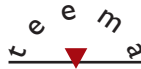


Päivi Saari ja Pia Högmänder

Metsätalouden ja turvetuotannon vesiensuojelun kehittämishanke – TASO



Taustaa

Huoli turvetuotannon ja suometsätalouden kuormittamien vesien tilasta on viime vuosina lisääntynyt. Erityisesti humus- ja kiintoainekuormitus ja niiden vaikutukset vesistöihin ovat ravinnekuormituksen lisäksi olleet esillä. Valtioneuvosto on hyväksynyt periaatepäätöksellä vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015. Päätöksessä asetetaan tavoitteet ja periaatteet turvetuotannon ja metsätalouden vesiensuojelulle. Lisäksi valtioneuvoston hyväksymässä kansallisessa metsäohjelmassa 2015 edellytetään metsätalouden vesistökuormituksen vähentämistä.

Metsätalouden ja turvetuotannon vesiensuojelun tason parantamiseksi käynnistettiin Keski-Suomessa pääosin kolmen eri ministeriön (YM, MMM ja TEM) rahoittamana TASO-kehittämishanke. Hankkeen koalueeksi valittiin Saarijärven reitti, jossa on runsaasti turvetuotantoa ja metsätaloutta, ja jonka vesistöistä pääosa on luokiteltu ekologiselta tilaltaan hyvää huonompaan tilaluokkaan.

TASO-hankkeen (2011–2013) toteutus

Metsätalouden ja turvetuotannon vesiensuojelutason kehittämishankkeessa seurataan luonnontilaisen valuma-alueen luonnonhuuhtoumaa sekä metsätalous- ja turvetuotantoalueiden vesistökuormitusta ja vesiensuojelumenetelmien tehoa. Seurantatiedoista lasketaan myös kuormitusarvioita. Lisäksi hank-

keen tavoitteena on mm. tuottaa vesiensuojeluun ja vesiensuojelutoimenpiteiden mitoittamiseen liittyviä suosituksia, kehittää turvetuotannon ja metsätalouden vesiensuojelun omavalvontaa sekä lisätä toimialojen ja toimijoiden tietoa vesiensuojelusta.

Jatkuvan virtaaman ja veden laadun seurannan sekä vesinäytteenoton lisäksi hankkeessa kehitetään Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) toimesta ns. WSFS-mallia (*Watershed Simulation and Forecasting System*), jolla voidaan esim. tehdä ennusteita, miten yksittäisen valuma-alueen orgaanisen kokonaishiilipitoisuuden (TOC) kuormituksen muutos vaikuttaa pitoisuuksiin koko Saarijärven reitin alueella. SYKE:n toimesta selvitetään myös humuksen ja kiintoaineen kulkeutumista pienillä valuma-alueilla/puroissa. Tavoitteena on myös turvetuotannon ja metsätalouden vaikutusten ja kuormituksen mittaamiseen soveltuvien seurantamenetelmien kehittäminen, jonka osalta Metla ja Keski-Suomen liitto ovat tuottaneet oppaan metsätalouden vesistökuormituksen seurantaan. Lisäksi on meneillään purojen ja valuma-alueiden kunnostuksen toimintamallin (PUREVA) kehittäminen. Menetelmää on hyödynnetty jo nykyisellään ko. hankealueen kuntien vesiensuojelutoimenpidetarpeen arvioinnissa. Myös latvavesien tulvanhallinnan vesiensuojelullista merkitystä selvitetään. Muut TASO-hankkeen toimet jakautuvat metsätalouden ja turvetuotannon osahankkeisiin. Tässä esitellään vain metsätalouden osahankkeita.

Taulukko 1. TASO-hankkeessa jatkuvasti ja vesinäyttein seurattavien metsätalouden valuma-alueiden sekä kontrollialueena toimivan luonnontilaisen valuma-alueen sijaintikunnat, pinta-alat ja metsätalous- sekä luonnonsuojelualueosuudet.

