen kuva

JUKKA NISSINEN

Painopaikka

FORSSAN KIRJAPAINO OY

ISSN 0505-3838

Asiantuntijat ovat tarkastaneet lehden artikkelit.



Toimituskunta

MINNA HANSKI

dipl.ins.

Maa- ja metsätalousministeriö

ESKO KUUSISTO

fil.tri, hydrologi

Suomen ympäristökeskus,

hydrologian yksikkö

RIINA LIIKANEN

tekn.tri, vesihuoltoinsinööri

Vesi- ja viemärlaitosyhdistys

HANNELE KÄRKINEN

dipl.ins., ympäristöinsinööri

Uudenmaan ympäristökeskus

KIRSI RONTU

dipl.ins., kaupungininsinööri

Keravan kaupunki

SAIJARIINA TOIVIKKO

dipl.ins., vesihuoltoinsinööri

Vesi- ja viemärlaitosyhdistys

RIKU VAHALA

tekn.tri., vesihuoltotekniikan professori

Teknillinen korkeakoulu

OLLI VARIS

tekn.tri, vesitalouden professori

Teknillinen korkeakoulu

ERKKI VUORI

lääket.kir.tri, oikeuskemian professori

Helsingin yliopisto, oikeuslääketieteen laitos



Lehti ilmestyy kuusi kertaa vuodessa.

Vuosikerran hinta on 50 €.

Tämän numeron kokosi

Björn Klöve

E-mail: bjorn.klove@oulu.fi



4 Tutkimustiedolla kohti tehokkaampaa turvetuotannon vesiensuojelua BJÖRN KLÖVE

TURVETUOTANNON VESIENSUOJELU

6 Turvetuotannon vesistövaikutukset ja vesiensuojelu

KAISA HEIKKINEN, SATU MAARIA KARJALAINEN JA RAIMO IHME

Turvetuotannon vesistökuormitusta pyritään vähentämään parhaalla käytökelteisellä tekniikalla, jona nykyisin pidetään pintavalutusta ja kemiallista vedenpuhdistusta. Tulva- ja sadekausien aikaista kiintoainekuormitusta voidaan vähentää tehokkaasti myös virtaaman säädön avulla.

10 Turvetuotannon tulevat haasteet vesiensuojelussa

KIRSI KALLIOKOSKI

Turvetuotannon vesiensuojelussa on edistytty melkoisesti alan alkuajoista. Yleinen ympäristötietoisuus, vesienkäsittelyteknologian kehittyminen ja ympäristölainsäädäntö 2000-luvulla ovat olleet kehityksen vauhdittajina.

11 Uudet vesiensuojeluratkaisut

HEINI POSTILA, KAISA HEIKKINEN, SATU MAARIA KARJALAINEN, RAIMO IHME JA BJÖRN KLÖVE

Turvetuotannon vesiensuojelumenetelmiltä vaaditaan korkeaa puhdistustasoa ja ympärivuotista toimivuutta. Varsinkin leudot talvet ovat lisänneet ympärivuotisen vesiensuojelun tarvetta Suomessa.

14 Missä vesi suolla virtaa? Uutta pintavalutuksesta

ANNA-KAISA RONKANEN

Luonnontilaiselle suolle rakennettuja kosteikkopuhdistamoja on menestyksellisesti käytetty vähentämään sekä pistekuormituksen kuten yhdyskuntajätevesien, turvetuotannon valumavesien ja kaivosvesien että hajakuormituksen kuten metsätalouden vesistöihin kohdistuvaa kuormitusta.

17 Turve osana energiahuoltoa

HANNU SALO

Syksy 2008 havahdutti turpeen saatavuuteen. Kaksi peräkkäistä sadekesää, yleinen energian hinnan nousu ja voimakas turpeen kysyntä laskivat turvevarastot talven kynnyksellä ennätyskellisen alas.

22 Turvetuotannon vesiensuojelu - lainsäädäntö ja oikeuskäytäntö

SINIKKA PÄRNÄNEN

Ympäristönsuojelulainsäädännön uudistus vuonna 2000 ei tuonut suuria muutoksia turvetuotannon vesistö päästöjen sääntelyyn. Ympäristönsuojelulain lisäksi saattaa lupamenetelyssä tulla sovellettavaksi myös muuta lainsäädäntöä, kuten luonnonsuojelulaki ja vesilaki.

BIOPOLTTOAINEET

24 Veden tarve liikenteen biopolttoaineiden tuotannossa

HANNA MELKKO

HAASTATTELU

28 Yhteistyöstä voimaa turvetuotannon vesistö- ja kuormitustarkkailuihin

MAAILMAN VEDET

30 Trasimeno – oikutteleva järvi

ESKO KUUSISTO

MITTAUSTEKNIikka

34 Lietteiden kosteuden ja ravinnepitoisuuksien mittaus

MARJA PALMROTH

MAATALOUS

37 Liukoinen fosforikuormitus kuriin suorakylvöpellolla

PAULA MUUKKONEN, HELINÄ HARTIKAINEN JA LAURA ALAKUKKU

NÄKÖKULMA

41 Vesialan strategisia kysymyksiä Ruotsissa

ROGER BERGSTRÖM

43 Uutisia

44 Liikehakemisto

50 Abstracts

51 Yksi meri – monta käyttäjää

ANITA MÄKINEN

Seuraavassa numerossa teemana on
Vesienhoidon suunnitelmat.

Vesitalous 2/2009 ilmestyy 3.4.2009

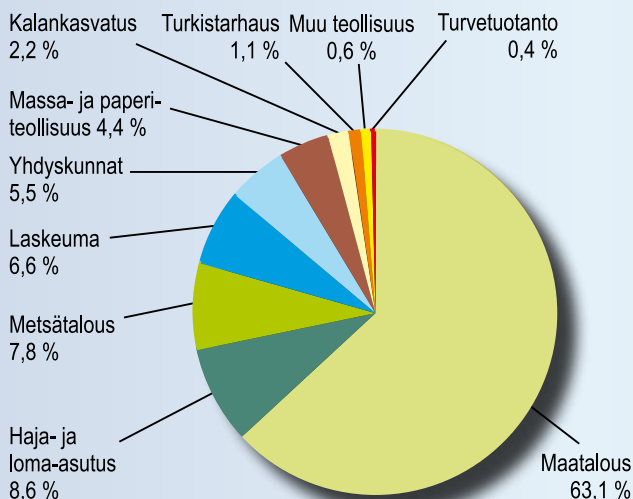
Ilmoitusvaraukset 6.3. mennessä.



TUTKIMUSTIEDOLLA KOHTI TEHOKKAAMPAA TURVETUOTANNON VESIENSUOJELUA



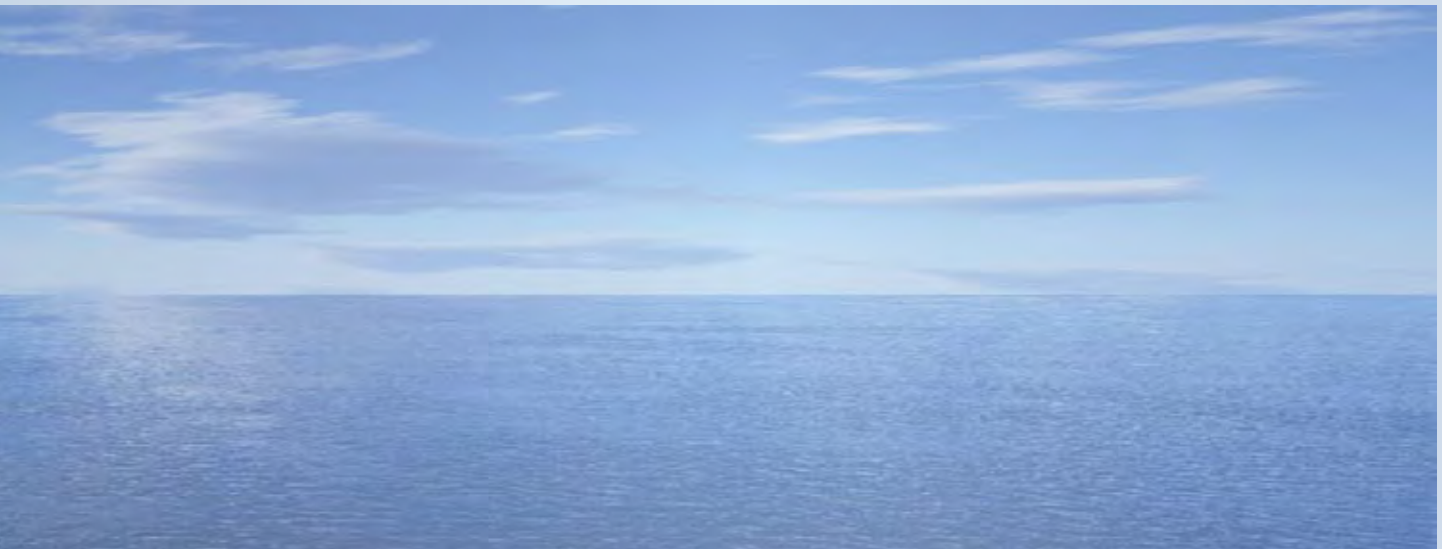
BJÖRN KLÖVE
professori, Oulun yliopisto
E-mail: bjorn.klove@oulu.fi



Kuva 1. Eri kuormittajien osuus vesistöjen fosforikuormasta. Lähde: www.ymparisto.fi

Soiden käytöllä on Suomessa pitkät perinteet. Turvemaita on jo kauan käytetty maanviljelyyn ja metsätalouteen. Nykyisin turvetta tuotetaan myös energian lähteeksi sekä kasvinviljelyn ja ympäristönsuojelun tarpeisiin. Tällä hetkellä turpeen tuotantoon käytetään alle yksi prosentti suomalaisiamme. Turpeella tuotetaan kokonaisenergiastamme 5...7 prosenttia ja 30 prosenttia kotitalouksiemme kaukolämmöstä. Energiaa soista riittäisi muuhunkin kuin kaukolämpöön, sillä soissa on varastoituneena huomattava määrä hiiltä. Viime aikoina onkin uudeksi mahdolliseksi energian lähteeksi nostettu suoturpeen käyttö jopa biodieselin raaka-aineeksi. Soiden ojitus lisää kasvihuonekaasujen, etenkin hiilidioksidin, päästöjä. Toisaalta suot kasvaessaan myös sitovat hiiltä. Tällä hetkellä turve on kuitenkin luokiteltu hitaasti uusiutuvaksi energianlähteeksi. Polttoaineiden luokittelu (uusiutuva/fossiilinen) on tärkeä osa energiapolitiikkaa, sillä se vaikuttaa turpeen hintaan. Turpeen käyttö on myös selkeästi sidoksissa toisaalta siitä saataviin erilaisiin hyötyihin, kuten kansallisen energiahuollon varmuuteen ja työllistävään vaikutukseen, ja toisaalta siitä aiheutuviin haittoihin, joista keskeisessä asemassa ovat turvetuotannon ympäristövaikutukset. Turve- ja puuenergia pitävät yllä omavaraisuutta energia-alalla.

Turvetuotannon eri vaiheissa on otettava huomioon monia vesien- ja ympäristönsuojelullisia näkökohtia. Soilla on useita ekologisia ja sosio-ekonomisia funktioita ja käyttötapoja, jotka muuttuvat ojituksen ja turpeen noston myötä. Turvetuotanto vaikuttaa voimakkaasti tuotantoalueen kasvillisuuteen ja eläimistöön. Näitä ympäristöhaittoja voidaan vähentää ja suon ekologisia toimintoja ennallistaa ja palauttaa tuotantovaiheen jälkeen. Etenkin linnuston palaamisesta on selkeää näyttöä. Ympäristövaikutusten arvioinnissa on keskeistä huomioida turvetuotannon vesistövaikutukset. Kuormituksen vesistövaikutusten arviointi näyttää kuitenkin vielä perustuvan liian vähäiseen tutkimustietoon vesiekosysteemien toiminnosta. Yksittäisen suon aiheuttamasta kuormituksen lisäyksestä tiedetään jo varsin paljon, mutta kokonaisvaikutusten arviointi koko vesistössä on jo vaikeampaa varsinkin, kun kuormittajia on valuma-alueella useita. Vesistökuormitusta arvioivia matemaattisia malleja tulisi kehittää edelleen käytännön vesien-



suojelun suunnittelun tarpeisiin arvioimaan eri soiden käyttömuotojen vesistövaikutuksia. Turvemaille ja suovaltaisille valuma-alueille tulisi lisäksi kehittää omia malleja, koska valmiit laskentaohjelmat eivät yleensä huomioi turvemaiden ominaisuuksia. Suomessa on paljon soita ja hyvät mahdollisuudet näiden mallien kehittämiseen. Meillä voidaan myös tutkia soidenkäytön vesistövaikutuksia ja soiden vesitaloutta sekä kehittää edelleen menetelmiä soiden käytöstä aiheutuvan vesistökuormituksen vähentämiseksi. Kaikessa tässä tutkimus- ja kehittämistyössä voidaan käyttää hyväksi myös varsin pitkää tutkimusperinnettämme soiden ekologiasta ja geologiasta. Vesitutkimuksemme painottaminen yhä enemmän turvemaihin on todettu tarpeelliseksi myös Suomen Akatemian julkaisemassa ”vesialan arvioinnissa 2008”.

Turvetuotanto lisää ravinteiden, humuksen ja raudan sekä kiintoaineen huuhtoumaa. Etenkin typen ja raudan huuhtoumat voivat olla huomattavia. Myös fosforihuuhtoumat usein lisääntyvät, mutta fosforia suovesissä on yleensä vähän (Kuva 1). Etenkin orgaaninen kiintoaine on vesistöille ongelmallinen: se vie laskeutuessaan paljon tilaa, liettää vesiuomien pohjia ja vaikuttaa monin eri tavoin vesien ekologiaan. Eroosio ja kiintoaineen kulkeuma lisääntyvät soiden ojituksen seurauksena. Turvetuotantoalueen ja sen uomaverkoston eroosioprosessit ovat monimutkaisia. Eroosion seurauksena alueelta lähtee liikkeelle orgaanisen aineksen lisäksi myös mineraalimaata, jos ojat ulottuvat hiekka- ja silttimaakerroksiin. On tärkeää tiedostaa yllä olevat prosessit turvemaiden ojituksessa pyrittäessä mahdollisimman vähäisiin ympäristövaikutuksiin.

Turvetuotannon vesiensuojelussa on pääpaino kiintoaine-, typpi- ja fosforikuormituksen vähentämisessä. Vesiensuojelu on Suomessa toteutettu paremmin kuin missään muussa turvetta tuottavassa maassa. Maassamme on kehitetty turvetuotannon vesiensuojelumenetelmiä 1980-luvulta lähtien turvetuottajien, yliopistojen ja tutkimuslaitosten yhteistyönä. Nykyään parhaina menetelminä pidetään laskeutusallasta, virtaaman säätöä ja pintavalutusta. Etenkin pintavalutuskenttä yhdistettynä virtaamahuippujen hallintaan, joko säätöpatojen tai pumppauksen avulla, on tehokas kiintoaine- ja ra-

vinnekuormitusta vähentävä menetelmä. Myös uusia, tehokkaita vesiensuojelumenetelmiä turvetuotannolle on vielä kehitettävä, koska turvetuotantoa ohjataan entistä enemmän vanhoille metsäojitusalueille, jonne ei voida perustaa nykyisten suositusohjeiden mukaisia pintavalutuskenttiä. Vesien kemiallinen käsittely (juomavesikemikaalein), jota on käytetty joillakin soilla, on useissa tapauksissa liian järeä toimenpide.

Vesiensuojelumenetelmien tulevan kehitystyön ja uusien menetelmien valinnan tulisi perustua kestäviin luonnonmukaisiin ja ekologisiin ratkaisuihin, kustannustehokkuuteen ja toimintavarmuuteen. Luonnonmukaisten vesienkäsittelymenetelmien käyttö yleistyi voimakkaasti parin viime vuosikymmenen aikana. Menetelmät muistuttavat toimintaperiaatteiltaan luonnontilaisilla valuma-alueilla esiintyviä, eri aineiden pidättymiseen johtavia hydrologisia, biologisia ja geokemiallisia prosesseja, osin tehostetuin teknisin ratkaisuin. Hyviä esimerkkejä näistä menetelmistä ovat pintavalutus, virtaaman säätö ja erilaiset vesiensuojelukosteikot. Vaikka luonnonmukaiset ratkaisut, kuten erilaiset kosteikot, ovat yksinkertaisia menetelmiä, niissä vaikuttavat prosessit ovat monimutkaisia ja osin vaikeasti hallittavia. Myöskään niistä saatavan hyödyn osoittaminen ei yleensä ole yhtä helppoa kuin perinteisillä puhdistusmenetelmillä. Niiden soveltuvuutta vesiensuojeluun tulisi kuitenkin jatkossa tutkia enemmän. Samalla niiden puhdistustehokkuutta tulisi seurata pitkäaikaisesti. Seuranta tulisi tehdä muutamalla suolla tehostetusti, sen sijaan, että seurattaisiin lukuisia soita harvemmin. Näin saataisiin varmuus erityyppisten rakenteiden vesiensuojelullisesta hyödystä ja tietoa uusia menetelmiä kehittävän tutkimuksen tarpeisiin. Myös tietoa eri aineiden pidättymiseen johtavista biogeokemiallisista prosesseista tarvitaan vielä lisää. Kaikkien uusien vesiensuojelumenetelmien kehittämisen tulisi perustua riittävään prosessikuvaukseen sekä riittävän tarkkaan, puhdistustehon kertovaan ainetaseiden mittaukseen. Myös erityyppisten ratkaisujen toimintavarmuus ja hyödyt eri vuodenaikoina tulisi selvittää. Tätä tietoa tarvitaan ilmaston muuttuessa ja talviaikaisten valun- tojen kasvaessa. Menetelmien kehitys ja hyväksyntä tulee perustua tutkimuksella saavutettuun tietoon. ◆

TURVETUOTANNON VESISTÖVAIKUTUKSET JA VESIENSUOJELU

Turvetuotanto asettuu toiminta-alueidensa, vesistökuormituksensa ja vesistövaikutustensa osalta muiden kiintoaine- ja ravinnekuormitusta aiheuttavien maankäyttömuotojen joukkoon. Kiintoaine- ja ravinnekuormitus liittää ja rehevöittää vesistöjä. Turvetuotannon vesistökuormitusta pyritään vähentämään parhaalla käyttökelpoisella tekniikalla (BAT), jona nykyisin pidetään pintavalutusta ja kemiallista vedenpuhdistusta. Tulva- ja sadekausien aikaista kiintoainekuormitusta voidaan vähentää tehokkaasti myös virtaaman säädön avulla. Vesipolitiikan puitedirektiivin (VPD) tavoitteiden toteuttamiseen tähtäävä vesienhoidon suunnittelu ja maankäytön suunnittelu, turvetuotanto mukaan lukien, tulisi sovittaa yhteen mahdollisimman tehokkaasti. Tässä työssä on jo käytettävissä valuma-alueiden vesistökuormitusta arvioivia matemaattisia malleja, joita tulisi kuitenkin kehittää edelleen sopiviksi käytännön vesiensuojelun suunnittelun tarpeisiin.



KAISA HEIKKINEN
erikoistutkija, Suomen ympäristökeskus
E-mail: kaisa.heikkinen@ymparisto.fi

SATU MAARIA KARJALAINEN
vanhempi tutkija, Suomen ympäristökeskus

RAIMO IHME
johtava tutkija, Suomen ympäristökeskus

Turvetuotantoalueilta huuhtoutuu vesistöihin kiintoainetta, typpeä, fosforia, humusta ja rautaa. Kuormituksen suuruuteen vaikuttavat monet tuotantoalueilla tehtävät toimenpiteet sekä toteutetut, kuormitusta vähentävät vesiensuojeluratkaisut. Turvetuotantosuo- kuivatus- ja valmisteluvaihe kestää yleensä 3...6 vuotta ja varsinainen tuotantovaihe vielä 15...20 vuotta.

Ennen turvetuotannon aloittamista suo ojitetaan, alueelta poistetaan kasvillisuus, kentän pinta tasoitetaan ja sarat muotoillaan sarkaojiin viettäväksi. Näiden toimenpiteiden johdosta valunta suolta lisääntyy suon vesivaraston tyhjentyessä, haihdunnan vähentyessä ja virtauksen nopeutuessa. Hetkelliset valumat voivat rankkasateiden jälkeen olla hyvinkin suuria. Tuotannon edetessä valunta kuitenkin vähenee.

Valunnan lisääntyminen on keskeisin syy kuormituksen synnylle turvetuotantoalueella. Kiintoainekuormitusta aiheuttavat lisäksi kuivatuksen edellyttämät kaivuutyöt, turpeen nosto, monet tuotantoalueella tehtävät toimenpiteet ja eroosiolta suojaavan kasvipeitteen puuttuminen. Typpi-, fosfori- ja humuskuormitusta lisää myös kuivatuksen seurauksena tapahtuva turpeen voimistunut hajoaminen. Suota kuivattaessa valunta syvemmistä turvekerroksista lisää vesistöön kohdistuvaa rautakuormitusta etenkin minerotrofisilla aapasuoalueilla, missä turve on rautapitoisinta syvemmissä turvekerroksissa. Typpeä, fosforia ja rautaa huuhtoutuu vesistöihin myös kiintoaineeseen sitoutuneena. Kuormitus on suurimmillaan sulan maan aikaisten tulva- ja sadejaksojen aikana.

Maamme turvetuotanto on suurelta osin sijoittunut jokivaluma-alueille, missä uomiin huuhtoutuu myös luontaisesti orgaanisia aineita ja ravinteita alueen maakosysteemeistä ja maaperästä. Lisäksi vesistöön kohdistuu kiintoaine- ja ravinnekuormitusta myös muusta maankäytöstä, pääosin maa- ja metsätaloudesta. Jokieliöstö on voimakkaasti riippuvainen jokeen luontaisesti huuhtoutuvista aineista. Samalla se on kuitenkin myös määränsä ja lajikoostumuksensa suhteen mukautunut tähän aineiden luontaiseen kulkeutumiseen,

ns. luonnonhuuhtoumaan, jonka ylittävä kuormitustaso aiheuttaa siinä monenlaisia muutoksia.

Ravinnekuormitus rehevöittää vesistöjä, mikä voidaan havaita vesikasvillisuuden runsastumisena. Muutoksia voi tapahtua myös lajikoostumuksessa. Levien määrän kasvu voi aiheuttaa pohjan limoittumisen. Myös makrofytytien lisääntyminen voi paikoin haitata vesistön käyttöä. Näiden muutosten lisäksi vesistöä kuormittava epäorgaaninen tyyppi on lisäravinnetta kuollutta orgaanista ainetta (detritusta) hajottaville sienille ja bakteereille. Typpikuormitus vaikuttaa näin suoraan jokiekosysteemin keskeisen osan, detritusravintoketjun (detritus-sienet-bakteerit-pohjaeläimet) toimintaan, ja muutokset tässä ketjussa voivat vähitellen aiheuttaa muutoksia myös kalastossa.

Kiintoainekuormitus voi aiheuttaa puro- ja jokiuomien pohjien liettymistä. Turvetuotannon valumavesien pääosin orgaaninen kiintoaine laskeutuu pohjalle löyhäksi, tilaa vieväksi kerrokseksi. Sitä voi kerääntyä myös turvetuotantosoiden alapuolisille koskialueille (Heikkinen & Laine 1997, Laine & Heikkinen 2000).

Turvetuotannon alapuolisilla jokialueilla tehdyissä tutkimuksissa todettiin muutoksia kalastossa. Kesänvanhojen lohien säilyvyys, lohikalojen poikasten kasvu ja taimenen mädin säilyvyys heikkenivät, suurikokoisten vesiperhossukujen toukkien määrä kalojen ravinnossa väheni ja kalojen makuhaitat sekä pyydysten likaantuminen yleistyivät (Laine ym. 1996, Laine ym. 2001). Todettiin kuitenkin lisäksi, että myös metsäojituksilla on todennäköisesti ollut vaikutusta havaittuihin muutoksiin.

Turvetuotannon kuormituksen, kuten muunkin vesistöön kohdistuvan kuormituksen, vaikutusalue on koko alapuolinen jokiuoma. Joessa ravinteet, tyyppi ja fosfori, kulkeutuvat ikään kuin spiraalimaista reittiä alaspäin (the Concept of Nutrient Spiralling, Newbold ym. 1981) pidättyen uoman paikalliseen eliöyhteisöön, vapautuen eliöiden kuollessa tai niiden eritteiden mukana, kulkeutuen virtaavan veden mukana alaspäin ja pidättyen uudelleen alempana sijaitsevaan eliöyhteisöön.

Vesiensuojelun tekniset mahdollisuudet

Turvetuotannon vesiensuojelua varten on laadittu useita oppaita (Savolainen ym. 1996, Turveteollisuusliitto ry 2008, Väyrynen ym. 2008), joissa ohjataan vesiensuojelun suunnittelua ja kuormitusta vähentävien vesiensuojelurakenteiden käyttöä. Yleisimmin käytettyjä vesiensuojelurakenteita ovat eristysojat, sarkaojien lietteenpidättimet ja lietesyvennykset, laskeutusaltaat, pintavalutuskentät, kemiallinen vedenpuhdistus ja virtaaman säätö.

Virtaaman säätö vähentää turvetuotantoalueilta vesistöihin tulva- ja sadekausina kohdistuvaa kuormitusta (Kløve 1997, Marttila & Kløve 2009). Menetelmä vähentää erityisesti kiintoainekuormitusta. Eräällä tutkimusalueella kiintoainekuormitus aleni patoja käytettäessä 61...94 prosenttia, jolloin myös kokonaistyyppikuormitus aleni 45...91 prosenttia ja kokonaisfosforikuormitus 47...88 prosenttia (Marttila & Kløve 2009). Virtaaman säätö sopii useimmille turvetuotantoalueille, ja sillä voidaan parantaa myös vanhojen turvetuotantoalueiden vesiensuojelua (Väyrynen ym. 2008). Lisäksi sillä voitaisiin entistä enemmän myös pyrkiä tehostamaan sellaisten alapuolisten vesiensuojelurakenteiden toimintaa, joiden puhdistustehokkuus heikkenee tulva- ja sadekausina. Näitä rakenteita ovat muun muassa pintavalutuskentät ja muut vesiensuojelukosteikot.