Seurantakohde	Kunta	Pinta-ala (ha)	Metsätalous- alue (%)	Luonnonsuojelualue (%)	Turvemaan osuus (%)
Luonnontilainen valuma-alue	Saarijärvi	327	8	92	43
Vanha ojitus	Multia	114/78*	100	0	48
Vanha ojitus + ojalinjahakkuut	Kyyjärvi	106	83	17	59
Vanha + uudehko ojitus	Karstula	58	100	0	39

*kokovuotista valuma-aluetta, käytetty tässä myöhemmin esitettävissä kuormituslaskelmissa

Metsätalouden vesiensuojelun osahankkeet

TASO-hankkeessa toteutettuja tai toteutettavia osahankkeita ovat metsätalouden valtakunnallisten vesiensuojelusuositusten päivitys, metsätalouden kosteikkojen käyttökartoitus ja vesiensuojelulliset suositukset sekä kosteikkojen yleissuunnittelu, valuma-alesuunnittelun kautta kuormituksen hallintaa parantavan KUHA-työkalun kehitystyö, kirjallisuuskatsauksen tuottaminen kunnostusojitusten humuskuormituksesta, metsätalouden omavalvonnan ja koulutuksen kehittäminen sekä työläjikohtaiset työ- ja toimintaohjeet.

Metsätalouden vesiensuojelusuositusten päivitystyö valmistui keväällä 2012 Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion koordinoimana. Tästä osahankkeesta valmistunut Metsätalouden vesiensuojelu-julkaisu on ladattavissa osoitteesta www.ymparisto.fi/ksu/taso. Uusia suosituksia on viety käytäntöön järjestämällä metsätalouden vesiensuojelupäiviä sekä kouluttamalla metsätalouden toimijoita ja metsänomistajia. TASO-hankkeessa on kehitetty myös metsätalouden vesiensuojelun omavalvontamallia metsätalouden toimijoille vesienhoidon toteutusohjelman mukaisesti.

Tapion toteuttamassa osahankkeessa on selvitetty kosteikkojen toimivuutta ja kustannustehokkuutta vesiensuojelumenetelmänä. Lisäksi tarkennettiin kosteikkojen vesiensuojelusuosituksia. Suomen Metsäkeskus puolestaan on tehnyt kosteikkojen yleissuunnittelua Saarijärven reitin valuma-alueille sekä kehittänyt Metsähallituksen ja Tapion kanssa

valuma-alueen suunnittelua. Valuma-alueen suunnittelun kehittämisellä pyritään siihen, että voitaisiin tunnistaa ja ottaa huomioon jo metsätaloustoimenpiteiden suunnitteluvaiheessa kuormitukselle alttiit alueet ja kohdistaa vesiensuojelumenetelmiä havaittuihin kriittisimpiin kohtiin. Tavoitteena on metsätalouden vesiensuojelun tehostaminen ja kustannustehokkuus. Opas metsätalouden vesiensuojelun suunnitteluun valuma-alueella valmistuu vuoden 2013 lopussa.

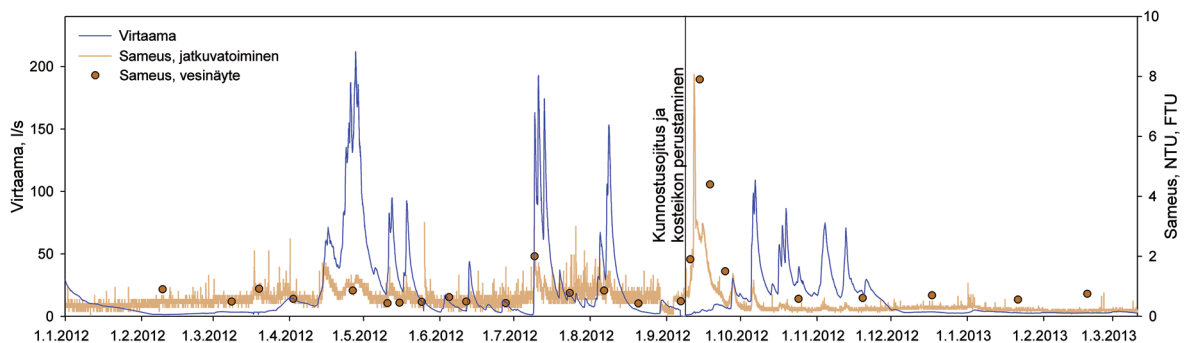
Metsätalouden valumavesien laatumittaukset ja kuormitusarvot

Hankkeessa seurataan virtaamaa ja veden laatua sekä jatkuvatoimisesti (virtaama, sameus, kiintoaine sameudesta laskennallisesti tuotettuna, liukoinen orgaaninen hiili ja kemiallinen hapenkulutus) että perinteisin vesinäyttein (edellisten lisäksi ravinteet, pH, johtokyky, rauta ja tarvittaessa hehkutushäviö) kolmelta metsätaloustoimialueelta ja niille kontrollialueena toimivalta luonnontilaiselta valuma-alueelta (taulukko 1). Jatkuvan ja vesinäytteenottoon perustuvan seurannan tuloksia on saatavilla hankkeen nettisivuilta (<http://www.ymparisto.fi/ksu/taso>).