Turvetuotannon vesistökuormitusta pyritään nykyisin vähentämään parhaalla käytettävissä olevalla tekniikalla (BAT), jona pidetään pintavalutusta ja kemiallista vedenpuhdistusta (Väyrynen ym. 2008). BAT määrittellään kuitenkin aina tapauskohtaisesti eri turvetuotantoalueilla ottaen huomioon kunkin tuotantoalueen erityisolosuhteet ja jäljellä oleva käyttöaika.

Turvetuotannon vesistökuormitusta voidaan vähentää tehokkaasti ohjeiden mukaan toteutetuilla pintavalutuskentillä (Ihme ym. 1991, Ihme 1994, Savolainen ym. 1996, Väyrynen ym. 2008). Niillä valumavesistä saadaan poistettua myös epäorgaanista tyyppiä. Tämä on tärkeää, sillä monissa Pohjanmaan humuspitoisissa jokivesissä ja Perämeren rannikkovyöhykkeellä juuri tyyppikuormitus johtaa rehevöitymis-

haittoihin. Pintavalutusmenetelmässä puhdistettava vesi johdetaan tietynkokoisen, pinnaltaan koskemattoman suoalueen yli, jolloin se puhdistuu suon ekosysteemissä luontaisesti tapahtuvien fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten prosessien seurauksena (Heikkinen ym. 1994, Heikkinen & Ihme 1995, Heikkinen ym. 1995, Heikkinen ym. 1999, Huttunen ym. 1996).

Pintavalutusmenetelmää käytetään nykyisin myös metsätalouden kuormituksen vähentämiseen (Joensuu ym. 2007). Menetelmän soveltuvuutta ja hyötyä hajakuormituksen vesiensuojelussa arvioitiinkin Iijoen valuma-alueella sijaitsevalla Siuruanjoella, missä jokeen kohdistuva kuormitus on maatalouden ohella suurelta osin peräisin metsätaloudesta sekä osin myös turvetuotannosta (Heikkinen ym. 2006). Valuma-alueesta soita on noin 60 prosenttia. Pintavalutusmenetelmälle sopivat alueet selvitettiin RiverLifeGIS -työkalun (Rintala ym. 2007) avulla. Sopivina alueina pidettiin suoalueita, joissa turpeen paksuus on suurempi kuin yksi metri ja kaltevuus 0,5... 1,5 prosenttia. Osoittautui, että tällaisia alueita joen 9 osavaluma-alueen pinta-aloista on 4...10 prosenttia. Lisäksi voitiin todeta, että menetelmän tehokkaalla käytöllä voitaisiin jokeen kohdistuvaa fosforin kokonaiskuormitusta vähentää 35 prosenttia ja tyypin kokonaiskuormitusta 27 prosenttia, noin puolet tämänhetkisestä ihmisen aiheuttamasta kuormituksesta. Pintavalutus kentät näyttäisivät siis olevan yksi potentiaalinen menetelmä vesistöön kohdistuvan kokonaiskuormituksen vähentämiseen suovaltaisilla valuma-alueilla. Vielä parempia tuloksia voitaisiin saada käyttämällä hyväksi lisäksi myös muun tyyppisiä vesiensuojelukosteikkoja (Borch et al., 2003). Pintavalutus on vain yksi tyyppi näiden vesiensuojelukosteikkojen joukossa.

Pintavalutusmenetelmässä turvekeroksella on tärkeä merkitys ravinteiden poistossa puhdistettavasta vedestä. Kentän rakentamisen yleisenä ohjeena onkin, että kontakti turpeen ja puhdistettavan veden välillä tulisi saada mahdollisimman tehokkaaksi. Kenttä ei saa olla liian pieni eikä liian kalteva, siinä ei saa olla oikovirtauksia, eikä siihen kohdistuva hydraulinen kuormitus saa olla

liian suuri. Tämänhetkisen tutkimustiedon perusteella on voitu todeta, että pintavalutuskenttä, jonka turvepaksuus on yli 0,5 metriä, toimii hyvin. Tällaisella kentällä puhdistettava vesi virtaa pääasiassa suon pinnan suuntaisesti ylimmissä, vettä läpäisevissä turvekerroksissa. Jos turvekerros on ohuempi, virtaa vesi myös alapuolisessa mineraalimaassa. Tällaisen uuden tyyppisen vesiensojelu rakenteen puhdistustehokkuutta sekä ravinteiden ja kiintoaineen pidättymiseen johtavia prosesseja on vielä tarkemmin tutkittava ennen rakenteen käyttöä vesiensojeluissa. Tähän liittyvää tutkimusta tehdäänkin parhaillaan projektissa ”Turvetuotannon valumavesien ympärivuotinen käsittely, TUKOS” (ks. Postila ym. artikkeli tässä lehdessä).

Kokonaisvaltaiseen vesienhoidon suunnitteluun

Pistekuormittajiin luokiteltava turvetuotanto asettuu toiminta-alueidensa, vesistökuormituksensa ja vesistövaikutustensa osalta muiden kiintoaine- ja ravinnekuormitusta aiheuttavien maankäyttömuotojen joukkoon. Useimmilla vesistöalueilla kiintoaine- ja ravinnekuormitus on suurimmaksi osaksi peräisin maa- ja metsätaloudesta, joskin paikoin myös turvetuotannon osuus kokonaiskuormituksesta voi olla suuri. Eniten yhtymäkohtia turvetuotannolla on metsäojitustoimintaan, erityisesti uudisojituksiin.

EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin (VPD) tavoitteena on parantaa vesien tilaa. On alkamassa VPD:n tavoitteiden toteuttamiseen tähtäävän vesienhoidon ensimmäinen kuusivuotiskausi. Vesienhoidon toimenpiteitä suunniteltaessa valuma-alueita tarkastellaan kokonaisuuksina. Tämä merkitsee sitä, että suunniteltaessa toimenpiteitä vesistökuormituksen vähentämiseksi otetaan huomioon kaikki vesistöön kohdistuva kuormitus ja sen vesistövaikutukset.

Kokonaisvaltainen valuma-alueiston vesien hoidon suunnittelu mahdollistaa myös kuormituksen vähentämistoimenpiteiden suuntaamisen mahdollisimman kustannustehokkaasti. Laadittaessa vesienhoitosuunnitelmia ja toimenpideohjelmia maankäytön osalta, turvetuotanto mukaan lukien, tarvitaan valuma-alueitasoisia, paikoin myös

osavaluma-alueitasoisia, arvioita tarpeesta ja mahdollisuuksista vähentää vesistökuormitusta, peruslähtökohtana paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT). Jokivaluma-alueilla näitä arvioita voidaan tehdä muun muassa RiverLifeGIS-ohjelmistolla (Rintala ym. 2007).

Vesienhoidon ja maankäytön suunnittelu tulisi sovittaa yhteen mahdollisimman tehokkaasti (ks. myös Heikkinen ym. 2007). Tätä varten tulisi kehittää tehokkaita yhteistyömuotoja maankäytön suunnittelijoiden ja vesiensojelu suunnittelijoiden välille.

Kirjallisuus

- Borch, H., Poom, A., Mæhlum, T. and Kløve, B. 2003. PRIMROSE database. Constructed wetlands for water treatment. Jordforsk Rapport 76, Ås, 2003.
- Heikkinen, K., Ihme, R. & Lakso, E. 1994. Ravinteiden, orgaanisten aineiden ja raudan pidättymiseen johtavat prosessit pintavalutuskentällä. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja - sarja A. Nro. 193. Helsinki
- Heikkinen, K. & Ihme, R. 1995. Retention of organic Fe-P-colloids from peat mining water in an overland flow wetland treatment system in northern Finland. Arch. Hydrobiol. 134: 547-560.
- Heikkinen, K., Ihme, R., Osmo, A.-M. & Hartikainen, H. 1995. Phosphate removal by peat from peat mining drainage water during overland flow wetland treatment. J. Environ. Qual. 24: 597 - 602.
- Heikkinen, K. & Laine, A. 1997. Turvetuotanto muuttaa koskien pohjia kalojen elinympäristönä. Suomen Kalastuslehti 6(1997):26-27.
- Heikkinen, K., Savolainen, M., Ihme, R. & Lakso, E. 1999. Suo poistaa turvesuolta tulevaa kuormitusta. Vesitalous 1: 28 - 31.
- Heikkinen, K., Rintala, J., Karjalainen, S.M., Lauri, H., Hellsten, S. & Kløve, B. 2006. Possibilities for reducing non-point source loading by means of wetlands constructed on peatlands in a river basin in northern Finland. NORDIC WATER 2006, Experiences and Challenges in implementation of the EU Water Framework Directive, NHP REPORT NO. 49, p. 490-497.
- Heikkinen, K., Rintala, J., Ulvi, T. & Hellsten, S. 2007. Needs and possibilities to promote water pollution control by river basin scale land use planning in Finland. In: Ulvi, T., Visuri, M. & Hellsten, S. (eds.) Proceedings of the European Symposium of Spatial Planning Approaches towards Sustainable River Basin Management, May 14-15, 2007, Rovaniemi, Finland, Reports of Finnish Environment Institute 12/2007, p. 29-30.
- Huttunen, A., Heikkinen, K. & Ihme, R. 1996. Nutrient retention in the vegetation of an overland flow treatment system in northern Finland. Aquatic Botany 55:61-73.
- Ihme, R. 1994. Use of the overland flow wetland treatment system for the purification of runoff water from peat mining areas. VTT Julkaisuja - Publikationer 798, Technical Research Centre of Finland, Espoo, 140 p (in Finnish).
- Ihme, R., Heikkinen, K. & Lakso, E. 1991. The use of overland flow for the purification of runoff water from peat mining areas. Publications of the Water and Environment Research Institute 9:3-24.
- Joensuu, S., Makkonen, T. & Matila, A. 2007. Metsätalouden vesiensojelu. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion opassarja. Metsäkustannus Oy.
- Kløve, B. 1997. Environmental impact of peat mining, Development of storm water treatment methods. PhD thesis, Lund University, Department of Water Resources Engineering.
- Laine, A. & Heikkinen, K. 2000. Peat mining increasing fine-grained organic matter on the riffle beds of boreal streams. Arch. Hydrobiol. 148:9-24.
- Laine, A., Heikkinen, K. & Sutela, T. 2001. Incubation success of brown trout (*Salmo trutta*) eggs in boreal humic rivers affected by peatland drainage. Arch. Hydrobiol. 150 (2): 289-305.
- Marttila, H. Kløve, B. 2009. Retention of sediment and nutrient loads with peak runoff control. Journal of Irrigation and Drainage Engineering (in press).
- Newbold, J. D., Elwood, J. W., O'Neill, R. V., and Van Winkle, W. (1981), Measuring nutrient spiralling in streams. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 38:860-863.
- Rintala, J., Heikkinen, K., Hellsten, S., Karjalainen, S.M., Kuoppala, M. & Ulvi, T. 2007. A quest for good ecological state of a northern boreal river – RiverLifeGIS in river basin management. In: Ulvi, T., Visuri, M. & Hellsten, S. (eds.) Proceedings of the European Symposium of Spatial Planning Approaches towards Sustainable River Basin Management, May 14-15, 2007, Rovaniemi, Finland, Reports of Finnish Environment Institute 12/2007, p. 34-37.
- Savolainen, M., Heikkinen, K. & Ihme, R. 1996. Turvetuotannon vesiensojeluohjeisto. Ympäristöopas 6, 84 s., Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus.
- Turvetuotantoalueiden jälkikäyttö-opas alan toimijoille. 71 s. ISBN 978-951-95397-7-5.
- Väyrynen, T., Aaltonen, R., Haavikko, H., Juntunen, M., Kalliokoski, K., Niskala, A.-L. & Tukiaisen, O. 2008. Turvetuotannon ympäristönsuojeluopas. Ympäristöopas, Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, 87s. ◆



Koko ala yhdessä näyttelyssä.



Yhdyskuntatekniikka Infratech 2009

Tampereen
Messu- ja Urheilukeskus
27.-29.5.2009

Rekisteröidy kävijäksi
www.yhdyskuntatekniikka.fi

Vesimittarikurssi 26.-27.5.
Vesihuoltolaitosten asentajien
ja työnjohdon koulutuspäivät 26.-27.5.
YT-foorumi 27.-29.5.
Infra ry:n neuvottelupäivät 27.5.
Vesihuolto 2009 27.-28.5.
Kunnosta on kysymys -seminaari 27.-28.5.
Jätelaitospäivät 27.-28.5.
Kuntatekniikan päivät 28.-30.5.
Tieisännöitsijöiden neuvottelupäivät 29.5.

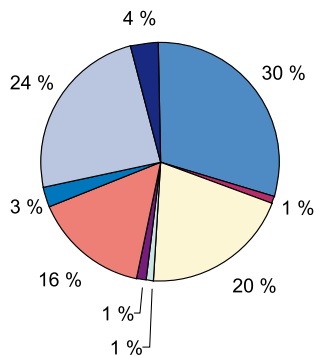
- Energiahuolto • Jätehuolto • Katu-, tie- ja liikennetekniikka • Konekalusto • Mittaustekniikka ja laboratorion palvelut
- Satamat ja väylät • Informaatiotekniikka • Työmaavarusteet • Urheilu- ja virkistysalueet • Vesihuoltotekniikka
- Yhdyskuntasuunnittelu • Ympäristönsuojelu

TURVETUOTANNON TULEVAT HAASTEET VESIENSUOJELUSSA



KIRSI KALLIOKOSKI
ylitarkastaja, Pohjois-Pohjanmaan
ympäristökeskus

E-mail:
kirsi.kalliokoski@ymparisto.fi



- laskeutusallas
- vain sarkaojat
- allas ja virtaamansäätö
- muu
- haihdutus/imeytys
- pintavalutus kesä/allas talvi
- pintavalutus kesä/ojat talvi
- ympäri vuotuisen pintavalutuksen
- kemikalointi

Kuva 1. Vuoden 2007 tuotannossa, tuotantokunnossa ja kunnostuksessa olevan turvetuotannon pinta-alan vesiensuojelurakenteiden osuudet. Lähde: ympäristöhallinnon tietojärjestelmä.

Ympäristöhallinnon tietojärjestelmän mukaan vuonna 2007 turvetta tuotettiin noin 66 000 hehtaarilla. Lisäksi tuotantokunnossa ja kunnostettavana oli noin 9 900 hehtaaria. Turvetuotantoalueilla yleisimmin käytettyjä vesienkäsittelymenetelmiä ovat sarkaojarakenteet, laskeutusaltat, virtaamansäätö ja pintavalutus.

Sarkaojarakenteet ja laskeutusaltat ovat perusrakenteita, jotka vähentävät puhdistettavasta vedestä lähinnä kiintoainetta. Muilla menetelmillä voidaan vähentää myös liukoisia ravinteita. Kolmannes turvetuotannon pinta-alasta on pelkästään sarkaojarakenteiden ja laskeutusaltaiden varassa, mutta viidesosalla pinta-alasta on niiden lisäksi myös virtaamansäätöpatoja. Kesäaikainen pintavalutus on käytössä noin 16 prosentilla turvetuotannon pinta-alasta. Ympäri vuotuisen pintavalutus on yleistymässä ja vuonna 2007 se oli käytössä joko pumppaamalla tai painovoimaan perustuen jo neljäsosalla pinta-alasta. Kemiallinen käsittely on käytössä neljällä prosentilla turvetuotannon pinta-alasta. Käytössä on myös jonkin verran muita menetelmiä, kuten erilaisia kasvillisuuskenttiä.

Turvetuotannon vesiensuojelussa on edistytty melkoisesti alan alkuajoista. Yleinen ympäristötietoisuus, vesienkäsittelyteknologian kehittyminen ja ympäristölainsäädäntö 2000 -luvulla ovat olleet kehityksen vauhdittajina. Tilanne myös paranee vuosittain, sillä tuotannosta on poistumassa vanhimmasta päästä laskeutusaltaiden varassa olevia tuotantoalueita ja tilalle tulevilla uusilla tuotantoalueilla on alusta alkaen jo paremmat vesienkäsittelymenetelmät.

Turvetuotannon tulva- ja talvikausien vesienkäsittelyn tehostamistarve on jo tiedostettu, ja ilmastonmuutos vain vahvistaa tarvetta. Mahdollinen sulan ja sateisen kauden pidentyminen ja pakkaskauden lyheneminen lisäävät riskiä kuormituksen kasvulle. Kasviton turvekenttä on altis huuhtoutumiselle yhä pidemmän ajan vuodessa, joten vesienkäsittelyn täytyy olla tehokasta myös muulloin kuin kesäaikaisena tuotantoaikana. Virtaamansäätelyn merkitys kasvaa entisestään, ja lisäksi on kehitettävä uusia ympäri vuotuisia menetelmiä kiintoaineen ja ravinteiden sitomiseen. Käyttökelpoisia

ratkaisuja löytynee erilaisista kasvillisuus- kentistä ja kosteikoista, mutta menetelmät vaativat huolellista tutkimista, kokeilua ja toimivien mitoitusharjojen laatimista, jotta niistä saadaan laajasti turvetuotajien käyttöön soveltuvia. Myös tuotantoteknologian kehityksellä voidaan vähentää kuormitusta, jos tuotantoon käytettävä kokonaistoiminta-aika lyhenee.

Suomella on muiden Euroopan unionin jäsenmaiden tapaan tavoitteena parantaa pinta- ja pohjavesien tilaa niin, että tila on vähintään hyvä vuonna 2015. Alueellisissa ympäristökeskuksissa on valmisteltu vesienhoitosuunnitelmat, joissa esitellään muun muassa vesiin kohdistuvaa kuormitusta, vesien nykytilaa sekä vesien tilan parantamiseksi tarvittavia toimenpiteitä. Valtioneuvosto hyväksyy vesienhoitosuunnitelmat vuoden 2009 lopulla. Suunnitelmissa on esitetty toimenpiteitä myös turvetuotannolle, joskin vesienhoitoalueiden ravinnekuormituksesta turvetuotannolla on vain pieni osuus. Paikallisesti kuitenkin turvetuotannon vesistövaikutukset saattavat olla haitallisia aluopuolisen vesistön ja valuma-alueen tilasta riippuen. Turvetuotanto aiheuttaa ravinnepäästöjen lisäksi kiintoaineen ja raudan huuhtoutumista.

Toinen tulevaisuuden haaste liittyy uusien turvetuotantoalueiden sijoittumiseen. Energiantuotanto ja mahdollinen turpeen käyttö liikennepolttonesteen raaka-aineena vaativat lukuisten uusien tuotantoalueiden avaamista käyttökohteiden läheisyydessä. Haasteena on samanaikaisesti edistää vesien tilan paranemista uusien turvetuotantoalueiden sijoittuessa vesistöjen varrelle.

Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus koordinoi turvetuotannon ympäristön- ja luonnonsuojelua ja on siinä roolissaan muun muassa tuonut esille kansallisen suo-ohjelman laatimisen tarpeen sekä vesiensuojelun kehittämistarpeita, joista niin sanottu TuKos-hanke esitellään toisaalla tässä lehdessä. ◆

UUDET VESIENSUOJELURATKAISUT – OJITETUT KOSTEIKOT JA YMPÄRIVUOTINEN VESIENKÄSITTELY?

Turvetuotannon vesiensuojelumenetelmiltä vaaditaan korkeaa puhdistustasoa ja ympärivuotista toimivuutta. Varsinkin leudot talvet ovat lisänneet ympärivuotisen vesiensuojelun tarvetta Suomessa. Turvetuotantoa myös ohjataan valtakunnallisilla alueidenkäyttötavoitteilla jo ojitetuille suoalueille, jolloin perinteistä pintavalutuskenttää varten ei välttämättä löydy ojitamatonta suoaluetta uuden, suunnitellun turvetuotantoalueen läheisyydestä. Tällöin tarvitaan ojitetulle suoalueelle soveltuvia vesienkäsittelymenetelmiä.



HEINI POSTILA
projektipäällikkö/tutkija, Oulun yliopisto
E-mail: heini.postila@oulu.fi

KAISA HEIKKINEN
erikoistutkija, Suomen ympäristökeskus

SATU MAARIA KARJALAINEN
vanhempi tutkija, Suomen ympäristökeskus

RAIMO IHME
johtava tutkija, Suomen ympäristökeskus

BJÖRN KLÖVE
professori, Oulun yliopisto

Turvetuotannon valumavesien puhdistuksessa tulee käyttää turvetuotantosoon koko elinkaaren vesistövaikutukset huomioon ottavaa parasta käyttökelpoista tekniikkaa (BAT) (Valtioneuvoston periaatepäätös 23.11.2006). Erityisesti uusille alueille ja vanhojen alueiden laajennuksille ei enää riitä BAT-tekniikaksi niin sanotut perustason vesiensuojelurakenteet, kuten laskeutusaltaat ja virtaamansäätöpädot (Ylitalo 3.10.2006), vaan yhä yleisemmin vaaditaan tehostettua vesienkäsittelyä eli pintavalutusta (Ihme 1994, Heikkinen ym. 1994) tai vesien kemiallista puhdistusta. Luonnonmukaiselle suolle rakennetut pintavalutuskentät, joita käytetään nykyisin laajasti turvetuotannon valumavesien puhdistuksessa, ovat selvästi valumavesien kemiallista puhdistusta kustannustehokkaampia vesiensuojeluratkaisuja (Savolainen ym. 1996). Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ohjaavat turvetuotantoa jo ojitetulle suoalueelle. Tämän takia ojitamatonta suoaluetta ei välttämättä löydy uuden, suunnitellun turvetuotantoalueen läheisyydestä perinteisen pintavalutuskentän perustamista varten.

Vesienpuhdistus ojitetulla suoalueella

Vanhat, erityisesti 1960- ja 1970-luvuilla tehdyt metsäojitukset ovat muuttaneet monin tavoin suon turvekerroksen ominaisuuksia. Pohjavedenpinnan

laskun seurauksena happipitoisuus on noussut turpeessa, jolloin turpeen hajoaminen on lisääntynyt. Tästä on seurannut pintaturpeen tiivistymistä, mikä on pienentänyt turpeen vedenläpäisykykyä. Kun vedenläpäisykyky on pieni, niin puhdistettavan veden kontakti turpeen kanssa voi olla vähäinen ja puhdistustulos heikko. Ojitetulla alueella olevat vanhat ojat ovat myös potentiaalisia oikovirtausuomia, kun aluetta käytetään veden puhdistukseen. Onkin selvää, että pinnaltaan ojitamattomalle suolle rakennettavalle pintavalutuskentälle laaditut mitoitusohjeet (Savolainen ym. 1996) eivät sovellu sellaisenaan ojitetulle alueelle. Erityisesti tarvitaan tietoa ojitetulle alueelle rakennettavan vesiensuojelukosteikon hydrologiasta ja hydraulikasta sekä ratkaisuja oikovirtausten estämiseksi ja vähentämiseksi (Kuva 1).

Ojitetuille suoalueille on tähän mennessä rakennettu jo muutamia kymmeniä vesiensuojelurakenteita pintavalutuskenttien mitoitusohjeita soveltaen. Ojitettujen alueiden vesiensuojelurakenteiden ominaisuuksista ja puhdistustehosta on tehty esiselvitys (Postila 2007). Selvityksessä oli mukana 13 kohdetta pääasiassa Pohjois-Pohjanmaan alueelta. Kohteille tehtiin touko-kesäkuussa 2006 lyhyt tarkkailukäynti, jossa selvitettiin muun muassa vesien jakautumista ja ojien ominaisuuksia (Kuvat 2 ja 3). Vedenlaatu- ja ominaiskuormi-



Kuva 1. Oikovirtausten estämiseksi kokonaan tukittu oja ja puustoista kenttää Kapustanevan kosteikolla.

tusarvioinneissa käytettiin tuloksia, joita tarkkailusoilta oli olemassa ainakin yhdeltä aiemmalta kesältä. Selvityksessä havaittiin, että ojitetuille alueille rakennetut pintavalutuskentän tyyliset vesiensuojelukosteikot olivat toteutustavoiltaan ja vesistövaikutuksiltaan hyvin erilaisia, eikä mitään selkeää yksittäistä kentän toimivuuteen tai toimimattomuuteen vaikuttavaa tekijää esiintynyt.

Esiselvityksessä myös tarkasteltiin tilastollisesti kaikkien vuosina 1996–2005 Pohjois-Pohjanmaan alueella yh-

teistarkkailussa mukana olleiden pintavalutuskenttien lähtevän veden pitoisuuksia ja brutto-ominaiskuormituksia. Tällöin havaittiin, että ojitetuille alueille rakennettujen pintavalutuskenttien kokonaisfosforin ja fosfaattifosforin lähtevän veden pitoisuudet ja brutto-ominaiskuormitukset vaikuttivat olevan keskimäärin suurempia kuin ojittamattomille alueille rakennetuilta pintavalutuskentiltä lähtevät pitoisuudet. Tämä voi johtua muun muassa siitä, että turpeen ominaisuudet ovat muut-

tuneet ojituksen seurauksena. Raudan ja kiintoaineen pitoisuudet ja kuormitukset olivat mahdollisesti myös korkeampia ojitetuille alueille rakennetuilta kentiltä, mutta muiden pitoisuuksien ja kuormitusten suhteen kentät eivät poikenneet toisistaan.

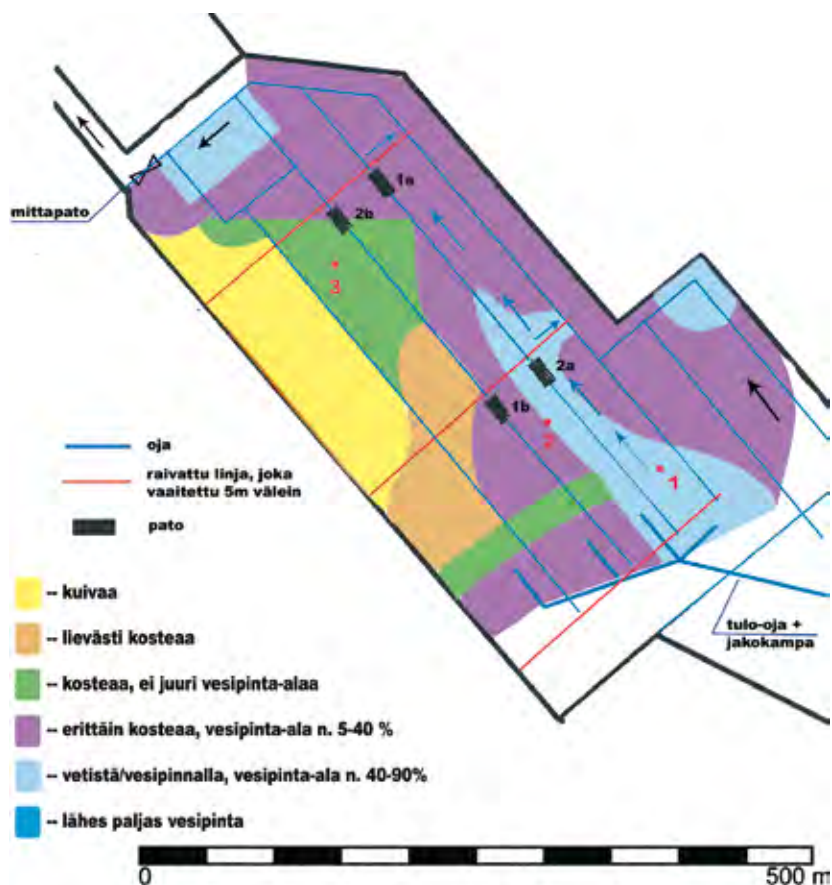
Tutkimuksessa mukana olleiden kenttien tulosten perustella turvetuotannon valumavesiä siis voitaneen puhdistaa myös ojitetulle suoalueelle rakennettavalla kosteikolla. Tarvitaan kuitenkin tarkempaa tietoa siitä, minkälaisilla toimintaratkaisulla saavutetaan mahdollisimman hyvä puhdistustulos.

Ympärivuotinen vesienkäsittely

Useissa uusissa hankkeissa ympäristölupavirasto on edellyttänyt pintavalutuskenttien tai muiden kosteikkorakenteiden ympärivuotista käyttöä eli turvetuotannon valumavesien pumppaamista niille ympärivuotisesti. Ei kuitenkaan ole olemassa koottua tietoa millaisissa tilanteissa ja millä tavoin toteutettuna ympärivuotinen kosteikkojen käyttö ja pumppaus niille soveltuu vesienpuhdistukseen ja toimii niin, että se on kustannustehokasta ja siitä on selkeästi hyötyä vesienpuhdistuksen kannalta. Ongelmia voivat aiheuttaa muun muassa paannejään muodostuminen talvisen vesienpumpkauksen seurauksena ja tämän mahdollisesti aiheuttama rakenteiden rikkoutuminen.

Tutkimus ja sen tavoitteet

Ojitettujen kosteikkojen toimivuuden ja ominaisuuksien sekä ympärivuotisen pumppauksen vaikutusten selvittämiseksi vuoden 2009 alusta on alkanut kolmivuotinen Turvetuotannon valumavesien ympärivuotinen käsittely (TuKos) –projekti. Projektin toteuttajina toimivat Oulun yliopiston Vesi- ja ympäristötekniikan laboratorio ja Suomen ympäristökeskus, ja se toteutetaan Euroopan aluekehitysrahaston osittain rahoittamana projektina Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen kautta. Muita rahoittajia ja yhteistyötahoja ovat Vapo Oy, Turveruukki Oy, Kuopion energia Oy, Suomen turvetuottajat ry., Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan liitto, Keski-Suomen liitto ja Jyväskylän energia Oy.



Kuva 2. Savalonevan vedenjakoratkaisu, ja vesien jakautuminen kentällä tulva-aikana toukokuussa 2006. Alueella on ojiin rakennettu 4 tukosta.



Kuva 3. Ojaan tukokseksi asetettu olki-turvepato Savalonevan kentällä.

Projektin tavoitteina on selvittää, millaisin edellytyksin ojitetulle suoalueelle voidaan rakentaa turvetuotannon valumavesiä tehokkaasti puhdistava vesiensuojelukosteikko ja selvittää, voidaanko vesiensuojelukosteikon toimintaa parantaa erilaisten sorptiomateriaalien tai muiden pidättymistä tehostavien ratkaisujen, kuten veden alumiiniliäsäyksen avulla. Tavoitteena on myös selvittää ja kehittää turvetuotantoalueille sellaisia pumppaus- ja vedenjakoratkaisuja, jotka soveltuvat valumavesien ympärivuotiseen käsittelyyn mahdollisimman yleisesti. Lisäksi tavoitteena on laatia uusille menetelmille käytännön vesiensuojelua edistävät, mahdollisimman kattavat mitoitus- ja suunnitteluohjeet, joissa huomioitaisiin myös se, millaisissa tilanteissa esimerkiksi ympärivuotinen valumavesien pumppaus pintavalutuskentälle tai muulle kosteikolle ei välttämättä ole järkevää.

Kirjallisuus

- Heikkinen, K., Ihme, R. & Lakso, E. 1994. Ravinteiden, orgaanisten aineiden ja raudan pidättymiseen johtavat prosessit pintavalutuskentällä. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus, Oulun vesi ja ympäristöpiiri. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja, Sarja A, No 193. 84 s.
- Ihme, R. 1994. Pintavalutus turvetuotantoalueiden valumavesien puhdistuksessa. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus. VTT julkaisuja 798. 140 s.
- Postila, H. 2007. Soistuvien metsäojitetettujen turvemaiden käyttö vesiensuojelurakenteena turvetuotannon vesienpuhdistuksessa. Helsinki: Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen raportteja 6/2007. 111 s.
- Savolainen, M., Heikkinen, K. & Ihme, R. (toim.) 1996. Turvetuotannon vesiensuojeluohjeisto. Oulu: Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. Suomen ympäristöopas 6. 84 s.
- Valtioneuvoston periaatepäätös 23.11.2006. Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=59652&lan=fi>
- Ylitalo, A. 2006. Kuormitusrajat ja puhdistustehot turvetuotannon ympäristöluvuissa. Esitys Turvetuotannon ympäristönsuojelupäivillä 3.10.2006. ◆

MISSÄ VESI SUOLLA VIRTAA? UUTTA PINTAVALUTUKSESTA

Suomessa luonnontilaiselle suole rakennettuja kosteikkopuhdistamoja on menestyksellisesti käytetty vähentämään sekä pistekuormituksen kuten yhdyskuntajätevesien (Karjalainen ja Ronkanen 2005), turvetuotannon valumavesien (Ihme 1994) ja kaivosvesien (Räisänen ym. 2001) että hajakuormituksen kuten metsätalouden (Silvan ym. 2004) vesistöihin kohdistuvaa kuormitusta. Perinteisesti on puhuttu pintavalutuskentistä, joiden käyttö suuresti lisääntyi 1980-luvun lopussa ja 1990-luvun alussa erityisesti turvetuotannon vesiensuojelussa. Yhdyskuntajätevesien käsittelyssä menetelmää käytettiin runsaasti 1970-luvulla, jolloin käsittelemättömät jätevedet ohjattiin luonnontilaiselle suoalueelle. Kentät kuitenkin pian tukkeutuvat kiintoaineesta. Vasta 1990-luvulla kosteikkoja alettiin rakentaa perinteisten jätevesilaitosten ja alapuolisen vesistön väliin niin sanotuiksi jälkikäsitteilykosteikoiksi.

Niin Suomessa kuin maailmanlaajuisesti kosteikot ovat olleet intensiivisen tutkimuksen kohteina viimeiset vuosikymmenet. Turvepohjaisilla kosteikkopuhdistamoilla puhdistusprosesseja on jo selvitetty, mutta veden virtausnopeuksista ja virtausreiteistä on vielä vähän tietoa. Vuoden 1990 alkupuolen tutkimuksissa on todettu veden virtaavan turpeessa noin 20 cm syvyydellä ja oikovirtausten heikentävän kosteikon puhdistustehokkuutta (Ihme 1994). Kansainvälinen PRIMROSE-projekti käynnisti 2000-luvun alussa lisäselvitykset kosteikkopuhdistamojen hydraulikasta. Projektin jälkeen tutkimuksia jatkettiin Suomen Akatemian rahoituksella. Tutkimuksista olen valmistelemaan väitöskirjaa.

Tehokas virtausala ja päävirtausalueet

Yksi turvepohjaisen kosteikkopuhdistamon suunnittelun keskeisiä mitoitusparametreja on kosteikon pinta-ala suhteessa yläpuolisen valuma-alueen pinta-alaan. Kosteikon kokonaispinta-alan ohella on tärkeää tarkastella myös kosteikon tehokasta virtausalaa. Se on se osuus pinta-alasta, jolle puhdistettava vesi leviää. Tässä tutkimuksessa määritettiin neljän kosteikkopuhdistamon tehokas virtausala sekä perinteisellä merkkiainekokeella että mittaamalla pintaveden hapen isotooppisuhdetta $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$. Perinteisessä merkkiainemenetelmässä tehokas virtausala on se osuus kosteikon pinta-alasta, jolle merkkiaine leviää. Isotooppimenetelmä sitä vastoin perustuu hydrologisten prosessien – erityisesti haihdunnan – aikaan saamaan isotooppifraktiointiin. Atomipainoltaan kevyempi isotooppi (^{16}O) haihtuu herkemmin, jolloin pintaveteen rikastuu raskaampaa isotooppia (^{18}O). Näin ollen niillä alueilla, joilla isotooppisuhte on sama kuin kosteikolle tulevan veden isotooppisuhte, veden virtaus on nopeaa ja hydrologiset prosessit eivät ehdi vaikuttaa. Kesällä sateettoman jakson aikana kerättyjen pintavesinäytteiden perusteella voidaan laskea, miten eri kosteikon osa-alueet poikkeavat virtausnopeudeltaan toisistaan. Merkkiainekokeesta saatiin myös määritetty veden viipymä kosteikolla. Tutkimuskosteikot olivat Kuivaniemellä turvetuotannon valumavesiä puhdistavat Komsasuo ja Puutiosuo pohjoiset pintavalutuskentät sekä yhdyskuntajätevevää käsittelevät Mellanaavan (Inari) ja Rukan (Kuusamo) jälkikäsitteilykosteikot.

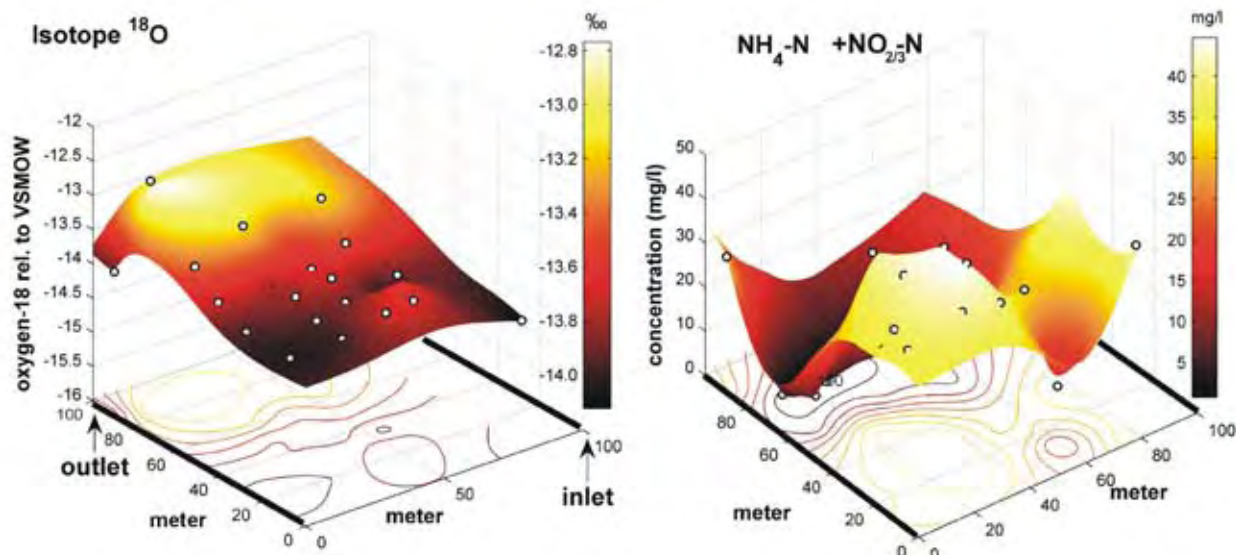
Tutkittujen kosteikkojen tehokkaat virtausalat vaihtelivat kesäkautena välillä 30...50 prosenttia koko kosteikon pinta-alasta. Kaikilla tutkimuskosteikoilla vesi jakautui kentälle epätasaisesti. Kuvassa 1 on esitetty Rukan jälkikäsitteilykosteikon isotooppijakauma sekä tyypin pitoisuudet. Päävirtausalue on alue, jossa ^{18}O pitoisuuden poikkeama standardiarvosta on negatiivisin. Tällä



ANNA-KAISA RONKANEN
FM
Oulun yliopisto, Vesi- ja
ympäristötekniikan laboratorio
E-mail: anna-kaisa.ronkanen@oulu.fi

alueella typpipitoisuudet olivat korkeat viitaten heikkoon puhdistustulokseen.

Tähän mennessä pintavalutuskentille esitettyjen rakentamishoiden (Ihme 1994, Savolainen ym. 1996) lisäksi myös kentän yläpuolisen jako-ojan rakenteella on virtausmallisimuloinnin todettu olevan voimakas vaikutus tehokkaan virtausalan suuruuteen kentällä. Komsasuo pohjoisella pintavalutuskentällä noin 70 prosentin pidennys jako-ojan pituuteen nosti tehokasta virtausalaa noin 25 prosenttia (Ronkanen ja Klöve 2008). Mitä suuremmalle alalle vesi leviää kosteikolla, sitä suurempi pinta-ala on hyödynnetty puhdistusprosesseille ja riski uomittumiselle pienenee. Tutkimuskosteikoilla olikin havaittavissa tehokkaan virtausalan pienentyneen vuosien 2002 ja 2005 välisenä aikana. Tulokset viittaavat siihen, että myös muutokset kentän hydrauliikassa voivat rajoittaa turvepohjaisten kosteikkopuhdistamojen käyttöikä. Tutkimuskosteikot olivat olleet käytössä 10...18 vuotta. Aikaisemmin on jo esitetty, että käyttöikä vaikuttaisi kosteikon kykyä pidättää fosforia. Turvepohjaisille pintavalutuskentille käyttöikä on arvioitu noin 20 vuodeksi (Heikkinen ym. 1995).



Kuva 1. Hapen isotooppi ^{18}O sekä typpi ($\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_{2/3}\text{-N}$) -pitoisuudet Rukan jäteveden puhdistamon yhteydessä olevan jälkikäsitteilykosteikon pintavedessä. Ympyrät edustavat näytteenottopisteitä.

Virtausnopeus ja virtausvyvyys

Tehokkaan virtausalan lisäksi kosteikon toiminnassa on keskeistä, kuinka nopeasti vesi virtaa turvealueen läpi. Erityisesti typen puhdistuksessa kosteikon veden viipymä usein rajoittaa riittävän hyvään puhdistustulokseen pääsemistä. Perinteisesti kosteikkosuunnittelussa on käytetty potentiaalisen viipymän (potentiaalinen viipymä (d) = kosteikon vesitilavuus (m^3) / keskivirtaama (m^3/d)) määrittämistä arvioitaessa aikaa, jonka puhdistusprosessit voivat vaikuttaa veteen. Vesitilavuuden määrittäminen on kuitenkin lähes mahdotonta turvekosteikoilla. Tässä tutkimuksessa Komsasuolla, Rukalla ja Mellanaavalla merkkiainemittauksin määritetyt veden keskimääräiset viipymät olivat 8...50 prosenttia lasketuista potentiaalisista viipymistä. Huomattava poikkeama osaltaan viittaa potentiaalisen viipymän huonoon soveltuvuuteen turvepohjaisten kosteikkopuhdistamojen suunnitteluparametriksi. Turvepohjaisten kosteikkopuhdistamojen suunnitteluun tulisikin nykyistä enemmän sisällyttää veden virtauksen arviointia joko merkkiainein tai mallisimuloinnein.

Turvepohjaisilla kosteikkopuhdistamoilla turpeen ja veden kontaktia on pidetty tärkeänä hyvän puhdistustuloksen saavuttamisessa. On ilmeistä, että turvekerroksella on vaikutusta puhdistusprosesseihin erityisesti biologisten ja kemiallisten olosuhteiden luojana, mutta myös tilanteissa, jossa vesipinta ei kosteikolla

nouse turpeen yläpuolelle. Tässä tutkimuksessa tehtyjen hydraulisten mittausten perusteella vesipinnan ollessa turvekerroksen yläpuolella pääosa vedestä virtaa pintavirtauksena, jolloin turpeen ja veden kontaktin merkitys puhdistustehokkuuteen on vähäinen. Rukan jätevedenpuhdistamon jälkikäsitteilykosteikon huokosveden virtausnopeutta mitattiin 10 cm ja 40 cm syvyydellä pohjavesiputkissa tehdyllä merkkiainekokeella. Virtausnopeus oli jo 10 cm syvyydellä keskimäärin $1,5 \cdot 10^{-5}$ m/s, jolloin vedellä kesti noin 60 päivää virrata kosteikon läpi. 60 päivän aikana vetä virtaa kosteikon (0,6 ha) läpi noin 15 000 m^3 , mikä tarkoittaa pitkän ajan vuosikeskiarvoja käyttäen noin 700 kg typpeä ja noin 7 kg fosforia. Luvut ovat lähes 10 prosenttia vuosikuormista. Merkkiainemittauksen kesto oli 18 vuorokautta ja merkkiaineen saanto 87 prosenttia, jonka perusteella virtaus kosteikolla on lähes yksinomaan pintavirtausta. Näin ollen alapuolisten vesistöjen kuormituksen kannalta turvekosteikkojen suunnittelussa on olennaista kiinnittää huomiota pintavirtauksen muodostumiseen ja pintavirtausprosesseihin.

Kirjallisuutta

Heikkinen K, Ihme R, Osma A & Hartikainen H (1995) Phosphate removal by peat from peat mining drainage water during overland flow wetland treatment. *J. Environ. Qual.* 24(4): 597-602.
Ihme R (1994) Pintavalutus turvetuotantoalueiden

valumavesien puhdistuksessa, Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen julkaisuja 798. 140 s.
Karjalainen SM & Ronkanen A-K (Eds.) (2005) Kosteikot Lakeuden keskuspuhdistamolta ja Rukan puhdistamolta tulevien vesien jälkikäsitteilyssä: PRIMROSE-projektin (2001-2003) tulokset. Alueelliset Ympäristöjulkaisut 401, 98 s.
Ronkanen A-K & Kløve B (2007) Use of stable isotopes and tracers to detect preferential flow patterns in a peatland treating municipal wastewater. *Journal of Hydrology* 347(3-4), 418-429.
Ronkanen A-K & Kløve B (2008) Hydraulics and flow modelling of water treatment wetlands constructed on peatlands in Northern Finland. *Water Research* 42(14): 3826-3836.
Ronkanen A-K & Kløve B (2009) Long-term phosphorus and nitrogen removal processes and preferential flow paths in Northern constructed peatlands. *Ecological Engineering*, (in press)
Räisänen ML, Lestinen P & Kuivasaari T (2001) The retention of metals and sulphur in a natural wetland - preliminary results from the old Otravaara pyrite mine, eastern Finland. In: Anonymous Proceeding from Security the Future - International Conference on Mining and the Environment. Skellefteå, Sweden 662-670.
Savolainen M, Heikkinen K & Ihme R (1996) Turvetuotannon vesiensuojeluohjeisto. Ympäristöopas 6, Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, 84 s.
Silvan N, Vasander H & Laine J (2004) Vegetation is the main factor in nutrient retention in a constructed wetland buffer. *Plant and Soil* 258(1): 179-187. ▲



TURVE OSANA ENERGIAHUOLTOA

Syksy 2008 havahdutti turpeen saatavuuteen. Kaksi peräkkäistä sadekesää, yleinen energian hinnan nousu ja voimakas turpeen kysyntä laskivat turvevarastot talven kynnyksellä ennätysellisen alas. Energiaturpeen akuutti niukkuus ja huoltovarmuuskysymykset ovat herättäneet näkemään turpeen merkityksen energiahuollossa yleisemminkin. Myös elintarvikeketjulle tärkeästä ympäristöturpeesta on ollut pulaa. Samalla keskustelu on laajentunut turpeen saatavuuden turvaamisesta turvetuotannon edellytyksiin ja myös toimiviin käytännön vesiensuojeluratkaisuihin osana alan ympäristönsuojelua.



HANNU SALO
Metsänhoitaja
järjestöpäällikkö, Turveteollisuusliitto ry
E-mail: hannu.salo@turveteollisuusliitto.fi

Suomen energiahuollon keskeisiä lähtökohtia ovat hajautettu energiantuotanto, mahdollisuus useiden polttoaineiden käyttöön sekä pitkälle viety markkinalähtöisyys. Kotimaisten polttoaineiden merkitys on viime vuosina entisestään korostunut, ja niiden saatavuutta on johdonmukaisesti pyritty kehittämään.

Turpeen käyttö on laajentunut 1970-luvulta alkaen. Ensimmäisen öljykriisin seurauksena käynnistettiin valtion tuella tehokas tutkimus- ja kehitystyö sekä turveteollisuuden laajentaminen. Näiden ansiosta turpeen merkitys osana monipuolista kotimaista energiahuoltoa vakiintui.

Merkittävimmät kotimaiset polttoaineet ovat turve ja kiinteät puupolttoaineet. Näiden käyttö on voimakkaasti sidoksissa toisiinsa. Voimalaitoksissa käytetään puuta niin paljon kuin sitä on laitosten tekniikan sallimissa rajoissa kohtuuetäisyydellä ja –hinnalla saatavissa. Turve on joko pääpolttoaine tai se tukee ja täydentää puun polttoa.

Suurin osa turpeesta käytetään niin sanotuissa CHP-laitoksissa, joissa yleensä 2/3 tuotetusta energiasta on lämpöä ja 1/3 sähköä. Kaukolämpölaitosten kokonaisenergian käytöstä viidennes tuotetaan turpeella. Noin miljoona suomalaista saa lämpönsä turve – puukaukolämmöstä ja turpeella tuotetun sähkön määrä vastaa noin 310 000 omakotitalon vuotuista sähkönkulutusta. Energiaturpeen lisäksi turvetta käytetään kasvavia määriä ympäristönhoitoon. Esimerkiksi eläinten kuivittamiseen ja lannan sisältämien ravinteiden talteen ottamiseen käytetään vuosittain 1,2 miljoonaa m³ turvetta, kasvualustoihin noin 1 miljoonaa m³ ja seosmultiin arviolta 0,4 miljoonaa m³.

Kotimaisella turpeella korvataan tuontienergiaa

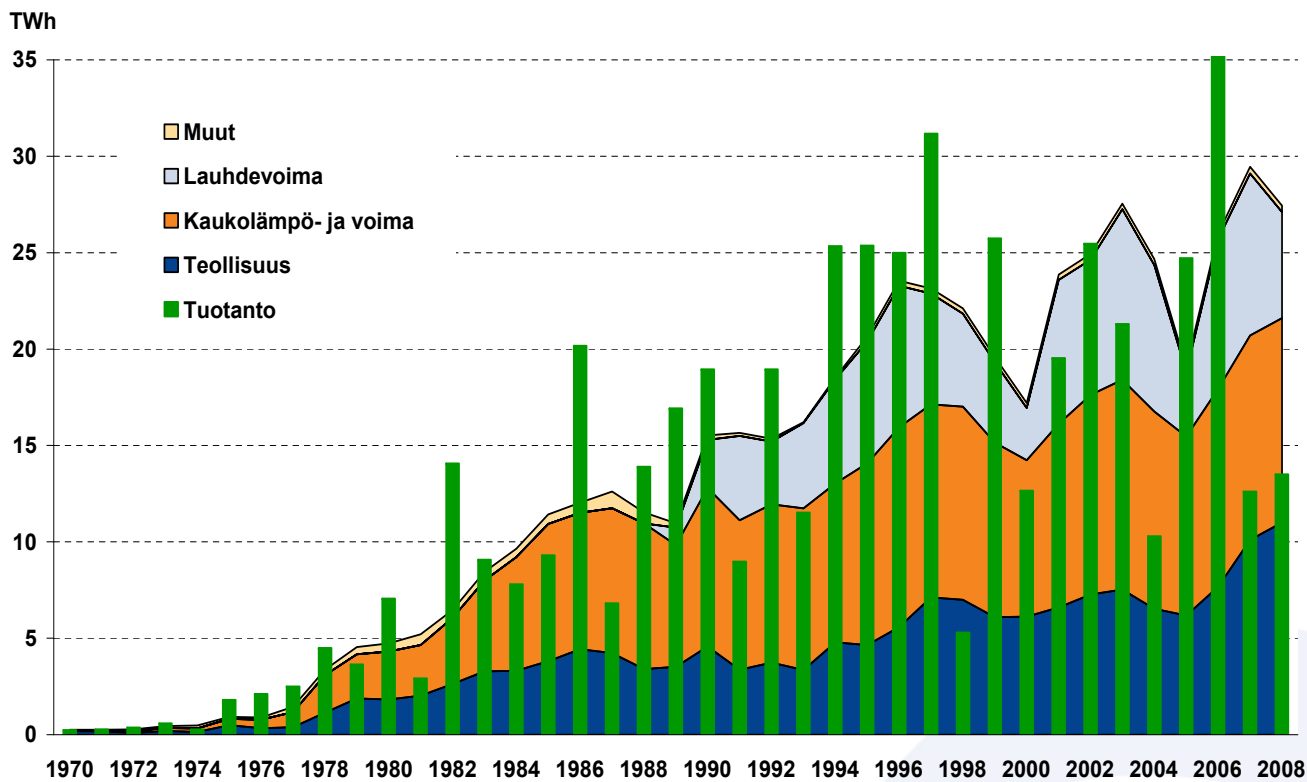
Suomi on hyvin riippuvainen energian tuonnista. Tuontienergialla katetaan noin 70 prosenttia energiankulutuksemme. Turpeen osuus Suomen koko energiankulutuksesta on 5...7 prosent-

tia. Energiaturvetta on käytetty viime vuosina 22...28 TWh, joka vastaa noin 2,2 miljoonaa öljykvivalenttitonnia.

Energiaturpeen myynnin arvo on noin 200 miljoonaa euroa vuodessa. Turpeen jalostusarvo kohoaa sen tuotantoketjun ja energiaksi jalostamisen aikana monikymmenkertaiseksi. Energian käyttäjille tärkeää on muun muassa energiaturpeen hyvä varastoitavuus ja käytettävyys esimerkiksi puu- ja peltobiomassan polton tukena.