EHP-Tekniikka Oy vastaa jatkuvan mittauksen aineiston laadusta kalibrointineen sekä tarkistaa mittausarvot ja poistaa asiantuntija-arvioonsa perustuen virheelliset arvot. Pitoisuudet seuranta-kohteiden välillä vaihtelevat yksilöllisesti eikä yksittäisen kohteen seurantatietoja voi suoraan yleistää.

Taulukko 2. Jatkuvasti seuratun sameuden (NTU) sekä vesinäytteenottoin seuratun sameuden (FTU) ja kiintoainepitoisuuden (mg/l) vaihteluvälit ja keskiarvot ajalla 1.1.–31.12.2012 lukuun ottamatta vanhaa ojitusta ojalinjahakkuineen (seuranta-aika 1.1.2012–5.9.2012, sillä 6.9.2012 kohteella aloitettiin kunnostusojitukseen liittyvät toimet). Luonnontilaiselta valuma-alueelta ja vanhalla ojitukselta ajanjaksolla otettiin 20 vesinäytettä, vanhalla ojitukselta ojalinjahakkuineen 15 ja vanhalla sekä uudehkon ojituksen valuma-alueelta 21 kpl.

	Sameus Jatkuvatoiminen seuranta		Vesinäytteenotto		Kiintoaine, 0,45 µm:n suodatin Vesinäytteenotto		
	Vaihteluväli (NTU)	Keskiarvo (NTU)	Vaihteluväli (FTU)	Keskiarvo (FTU)	Vaihteluväli (mg/l)	Keskiarvo (mg/l)	Mediaani (mg/l)
Luonnontilainen							
valuma-alue	0,3–4,3	1,0	0,2–1,6	0,9	<0,5–9,2	1,7	0,9
Vanha ojitus	0,5–142	1,3	0,4–1,6	0,9	<0,5–3,4	1,3	0,9
Vanha ojitus + ojalinjahakkuut	0,02–3,0	0,6	0,4–2,0	0,7	<0,5–17	2,1	0,9
Vanha + uudehko ojitus	0,3–362	6,0	0,6–2,4	1,4	<0,5–10	2,2	2,0



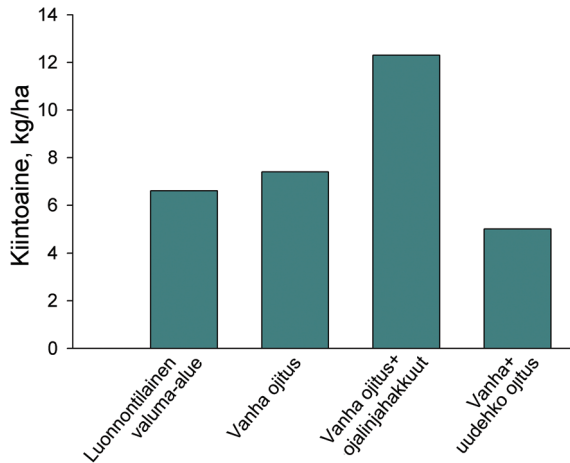
Kuva 1. Esimerkkikuva virtaaman ja sameuden jatkuvan seurannan mittausarvoista sekä vesinäytteistä analysoiduista sameuksista kohteella, jossa suoritettiin ojalinjahakkuut 5.–18.3.2012 ja aloitettiin kunnostusojitukseen liittyvät toimet 6.9.2012. Kohteen seurantatulokset muutoin kuvaavat lähinnä vanhan ojituskohteen virtaamaa ja sameudenvaihteluita. Esimerkkikohteen vesiensuojelutoimenpiteenä on kosteikko, joka on luokiteltu vesienhoidossa lisätoimenpiteeksi.