Valtioneuvoston pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategian sekä bioenergian käytön lisäämistavoitteiden mukaan turvetta tarvitaan jatkossakin vähintään nykyistä vastaava määrä. EU:n tuore energia- ja ilmastopaketti antaa myös mahdollisuuden käyttää turvetta toisen sukupolven biopolttonesteen valmistamiseen yhdessä puu- ja olkipohjaisten raaka-aineiden kanssa. Kaksi prosenttia Suomen suoalasta riittäisi tyydyttämään 50 vuodeksi puolet Suomen liikennepolttonesteen kulutuksesta. ▶

Energiaturpeen tuotanto ja kulutus kulutussektoreittain, vuosi 2008 arvio



Kuva 1. Energiaturpeiden tuotanto ja käyttö Suomessa. Pöyry Oy.

Turvetuotannon vesienkäsittelymenetelmien kustannuksia koottiin alan yrityksistä

Turvetuotantoalueelta huuhtoutuu kuivatusvesien mukana alapuoliseen vesistöön kiintoainetta ja ravinteita. Turvetuotannon vesiensuojeluun onkin panostettu merkittävästi viimeisten reilun kymmenen vuoden aikana. Turveteollisuus kokosi jäsenyrityksistään kustannustietoa eri vesienkäsittelymenetelmistä meneillään olevaa vesienhoitoalueiden suunnittelutyötä varten. Alustavat tiedot julkaistiin turvetuotannon ympäristön- ja luonnonsuojelun kansallisen koordinaation yhteistyöryhmässä 11.9.2008. Kustannuksia on tarkoitus tarkentaa edelleen vuoden 2009 aikana.

Turvetuotannon vesienkäsittelymenetelmien kustannukset vaihtelevat tapauskohtaisesti suuresti. Eri vesienkäsittelymenetelmien rakentamiseen ja toisaalta niiden käyttöön ja ylläpitoon vaikuttavat monet tekijät, kuten

alueen sijainti, sähköliittymän hinta ja pumppaustarve. Etenkin ympärivuotisessa pumppauksessa rakentamiskustannustaso voi olla hyvin korkea (sähköt), tai jos rakentamisessa säästetään, hoitokustannukset ovat korkeat. Yksittäisen tuotantoalueen tai pienen valuma-alueen turvetuotannon vesiensuojelukustannuksia ei voi suoraan näiden lukujen perusteella arvioida.

Rakennuttajan omat välilliset kulut (työn valmistelu, työkohteen vaatima suunnittelukustannus, seuranta, vastaanotto) puuttuvat taulukon 1 rakentamiskustannuksista. Samoin siitä puuttuvat rakentamiseen käytettävän maapohjan arvo ja hankkimiskulut. Käyttökustannuksiin ei ole otettu mukaan tarkkailukustannuksia. Tarkkailukustannukset ovat vuodessa noin 20 euroa/ha.

Taulukko 1. Turvetuotannon vesienkäsittelymenetelmien kustannuspäivitys VHA-työn pohjaksi 11.9.2008
(koonti J. Alkkio, Vapo Oy & H. Salo, TTL)

Toimenpiteet	Rakentamiskustannuksia/ha	Käyttö- ja ylläpitokustannukset vuodessa/ha	Huomioita
Laskeutusallas	100 – 200 €	10 – 13 €	
Pintavalutus (ei pumppaustarvetta)	100 – 200€	8 – 12 €	Lounais-Suomessa ja Kyrönjoen valuma-alueella voidaan harvoin toteuttaa ilman pumppaamista
Pintavalutus pumppaamalla	900 – 1200€	25 – 35 €	Kustannuksia nostavat erityisesti sähkölinjan veto ja vaatimus ympärivuotisesta pumppauksesta
Virtaaman säätö	60 – 170 €	5 – 7 €	
Kemikalointi	1000 - 1500	n. 150 €	Kohteita vähän, kustannusten vaihtelu suurta
Kasvillisuuskenttä	500 €	25 – 30 €	Kohteita vähän!
Sarkaojarakenteet ja lietteenpidättimet*	50 – 200 €	40 – 50 €	Toimivuus edellyttää paljon kone- ja miestyötä

* Kaikilla tuotantoalueilla käytössä



► **Turvetta riittää**

Suomen maa-alasta kolmannes on soita ja turvemaita. Geologian tutkimuskeskuksen turvetutkimusten perusteella turvetuotantoon teknis-taloudellisesti käyttökelpoista suoalaa on Suomessa noin 1,2 miljoonaa hehtaaria, mikä on runsaat 10 prosenttia kokonaisuualasta. Teknisesti käyttökelpoisten turvevarojen energiasisältö on noin 12 800 TWh, mikä vastaa 2/3 Norjan tunnetuista öljyvaroista. Turvetuotannossa on noin 65 000 ha, joka on 0,6 prosenttia Suomen suoalasta.

Aktiivinen turvetuotanto kestää yhdellä alueella keskimäärin 20...25 vuotta, jonka jälkeen suonpohja siirtyy uuteen käyttömuotoon metsäksi, pelloksi, kosteikoksi tai uudelleen soistumaan. Turvetuotannosta vapautuu muuhun maankäyttöön vuosittain tuhansia hehtaareja suonpohjia. VTT:n selvityksen perusteella vuoteen 2020 mennessä arvioidaan tarvittavan uutta turvetuotantoalaa lähes 80 000 ha, kun otetaan huomioon samaan aikaan tuotannosta poistuva pinta-ala, lähes 44 000 ha.



www.slatek.fi

Vesihuollon monipuolinen yhteistyökumppani

- Kokonaisvaltainen palvelu
- Pitkä kokemus alalta
- Innovatiivinen ja asiakaslähtöinen tuotekehitys
- Luotettava ja helppohoitoinen laitevalikoima
- Motivoituneet ihmiset

SLATEK **SLATEK SERVICE**

- Uuden turvetuotantoalueen käyttöönottoa edeltää mittava ympäristölupa- ja ilmoitusmenettely; alueen luontoarvot selvitetään, pöly-, melu- ja liikennevaikutukset tutkitaan ja kentästä nousevat kivet ja kannotkin dokumentoidaan EU:n kaivannaisdirektiivin mukaisesti. Jokaiselta turvetuotantoalueelta lähtevää vettä tarkkailaan hyväksytyin suunnitelman mukaisesti. Ympäristöluvan saamiseen ja sen edellyttämien asiakirjojen ja tutkimusten tekemiseen kuluu kolmesta neljään vuotta. Se osaltaan takaa, että turvetuotantohanke sopii sitä ympäröivän alueen muuhun maankäyttöön ja kestävä kehityksen kriteereihin.

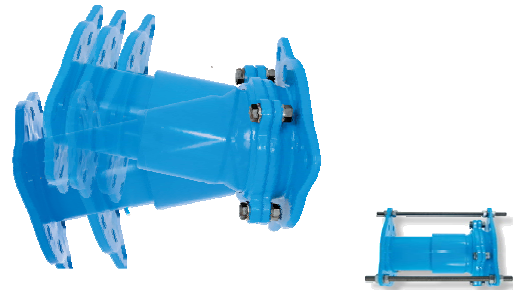
Energiaturvetta käytetään suhteellisesti eniten Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaalla, Lapissa, Pohjois-Savossa ja Pirkanmaalla. Suurimmat turvetuottajat Suomessa ovat Vapo Oy ja Turveruukki Oy. Näiden lisäksi turvetta tuottavat monet energiayhtiöt ja noin 150 pienempää turvetuottajaa.

Turvetta käytetään merkittäviä määriä energiantuotantoon Suomen lisäksi lähinnä Irlannissa, Ruotsissa, Baltian maissa ja Venäjällä. Maailmanlaajuisesti yleisempää ja tunnetumpaa on turpeen käyttö kasvu- alustana, kuivikkeena ja maanparannus- aineena. 💧

UUTTA LININGILTA

Hawle Vario

Teleskooppinen laippaliitin
mahdollistaa myös 10 °
kulmapoikkeaman



Hawle A

Monokokkirakenteinen
linjaventtiili
sisäänrakennetuilla
sähköhitsausmuhveilla



Turvaventtiilit
Takaisku- ja
pohjaventtiilit
Säätöventtiilit
Läppäventtiilit



SUORAAN AMMATTILAISILTA AMMATTILAISILLE

TURVETUOTANNON VESIENSUOJELU - LAINSÄÄDÄNTÖ JA OIKEUSKÄYTÄNTÖ

Isolampi Viurusuolla Outokummussa. Kuva Antti Ylitalo.



SINIKKA PÄRNÄNEN
Itä-Suomen ympäristölupavirasto
E-mail: sinikka.parnanen@ymparisto.fi

Sinikka Pärnänen työskentelee Itä-Suomen ympäristölupavirastossa esittelijänä. Hän on toiminut esittelijänä myös korkeimmassa hallinto-oikeudessa.

Ympäristönsuojelulainsäädännön uudistus vuonna 2000 ei tuonut suuria muutoksia turvetuotannon vesistö päästöjen sääntelyyn. Ympäristölupa kattaa maaperän, vesien ja ilman pilaantumisen vaaraa aiheuttavat päästöt, joista turvetuotannossa on yleensä eniten merkitystä vesistö päästöillä. Ympäristönsuojelulain lisäksi saattaa lupamenettelyssä tulla sovellettavaksi myös muuta lainsäädäntöä, kuten luonnonsuojelulaki ja vesilaki. Lupamääräysten vähimmäisvaatimuksena oleva paras käyttökelpoinen tekniikka on oikeuskäytännössä merkinnyt varsin korkeatasoisia vesiensuojelumenetelmiä.

Ympäristönsuojelulainsäädännön uudistuksessa vuonna 2000 päästöjä koskeva sääntely siirrettiin vesilaista ympäristönsuojelulakiin. Ympäristölupa on oltava aina yli 10 hehtaarin tuotantoalueella, mutta vaikutusten perusteella lupaa voidaan edellyttää myös pienemmältä alueelta.

Vesilain jäteveden johtamista koskevia säännöksiä oli jo pitkään sovellettu turvetuotannon kuivatusvesi-

en johtamiseen. Useat tuotantoalueet toimivatkin vesioikeuden luvalla, mutta ympäristönsuojelulain voimaan tullessa oli myös tuotannossa olevia soita, joiden osalta oli tehty vain vesiensuojeluasetuksen mukainen ennakoilmoitus. Kaikista ei ollut tehty ennakoilmoitustakaan.

Turvetuotannon saaminen ympäristöluvituksen piiriin on ollut hidasta ja se on edelleen kesken. Valitukset ovat

pidentäneet käsittelyaikoja erityisesti siinä tilanteessa, että kielteisen päätöksen jälkeen parannettuja vesiensuojelusuunnitelmia on esitetty vasta muutoksenhaun yhteydessä ja asia on palautettu ympäristölupavirastolle uudestaan käsiteltäväksi. Jo aloitettua toimintaa voidaan harjoittaa siihen saakka, kun ensimmäinen ympäristölupahakemus on lainvoimaisesti ratkaistu.

Ellevät jo aloitetun toiminnan vesiensuojelurakenteet ole vastanneet ympäristönsuojelulain vaatimuksia, lupa on myönnetty määräaikaisena edellyttäen, että riittävät vesiensuojeluratkaisut on esitettävä seuraavassa hakemuksessa. Joissakin tapauksissa lupahakemus on kuitenkin hylätty, mistä seuraa, että toiminta joudutaan lopettamaan.

Ympäristölupa

Ympäristölupa myönnetään, jos toiminta täyttää ympäristönsuojelulain ja jätelain sekä niiden nojalla annettujen asetusten vaatimukset. Ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavassa toiminnassa on periaatteena, että käytetään parasta käyttökelpoista tekniikkaa (BAT). Pilaantumisen ehkäisemiseksi annettavia lupamääräyksiä asetettaessa on lähtökohtana tapauskohtainen harkinta ja vähimmäistasona parhaan käyttökelpoisen tekniikan mukainen taso.

Luvan myöntämisen edellytykset ja lupamääräykset liittyvät toisiinsa. Määräyksiin saattaa olla mahdollista muotoilla hanke sellaiseksi, että puuttuvat luvan myöntämisen edellytykset ovat olemassa. Lupamääräykset voivat koskea vähäisempiä muutoksia suunnitelmaan, mutta eivät esimerkiksi suunnittelua edellyttävää pintavalutuskenttää.

Luvan myöntämisen edellytyksiä ja lupamääräysten antamista koskevat lainkohdat ovat ympäristöoikeudelle tyypillisiä väljäsisältöisiksi tai joustaviksi luonnehdittavia säännöksiä, jotka näyttävät jättävän lainsoveltajalle runsaasti harkintavaltaa. Tätä valtaa kuitenkin kaventaa merkittävästi muun muassa velvollisuus ottaa huomioon oikeuskäytäntö ja oikeusperiaatteet.

Turvetuotanto merkitsee suoympäristön voimakasta fyysistä muuttamista. Ympäristöluvassa otetaan silti huomioon vain päästöjen vaikutus.

Muusta syystä aiheutuvat muutokset voidaan ottaa huomioon luonnonsuojelulain perusteella. Kun maa-aineslaki ei koske turvetuotantoa, jäävät vaikutukset tuotantoalueen kohdalla tavallisesti sääntelyn ja lupakäsittelyn ulkopuolelle.

Vesilaki

Ympäristönsuojelulakia sovelletaan pilaantumiseen tai sen vaaraan. Vesilakia sovelletaan, kun kysymys on vesistöön rakentamisesta tai säännöstelystä taikka muutoksista virtaamiin tai pohjaveden korkeuteen. Vesilain mukainen käyttöoikeus saattaa olla tarpeen kuivatusvesien johtamiseen muiden ojiin. Näissä tapauksissa asia käsitellään niin sanotussa yhteiskäsittelyssä ja ratkaistaan yhdellä päätöksellä.

Turvetuotanto saattaa vaarantaa vesilailla suojeltujen luontotyyppien, kuten lähteen tai alle 10 hehtaarin suuruisen lammen, säilymisen luonnontilaisena. Ensinnä tutkitaan mahdollisuus saada poikkeus luonnontilan vaarantamisen kiellosta ja vasta sen jälkeen ympäristöluvan myöntämisen edellytykset. Turvetuotanto on mahdollista, jos poikkeus myönnetään tai lupamääräyksiin on järjestettävissä, että luontotyyppien luonnontila ei vaarannu.

Vesilain soveltamisen osalta ei ole merkitystä sillä, johtuuko luvan tarpeen aiheuttava seuraus päästöstä vai ei.

Luonnonsuojelulaki

Ympäristölupaa myönnettäessä on luonnonsuojelulaki ja sen aluesuojelua ja lajisuojelua koskevat säännökset otettava huomioon. Asia on ratkaistava sen mukaan, minkälaista suojaa luonnonsuojelulaki antaa kohteelle. Luonnonsuojelulain perusteella otetaan huomioon myös muut kuin päästöistä johtuvat seuraukset sekä tuotantoalueen kohdalla että muualla.

Kun kuivatusvedet johdetaan Natura-alueella olevaan vesistöön ja hanke saattaisi merkittävästi heikentää niitä luontoarvoja, joiden perusteella alue on suojeltu, on suoritettava näiden vaikutusten arviointi. Arviointia on edellytetty melko pieniltäkin alueilta. Jos arviointiin huomataan puuttuvan vasta muutoksenhakuvaiheessa, asia palautetaan.

BAT

Joitakin teollisuudenaloja varten on laadittu BAT:n referenssiasiakirjoja. Turvetuotantoa varten sellaista ei ole. BAT:n sisältö muotoutuu vähitellen ympäristönsuojelulakia sovellettaessa ja saattaa ajan kuluessa muuttuakin vesiensuojelurakenteiden kehittyessä tai vesiensuojelua koskevan tutkimustiedon lisääntyessä.

Tuotantoalueiden alapuoliset vesistöt ovat tavallisesti hyvin kuormittuneita. Tämän vuoksi BAT:n määritelmään kuuluva paikallisten olosuhteiden huomioon ottaminen merkitsee tehokkaan vesiensuojelun edellyttämistä. Perustason vesiensuojelurakenteita ei pidetä riittävinä. Oikeuskäytännössä edellytetään vesien käsittelyä pintavalutuksella tai kemiallisesti taikka muulla yhtä tehokkaalla tavalla. Pintavalutuksen ympärivuotista käyttöä on oikeuskäytännössä edellytetty Etelä-Pohjanmaalla sellaisiltakin jo tuotannossa olevilta alueilta, joilla pintavalutus edellyttää pumppausta.

Tulevaisuus

Ympäristönsuojelulain tulkintakäytännön vakiintuessa toiminnanharjoittajat tietävät tulevaisuudessa jo hakemuksia valmistellessaan entistä paremmin, mitä vesiensuojelulta odotetaan. Lupakäytäntö yhtenäistyy tulkintojen vakiintuessa. Luvituksen haasteet eivät kuitenkaan ole vähenemässä muun muassa siitä syystä, että hakemukset saatavat jatkossa koskea entistä luonnontilaisempia alueita, joiden ympäristön maankäyttö ei ole sopeutunut turvetuotannon päästöihin.

Kirjallisuus

Kari Kuusiniemi ym.: Ympäristöoikeus. WSOY Lakitieto 2001.

Kari Kuusiniemi (toim.):

Ympäristönsuojelulainsäädäntö. Edita 2008.

Määttä, Tapio: Soft law kansallisen oikeuden oikeuslähteenä. Tutkimus oikeudellisen ratkaisun normipremissin muodostamisen perusteista ympäristöoikeudessa. Oikeustiede Jurisprudentia XXXVIII (2005), s. 336–460.

Vihervuori, Pekka: Vesilain luontotyyppisäätelystä oikeuskäytännössä. Vesi, ympäristö ja oikeus. Juhlakirja Pekka Kainlaurille. Vaasan hallinto-oikeus 2007, s. 119–148. ♠



VEDEN TARVE LIIKENTEEEN BIOPOLTTOAINEIDEN TUOTANNOSSA



HANNA MELKKO
dipl.ins.
E-mail: hanna.melkko@gmail.com

Artikkeli perustuu Teknillisen korkeakoulun vesitalouden laboratoriossa tehtyyn diplomityöhön: ”Water footprints of biofuels for transport - Finland and the EU in the year 2010” (Melkko 2008).

Ovatko biopolttoaineet ratkaisu maailman energiaongelmiin vai uhka maailman ravinnontuotannolle? Tässä pohdiskelussa keskeisenä elementtinä on vesi.

Piilovesimäärä on termi, joka kuvaa sitä kokonaisvesimäärää, mikä tarvitaan jonkun tuotteen tai palvelun tuottamiseen. Vesijalanjälki kuvaa tietyn yksikön veden käytön kokonaismäärää huomioiden myös piilovesimäärät.

Vuonna 2004 Chapagain ja Hoekstra julkaisivat tutkimuksen eri maiden vesijalanjäljistä. He laskivat 176 kasvin piilovesimäärin 210 maassa. Kasvien piilovesimäärien perusteella tutkimuksessa arvioitiin kasveista sekä eläinkunnasta saatavien tuotteiden piilovesimäärät, joihin vaikuttivat tuotannossa käytetyn

kasvin/eläimen piilovesimäärän lisäksi kasvista/eläimestä tuotettujen eri tuotteiden arvo suhteessa toisiinsa sekä käytetyn prosessiveden määrä. Eläinkunnan tuotteiden piilovesimäärää koostui eläimen syömän rehun piilovesimäärästä, eläimen juoman veden määrästä sekä eläinsuojan puhtaanapitoon tarvittavan veden määrästä. Teollisuustuotteiden piilovesimäärät olivat arvioitu jakamalla teollisuuden käyttämä vesimäärä tuotettujen tuotteiden arvolla. Laskelmissa oli myös huomioitu missä maassa tuotteet oli tuotettu, joten maan vesijalanjälki pystyttiin jakamaan erikseen sisäi-



seen vesijalanjälkeen (koostuu omien vesivarojen käytöstä) sekä ulkoiseen vesijalanjälkeen (koostuu muiden maiden vesivarojen käytöstä). Kunkin maan vesijalanjälkeä laskettaessa oli huomioitu ruokatuotteet, kulutustuotteet sekä talousvesi. Tutkimuksessa ei huomioitu esimerkiksi biopolttoaineita.

Liikenteen biopolttoaineiden piilovesimäärät

Tällä hetkellä yleisimmin käytössä olevia liikenteen biopolttoaineita ovat biodiesel ja bioetanoli. Käytettävä biodiesel on enimmäkseen niin kutsuttua ensimmäisen sukupolven biodieseliä, mikä tarkoittaa sitä, että se on valmistettu kasviöljystä tai eläinrasvasta vaihtoestereintimenetelmällä. Siinä kasviöljyyn sekoitetaan jotain alkoholia (yleensä metanolia) ja katalyyttiä (esimerkiksi natriumhydroksidia), jolloin syntyy metyyliestereitä eli biodieseliä sekä glyserolia. Euroopassa ei käytetä autoissa puhdasta biodieseliä, koska sen laatu ei vastaa normaalin dieselin laatua. Sen sijaan biodieseliä sekoitetaan normaaliin dieseliin 5 prosentin verran.

Bioetanolia valmistetaan kasveista, jotka sisältävät sokeria jossain muodossa. Kasvien sisältämä sokeri muunnetaan käymisen kautta etanoliksi. Euroopassa etanolia sekoitetaan yleensä bensiiniin 5 prosentin verran, mutta myös suurempia sekoitussuhteita käytetään.

Tällä hetkellä kehitellään myös niin kutsuttuja toisen sukupolven biopolttoaineita. Yksi jo markkinoille tullut toisen polven biopolttoaine on Neste Oil Oyj:n valmistama NExBTL (Next Generation Biomass to liquids) -diesel. NExBTL-dieseliä valmistetaan lähinnä kasviöljystä ja eläinrasvasta, mutta tulevaisuudessa sitä voidaan mahdollisesti valmistaa myös peltokasvien jäännöksistä tai puusta. Valmistusprosessissa kasviöljy tai eläinrasva muunnetaan parafiineiksi ja isoparafiineiksi vetykäsittelyn kautta. NExBTL-diesel vastaa laadultaan tavallista dieseliä ja sitä voidaan käyttää nykyisissä moottoreissa sellaisenaan.

Liikenteen biopolttoaineet tuotetaan tällä hetkellä pääasiassa erilaisista ruokakasveista. Euroopassa biodieseliä tuotetaan pääasiassa rypsiä/rapista ja auringonkukasta. Euroopan ulkopuo-

lella suosittuja öljykasveja ovat myös soija ja öljypalmu. Bioetanolia tuotetaan Euroopassa pääasiassa ohrasta, sokerijuurikkaasta ja vehnästä. Euroopan ulkopuolella käytetään yleisesti myös maissia ja sokeriruokoa. NExBTL-dieseliä tuotetaan tällä hetkellä ainoastaan Suomessa ja sen tuottamiseen käytetään erityisesti palmuöljyä sekä jonkin verran muita kasviöljyjä ja eläinrasvaa.

Biopolttoaineiden vesijalanjäljet on arvioitu Chapagain ja Hoekstran (2004) laskemien kasvien piilovesimäärien perusteella. Biodieselin, NExBTL-dieselin ja bioetanolin piilovesimäärät laskettiin eri kasveista ja eri maissa tuotettaessa. Biodieselin ja NExBTL-dieselin piilovesimääriä laskettaessa huomioitiin, kuinka paljon öljyä saadaan puristettua keskimäärin eri öljykasveista, mahdollisten sivutuotteiden määrä, kuinka paljon kasviöljystä saadaan tuotettua biodieseliä ja kuinka paljon vettä kuluu prosessointiin. Bioetanolin piilovesimääriä laskettaessa huomioitiin, kuinka paljon eri kasveista saadaan keskimäärin tuotettua etanolia, syntyvien sivutuotteiden määrä sekä proses-

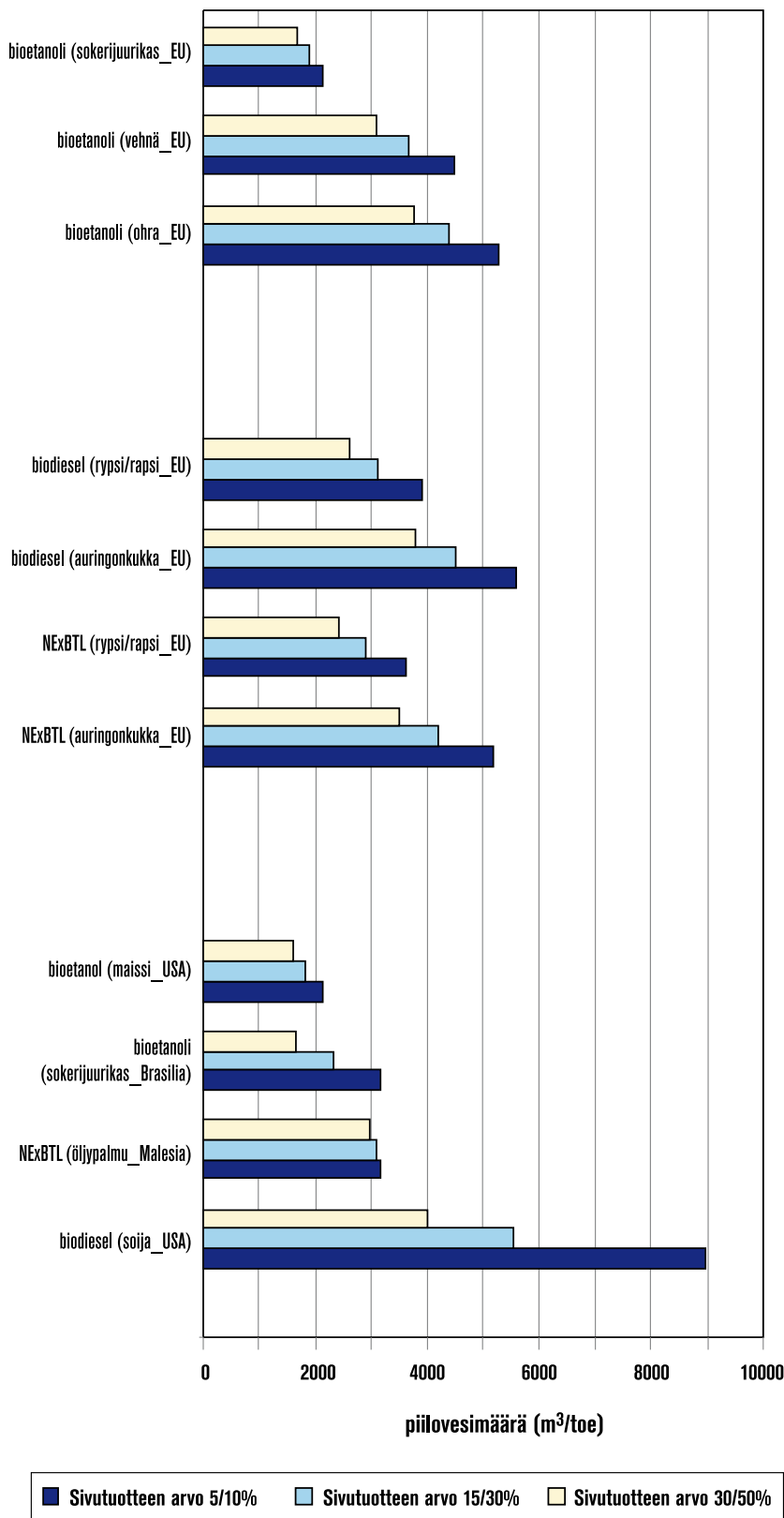
siveden tarve. Laskelmat kaikkien biopolttoaineiden osalta tehtiin yhtä ekvivalenttitonnin (toe) kohti.

Biopolttoaineiden piilovesimäärät riippuvat paljon siitä missä maassa ja mistä kasveista ne tuotetaan. Jo pelkästään Euroopan Unionin maiden sisällä biopolttoaineen sisältämä piilovesimäärä vaihtelee huomattavasti. Esimerkiksi kun bioetanolia valmistetaan yhden ekvivalenttitonnin verran Slovakiassa kasvaneesta vehnästä, kuluu vettä 1 500...2 200 m³, mutta kun se valmistetaan Italiassa kasvaneesta vehnästä, kuluu vettä 7 900...11 400 m³. Piiloveden määrä vaihtelee huomattavasti myös siinä tapauksessa kun tuotannossa käytetään ohraa (Puolan ohra: 2 100...2 900 m³/toe ja Kyproksen ohra: 8 500...12 000 m³/toe) tai sokerijuurikasta (Iso-Britannian sokerijuurikas: 840...1 100 m³ ja Viron sokerijuurikas: 6 400...8 100 m³).

Myös biodieselin piilovesimäärä riippuu huomattavasti siitä, mistä kasvista ja missä maassa biodiesel valmistetaan. Biodieselin piilovesimäärä on 490...730 m³, kun se valmistetaan Puolassa kasvaneesta rypsiä/rapista ja 9 300...14 000 m³, kun kasvatusta tapahtunut Italiassa. Auringonkukkaöljystä valmistettaessa piilovesimäärät ovat suhteellisen samanlaiset (Kreikan auringonkukka: 1 700...2 500 m³ ja Bulgarian auringonkukka: 8 100...12 000 m³). NExBTL-dieselin piilovesimäärät eri kasveilla tuotettaessa ovat lähellä biodieselin piilovesimääriä ollen noin 7 prosenttia pienempiä.

Sen lisäksi, että piilovesimäärät arviointiin Euroopan Unionin maiden osalta, laskettiin ne myös muutaman biopolttoaineita tuottavan Euroopan ulkopuolisen maan osalta. Kuvassa 1 näkyvät Euroopan Unionin maissa tuotettujen biopolttoaineiden keskimääräiset piilovesimäärät sekä muutamassa Euroopan ulkopuolisessa maassa tuotettujen biopolttoaineiden piilovesimäärät.

Prosessiveden tarve suhteessa kasvin kasvattamiseen tarvittavaan veteen määrään on huomattavan pieni. Biodieselin valmistuksessa prosessivettä tarvitaan 0,2 m³ yhtä toe:a kohden. NExBTL-dieselin valmistuksessa prosessivettä tarvitaan 0,1 m³ yhtä toe:a kohden ja bioetanolin valmistuksessa 6...33 m³ riip-



Kuva 1. Eri biopolttoaineiden piilovesimääriä yhtä ekvivalenttitonnin (toe) kohden. Sivutuotteen arvo tarkoittaa arvoa prosentteissa päätuotteen, eli biopolttoaineen arvosta. Muiden kasvien kohdalla sivutuotteen arvo on oletettu olevan 10...50 prosenttia paitsi sokerijuurikkaan ja öljypalmon, joiden kohdalla arvon on oletettu vaihtelevan välillä 5...30 prosenttia.

puen valmistukseen käytetystä kasvista ja sivutuotteen arvosta.

Euroopan Unionin liikenteen biopolttoaineiden vesijalanjälki vuonna 2010

Euroopan Unionilla on tavoitteena, että vuonna 2010 kaikissa Unionin maissa käytettävistä liikenteen polttoaineista 5,75 prosenttia olisi biopolttoaineita. Perustuen yhden toe:n sisältämään piilovesimäärään tämän biopolttoainemäärän vesijalanjälki laskettiin olettamalla, että tarvittava biodiesel valmistettaisiin rypsiä/rapista tai auringonkukasta ja tarvittava bioetanoli vehnästä, ohrasta tai sokerijuurikkaasta. Laskelmat tehtiin vain yhdellä sivutuotteen arvolla (20 prosenttia päätuotteen arvosta). Laskelmia ei tehty NExBTL-dieselin osalta erikseen, koska biodieselin ja NExBTL-dieselin piilovesimäärät olivat niin lähellä toisiaan. Bioetanolia ja biodieseliä arvioitiin tarvittavan samassa suhteessa kuin bensiiniä ja dieseliä käytetään eri maissa. Laskelmissa oletettiin myös, että Euroopan maat valmistaisivat tarvitsemansa biopolttoaineet omassa maassaan.

Biopolttoaineiden vesijalanjäljen suuruuteen vaikuttaa suhteellisen paljon se, mistä kasveista biopolttoaineet valmistetaan. Jos tarvittava määrä biodieseliä ja bioetanolia valmistetaan niistä kasveista joka maassa, jotka synnyttävät pienimmät vesijalanjäljet, on tarvittavien biopolttoaineiden kokonaisvesijalanjälki Euroopan Unionissa 44 km³. Jos taas biopolttoaineet valmistetaan kasveista, jotka muodostavat suurim-

man vesijalanjäljen, on vesijalanjälki noin 88 km³. Tuotettaessa bioetanolia ja biodieseliä 5,75 prosentin osuuden verran, vettä kuluu parhaimmillaan siis lähes Suomen vuosittain uusiutuvien vesivarojen verran. (Suomen uusiutuvat vesivarat ovat noin 110 km³/a).

Helsinki-Jyväskylä-Helsinki matkan vesijalanjälki

Biopolttoaineiden vesijalanjälkeä kuvastaa ehkä selvemmin esimerkkitapaus, jossa laskettiin kuinka suuri olisi matkan Helsinki-Jyväskylä-Helsinki vesijalanjälki, jos se kuljettaisiin henkilöautolla käyttämällä ainoastaan bioetanolia tai biodieseliä.

Biodieselin ja bioetanolin tarve perustui bensiini- ja dieselkäyttöisten autojen keskimääräisiin kulutuksiin. Matkan pituutena käytettiin 542 kilometriä. Laskelmissa käytettiin keskimääräisiä Euroopan Unionin maiden kasvien piilovesimääriä.

Myös matkan vesijalanjälkeen vaikuttaa biopolttoaineen tuotannossa käytetty kasvi. Matkan vesijalanjälki on 52 000 litraa, jos biopolttoaineena käytetään sokerijuurikkaasta tuotettua bioetanolia. Jos biopolttoaineena käytetään sen sijaan auringonkukasta tuotettua biodieseliä, on matkan vesijalanjälki 130 000 litraa. Kun lasketaan eri kasvien ja eri polttoaineiden vesijalanjälkien keskiarvo, matkan keskimääräiseksi vesijalanjäljeksi saadaan 100 000 litraa.

Chapagain ja Hoekstran (2004) laskelmien mukaan suomalaisen keskimääräinen vesijalanjälki on 33 000 litraa viikossa. Helsingin ja Jyväskylän vä-

linen edestakainen matka biopolttoaineilla kuljettaessa kuluttaisi keskimäärin siis yhtä paljon vettä kuin suomalainen kuluttaa keskimäärin kolmessa viikossa elämiseen. Tässä valossa vaikuttaa, että ympäristön kannalta paras ratkaisu on kulkea matka junalla.

Lopuksi

Laskettu biopolttoaineiden vesijalanjälki antaa jonkinlaisen kuvan biopolttoainetuotannon veden kulutuksesta, mutta koko totuutta se ei kerro. Vesijalanjälki ei esimerkiksi kerro sitä, miltä osin vesijalanjälki koostuu kasteluvedestä ja miltä osin sadevedestä. Biopolttoaineiden tuotannon vaikutukset maissa, joissa kastelua käytetään, ovat merkittävämmät kuin maissa, joissa kastelua ei käytetä, vaikka vesijalanjälki kastelua käyttävässä maassa olisikin pienempi. Biopolttoaineiden vesijalanjälki laskelmissa ei ole myöskään otettu lainkaan huomioon niiden tuottamisen vaikutuksia vedenlaatuun, mikä saattaa olla huomattava, jos kasvien kasvattamisessa käytetään paljon lannoitteita.

Kirjallisuus

- Chapagain, A.K. and Hoekstra, A.Y. (2004) 'Water footprints of nations' Value of Water Research Report Series No. 16 [online] UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands. Löytyy osoitteesta <http://www.waterfootprint.org/?page=files/Publications>
- Kuismin, L., Heikinheimo, E., Keskinen, M., Kumm, M. (2008) 'Vesijalanjälki - Mittari todelliselle vedentarpeellemme' *Vesitalous 1/2008 pp. 10-13*
- Melkko, H. (2008) 'Water footprints of biofuels for transport - Finland and the EU in the year 2010' diplomityö. Löytyy osoitteesta <http://www.water.tkk.fi/wr/tutkimus/thesis/Melkko2008.pdf>



FCG - Hyvän elämän tekijät

Meiltä saat veteen ja vesihuoltoon liittyvät kattavat suunnittelu-, konsultointi- ja rakennuttamispalvelut

FCG Planeko Oy • www.fcg.fi



YHTEISTYÖSTÄ VOIMAA TURVETUOTANNON VESISTÖ- JA KUORMITUSTARKKAILUIHIN

Vapo Oy:n Röyhynsuon tuotantoaluetta. Kuva Vapo Oy.

Maailman suurin turvetuottaja Vapo Oy on lisäämässä tuotantoaan ja korvaamassa 1970-80-luvuilla käyttöönotettuja, lähiaikoina tuotannosta poistuvia alueita. Uusien tuotantoalueiden ympäristövaatimukset ovat vuosien saatossa tiukentuneet ja samalla turvetuotannon vesiensuojelun taso on parantunut huomattavasti. Ympäristövaikutusten jatkuva tarkkailu on ehtona turvetuotantoalueen ympäristöluvan myöntämiselle.

Euroopan unionin energiapolitiikan tavoitteena on lisätä uusiutuvien energiamuotojen käyttöä sekä kasvattaa energiaomavaraisuutta. Tämä on parantanut edellytyksiä lisätä turpeen hyödyntämistä Suomen energiantuotannossa. Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) on arvioinut selvityksessään, että Suomessa tarvittaisiin noin 61 000 hehtaaria lisää turvetuotannon kapasiteettia vuoteen 2020 mennessä.

Suuri osa nykyisistä turvetuotantoalueista on otettu käyttöön 1970-80-luvuilla. Nämä tuotantoalueet ovat jo

elinkaarensa loppuvaiheessa ja poistumassa tuotannosta lähivuosina kiihdyvällä vauhdilla. Poistuvien alueiden korvaamiseksi ja lisääntyvään kysyntään vastaamiseksi ollaankin suunnittelemassa lukuisten uusien turvetuotantoalueiden käyttöönottoa.

”Suunnittelemme noin sadan uuden turvetuotantoalueen käyttöönottoa vuosittain ja markkinanäkymät ovat jatkossakin suotuisat. Tällä hetkellä ei näy merkkejä siitä, että talouden taantuma olisi heikentämässä toimialan näkymiä”, kertoo Vapo Oy:n ympäristöluvista vastaava Jari Alkkiomäki.

Vesiensuojelun taso parantunut

Uuden turvetuotantoalueen suunnittelu ja käyttöönotto on monivaiheinen projekti. Lähtökohtana toimii pitkäjänteinen tutkimustyö suoalueista, jonka pohjalta tehdään maahankinnat ja aloitetaan tarkemmat tutkimukset turpeen hyödyntämiseksi. Suunnitelmien tarkentuessa tehdään ympäristöselvitys ja aloitetaan vesistökuormituksen ennakkotarkkailut. Suurten tuotantoalueiden (yli 150 ha) käyttöönotto vaatii YVA- prosessin mukaisen menette-

lyn ja pienemmissä kohteissa (alle 150 ha) turvetuotantoon tarvitaan paikallisen ympäristölupaviraston myöntämä ympäristölupa.

”Kokonaisuutena uuden tuotantoalueen käyttöönotto kestää useita vuosia ja hyvin monissa tapauksissa asiaa käsitellään Vaasan hallinto-oikeudessa valitusten seurauksena. Ympäristöasiat otetaan huomioon jo tuotantoalueiden hankintavaiheessa, jolloin tehdään selvityksiä muun muassa läheisestä asutuksesta, alapuolisten vesistöjen tilanteesta ja mahdollisista alueen uhanalaisista eläimistä. Tilanne on muuttunut huomattavasti 1980-luvulta, jolloin alettiin vasta puhua ympäristöasioista”, Alkkiomäki arvioi.

Sujuvaa perusvesikemiaa

Ympäristölupa määrittelee hyvin seikkaperäisesti puitteet alueella harjoitettavalle toiminnalle. Paikallinen ympäristökeskus määrittelee ympäristökuormituksen tarkkailun tason ja valvoo sen toteuttamista. Länsi-Suomen alueen turvetuotannon vesistö- ja kuormitustarkkailujen käytännön toteuttamiseksi Vapo Oy on tehnyt pitkäaikaisen yhteistyösopimuksen Nab Labs Oy:n kanssa. Velvoitetarkkailujen tekijä on oltava viranomaisten hyväksymä ja näytteenottajat sertifioituja ammattilaisia.

”Ympäristölupa määrittelee selkeästi mitä ja kuinka usein mitataan. Haemme alueen näytteet ja analysoimme ne laboratorioissa. Tuloksista tehdään suunnittelutoimistossa yhteenvetoraportit. Ne ovat julkista aineistoa, johon kaikki kiinnostuneet voivat tutustua. Kaiken kaikkiaan kyseessä on hyvin selkeä ja sujuva käytäntö”, kertoo asiakaspalvelupäällikkö Hannu Salonen Nab Labs Oy:stä.

Turvetuotannon velvoitetarkkailut voidaan jakaa kahteen osaan: kuormitustarkkailuun ja vesistö tarkkailuun. Kuormitustarkkailussa seurataan tuotantoalueen alapuolelle virtaavan veden ravinnepitoisuuksia ja vesistö tarkkailussa turvetuotantoalueen kuivatusvesien vaikutusta alapuoliseen vesistöön.

”Meillä on 20 hengen kenttäpalveluorganisaatio, joka tekee hyvin käytännön läheistä työtä ympäristön tilan seuraamiseksi. Menetelmät ovat standardisoituja ja olemme tekemisissä perusve-



Vesistö- ja kuormitustarkkailun näytteet analysoidaan Nab Labs Oy:n omassa laboratorioissa. Kuva Nab Labs Oy.

sikemian kanssa. Mitattavia parametreja ovat esimerkiksi typpi, fosfori, kiintoaine, väri ja sameus”, Salonen sanoo.

Sateisuus katkaisi positiivisen trendin

Vapo Oy:n turvetuotantoalueiden vesistökuormitus on ollut laskussa useiden vuosien ajan parantuneiden vesiensuojeluratkaisujen ansiosta. Viime vuonna laskeva trendi kuitenkin katkesi poikkeuksellisen runsaiden sateiden takia.

”Turvetuotannon vesiensuojelun taso on parantunut huomasti viime vuosina ja ympäristövaikutusten tarkkailuun on kiinnitetty paljon huomiota. Huolenaiheeksemme on noussut kustannusten lisääntyminen, kun tuotantoon otettavien soiden määrä on nopeasti lisääntymässä. Velvoitetarkkailua voisi järkeistää ja suunnata resursseja sellaisiin toimiin, joista olisi ympäristön kannalta suurin hyöty”, Jari Alkkiomäki ehdottaa. ◆

TRASIMENO

– OIKUTTELEVA JÄRVI

Suomen järviä on säännöstelty alle vuosisadan ajan, Italiassa jopa kolmetuhatta vuotta. Jo etruskit yrittivät säännöstellä Rooman pohjoispuolella sijaitsevaa Trasimenojärveä, keskiajalla sitä pyrkivät taltuttamaan useat paavit. Nyt säännöstelijän suurimpana haasteena on ilmastonmuutos.



ESKO KUUSISTO
hydrologi
Suomen ympäristökeskus.
E-mail: esko.kuusisto@ymparisto.fi

Me suomalaiset saatamme muistaa kolme Italian järveä; ne ovat Alppien juurella sijaitsevat Maggiore, Garda ja Como. Ne ovatkin maan kolme suurinta, neljäntenä on Trasimeno, noin sata kilometriä Roomasta koilliseen. Trasimenon pinta-ala on 124 km², keskisyvyys on 4,7 metriä ja valuma-alueen koko ilman järveä 385 km². Suomalaiseksi serkuksi voitaisiin nimetä Säkylän Pyhäjärvi, jonka vastaavat mitat ovat 154 km², 5,5 m ja 460 km².

Vertaillaanpa näiden kahden järven pitkän jakson vesitaseita. Vuosisadanta on Trasimenolla 780 mm eli viidenneksen suurempi kuin Pyhäjärvellä (630 mm). Trasimenosta haihtuu 1 040 mm vuodessa, Pyhäjärvestä 490 mm. Tulovirtaaman osalta Pyhäjärvi peittoaa Trasimenon

kirkkaasti, vuosiarvot ovat järven pinnalle laskettuina 770 mm ja 220 mm.

Kun vesitaseista lasketaan menovirtaamat, Pyhäjärvelle saadaan 910 mm eli Eurajokeen päätyvä vettä keskimäärin 4,4 m³/s. Trasimenon menovirtaamaksi tulee -40 mm, joten paikallista Eurajokea on turha etsiä – järvi on laskujoeton.

Suuret pinnankorkeuden vaihtelut

Trasimenon vedenkorkeudesta on joitakin tietoja jo etruskiajalta noin 1000 eKr. Keski-Italian ilmasto oli tuolloin lämmin ja kuiva, joten pinta oli varsin alhaalla. Vuoden 800 eKr. paikkeilla ilmasto viileni ja sadanta kasvoi. Järven pinta kääntyi nousuun ja uhkasi rannoilla sijaitsevia kyliä ja kaupunkeja. Etruskien uskotaan louhineen ahtaan kanavan, jonka



Kuva 2. Braccio Fortebraccion rakennuttama juoksutuskanava lähellä Trasimenon rantaa. Etäämpänä järvestä alkaa tunneliosuus.

▲
Kuva 1. *Trasimenojärven pohjoisrantaa ja yksi kolmesta saaresta, Isola Maggiore. Täällä pohjoisrannalla käytiin eräs historian kuuluisimmista taisteluista. Huhtikuussa 217 eKr Hannibalin joukot yllättivät aamusumussa Flaminiuksen johtamat roomalaisten legioonat. Roomalaiset menettivät noin 15 000 miestä kaatuneina tai järveen hukkuneina, Hannibalin tappiot olivat alle 2 000 miestä. Taistelualueen halki virtaavan joen nimi on Sanguineto, Verijoki.*

kautta Trasimenon vettä valui suurilla pinnankorkeuksilla Tiberin sivujokeen. Vedenjakaja on järven itäpuolella paikoin vain kilometrin päässä nykyisestä rantaviivasta ja vuorten takana oleva laakso on selvästi järven pintaa alempana.

Kosteahko ajanjakso kesti noin 700 vuotta. Etruskien ranta-asutus kärsi toistuvista vedenpinnan nousuista, mutta vielä enemmän roomalaisten valloitusretkistä. Vähitellen koko etruskikulttuuri hävisi Rooman imperiumin syövereihin ja Trasimenon rannoille jäi vain pieniä kyliä. Ajanlaskumme ensimmäisellä vuosisadalla ilmasto kuivui ja vasta 1300-luvulla tapahtui selvä käänne kosteaan suuntaan. Samalla Trasimeno alkoi nousta voimakkaasti ja vuoden 1400 paikkeilla sen pinta ylty 261 metrin tasolle merenpinnasta. Tuolta ajalta ovat säi-

lyneet ensimmäiset suorat vedenkorkeuden mittaukset; edeltävien vuosisatojen lukemat lienevät olleet jopa viisi metriä matalammat.

Säännöstelytoimia tehostetaan

Kun tilanne alkoi näyttää pahalta, Perugian kaupunkivaltion hallitsija Braccio Fortebraccio päätti rakentaa järvelle juoksutuskanavan. Sen pituus oli noin neljä kilometriä, josta 900 metriä oli tunnelia. Tämä 1420-luvulla valmistunut kanava on yhä nähtävissä (Kuva 2).

Juoksutuskanava osoittautui kuitenkin riittämättömäksi ja pinnan nousu jatkui. Nyt tarttui itse paavi toimeen: Sixtus IV päätti pienentää järven valuma-aluetta. Eteläpuolisten Tresan ja Maggioren purojen latvaosat käännettiin 1480-lu-

vulla lounaaseen, Chianan laaksoon (Kuva 3). Siellä oltiin myös käynnistämässä mittavia kosteikoiden kuivatustöitä maatalouden edistämistä ja malarian torjuntaa varten (Alexander 1984).

Pienen jääkauden kosteanvileät ilmasto-olot jatkuivat. Tiber ja Arno tulvivat ja Trasimeno saavutti uuden huippukorkeuden 1500-luvun lopulla. Paavi Clemens VIII nimitti komitean pohtimaan tilannetta. Komitean jäsenenä oli muun muassa Carlo Maderno, joka oli vastannut Pietarinkirkon rakennustöistä Michelangelon kuoleman jälkeen.

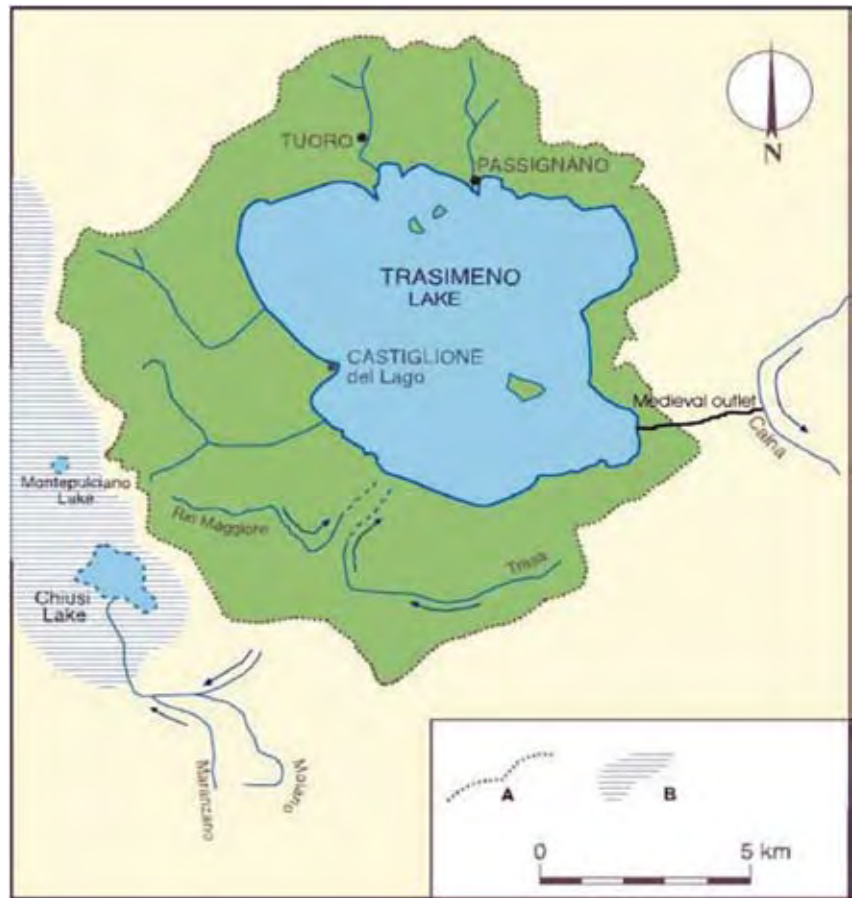
Komitea tuumaili, että vanha kanava oli liian pieni. Nykypäivän hydrauliset selvitykset vahvistavat tämän; kanavan juoksutuskapasiteetti on noin kuutiometri sekunnissa eli vain kolmannes sateisen vuoden tulovirtaamasta. Kanava päätettiin kunnostaa, mutta sen laajentamiseen ei ollut resursseja. Komitea ehdotti myös, että valuma-aluetta yhä pienennettäisiin. Tämäkin osoittautui liian vaativaksi.

Ongelmaa pohtimaan pyydettiin myös Benedetto Castelli, joka tunnetaan hydrologian historiassa ensimmäisenä merkittävänä virtausopin tutkijana. Hän käynnisti sademittaukset ja teki kohtalaisen onnistuneita arvioita Trasimenon tulovirtaamasta. Castelli lähetti laskelmansa vuonna 1639 myös oppi-isälleen Galileo Galileille, joka suuresti arvosti Castellin asiantuntemusta. Galilein kerrotaan todenneen: ”Voin ymmärtää Jupiterin kuiden liikkeitä paremmin kuin veden virtauksen joessa” (Biswas 1970).

Uusi juoksutuskanava valmistuu

Paavillinen komitea ei siis saanut paljoa aikaan, mutta Trasimeno käyttäytyi melko kiltisti 1620-luvulta 1700-luvun alkuun. Sitten sateisuus taas lisääntyi ja pinta kipusi toistuvasti huippulukemiin. Ratkaisua etsittiin uudelta suunnalta; mitäpä jos rakennettaisiin jopa laivaliikenteelle mitoitettu kanava luoteeseen, Arnojokeen? Matkaa tosin olisi toistasataa kilometriä, mutta sillä suunnalla ei olisi vuorijonoja esteenä.