Hankkeen tässä vaiheessa esimerkkinä mittaus- tuloksista tässä kirjoituksessa esitetään alustavia tietoja veden laadusta vuoden 2012 ajalta (taulukko 2 ja kuva 1). Seurantakohteiden kiintoainepitoisuudet olivat vaihteluvälit huomioon ottaen suuruusluokaltaan vastaavia kuin Ahtiaisen ja Huttusen, Mattssonin ym. sekä Vuollekosken ja Joensuun raportoimat kiintoainepitoisuudet luonnontilaisilta valuma-alueilta (0,48mg/l; 0,86 mg/l; 0,7 mg/l (21 alueen keskiarvona); 1,4 mg/l, vastaavasti) ja Joensuun ym. tulos vanhoilta metsäojitusalueilta (4,9 mg/l (75 alueen keskiarvona)).

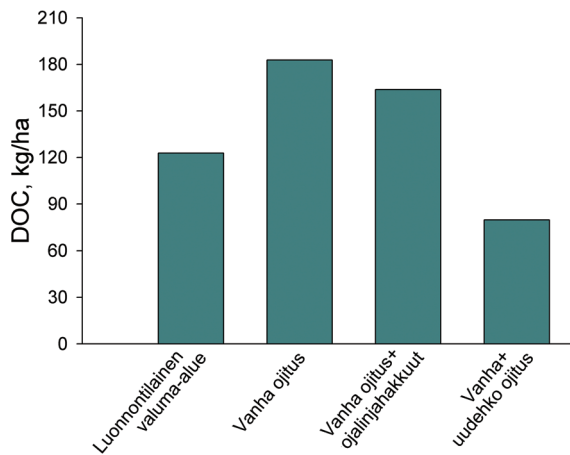
Mediaani, joka Mattssonin ym. luonnontilaisten valuma-alueiden kiintoainekuormitukselle oli 0,5

mg/l ja Joensuun ym. tutkimuksessa vanhoille ojitusalueille 2,40 mg/l, osoittaa mittaus tulosten olevan yleensä keskiarvopitoisuuden alapuolella. Samoin oli näissä TASO-hankkeen seurannoissakin kunkin seurantakohteen sisällä.

Vesinäytteiden osalta pääosa kuormituspiikeistä jäi tavoittamatta seurannoissamme ja todennäköisesti osin tämän vuoksi näytteiden pitoisuuksien keskiarvo oli osin pienempi kuin jatkuvatoimisen mittauksen arvot. Jatkuvatoimisen mittauksen kuormituspiikkien oikeellisuutta ei siten pääosin pystytty varmentamaan tai osoittamaan vääriksi vesinäytteillä. Myös vesinäyttemäärä oli rajallinen.



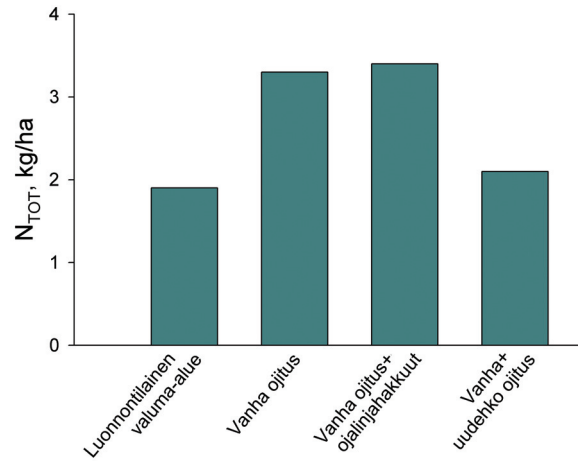
Kuva 2. Vesinäytteistä laskettu kiintoaineen kuormitusarvio (kg/ha) vuodelle 2012 lukuun ottamatta vanhaa ojitusta + ojalinjahakkuuta, jonka kuormitusarvio on aikavälille 1.1.–5.9.2012.