Tästä suunnitelmasta kuitenkin luovuttiin ja katset kohdistettiin vanhan kanavan suunnalle. Nyt uskaltauduttiin aiempaa mittavampiin louhintatöihin; vanhan kanavan eteläpuolelle valmistui vuonna 1898 uusi 7,3 kilometrin pitui-



Kuva 3. Trasimenojärven valuma-alue 1400-luvun alkupuoliskolla. Vedenjakaja on merkitty viivalla A, viivoitus B kuvaa Chianan laakson kosteikoita. Vuonna 1420 valmistunut kanava on merkitty järven itäpuolelle (Burzigotti & al. 2003).

nen juoksutusuoma, josta vajaa kilometri on tunnelia. Juoksutuskapasiteetiksi tuli peräti 12 m³/s. Trasimenon pintaa pudotettiin muutamassa vuodessa liki puolitosta metriä eikä 259 metrin tasoa ole sen jälkeen koskaan ylitetty. Jakson 1500-1900 keskivesi oli 259,8 metriä ja korkeimmat tulvahuiput lähes 262 metriä.

Ilmastonmuutos tulee – ollaanko valmiit?

Nytkö siis Trasimenon pinnankorkeuden ongelmat oli ikiajoiksi ratkaistu? Siltä näytti, kunnes voimakas pinnanlasku alkoi vuoden 1940 paikkeilla. Vuonna 1960 pinta oli enää tasolla 255 m ja järven keskisyvyys vaivaiset kolme metriä. Kalastus kärsi ja matkailijoita kuljettavat laivat juuttuivat matalikoille.

Nyt otettiin käyttöön 1480-luvun rohtojen käänteislääke: Maggioren ja Tresan osa-alueet käännettiin taas virtaamaan järveen. Lisäksi valuma-alueeseen liitettiin kauempaa etelästä noin 25 km² laajuinen alue. Kun luontokin kääntyi

suopeaksi, pinta kohosi viidessä vuodessa 258 metrin tuntumaan. Siinä se pytytteli seuraavat kaksi vuosikymmentä.

Vaan eipä tässä kaikki. Sadanta on Välimeren maissa yleisesti vähentynyt 1990-luvulta alkaen. Vuosisadannat ovat Trasimenon alueella olleet viime vuosina vain 500–800 mm, kun aiemmin liikuttiin tyypillisesti 700–1000 millin välillä. Järven pinta kävi alimmillaan joulukuussa 2003 tasolla 255,5 m, vuonna 2006 se kohosi puolitoista metriä ylempään. Nyt ollaan taas hyvin alhaalla; syyskuun 2008 alussa lukema oli vain 255,8 m.

Vuonna 2003 Trasimenolle valmistui hydrologinen malli, jolla on tutkittu muun muassa tulevia pinnankorkeuksia eri ilmastokenaarioilla. Jos sadanta vähenee 20 %, järvi saattaa muuttua pelkäksi kosteikkoalueeksi (Dragoni & al 2003). Toisaalta rankimmat sateet voivat nostaa pintaa 48–60 tunnin aikana puolella metrillä, kun juoksutuksella saadaan aikaan vain 6–9 millin alenema. Yläpään ongelmatkaan eivät siis ole pois suljetut.



◀ **Kuva 4.** Trasimenojärven valuma-alue nykyään. Järven eteläpuoliset Maggiore ja Tresan valuma-alueet oli käännetty Chianan laaksoon 1480-luvulla, mutta ne palautettiin 1960-luvun alussa virtaamaan järveen. Samalla valuma-alueeseen liitettiin kauempana etelässä oleva Moianon-Maranzanon alue. Punaiset kolmiot kertovat säännöstelypatojen sijainnit (Burzigotti & al. 2003).

Kirjallisuus

Alexander, D. 1984. The reclamation of Val-di-Chiana, Tuscany. *Annals of the Association of American Geographers* 74:4, pp. 527-550.

Biswas, A. 1970. *History of Hydrology*. North-Holland Publishing Company, Amsterdam, 336 p.

Burzigotti, R. & al. 2003. The role of Lake Trasimeno (central Italy) in the history of hydrology and water management. The 3rd Conference of the International Water History Association, Cairo, Egypt, 18 p.

Castelli, B. 1639. *Carteggio di Benedetto Castelli con Galileo Galilei circa l'invenzione del pluviometro*. Roma.

Dragoni, W. & al. 2003. Impact of climatic changes on hydrological systems: the case of Lake Trasimeno, Central Italy. *Geophysical Research Abstracts*, vol. 5. (EGS-AGU-EUG Joint Assembly). ◆



CREAMEDIA

VESIANYLYTIIKAN OSAAJA

Nab Labs on Suomen johtava teollisuuden ja ympäristönseurannan analytiikan tuottaja. Merkittävä osa vesianalytiikkaamme on akkreditoitu.

- LUONNONVEDET • JÄTEVEDET • TALOUSVEDET • PROSESSIVEDET
- KATTILAVEDET • KIERTOVEDET • UIMAVEDET • VALUMAVEDET

Tuotamme myös vesistö- ja kuormitus-tarkkailut, biologiset selvitykset sekä näytteenoton kentällä.

Lisätiedot palveluistamme:
0207 479 111 tai info@nablabs.fi



www.nablabs.fi

LIETTEIDEN KOSTEUDEN JA RAVINNEPITOISUUKSIEN MITTAUS



MARJA PALMROTH
TKT

ympäristömittausten tutkija, Oulun
yliopiston Mittalaitelaboratorio
E-mail: marja.palmroth@oulu.fi

Yhdyskuntien jätevesilietteet ovat peräisin jätevedenpuhdistamoilta sekä sako- ja umpikaivoista. Noin 10 prosenttia jätevesilietteistä tulee teollisuudesta. Vuonna 2003 jätevesilietettä syntyi 150 000 tonnia kuiva-aineksi laskettuna (Suomen ympäristökeskus, 2006). Aktiivilieteprosessi on yleisin biologinen jätevedenpuhdistusmenetelmä sekä yhdyskunta- että paperi- ja massateollisuuden jätevesille.

Lannoitelainsäädäntö määrittelee jätevesilietteiden käsittelyn ja lietteiden loppukäytön vaatimukset. Jätevesilietteet täytyy esikäsitellä ennen hyötykäyttöä termofiilisella mädätyksellä, kalkkistabiloinnilla, kompostoinnilla, termisellä kuivauksella tai muulla hyväksytyllä menetelmällä (Maa- ja metsätalousministeriö, 2006 ja 2007). Jätevesilietteiden käsittelyn kustannukset ovat huomattavat, jopa 50 prosenttia jätevedenpuhdistamon kokonaiskäyttökustannuksista (Spinosa, 2007). Maataloudessa lietteitä syntyy alkutuotannossa, esimerkiksi si-
ankasvatuksessa. Jätevesilietteitä voidaan

Jätevedenpuhdistamoilla ja maataloudessa syntyvien lietteiden kosteuspitoisuuden ja ravinnepitoisuuksien reaaliaikainen ja pikatesteillä tehtävä mittaus voi tuoda taloudellisia hyötyjä esimerkiksi lietteiden lannoitekäytössä ja energiantuotannossa. Lisäksi nämä mittaukset palvelevat ympäristön tilan seurantaa ja voivat vähentää päästöjä ympäristöön. Tässä artikkelissa tarkastellaan mittausvaihtoehtoja, erityisesti reaaliaikaisten mittausten ja pikatestien käyttöä ravinnepitoisuuksien ja kosteuden mittauksissa.

hyödyntää peltojen lannoituksessa, vi-
herrakentämisessä sekä energian tuotan-
nossa (Suomen ympäristökeskus, 2006).
Maatalouden lietteet soveltuvat samoi-
hin käyttötarkoituksiin.

Lietteiden hyötykäytön lisäämiseksi ja niiden laadun valvonnan parantami-
seksi tarvitaan uusia kenttämittausme-
netelmiä, joilla puhdistamolietteiden,
maatalouden lietteiden ja teollisuuden
lietteiden kosteus ja ravinnepitoisuu-
det voitaisiin mitata edullisesti ja luot-
tettavasti joko paikan päällä näytteestä
tai reaaliaikaisin mittauksin. Lietteiden
määrää peltohehtaaria kohti voitaisiin
joissain tilanteissa kasvattaa, mikäli sen
fosfori- ja typpipitoisuudet tunnettai-
siin luotettavasti. Lisäksi peltoon liet-
teenä levitettävien ravinteiden tarkempi
mittaaminen voisi vähentää vesistöjen
ravinnepitoisuutta tilanteissa, joissa liet-
teen ravinnepitoisuudet ovat arvioita
suuremmat, ja täten luoda edellytykset
lietteiden kestävä kehityksen mukai-
selle käytölle. Lietteen kosteuspitoisuu-
ta voidaan käyttää lietteen jälkikäsitte-
lyn sekä jätevedenpuhdistamoiden pro-
sessien optimoinnissa.

Mittausmenetelmät

Lietteiden laatua voidaan mitata opti-
sesti sekä reagenssillisilla menetelmillä.
Optiset menetelmät perustuvat valon
vuorovaikutukseen materiaalin kans-

sa sekä mittaustapahtumasta saatavaan
spektriin. Spektri on mahdollista liittää
lietteen kvantitatiivisiin ja kvalitatiivi-
isiin ominaisuuksiin. Optisia anturei-
ta käyttöönotettaessa on huomioitava
kalibrointitarve. Kalibroinnissa käytetään referenssinä laboratorioanalyysien
tietoja, jotka yhdistetään spektri-infor-
maatioon. Optisten menetelmien etu-
na on niiden halpa hinta, nopeat tu-
loket verrattuna laboratorioanalyysiin,
yksinkertainen mittaus, alhaiset käyt-
tökustannukset, monien parametrien
mittaaminen samanaikaisesti, help-
pökyttöisyys ja laitteiden sopiminen
kenttäolosuhteisiin. Ne saattavat kui-
tenkin vaatia paikallisen kalibroinnin.
Reagenssimenetelmien etuina on me-
netelmien parempi validointi, mutta ne
ovat yleisesti ottaen vaikeampia käyttää
ja tuottavat jätefraktioita.

Nykyisin standardoidut lietteen
mittausmenetelmät edellyttävät yleensä
näytteenottoa, näytteen käsittelyä,
kuljetusta sekä analysointia laborato-
rio-olosuhteissa. Näytteenotto on suu-
rin mittaustulokseen vaikuttava virhe-
lähde. Näytteen analysoinnin tulisi ta-
pahtua mahdollisimman pian näytteen-
oton jälkeen, koska näyte muuttuu säi-
lytyksen ja mahdollisen laboratorioon
kuljetuksen aikana. Jopa säilöminen pa-
kastamalla vaikuttaa lietteen laatuun.
Moniportainen näytteiden käsittely ai-

heuttaa erilaisia virhelähteitä, joiden tuloksena mittaustuloksen hajonta ja epävarmuus kasvaa. Laatumuutosten minimoimiseksi lietemittauksissa käytettävä liete tulisi tutkia nopeasti ja mahdollisimman lähellä. Vaihtoehtoina ovat pikatestit ja online-mittaus.

Online- ja kenttäkelpoiset mittausten menetelmät

Kiintoainepitoisuus

Kiintoainepitoisuuden määrittäystä voidaan vaihtoehtoisesti tehdä UV-VIS-

spektroskopian avulla, infrapuna-, ultraääni-, mikroaaltomenetelmällä tai perustuen hydrostaattiseen paineen muutokseen (Palmroth, 2008). Menetelmiä on esitelty Taulukossa 1. Huomioitavaa on, että mittausalue riippuu valitusta anturista.

Tähän mennessä kiintoaine- ja kosteusmittarien käyttö jätevedenpuhdistamoiden prosessien ohjauksessa on ollut vähäistä. Lisäksi kiintoainepitoisuutta voidaan arvioida lietteen leikkausjännitykseen tai ominaispainoon perustuen.

Ravinnepitoisuudet

Käytössä olevat maataloille tarkoitettut lietelantamittarit perustuvat pääosin näytteenottoon ja näytteen analysointiin. Lietelannan kiintoainepitoisuus ja ammoniumtyyppipitoisuus pystytään määrittämään suhteellisen luotettavasti. Kokonaistyyppä ja orgaanista tyyppä ei kuitenkaan voida määrittää yhtä luotettavasti. Lietelannan mittaustarkkuuksissa eri menetelmillä on havaittu eroja kirjallisuudessa riippuen lantatyypistä. Yleisesti ottaen sianlannan mittaukset onnistuvat pa-

Taulukko 1. Kiintoaineen mittausten menetelmiä on-line mittakaavassa.

Mittausmenetelmä	Kiintoainepitoisuuden mittausalue	Anturin käyttötapa	Mittaustarkkuus	Muuta huomioitavaa
Mikroaallot	0 – 50 %	paineelliseen putkeen	± 0,01 %	
Infrapuna	0,001 – 400 g/l	anturin upotus lietteeseen, venttiilin läpi putkeen asennettava	± 5 % mitatusta tuloksesta	Soveltuu sekä matalille että korkeille kiintoainepitoisuuksille, lietteen sähkönjohtavuus voi vaikuttaa mittaustuloksiin, lietteen lämpötilan vaikutus on kompensoitava
Lähi-infrapuna (NIR)	0,03 – 20 g/l	anturin upotus lietteeseen, venttiilin läpi putkeen asennettava	0,01 g/l	
Näkyvä valo/NIR (450 – 850 nm)	0–5 %	anturin upotus lietteeseen, venttiilin läpi putkeen asennettava, paineelliseen putkeen	ei tiedossa	Optisella menetelmällä voidaan mitata sekä sameutta että kiintoainepitoisuutta. Sen haittapuolena on näytteen värin vaikutus mittaustulokseen
Ultraääni	0 – 10 000 ppm	anturin upotus lietteeseen, venttiilin läpi putkeen asennettava, paineelliseen putkeen	ei tiedossa	ultraääni estää sensorin likaantumisen, ultraäänen aiheuttamat ilmakuplat nesteessä voivat aiheuttaa mittaustulokseen
Hydrostaattinen paine	0,5 – 5 g/cm ³	venttiilin läpi putkeen asennettava, paineelliseen putkeen	±0,0004 – 0,0016 g/cm ³	

Taulukko 2. Ravinnemittausmenetelmät maatalouden, teollisuuden ja yhdyskuntien lietteille.

Mittausparametri	Mittausten menetelmät					
	Typyksen vapautuminen hypokloriitin ja ammoniumtyypin reaktiossa	Lähi-infrapunaspektroskopia	Ioni-selektiivinen mittaaminen	Kaasu-sensitiivinen mittaaminen	Sähkönjohtavuus ja hydro-metrinen mittaaminen	Kolori-metrinen mittaaminen
Ammoniumtyyppi	lietelannalle (ei suositella Suomessa)	kaikille lietyypeille	kaikille lietyypeille	puhdistamolietyypeille	lietelannalle, mutta epäsuoria menetelmiä	kaikille lietyypeille
Kokonaistyyppi	lietelannalle (oletus, että vastaa ammonium-tyyppä)	kaikille lietyypeille	-	-	lietelannalle, mutta epäsuoria menetelmiä	kaikille lietyypeille
Liukoinen nitraatti			kaikille lietyypeille	-	-	kaikille lietyypeille
Kokonaisfosfori		kaikille lietyypeille			lietelannalle, mutta epäsuoria menetelmiä	
Liukoinen fosfori	-	-	-	-	-	kaikille lietyypeille

remmin kuin muiden lantatyypin. Mittaustarkkuutta parantavat tila- tai lantatyypin perustuvat tai maakunta-kohtaiset erilliset kalibroinnit. Lietteille pikatestejä on käytetty vähemmän kuin lantanäytteille. Sen sijaan niiden käyttö on yleistä jätevedelle. Pikatestien avulla voidaan parantaa lannoituksen optimointia merkittävästi, vaikka niiden tarkkuus onkin heikompi kuin laboratoriotestien.

Nähtävissä oleva maatalojen ja jätevedenpuhdistamoiden koon kasvu saattaa lisätä reaaliaikaisten mittausten suosiota. Esimerkiksi suurelle sikatilalle tällaisten mittausten tekeminen voi antaa kilpailuetuja ja vaikuttaa ympäristölupien saantiin myönteisesti. Uusien innovaatioiden leviämistä on kuitenkin vaikea arvioida. Pitkällä tähtäimellä asiakkaille tärkeintä saattaa olla mittausten vaatima aika, joka on minimoitava, ja mittausten yksinkertaisuus.

Taulukossa 2 on esitetty mahdollisia mittausten menetelmiä lietteiden ravinnepitoisuuksille. Kolorimetriset menetelmät ovat helppokäyttöisiä ja analyysi kestää maksimissaan 10 minuuttia. Mittauksia voidaan tehdä näytteeseen hetkeksi laitetuilla testiliuskoilla ja vedelle tarkoitettuilla kyvetitesteillä näytettä esilaimentaen. Valmistajien mukaan kyvetitestit ovat tarkempia kuin liuskatestit. Toisaalta testiliuskojen käyttöä kenttämittauksissa puoltaa niiden käyttömukavuus. Liuskatestejä on käytetty muun muassa kompostin kypsytyksen mittaamiseen nitraatti- ja ammoniumtyyppien suhteesta (Itävaara et al. 2006). Ioniselektiiviset elektrodit soveltuvat hyvin kenttäkäyttöön, mutta vaativat joka kerta kalibroinnin kalibrointiliuskoilla. Tämä seikka saattaa vähentää niiden leviämistä laboratoriodien ulkopuolelle. Lähi-infrapunaspektroskopiaa (NIR) on testattu lähinnä lietelantanäytteille, mutta on syytä olettaa sen soveltuvan myös puhdistamolietteiden mittauksiin. Saksalainen Zunhammer GmbH on kehittänyt lietelantavaunuun kiinnitettävän NIR-sensorin. Tuote on tällä tietoa tulossa markkinoille vuonna 2008. NIR-menetelmät vaativat aina kalibroinnin, jota on myös tarkistettava säännöllisesti. NIR-spektrometrien hinta on yhä melko korkea. Tosin maatalojen ja jäteve-

denpuhdistamoiden koko on kasvussa ja hyödyt lietelannan jatkuvassa mittauksessa näkyvät sekä ympäristöseikoissa että tarkemman lannoituksen aikaansaamassa sadon kasvussa. Ravinteiden kokonaispitoisuuksia voidaan määrittää näiden lisäksi esimerkiksi *laser induced breakdown*-spektroskopian avulla, mutta menetelmää on tähän mennessä testattu vain maanäytteille. Tämä menetelmä soveltuisi myös raskasmetallipitoisuuksien online-mittaukseen.

Lietemittaukset Mittalaitelaboratoriossa ja tulevat tutkimustarpeet

Artikkelissa esitetyt tiedot on saatu kirjallisuusselvityksessä, joka on tehty Tekesin EU:n rakennerahastovaroin rahoittamassa LIEMI-hankkeessa. Hanke kuuluu Tekesin Vesi-ohjelmaan. LIEMI-hankkeeseen ovat Oulun yliopiston Mittalaitelaboratorion ohella osallistuneet myös Metso Automation, UPM Kymmene, Milston, Helsingin Vesi ja Vesihuoltolaitosten kehittämishankkeeseen. LIEMI on esiselvitys yhdyskuntien, maatalouden ja teollisuuden lietteiden mittaamisesta optisin menetelmin, joko pikatestein tai reaaliaikaisiin mittauksiin. Visiona on lietteen ja lietteestä puristetun suodoksen kosteuspitoisuuksien ja ravinnepitoisuuksien karakterisointi kenttäkelpoisella optisella mittalaitteella. Tämän ensimmäisen esiselvitysprojektin aikana Mittalaitelaboratorio tekee kokeita laboratoriomittakaavassa. Tehtäväpaketeissa käytetään sekä pikatestejä että online-kelpoisia menetelmiä. Pikatesteistä käytössä on näyteliuskatestejä ja sähkökemiallisia elektrodeja. Mittauksia tehdään myös mikroaalto- ja lähi-infrapuna-alueilla. Näiden kokeiden perusteella päätetään jatkoprojektin suuntaus: mittausten menetelmä ja mitattavat laatuparametrit. Projektin aikana hankittu osaaminen tarkoituksena on mahdollistaa etenevä minen varsinaiseen lietteen laadun mittalaitteen rakentamiseen seuraavassa tutkimusprojektissa.

Tutkimus on tähän mennessä tuonut esiin tarpeen mitata puristetun lietteen kosteuspitoisuutta, jotta sen energiakäyttö (poltto ja mädätys), itse puristusprosessi ja lietteen ter-

minen kuivaus voitaisiin optimoida. Lisäksi kasvualustoja valmistavilla ta- hoilla on tarve tietää kunkin myytävän erän eloperäisen aineksen pitoisuus eli paljonko sen hehikutushäviö on, jotta seokseen lisättävän hiekan määrä voidaan laskea. Tavoiteltu seossuhde riippuu kasvualustan käyttötarkoituksesta. Mittaustuloksen saaminen laboratorios- ta kestää useita viikkoja, joten ajantasaisesta mittaustiedosta olisi hyötyä.

Lietteen ravinnepitoisuuksien mittaaminen lannoitusmäärien säätämiseksi luo myös kysymyksen, ovatko peltomaan ravinnepitoisuudetkaan samat yhden pellon sisällä. Täten myös maan ravinnepitoisuuksien reaaliaikaiselle mittaamiselle on tarvetta. Ravinnepitoisuuksien määrittämiseen online-menetelmät ovat yhä liian kalliita, ehkä lukuun ottamatta hyvin suuria yksiköitä, kuten suurkaupunkien jätevedenpuhdistamoiden lietteenkäsittely-yksiköitä tai suuria lietelannan mädättäjäitä. Täten pikatesteillä on hintansa puolesta paremmat edellytykset yleistyä ravinnemittauksissa, mutta niiden yleistymistä vaikeuttaa niiden monivaiheisuus.

On-line- ja pikatestien tulevaisuuden kannalta tutkimuksen tulisi jatkossa ottaa huomioon koko EU:n sisäinen lieteanalyyysien standardointi sekä maailmanlaajuiset alan standardointihankkeet.

Kirjallisuus

- Itävaara M, Vikman M, Kapanen A, Venelampi O, Vuorinen A. Kompostin kypsyystesti, menetelmäohjeet. VTT Tiedotteita 2006(2351).
Maa- ja metsätalousministeriö (2006) Lannoitevalmistelaki 539/2006.
Maa- ja metsätalousministeriö (2007) Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteita koskevan toiminnan harjoittamisesta ja sen valvonnasta 657/01/2007. Annettu 13.02.2007
Palmroth, M. 2008. Yhdyskuntien, maatalouden ja teollisuuden lietteiden mittaaminen optisilla menetelmillä. Mittalaitelaboratorion raportti 08-04. Oulun yliopisto 5.9.2008.
Spinosa, L. (2007) Sludge minimisation: a fundamental part of wastewater management. Water21 2007(December), 27-27.
Suomen ympäristökeskus (2006) Yhdyskuntien jätevesiliitteet. Viitattu 16.9.2008.
<http://tiny.cc/YFwPF>

LIUKOINEN FOSFORIKUORMITUS KURIIN SUORAKYLVÖPELLOILLA



PAULA MUUKKONEN
MMM, tutkija
Helsingin Yliopisto
E-mail: paula.muukkonen@vesiensuojelu.fi

HELINÄ HARTIKAINEN
MMT, maaperä- ja ympäristötieteen
professori
Helsingin Yliopisto

LAURA ALAKUKKU
MMT, maatalouden ympäristötekniikan
professori
Helsingin Yliopisto

Suorakylvön avulla voidaan vähentää tehokkaasti maa-aineksen ja siihen sitoutuneen fosforin huuhtoutumista pelloilta vesistöihin. Liukoisen fosforikuormitusriskin kasvu koetaan kuitenkin ongelmaksi. Fosforin kertymistä pellon pintakerrokseen voidaan ennaltaehkäistä optimoimalla lannoitus kasvien tarvetta vastaavaksi ja kalkitsemalla pinnastaan happamia suorakylvöpeltoja. Myös kalkkipitoisen kuitulietteen pintalevitys on lupaava menetelmä, jolla voitaisiin vähentää liukoisen fosforin kuormitusriskiä.

Pelloilta tulevan fosforikuormituksen vähentämisessä on kahdenlaisia haasteita. Eroosiota ja maa-ainekseen sitoutuneen fosforin kuormitusta voidaan vähentää tehokkaasti pitämällä pellot nurmiviljelyssä tai ympärivuotisen kasvipeitteen peitossa. Suorakylvö, jossa siemenet ja lannoitteet levitetään muokkaamattomaan maahan, onkin kasvattanut suosiotaan viime vuosina. Muokkaamattomuus voi kuitenkin johtaa liukoisen fosforikuormitusriskin kasvuun, kun lannoitteiden, lannan ja kasvintähteiden fosforia kertyy pellon pintakerrokseen kasvattaen fosforia sitovien alumiini- ja rautaoksidien kyllästysastetta. Kyllästysasteen kasvu puolestaan lisää fosforin liukoisuutta. Partikkelimaista ja liukoista fosforikuormitusta on näin

ollen vaikea vähentää samaan aikaan. Jotta kasvipeitteisyydestä ja suorakylvöstä saataisiin paras hyöty, fosforin kertymistä ja sen liikkeellelähtöä pellon pintakerroksesta tulisi ehkäistä. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT) ja Helsingin yliopiston kolmevuotisessa yhteistyöhankkeessa etsittiin keinoja tehostaa suorakylvön ympäristöstävällisyyttä.

Teollisuuden sivuvirrat hyötykäyttöön

Suomen puu- ja paperiteollisuuden jätevedenpuhdistuksessa syntyy sivutuotteena vuosittain yli miljoona märkätönniä kuitumaista lietettä, joka sisältää muun muassa ligniiniä, tanniinia ja selluloosaa. Kuitulietteen jatkokäyttöön ja kierrätykseen on alettu kiinnittää huomiota vasta viime vuosikymmeninä. Nykyään puumainen kuitu käytetään pääosin kaatopaikkojen pintamateriaalina ja tierakenteissa, kun taas päällystettävän paperin ja kartongin valmistuksessa syntyvä kalkkipitoinen kuituliete (Kuva 1) ei sovellu näihin käyttötarkoituksiin. Sen käyttöä peltojen kaatteenä tutkittiin alun perin MTT:ssa (Aura ym., 2006) ja tulokset olivat lupaavia. Kuitulietteen todettiin vähentävän peltovalumavesien sameutta ja fosforipitoisuuksia. Auran ym. (2006) aloittamia tutkimuksia jatkettiin tässä projektissa muun muassa kuidun vaikutusajan selvittämiseksi.

Savipellot fokuksessa

Tutkimukseen otettiin maanäytteitä kahdelta savipelloilta. Pelloilla oli sekä



Kuva 1. Kalkkipitoista paperiteollisuuden kuitulietettä maasylinlerin pinnalle levitettynä.

suorakylvettyjä, sänkimuokattuja että kynnettyjä lohkoja, jotka olivat olleet kyseisessä käsittelyssä vähintään viiden vuoden ajan. Osa lohkoista oli kalkittu kuusi kuukautta ennen näytteenottoa ($7 \text{ t CaCO}_3 \text{ ha}^{-1}$) ja osa oli kalkitsemattomia. Lisäksi osalle lohkoista oli levitetty kuitulietettä ($10 \text{ t CaCO}_3 \text{ ha}^{-1}$) seitsemän vuotta ennen näytteenottoa, verranneruutujen ollessa ilman kuitulisäystä. Tutkimuksessa selvitettiin myös miten maanäytteiden pinnalle lisätty tuore kuituliete vaikutti viikon muhituksen maan valumaveden laatuun. Muokkausmenetelmien ja kalkitus- ja kuitulietekäsittelyjen vaikutusta maan ominaisuuksiin ja valumaveden laatuun tutkittiin häiriintymättömien maapatsaiden ($0 \dots 5 \text{ cm}$ ja $0 \dots 20 \text{ cm}$) ja kerroksittain otettujen maanäytteiden avulla. Maa-aineksen fosforikuormitusriskiä tutkittiin kahdella eri mene-

telmällä: uuttamalla vedellä (uuttosuhde 1:50) sekä viljavuusanalysissä käytettävällä ammoniumasetaatilla (uuttosuhde 1:20, uuttoliuoksen pH 4,65). Maapatsaat kyllästettiin deionisoidulla vedellä tai niitä sadetettiin (5 mm h^{-1}) ja valumavedet kerättiin talteen analysointia varten.

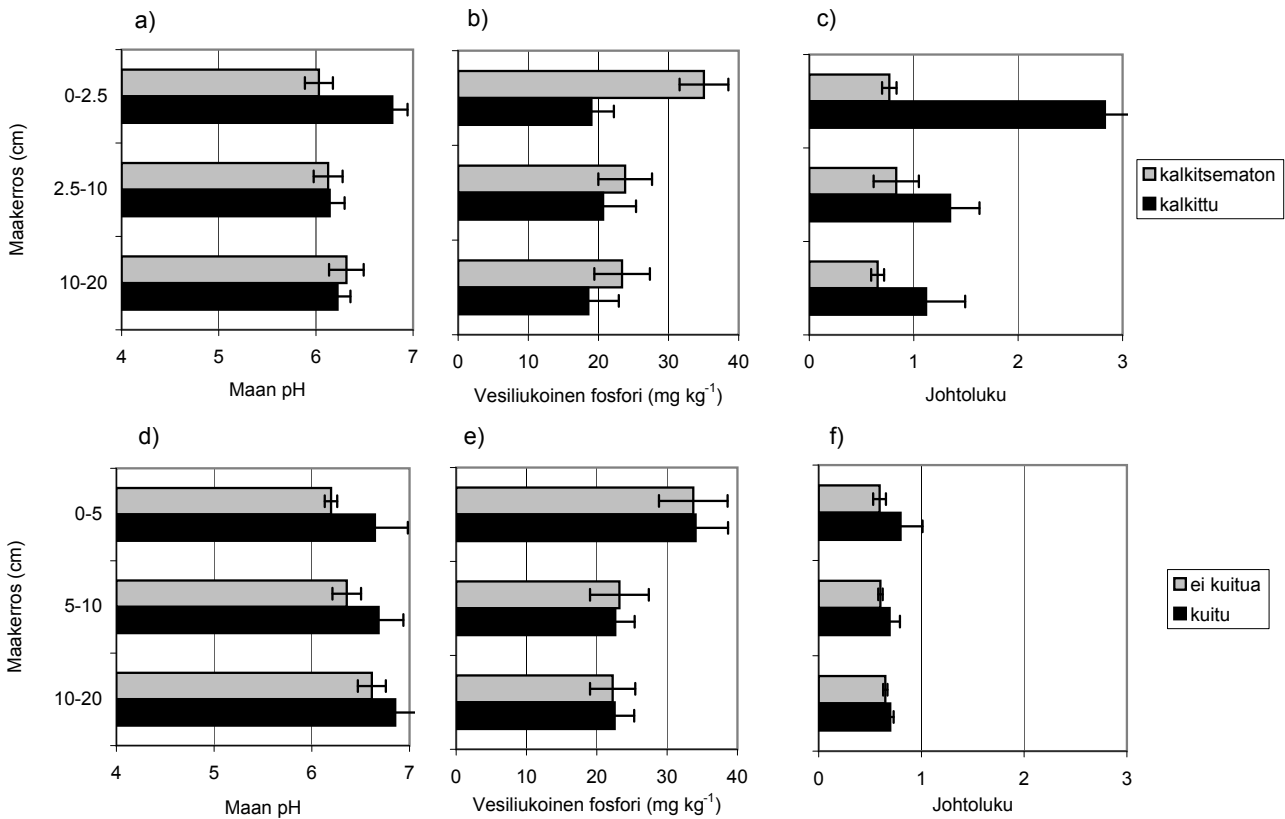
Suorakylvetyillä pelloilla selvät gradientit

Kaikille suorakylvölohkojen ruokamultakerroksille olivat ominaisia selkeät fosforigradientit pintakerroksen ja syvempien kerrosten välillä (Kuvat 2b ja 2e). Ne johtuivat muokkaamattomuuden aiheuttamasta kasviaineksen kertymisestä pintaan ja kalkitsemattomilla lohkoilla myös happamoitumisesta (Kuvat 2a ja 2d), joka aiheutui pintamaahan kertyneen ammoniumtyypen nirtifiikaatiosta. Alhainen pH edistää fosfo-

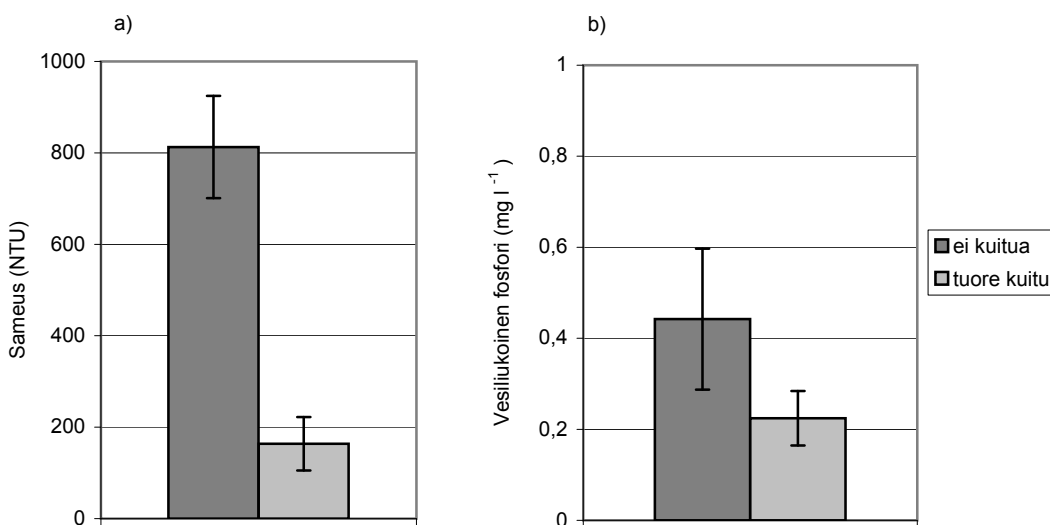
rin pidättymistä maa-ainekseen ja vähentää sen käyttökelpoisuutta kasveille. Sänkimuokatuilla lohkoilla gradientit olivat loivempia, ja kynnessä pitoisuuksia muokkauskerroksessa ei havaittu lainkaan. Kalkituilla suorakylvölohkoilla pintamaan pH oli selkeästi korkeampi kalkitsemattomiin lohkoihin nähden (Kuva 2a) ja kuitukäsitellyillä lohkoilla-kin oli vielä seitsemän vuoden jälkeen nähtävissä kuitulietteen pH:ta nostava vaikutus (Kuva 2d).

Avainsanoina johtoluku ja kalkitus

Kaikilla suorakylvölohkoilla oli yhtä paljon kokonaisfosforia, mutta korkeammasta pH:sta huolimatta vesi uutti kalkittujen lohkojen pintakerroksesta vähemmän fosforia kuin kalkitsemattomista (Kuva 2b). Pienempi uuttuvuus johtui todennäköisesti kalkituksen ai-



Kuva 2. Kalkituksen ja kuitulietekäsittelyn vaikutukset suorakylvetyn maan pH:hon (a ja d), vesiliukoisen fosforin pitoisuuteen (b ja e) sekä johtolukuun (c ja f) eri maakerroksissa. Huomaa erilaiset maakerrokset kalkitus- ja kuitukäsittelyissä. Kalkitsematon: ruudut kalkittu vuonna 1983, kalkittu: ruudut kalkittu 6 kk ennen näytteenottoa (7 t CaCO₃ ha⁻¹), ei kuitua: maahan ei lisätty kuitua missään vaiheessa, kuitu: tuoretta kalkkipitoista kuitulietettä lisätty näytteen pinnalle 10 t CaCO₃ ha⁻¹ vastaava määrä ja muhitettu viikon ajan ennen sadetuskäsittelyä. Janat kuvaavat keskiarvojen tilastollista merkitsevyyttä (p=0,05).



Kuva 3. Tuoreen kuitulisäyksen vaikutus suorakylvettyjen, 0...5 cm maapatsaiden (n= 8) läpi tulleiden valumavesien a) sameuteen ja b) vesiliukoisen fosforin pitoisuuteen. Ei kuitua: maahan ei lisätty kuitua missään vaiheessa, tuore kuitu: tuoretta kalkkipitoista kuitulietettä lisätty näytteen pinnalle 10 t CaCO₃ ha⁻¹ vastaava määrä ja muhitettu viikon ajan ennen sadetuskäsittelyä. Janat kuvaavat keskiarvojen tilastollista merkitsevyyttä (p=0,05).

heuttamasta suuremmasta kalsiumpitoisuudesta ja johtoluvusta (Kuva 2c). Molemmat tekijät vaikuttavat fysikaalis-kemiallisten mekanismien kautta maan hiukkaspintojen ominaisuuksiin ja ”työntävät” fosforia hiukkaspinnoille (Barrow ja Shaw 1979). Tällöin fosforia ei irtoa maa-aineksesta vesiuuton aikana yhtä paljon kuin ionivahvuuden ollessa alhaisempi. Pintamaan johtoluvun ja kalsiumpitoisuuden kasvattamisella voidaan näin ollen vähentää fosforin irtoamista maa-aineksesta ja tällä tavoin alentaa liukoisen fosforin kuormitusriskiä suorakylvetyssä maassa.

Korkean johtoluvun vaikutus näkyi myös maapatsaiden läpi valuneen veden laadussa; kalkituilla lohkoilla valumaveden liukoisen fosforin pitoisuus oli alhaisempi kalkitsemattomiin lohkoihin verrattuna (Muukkonen ym. 2007b). Kuitulietteilä ei ollut enää seitsemän vuotta levityksen jälkeen vaikutusta maan vesiliukoisen fosforin pitoisuuteen tai johtolukuun (Kuvat 2e ja 2f) eikä valumavesien fosforipitoisuuksiin. Kun maapatsaiden pinnalle lisättiin tuoretta kuitulietettä, valumavesien sameus ja fosforipitoisuudet kuitenkin vähenivät selkeästi (Kuva 3). Kuitu ilmeisestikin toimi maan pinnalla katteena, joka vähensi sadepisaroiden iskujen hajottavaa vaikutusta. Todennäköisesti tuore kuitu oli myös stimuloinut mikrobien kasvua maanäytteiden pintakerroksessa ja niiden erittämät lima-aineet stabiloineet muruja vähentäen näin valumaveden sameutta.

Valumaveden suodattaminen tehokas keino vähentää huuhtoutumista

Suorakylvöpeltoilta huuhtoutuu yleensä enemmän liukoista fosforia kuin kynnetyiltä, etenkin jos pintavalunnan osuus kokonaisvalunnasta on suuri ja fosforin kertymistä pintaan on tapahtunut. Tässä tutkimuksessa suorakylvetyiltä ja kynnetyiltä pelloilta otettujen maapatsaiden läpi tulleen valumaveden liukoisen fosforin pitoisuudet olivat samansuuruisia (Muukkonen ym. 2008). Tähän vaikutti todennäköisesti veden tasainen suodattuminen joko 0...5 cm tai 0...20 cm maakerroksen läpi. Pellolla tilanne voi olla hyvin erilainen, mikäli valumavesi liikkuu pelkäs-

tään fosforirikkaan pintakerroksen päällä imeytymättä maahan. Tulos vahvisti käsitystä, että maan rakennetta ja veden imeytymistä maahan tulisi parantaa kaikin tavoin, jotta veden mukana liikkuva fosfori saataisiin pidättymään maahan.

Tarkkuutta riskikartoitukseen

Tässä tutkimuksessa fosforin kertymistä kuvasi parhaiten kerroksittaisista maanäytteistä tehty vesiuutto. Viljavuusutolla ei saatu yhtä selkeästi näkyviin fosforin kertymistä suorakylvettyjen lohkojen pintakerrokseen, sillä uuttonesteen korkea suolapitoisuus ja alhainen pH (4,65) vähensivät maahiukkasiin sitoutuneen fosforin irtoamista uuton aikana. Vesiuuttoa sen sijaan uuttaa fosforia maan omassa pH:ssa, joten sen tulos kuvaa paremmin maan fosforikuormitusriskiä kuin ammoniumasettiuttoa. Uuttosuhdetta kasvattamalla saadaan myös kuva maa-aineksen fosforinluovutuskapasiteetista sen joutuessa pellolta vesistöön (Hartikainen 1991; Muukkonen ym., 2007a). Muokkauskerroksesta tehtyä viljavuusanalyysiä voidaan käyttää viljelykasvien lannoitustarpeen arvioimiseen, mutta maan pintakerroksesta tehty vesiuutto on luotettavampi keino määrittää etenkin nurmien ja suorakylvöpeltojen fosforikuormitusriskiä.

Uudet ja vanhat keinot käyttöön

Suorakylvöpeltojen liukoisen fosforin huuhtoumien ja kuormitusriskin pienentäminen on monen tekijän summa. Lannoitukseen on kiinnitettävä enemmän huomiota kuin kyntöpeltoilla, sillä pienetkin ylimäärät kertyvät muokkaamattomuuden seurauksena pellon pintakerrokseen. Ravinnetaset ovat tehokas tapa seurata peltoon lisättyjen ja sieltä poistuvien ravinteiden suhdetta. Satoja ja ravinteiden hyväksikäyttöä tulisi parantaa, jotta peltoon lisätyt ravinteet tulisivat tehokkaasti hyödynnetyiksi. Kalkituksen merkitys korostuu suorakylvössä, jossa maan pintakerroksen happamoituminen vähentää fosforin käyttökelpoisuutta kasveille.

Maan rakennetta tulisi vaalia niin suorakylvö- kuin kyntöpeltoillakin; mitä tehokkaammin vesi imeytyy maahan,

sitä pienemmäksi jää fosforia pintakerroksesta uuttavan pintavalunnan osuus. Sängen ja kateaineiden avulla voidaan vähentää sadepisaroiden iskujen maapartikkeleita hajottavaa vaikutusta ja kuitulisäyksillä ja kalkitusaineilla voidaan edistää maamurujen flokkuloitumista ja vähentää fosforin irtoamista maa-aineksesta valumaveden mukaan pellolla.

Tämän tutkimuksen perusteella kuidun vaikutus valumavesiin kestää pellolla ainakin 5...6 vuotta, jonka jälkeen uusi kuitulisäys on tarpeen. Kuituliete on kuitenkin analysoitava tarkasti ennen levitystä; sen kalkitusvaikutus samoin kuin johtolukua kasvattava vaikutus voi vaihdella erästä toiseen. Kuitu voi mikrobiologisesti hajotessaan sitoa maan liukoisen fosforin lisäksi myös tyyppiä ja siten periaatteessa pienentää kasvien käytössä olevia ravinnevaroja. Todennäköisesti tämä vaikutus ulottuu vain ylimpään maakerrokseen, jossa juuristoa on hyvin vähän. Kuitulisäyksen vaikutuksia satoihin olisi kuitenkin syytä selvittää pelto-olosuhteissa.

Kirjallisuus

- Aura, E., Saarela, K. & Rätty, M., 2006. Savimaiden eroosio. MTT:n selvityksiä 118. 32 s.
- Barrow, N.J. & Shaw, T.C., 1979. Effects of ionic strength and nature of the cation on desorption of phosphate from soil. *Journal of Soil Science* 30, 53–65.
- Hartikainen, H., 1991. Potential mobility of accumulated phosphorus in soil as estimated by the incides of Q/I plots and by extractant. *Soil Science* 152, 204–209.
- Muukkonen, P., Hartikainen, H., Lahti, K., Särkelä, A., Puustinen, M. & Alakukku L., 2007a. Influence of no-tillage on the distribution and lability of phosphorus in Finnish clay soils. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 120, 299–306.
- Muukkonen, P., Hartikainen, H. & Alakukku, L., 2007b. Effect of tillage and liming on the water-soluble phosphorus in the clay soil fields. Teoksessa: Hechrath, G., Rubæk, G.H., Kronvang, B. (toim.) *Diffuse phosphorus loss. Risk assessment, mitigation options and ecological effects in river basins. The 5th international phosphorus workshop. 3–7 September 2007 in Silkeborg, Denmark. DJF Plant Science* 130, 111–114.
- Muukkonen, P., Hartikainen, H. & Alakukku, L., 2008. Effect of soil structure disturbance on erosion and phosphorus losses from Finnish clay soil. *Soil & Tillage Research. Hyväksytty käsikirjoitus.* ♦

VESIALAN STRATEGISIA KYSYMYKSIÄ RUOTSISSA

Ruotsissa on 290 kuntaa, jotka kaikki kahta lukuun ottamatta ovat Ruotsin vesi- ja viemärlaitosyhdistyksen (Svenskt Vatten) jäseniä. Riippumatta vesihuoltolaitosten organisoinnista, niiden hallitus koostuu poliitikoista. Joissakin harvinaisissa tapauksissa hallitukseen kuuluu myös avustava virkamies. Svenskt Vatten on vuosina 2007-2008 tehnyt onnistuneen panostuksen kehittäessään uudenlaista koulutusta vesihuoltolaitosten johtajille ja hallituksen jäsenille.



ROGER BERGSTRÖM
Toimitusjohtaja 31.12.2008 saakka
Ruotsin vesi- ja viemärlaitosyhdistys
E-mail: roger.bergstrom@svenskvtvatten.se



Svenskt Vattenin jäsenten toiminta on organisoitu seuraavasti: 252 kunnallista vesihuoltolaitosta, 8 kuntien yhteistä laitosta ja 52 kunnan omistamaa yhtiötä. Jäsenten lukumäärä ylittää kuntien lukumäärän, koska joissakin kunnissa on omat erilliset organisaationsa talousvesihuoltoon ja jätevedenpuhdistukseen.

Svenskt Vatten näkee suotavana, että jäsenet tekisivät enemmän yhteistyötä ja muodostaisivat alueellisia organisaatioita saaden monia hyötyjä lisääntyvistä resursseista. Suurempi koko toisi joustavuutta taloussuunnitteluun, kustannussäästöjä skaalaetujen avulla, enemmän osaamista ja ammattitaitoa sekä enemmän mahdollisuuksia ottaa käyttöön uusia teknisiä ja hallinnollisia järjestelmiä. Myös uusien työntekijöiden rekrytointi helpottuisi, koska suurempi organisaatio pystyy tarjoamaan mielenkiintoisempia työtehtäviä ja parempia etenemismahdollisuuksia uralla.

Seminaareja poliitikoille

Svenskt Vatten pitää omien jäsenlaitosten luottamushenkilöitä avainhenkilöinä vaikutettaessa vesihuollon edistämiseen paikallisesti ja alueellisesti. Vuoden 2006 vaalien jälkeen monien vesilaitosten hallituksen kokoonpanot muuttuivat. Niinpä yhdistys valmisti erityisen kurssimateriaalin käytettäväksi alueellisissa seminaareissa, joihin kutsuttiin poliitikkoja vesihuoltolaitosten lautakunnista ja hallituksista. Seminaariohjelma koostui seuraavista pääkohdista:

- vesi ja politiikka
- vesialan lainsäädäntö
- vesihuoltolaitosten talous
- tunnusluvut ja niiden vertailu (benchmarking)

Seminaarissa käytiin läpi myös perusteita vesihuoltolaitoksen verkostoista, jätevesien käsittelystä ja ympäristönsuojelusta sekä annettiin tietoa palveluista, joita Svenskt Vatten tarjoaa jäsenkunnalleen.

Osallistujien erityisistä mielenkiinnon kohteista voidaan mainita mm:

- taksat ja maksut, vesihuoltolaki, talous, toiminnan tehostaminen
- ympäristö, ilmastonmuutoksen vaikutukset, energiatehokkuus, suoja-alueet

- laitosten investoinnit ja käyttö
- asiakaspalvelu
- verkostojen uudistamisstrategiat
- tutkimus ja kehitystoiminta

Tähän mennessä noin 300 luottamushenkilöä on osallistunut seminaareihin, ja yhdistyksemme on saanut paljon positiivista palautetta osallistujilta. Samanaikaisesti Ruotsi on saanut 300 oppinutta vesihuollon ”lähettilästä”, joilla on lisäksi laaja kontaktiverkosto valtionhallinnossa.

Suunnitelmassa jatkokurssit

Jäsenistömme pyynnöstä olemme alkaneet suunnitella jatkokursseja, joka syventäisi osallistujien seminaareissa hankittua perusosaamista ja keskittyisi moniin vesihuoltolaitosten hallinnon ja johtamisen tärkeisiin kysymyksiin. Tällaisen kurssin lähtökohdaksi voitaisiin ottaa yhteenvedoista tärkeistä yhteiskuntaan vaikuttavista teemoista kuten politiikka, talous, markkinavoimat, media, sosiaaliset kysymykset, tutkimus ja kehitys, ekologia ja lainsäädäntö. Sitä seuraisivat aiheet, jotka koskettavat läheisesti vesi- ja viemärlaitostointia: omistajan näkökulma, asiakkaat, alihankkijat, kilpailijat, kilpailuedut jne. Lopuksi annettaisiin katsaus tärkeimpiin oman organisaation ulkopuolisiin strategisiin kysymyksiin. Niistä olemme laatineet muutamia otsikoita, jotka valaisevat vesi- ja viemärlaitosten toimintaan vaikuttavia tekijöitä ulottuen vuoteen 2015.

Globaalit haasteet

- YK:n vuosituhtavoitteet
- kehitysmaiden valtavat haasteet puhtaan juomaveden ja sanitaation järjestämiseksi
- puhtaan juomaveden puute voi aiheuttaa levottomuuksia ja jopa sotiä. Tämän ratkaisu edellyttää paljon uusia vientiprojekteja.
- osaamisen kansainvälinen jakaminen, leading edge –konferenssit eri alueilla

Euroopan unioni

- lainsäädännön muuttuminen paikallisesta ja kansallisesta EU-tasolle
- kansalliset ja kansainväliset vesialueet Euroopassa

- EU-lainsäädännön kehittämistyö vesilaitoksille
- työ EUREAU:ssa
- vaikuttaminen Ruotsin EU-puheenjohtajakaudella 2009

Kansallisen tason haasteet

- tarve sopeuttaa vesi- ja viemärlaitosten toiminta muuttuvaan ilmastoon
- vesihuoltoverkostojen uusimisstrategioiden edistäminen
- uusi lainsäädäntö kunnallisista hankinnoista vaatii tukea Svenskt Vattenilta
- vesihuoltolaitosten ja tutkimuslaitosten lisäpanostukset tutkimus- ja kehitystoimintaan Ödegaardin raportin pohjalta
- lisääntyvä tarve ottaa osaa IWA:n ja NORDIWA:n toimintaan, syvenevä yhteistyö Tanskan, Suomen, Norjan ja Islannin sisaryhdistysten kanssa
- läheisempi yhteistyö Svenskt Vattenin jäsenistön ja ympäristötekniikan yritysten välillä
- lisääntyvä tarve kehittää uutta tekniikkaa toiminnan automatisoimiseksi, tehostamiseksi ja ympäristöystävällisyyden lisäämiseksi

Paikalliset kysymykset

- omistajakysymykset; omistajaohjaus, tuottovaatimukset, toiminnanohjaus, yhteistyö
- vesihuollosta vastaavien tulisi nostaa tärkeät kysymykset kuten vesipuidirektiivi ja vesiensuojelusuunnitelmat kuntien poliittisen tason tietoisuuteen
- monopolitilanne velvoittaa tehostamaan toimintaa benchmarkingin avulla
- sähkön kohoava hinta ja ympäristönsuojelutavoitteet vaativat parantamaan energiatehokkuutta, lisäämään biokaasun tuotantoa sekä hyödyntämään enemmän prosessien hukkalämpöä
- liiketoiminnan kehittäminen: uusia toimintoja kuten biokaasu ajoneuvokäytössä, ravinteiden kiertäys jätevesistä, vesilaitosratkaisut rakennemuutosalueilla
- lisääntyvät uhkat raakaveden laadulle

- aktiivinen työskentely lääkeainejäämien ja muiden haitallisten kemikaalien poistamiseksi jätevedestä jo ennen jätevedenpuhdistamoa
- henkilöstöresurssien suunnittelun ottaminen huomioon rekrytoinnissa ja osaamisen siirtäminen
- asiakkaan näkökulma: Tilaa tulisi nähdä asiakkaana, joka asettaa selkeitä vaatimuksia toimitusvarmuudelle, laadunvarmistukselle ja tiedotukselle
- henkilöstöpolitiikka: Kuinka houkutteleva työnantaja on? Osaamisen kehittäminen, työympäristö, työyhteisön ilmapiiri ja viihtyvyys sekä mahdollisuudet henkilökohtaiseen kehittämiseen
- tiedottaminen:
 - Viestintäsuunnitelman kehittäminen vesihuoltolaitoksille.
 - Henkilöstön kouluttaminen todellisia oloja vastaavissa tilanteissa tapahtuvien harjoitusten avulla ennen kuin tositilanne sattuu kohdalle

Edellä on tarkasteltu kuinka olemme Ruotsissa vieneet läpi ensimmäisen osan vesihuoltolaitosten hallinnon edustajien koulutusta ja valmistelleet siihen liittyvää jatkokoulutusta. Olosuhteet eivät ole aivan samanlaiset kaikissa Pohjoismaissa esimerkiksi vesihuoltolaitosten määrän ja niiden hallinnon suhteen. Syyskuussa yhteiseen tapaamiseen Wieniin kokoontuneet pohjoismaisten vesilaitosyhdistysten hallitukset kuitenkin tunnustivat, että maidemme vesihuoltolaitosten kohtauksissa haasteissa on paljon yhtäläisyyksiä ja että voisimme suuresti hyötyä syvemmästä kansallisista rajat ylittävistä yhteistyöstä.