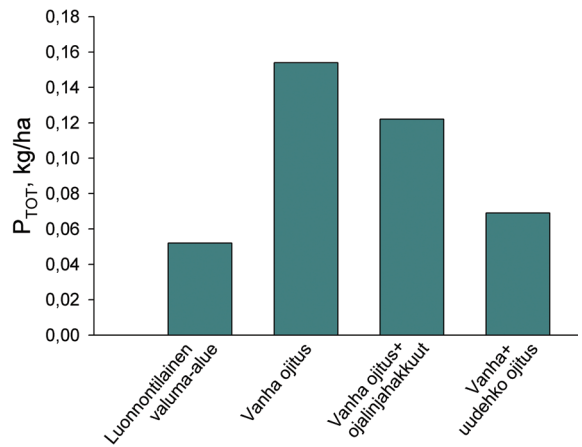
Kuva 3. Vesinäytteistä laskettu liukoisien orgaanisen hiilen (DOC) kuormitusarvio (kg/ha) vuodelle 2012 lukuun ottamatta vanhaa ojitusta + ojalinjahakkuuta, jonka kuormitusarvio on aikavälille 1.1.–5.9.2012.

Kuormituslaskelmat

Tässä esitettävät kuormituslaskennan tulokset ovat aikaväliltä 1.1.–31.12.2012 (vanha ojitus + ojalinjahakkuut aikavälillä 1.1.–5.9.2012). Kuormituslaskelmat on toteutettu jatkuvan virtaama-aineiston sekä vesinäytteistä analysoitujen kiintoaineen, ravinteiden ja liukoisien orgaanisen aineksen (DOC)



Kuva 4. Vesinäytteistä laskettu kokonaistypen (N_{TOT}) kuormitusarvio (kg/ha) vuodelle 2012 lukuun ottamatta vanhaa ojitusta + ojalinjahakkuuta, jonka kuormitusarvio on aikavälille 1.1.–5.9.2012.



Kuva 5. Vesinäytteistä laskettu kokonaisfosforin (P_{TOT}) kuormitusarvio (kg/ha) vuodelle 2012 lukuun ottamatta vanhaa ojitusta + ojalinjahakkuuta, jonka kuormitusarvio on aikavälille 1.1.–5.9.2012.

perusteella. Kuormituslaskelmat on tehty painotamalla pitoisuuksia virtaamalla. Vesinäytteenottoajankohtien väliset pitoisuudet on interpoloitu lineaarisesti vesinäytetuloksista aina lähimmistä tiedoista. Kiintoaineen osalta lasketut kuormitusarviot on esitetty kuvassa 2.

Finérin ym. mukaan luomontilaisten alueiden vuotuinen kiintoainehuuhtouma olisi keskimäärin

5,1 kg/ha (vaihteluväli 0,92–47,5 kg/ha vuodessa). He ovat arvioineet kunnostusojitusten aiheuttaman ominaiskuormituksen ensimmäisenä vuonna toimenpiteestä olevan luokkaa 420 kg/ha ja kymmenentenä vuonna kunnostusojituksesta eli keskimäärin viimeisenä vaikutusvuonna ominaiskuormitus olisi enää 7 kg/ha. Verrattuna tähän TASO-hankkeen vesinäytetulosten perusteella lasketut kuormat vastaavat luonnontilaisella valuma-alueella ja metsätalousalueillakin lähinnä keskimääräisen luonnonhuuhtouman tasoa, lukuun ottamatta vanhaa ojitusta yhdistettynä ojalinjahakkuihin käsittävää valuma-aluetta. Viimeksi mainitun valuma-alueen kuorma oli lähellä Joensuun ym. raportoimaa vanhojen ojitusalueiden keskimääräistä kuormaa (11 kg/ha vuodessa). Vesinäytteillä ei ole useimmiten saatu kiinni jatkuvatoimisen seurannan mukaisia kuormitushuippuja.

Liukoisin humuksen kuormitusarvio DOC:n kautta laskettuna olisi TASO-hankkeen vesinäytteiden seurantatulosten mukaan korkeahko (kuva 3), sillä Mattsson ym. raportoivat luonnontilaisten valuma-alueiden keskimääräiseksi vuotuiseksi orgaanisen kokonaishiilen (TOC) huuhtoumaksi 62 kg TOC/ha (vaihteluväli 30–100 kg TOC/ha ja mediaani 57 kg TOC/ha). Kortelainen ym. havaitsivat saman suuruisen keskimääräisen vuotuisen kuorman (62 kg TOC/ha). Joensuu ym. raportoivat vanhojen metsäojitusalueiden vuotuiseksi DOC-kuormaksi 82 kg/ha, joka sekin ylittyi pääosassa TASO-hankkeen kohteista.