Kun vuodenvaihteessa omasta pyynnöstäni jättäydyn pois Svenskt Vattenin toimitusjohtajan tehtävästä, haluan ilmaista lämpimät kiitokset kaikille pohjoismaisille kollegoilleni hyvin positiivisesta ja avoimesta yhteistyöilmapiiristä ja toivottaa teille menestystä jatkossa. Seuraajani on Lena Söderberg, jolla on laaja kokemus eri aloilta ja hän on toiminut useita vuosia toimitusjohtajana KRAV:ssa, yhdistyksessä, joka edistää ekologista tuotantoa ja kuluttamista ekologisten elintarvikkeiden avulla. ♦

Vesi- ja viemärlaitosyhdistykselle uusi toimitusjohtaja

Vesi- ja viemärlaitosyhdistyksen (VVY) hallitus on valinnut kokouksessaan uudeksi toimitusjohtajaksi tekniikan tohtori Osmo Seppälän. Tehtävän vastaanottamisen ajasta sovitaan myöhemmin. Seppälä siirtyy VVY:een Espoon Veden toimitusjohtajan tehtävistä. Hän on työskennellyt aikaisemmin eri tehtävissä muun muassa FCG Planeko Oy:ssä ja Tampereen teknillisessä yliopistossa.

VVY:n nykyinen toimitusjohtaja Rauno Piippo siirtyy keväällä eläkkeelle.



Olli Varis nimettiin TKK:n vesitalouden professoriksi

Teknillisen korkeakoulun hallitus on nimittänyt tekniikan tohtori Olli Variksen pysyvästi Vesitalouden professorin virkaan 1. tammi-kuuta 2009 alkaen. Hän on toiminut pääasiassa TKK:ssa vuodesta 1984 alkaen, ja työhön on sisällynyt laajasti myös kansainvälisiä tehtäviä.

Varis keskittyy tutkimukseen veden ja kehityksen yhteyksiin. Hänen työryhmänsä on osallistunut aktiivisesti alan tutkimus- ja koulutustoimintaan kehitysmaissa ja alan keskeisten kansainvälisten järjestöjen aktiviteetteihin. Suurin osa tutkimuksesta fokuoittuu tällä hetkellä Aasiaan. Olli Varis vastaa lisäksi TKK:n Sustainable Global Technologies-koulutusohjelmasta.



▶ AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT



MISO
MIPRO
Vesihuollon asiantuntija

Katso lisää osoitteessa www.mipro.fi



Vesihuollon
monipuolinen
yhteistyökumppani

SLATEK
www.slatek.fi



Liiketoimintaa
tehostavat
IT-kokonaisratkaisut
vesi- ja jätehuoltoon.

www.logica.fi

▶ JÄTEVESIEN- JA LIETTEENKÄSITTELY

Hydropress Huber Ab



Kaikki laitteet mekaaniseen jäteveden-
käsittelyyn:

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

Tulkinkuja 3, 02650 ESPOO,
puh. 0207 120 620, fax 0207 120 625
info@hydropresshuber.fi, www.hydropresshuber.fi



- KVR-, kokonais- ja koneistourakointi
- Laitetoimitukset: Porrasvälpät, bioroottorit etc.

T & A Mämmelä Oy
PL 85, 85101 KALAJOKI
Puh. 08 463 120, Fax. 08 462 720
info@tam.fi, www.tam.fi

VESIHUOLTOLAITTEITA

OY SLAMEX AB

Vernissakatu 8 A, 01300 Vantaa
Puh. (09) 3436 200 • slamex@slamex.fi

YIT Environment Oy
PL 36, 00621 HELSINKI
Käyntiosoite: Panuntie 11
Puhelin 020 433 111, faksi 020 433 2066
jussi.kukkula@yit.fi
www.yit.fi

Together we can do it. **YIT**

► SUUNNITTELU JA TUTKIMUS

Kunnallistekniikan osaamista



SUUNNITTELU-TOIMISTO
ALUETEKNIikka OY
www.aluetekniikka.com

Asemakatu 1
62100 Lapua
Puh. 06-4374 350
Fax 06-4374 351



**INFRA- JA YMPÄRISTÖSUUNNITTELU
RAKENNUS- JA KUIVATUSSUUNNITTELU**



SUOMEN SALAOJAKESKUS OY

Kiilakiventie 1, 90250 Oulu, Puh. (08) 534 9400

Minna Canthin katu 25, PL 1096, 70110 Kuopio
Puh. (017) 288 8130

POHJUSTAMME UNELMIA

WWW.SSKOY.FI

Veela.

Hitsaajankatu 4 c
00810 Helsinki
puh. 044 091 77 77
info@veela.fi
www.veela.fi

VESIHUOLTOPALVELUA

- vesihuollon projektinhoito
- palveluhankintojen kilpailutus
- ympäristölupapalvelut
- osuuskuntien isännöinti
- osaamistestaus

Vesi- ja ympäristötekniikan
asiantuntemusta ja suunnittelua

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

**"Jos kaikki
Suomen järvet..."**

VESISTÖJEN KUNNOSTUS JA HOITO

SUUNNITTELU JA TUTKIMUS TOTEUTUS

-VE-LIMNO ravinnetasemallisto MIXOX-häpätusurakointi
-VE-EKOSIMU happimalli
-Kunnostussuunnitelmat

**VESI-EKO OY
WATER-ECO**

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

LIMNOLOGIATOIMISTO-VESIEN HOIDON JA KUNNOSTUKSEN ASIAINTUNTILUA

K&R Kiuru & Rautiainen Oy
Vesihuollon asiantuntijatoimisto

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

SAVONLINNA puh. 010 387 2550 fax 010 387 2559
www.kiuru-rautiainen.fi

AIRIX Ympäristö
FMC GROUP

Teemme parempaa huomista.

AIRIX Ympäristö Oy | Puhelin 010 2414 000 | etunimi.sukunimi@airix.fi
PL 52, 20781 KAARINA | Telefax 010 2414 001 | www.airix.fi

Toimistot: Kaarina, Tampere, Espoo ja Oulu



Pöyry Environment Oy
PL 50, Jaakonkatu 3
01621 Vantaa
Puh. 010 3311
Faksi: 010 33 26600
www.environment.poyry.fi

**VESIHUOLTORATKAISUT
YMPÄRISTÖÄ AJATELLEN**

www.ramboll.fi

RAMBOLL

▶ VALURAUTAKANSISTOT

ULEFOS NV
 NV- JA ULEFOSKANSISTOTUOTTEITA
 SUOMESSA EDUSTAA ULEFOS NV OY
 www.ulefosnv.fi
 myynti@ulefosnv.com
 VALITSE
 LAADUKAS
 KOTIMAINEN

NIEMISEN VALIMOLTA NV-KANSISTOT



▶ VEDENKÄSITTELYLAITTEET JA -LAITOKSET

Kaikki ominaisuudet yhdessä laitteessa – ProMinentilta
 Experts in Chem-Feed and Water Treatment

**DELTA® KALVOANNOSTELU-
 PUMPPU optoDrive® teknologialla**

- Laadukasta annostelua
- Lisää luotettavuutta
- Taloudellisuutta

www.prominent.fi/delta

ProMinent Finland Oy
 Orapihajatie 39
 00320 Helsinki

www.prominent.fi
 puh. 09-4777 890
 fax 09-4777 8947

Dosfil oy – Vedenkäsittelyn hallintaa –

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

Salpakuja 9, 01200 VANTAA, puh. 042 494 7800, fax 042 494 7801
 Email: dosfil@dosfil.com, internet: www.dosfil.com, Antti Jokinen GSM 0400 224777

Pyörreflotaatio
 Tehokkain flotaatio maailmassa
 Flotaatiolaitossuunnittelua
 ja toimituksia yli 40 vuotta

INSINÖÖRITOIMISTO OY RICTOR AB

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

KYSY MEILTÄ

KAIKO OY

VEDENKÄSITTELY
 ANNOSTELU-
 TEKNIKOJA
 VIERÄIS-
 MITTALUS
 SEIKÄ
 VEISTÄMISTEETÄ

Yhteystiedot:
 KAIKO OY
 Henry Fordin katu 5 C
 00150 HELSINKI

Puhelin: (09) 684 1010
 Faksi: (09) 6841 0120
 Internet: www.kaiko.fi

Kotimaiset, energiaa säästävät

AIRIT™-ilmastimet
MIXIT™-sekoittimet

- Kunnallisen ja teollisen jäteveden käsittelyyn
- Luonnonvesien hapetukseen

Waterixilta kokonaispalveluna järjestelmien suunnittelu, asennus, huolto, etävalvonta ja tarvittaessa vuokraus.

WWW.WATERIX.COM

► VERKOSTOT JA VUOTOSELVITYKSET

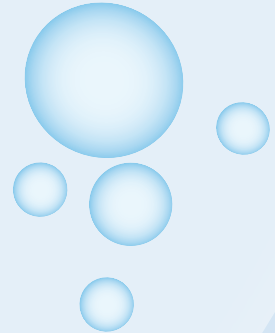


**Viemärisaneeraukset
VPP SUJU –pätkäputkilla**

VPP SUJU™
DN 200 SN II

Vaakaporauspalvelu VPP Oy

Puhelin (02) 674 3240 ■ www.vppoy.com



► VESIHUOLLON KONEET JA LAITTEET



abs
We know how water works

- pumppaamot
- jätevesipumput
- kaukolämpöpumput
- ABS Nopon/Oki ilmastimet
- ABS HST turbokompressorit
- epäkeskoruuvipumput
- työmaauppopumput
- potkuripumput
- tyhjöpumput
- sekoittimet

ABS Finland Oy

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

**EDULLISET JA LUOTETTAVAT
VENTTIILIT VEDENKÄSITTELYYN**

KEYFLOW Oy

Satamatie 25
53900 LAPPEENRANTA
Puh. 020 7191 200, fax. 020 7191 209
info@keyflow.fi • www.keyflow.fi



KSB

**Meiltä kokonaisratkaisut
vesihuoltoon:**

Pumppaamot, uppopumput, upposekoittimet
kuiva-asenteiset pumput, venttiilit, käynnissäpito

KSB Finland Oy
Savirunninkatu 4, 04260 Kerava
Puh. 010 288 411, www.ksb.fi

**Vesilaitokset, urakoitsijat,
vesiosuuskunnat**

PA-VE.fi

YHDYSKUNTATEKNIikka

- pumppaamot
- mittauskaiivot
- ilmanpoistokaiivot
- paineenkorotusasemat
- panospuhdistamot
- muut vesihuoltolaitteet

Paanutie 8, Keuruu p. 0207 199 700



HALLINTO JA MARKKINOINTI
Steniuksentie 11 B 25, 00320 Hki
Puh. 09 – 44 69 72
Fax. 09 – 44 69 73

SUUNNITTELU JA TUOTANTO
Kisällintie 2, 60100 Seinäjoki
Puh. 06 – 4144 580
Fax. 06 – 4144 581

www.fennowater.fi

TUOTTEITAMME:

Välppäysyksiköt
Hiekkanerotus- ja kuivausyksiköt
Lietekaapimet
Sekoittimet
Lietteentivivystys- ja kuivausyksiköt
Kemikaalinannostelulaitteet
Flotaatioyksiköt
Biologiset puhdistamot

JÄTEVESIEN ASIAANTUNTIJA



www.septek.fi

ITT Flygt 50 vuotta Suomessa!

www.flygt.fi

- Pumput
- Sekoittimet
- Ilmastimet
- Pumppaamot
- Myynti
- Vuokraus
- Huolto



ITT Water & Wastewater Suomi Oy
Mestarintie 8
01730 Vantaa
Puh (09) 849 4111
Fax (09) 852 4910

Engineered for life



**VENTTIILIT – KARANJATKOT – PUMPPAAMOT
KAIVOT-PALOPOSTIT-SÄHKÖHITSAUS**

ECCUA Oy, LAHTI • Puh. 010-424 4000
info@eccua.fi • www.eccua.fi

ILMOITUS VESITALOUS-LEHDEN LIKEHAKEMISTOSSA

- Ilmoitus liikehakemistossa 18 € / pmm tai pyydä tarjousta!
Ilmoitusmarkkinointi puh. 050 66 174 / Harri Mannila.
- Valitse osastosi ja nosta yrityksesi tunnettavuutta näkyvällä toistolla.
- Toista tai vaihda ilmoitusta numeroittain.
- Palstan leveys liikehakemistossa 80 mm, kaksi palstaa 170 mm.

ilmoitus.vesitalous@mvtt.fi

► VESIKEMIKAALIT

VESIKEMIKAALIEN
YKKÖNEN

Kemira

Kemira Water
PL 330, 00101 HELSINKI
Puh. 010 861 211, fax. 010 862 1968
<http://www.kemira.com/water>



LAATUKEMIKAALEILLA
parhaisiin tuloksiin

Vedenkäsittelykemikaalit

- Polyalumiinikloridit • Natriumaluminaatti
- Natriumbhypokloriitti • Kloori • Natronlipeä

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

eka

www.nordkalk.com

Tunnetta
veden.

 **Nordkalk**



ESIKÄSITTELYKEMIKAALIT • PINTAKÄSITTELYKEMIKAALIT • PERUSKEMIKAALIT
VEDENPUHDISTUSKEMIKAALIT • SAOSTUSKEMIKAALIT • RASKASMETALLIEN SAOSTUS

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

www.algol.fi



ALGOL
CHEMICALS

Finnish journal for professionals in the water sector

Published six times annually, Editor-in-chief: Timo Maasilta, Address: Annankatu 29 A 18, 00100 Helsinki, Finland

KAISA HEIKKINEN, SATU MAARIA KARJALAINEN AND RAIMO IHME:

The effects of peat extraction on waterways and water protection

In connection with its areas of operations, water pollution and impacts on waterways, peat extraction places among other forms of land use which cause emissions of solids and nutrients. Emissions of solids and nutrients cause silt and eutrophication in waterways. Efforts are made to mitigate the water pollution caused by peat extraction by using the best available technology (BAT), which today is considered to be overland-flow and chemical water treatment. Solid runoff during floods and rainy periods can also be limited efficiently with the help of flow management.

HEINI POSTILA, KAISA HEIKKINEN, SATU MAARIA KARJALAINEN, RAIMO IHME AND BJÖRN KLÖVE :

New water protection solutions - drained wetlands and year-round water treatment?

Water protection methods for peat extraction are expected to result in a high level of purification and to work year-round. Mild winters in particular have expanded the need for year-round water protection in Finland. Peat extraction is steered by national land use goals towards previously drained forested peatlands. On these sites, however, normal overland-flow wetlands can not be constructed as pristine peatlands are usually lacking. New methods should be developed for previously drained sites.

ANNA-KAISA RONKANEN:

Where is the water flowing in treatment peatlands? New about an overland-flow method

In Finland, treatment wetlands built in a pristine peatland have been used with success to reduce both point loads such as municipal waste water, runoff from peat extraction, and mining runoff as well as distributed loading such as runoff from forest drainage. The understanding of flow processes is one of the key elements in evaluating treatment efficiency. A new method based on analysis of stable oxygen and hydrogen isotope distributions in sur-

face water and traditional tracer test were used to find water flow pathways and effective flow areas in three treatment peatlands in Northern Finland. Preferential flow paths occurred in studied wetlands and effective flow area varied from 30% to 50% of total wetland area. According to water flow modelling, the improvement of the inlet ditch configuration can prevent or reduce short-circuiting and dead zones in treatment peatlands.

HANNU SALO:

Peat extraction as part of the energy supply

The autumn of 2008 was a wake-up call for the availability of peat. Two successive rainy summers, an overall rise in the price of energy, and strong demand for peat brought peat reserves to a record low level as winter drew in. The acute scarcity of peat for energy generation and issues of supply reliability have been a sharp reminder of the importance of peat to the energy supply in broader terms. Moreover, there has been a shortage of environmental peat, which is important to the food supply chain. At the same time, the debate has expanded from securing the availability of peat to provisions for peat extraction as well as workable solutions for practical water protection as part of the sector's environmental protection.

SINIKKA PÄRNÄNEN:

Water protection in peat extraction - legislation and legal practice

The reform in legislation on environmental protection in 2000 did not involve major changes in the management of water emissions in peat extraction. An environmental permit covers emissions causing a risk to the soil, water and the atmosphere, of which peat extraction is usually most significant in terms of emissions into waterways. Other legislation, in addition to the Environmental Protection Act, may also be applied in procedures for a permit, such as the Nature Conservation Act and the Water Act. The best available technology, which is the minimum requirement of the permit regulations, has meant fairly high standards of water protection methods in legal practice.

PAULA MUUKKONEN, HELINÄ

HARTIKAINEN AND LAURA ALAKUKKU: Limiting phosphorus emissions from direct-sown fields

Direct sowing can efficiently help to reduce the runoff of soil and the phosphorus it contains from fields into the waterways. The increase in soluble phosphorus loading is seen as a problem, however. The accumulation of phosphorus in the surface layer of a field can be prevented by optimising fertilisation to match the needs of the crop and by liming direct-sown fields with an acidified surface. Surface application of a lime-based fibre sludge is another promising technique for reducing the risk of soluble phosphorus overload.

HANNA MELKKO:

The demand for water in the production of bio fuels for transport

There are many sides taken in the debate over bio fuels. Some people believe they are the solution to the world's energy problem, while others hold that they will cause new problems such as food shortages. However, one essential factor has been given little attention in the debate: the water required to produce bio fuels.

Other articles:

BJÖRN KLÖVE:

Research data leads to more efficient water protection for peat extraction

KIRSI KALLIOKOSKI:

Future challenges for peat extraction in water protection

ESKO KUUSISTO:

Trasimeno – an unpredictable lake

MARJA PALMROTH:

Assessing sludge quality

ROGER BERGSTRÖM:

Strategic issues for the water sector in Sweden

ANITA MÄKINEN:

One sea – many users

YKSI MERI – MONTA KÄYTTÄJÄÄ

ANITA MÄKINEN

FT

WWF:n Meriohjelman päällikkö

E-mail: anita.makinen@wwf.fi

Itämeri on aina tarjonnut ranta-asukkailleen evästä ja meriyhteyden maailmalle. Se on suonut samalla myös mahdollisuuden virkistäytyä saaristoluonnossa ja ulapan alloilla. Kehityksen myötä ihmisen tarpeet ovat kasvaneet ja Itämerelle asettamamme käyttöpaineet sen myötä lisääntyneet. Ihmiset ovat havahtuneet rehevöitymisiongelman lisäksi Itämeren ryöstökalastukseen, myrkytymiseen sekä laivaväylien ruuhkautumiseen. On alettu ymmärtää, että meremme ei voi enää toimia kaatopaikkana ja rajattoman hyödyntämisen sammiona.

Maankäytössä olemme tottuneet siihen, että sovimme yhteisesti siitä, missä asuinrakennukset ja julkiset rakennukset sijaitsevat, miten tie- ja rataverkostot kulkevat ja mitkä alueet suojelemme jälkipolville. Viljelyalueet, jotka takaavat meille ravinnon, ovat vuosisatojen aikana valikoituneet alueilta, joista on saatu suurimmat sadot. Peltojen satoisuuden turvaamiseksi niitä on aina pyritty myös hoitamaan muokkauksella ja lannoituksella, joskin usein vesistöjemme kustannuksella.

Merialueilla sen sijaan olemme päätyneet lähes kaokseen suunnittelemattomien toimintojen ja ”kyllä luonto hoitaa” -mentaliteetin seurauksena. Meriä on pidetty loppumattomina merenviljan aittoina, joiden hyvinvointiin emme ole juurikaan kiinnittäneet huomiota. Meriin on upotettu muun muassa runsain mitoin myrkyjä, aseita ja muuta jätettä.

Satamat, meriväylät, merikaapelit, öljy- ja kaasuputket, tuulivoimalapuistot, öljynporauslautat, merenpohjan kaivannaisten ottoalueet ja kalastusalueet kilpailevat merten pintalasta. Rajaukset näiden toimintojen välillä ovat usein vain veden piirrettyjä viivoja. Parhaimmillaankin toimintojen suunnittelu on tehty vain yhden rantavaltion sisällä.

Itämeren suojelemiseksi on solmittu monia sopimuksia ja perustettu useita organisaatioita. Tästä huolimatta Itämeri voi edelleen huonosti ja tänään huonommin kuin eilen. Kaikki kysyvät ihmetellen: miksi?

Viime kesänä voimaan astunut Meristrategiadirektiivi sisältää ajatuksen merialueiden yhdenmukaistamisesta ja hoidosta, jonka tavoitteena on suojella alueen luontoa ja taata luonnonvarojen ja merialueen kestävä käyttö. Tämä perus-



tavaa laatua oleva uusi toiminta-ajatus on tarkoitus toteuttaa säätelemällä ihmistoimintaa huomioiden myös tulevat käyttömuodot, eri toimintojen yhteensopivuus ja mahdolliset konfliktit. Meristrategiadirektiivi on kehitteillä olevan EU:n meripolitiikan ympäristöpilari. Toissavuonna sovittu Helcomin uusi Itämeren toimintaohjelma puolestaan pyrkii osaltaan vastaamaan alueellisesti EU:n Meristrategian ja sen laillisesti sitovan direktiivin toimeenpanosta.

Merialueiden yhdenmukaistamisen ja käytön tavoitteet on kirjattu meristrategiadirektiiviin, vesipuitedirektiiviin sekä Helcomin Itämeren toimintaohjelmaan. Poliittinen sitoumus asiasta on olemassa, nyt on enää kysymys tarvittavista toimenpiteistä ja niiden toteuttamisesta.

EU:n komissiossa on valmisteilla Itämeri-strategia, jonka tavoitteena on puhdas ja terve meri ja taloudellisesti vahva ja menestyvä Itämeren alue. Komission luonnoksen pitäisi valmistua ensi kesään mennessä ja Ruotsi on ilmoittanut tavoitteekseen saada Itämeri-strategia lopullisesti hyväksytyksi EU-puheenjohtajuuskaudellaan ensi syksynä. Tämän jälkeen Itämeren erityispiirteet tulisi huomioida kaikessa EU-päätöksenteossa.

Itämerensuojelua tukevat poliittiset päätökset ovat ensiarvoisen tärkeitä, mutta tukevatko hallinto ja hallinnon rakenteet hyvien päätösten toimeenpanoa? EU:n meripolitiikan sinisen kirjan toimeenpano-ohjelma tarjoaa edellytykset hallinnon uudistamiseen. EU:n komissiossa kalastuksen pääosasto (DG Fisheries) on jo kokenut uudistuksen, ja pääosaston uudeksi nimeksi on annettu meriasioiden pääosasto (DG Mare). Toivottavasti uudistusaalto yltää myös Itämerelle.

Huolto takaa huolettomuuden!

Kenttätöiden ammattilaiset tietävät, että ennakoiva huolto säästää aikaa, huolia ja kustannuksia. Nyt on juuri oikea aika laittaa työkalut ja koneet kuntoon sesonkia varten. Lähetä Fusamatic-sähköhitsausautomaattisi meille perushuoltoon, saat sen nyt kausihintaan!

Tarjoamme A60-, A60DR-, AM65- ja AM85-mallien perushuollon tammi-huhtikuun aikana hintaan 140,00 euroa (alv 0 %)

UUTUUS

**Fusamatic-hitsausautomaatti
QBOX 220 CG**



Selkeä ja looginen käyttö, laite ohjaa käyttäjää vaihe vaiheelta hitsaustyön aikana. Hitsaustietojen tallennus muistiin nopeuttaa samanlaisten yhteiden hitsaamista. Varmuskopiointimahdollisuus SD-kortille, tiedonsiirto-liitännät USB-laitteille, RS232-tulostimelle ja Minitranille.

**1690,00
euroa (alv 0 %)**

Hintaan kuuluvat:

- koneen tarkistus ja kalibrointi
- sähköturvallisuustarkastus ja mittaukset (johtimet, maadoitus, kiinnikkeet jne.)
- ulko- ja sisäpuolinen puhdistus ja tarkistus
- näytön huolto

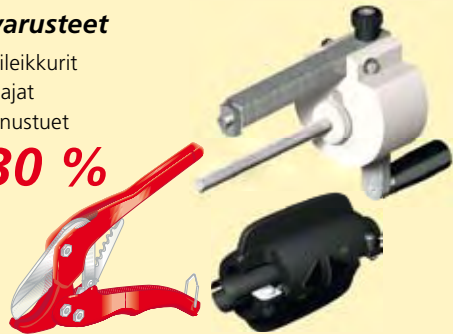
Mahdolliset varaosat veloitamme erikseen. Huoltotarjouksen yhteydessä saat varaosat 20 % alennuksella.

Merkitse vastaanottajaksi:
Oy KWH Pipe Ab
Fusamatic-kampanjahuolto
Kappelinmäentie 240
65370 Vaasa
Puh. (06) 326 5511
Fax (06) 315 3088

Lisävarusteet

- putkileikkurit
- lastuajat
- asennustuet

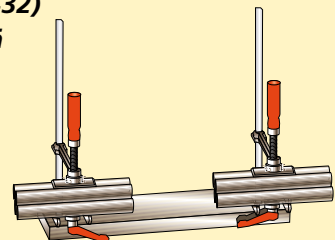
- 30 %



Asennustuki Universaali (KWH nro 23432)

40 kpl:een erä

- 40 %



*Toimi ripeästi, sillä tarjoustuotteita
riittää vain kaikkein nopeimmille.
Tarjoukset ovat voimassa 30.4. asti.*



www.kwhpipe.fi