Kokonaistypen (N_{TOT} , kuva 4) kuormitusarviot olivat TASO-hankkeen kohteilla suurempia verrattuna Matssonin ym. ja Kortelaisen ym. raportoimiin tuloksiin luonnontilaisilta valuma-alueilta (1,4 ja 1,3 kg/ha vuodessa, vastaavasti) ja vanhoilta metsäojitusalueilta osin suurempia kuin Joensuun ym. saamat tulokset (2,0 kg/ha vuodessa). Sen sijaan kokonaisfosforin (P_{TOT} , kuva 5) arviot vastasivat luonnontilaiselta valuma-alueelta aiemmin havaittuja. Mattsson ym. raportoivat luonnontilaisten valuma-alueiden keskimääräiseksi vuotuiseksi kokonaistypen (N_{TOT}) ja -fosforin (P_{TOT}) huuhtoumaksi 1,4 ja 0,054 kg/ha, vastaavasti (vaihteluvälit ja mediaani 0,77–2,3 ja 1,3 kg N_{TOT} /ha sekä 0,021–0,18 ja 0,047 kg P_{TOT} /ha). Kortelainen ym. havaitsivat vuosittain keskimäärin 1,3 kg N_{TOT} /ha ja 0,05 kg P_{TOT} /ha. Metsätalouden kohteiden vuotuiset koko-

naisfosforin kuormat olivat lähellä Joensuun ym. vanhoille ojitusalueille raportoimaa vuosikuormaa (0,15 kg/ha).

Lopuksi

TASO-hankkeen alustavissa seurantatuloksissa kiintoaine- ja kokonaisfosforikuorma vastasi luonnontilaisten tai vanhojen metsäojitusalueiden kuormia. Sen sijaan humuksen ja kokonaistypen kuormat olivat korkeahkoja.

Seuranta jatketaan edelleen vuonna 2013. Seurannan tavoitteena on saada tietoa kuormituksista reaaliaikaisen mittauksen avulla sekä tuottaa tietoa toteutettujen vesiensuojelutoimenpiteiden vaikutuksesta vesistökuormituksen vähentämiseen ja vesien tilaan. Luonnontilaiselta valuma-alueelta tavoitteena on mitata taustakuormituksen suuruutta. Seurantatuloksia käytetään mallinnuksen sekä seurannan kehittämiseen.

Kirjallisuutta

- Ahtiainen, M. & Huttunen, P. 1995. Metsätaloustoimenpiteiden pitkäaikaisvaikutukset purovesien laatuun ja kuormaan. Teoksessa: Saukkonen, S. & Kenttämies, K. (toim.). Metsätalouden vesistövaikutukset ja niiden torjunta. METVE-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 2.
- Finér, L., Mattsson, T., Joensuu, S., Koivusalo, H., Laurén, A., Makkonen, T., Nieminen, M., Tattari, S., Ahti, E., Kortelainen, P., Koskiaho, J., Leinonen, A., Nevalainen, R., Piirainen, S., Saarelainen, J., Sarkkola, S. & Vuollekoski, M. 2010. Metsäisten valuma-alueiden vesistökuormituksen laskenta. Suomen ympäristö 10/2010.
- Joensuu, S., Ahti, E. & Vuollekoski, M. 2001. Discharge water quality from old ditch networks in Finnish peatland forests. *Suo* 52(1): 1–15.
- Joensuu, S., Ahti, E. & Vuollekoski, M. 2002. Effects of ditch network maintenance on the chemistry of run-off water from peatland forests. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17: 238–247.
- Kortelainen, P., Mattsson, T., Finér, L., Ahtiainen, M., Saukkonen, S. & Sallantausta, T. 2006. Controls on the export of C, N, P and Fe from undisturbed boreal catchments, Finland. *Aquatic Sciences* 68: 453–468.

- Kukkonen, M. 2012. Opas metsätalouden vesistökuormituksen seurantaan. Metlan työraportteja / Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 245. 47 s. Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2012/mwp245.htm>.
- Mattsson, T., Finér, L., Kortelainen, P. & Sallantausta, T. 2003. Brook water quality and background leaching from unmanaged forested catchments in Finland. *Water, Air, and Soil Pollution* 147: 275–297.
- Vuollekoski, M. & Joensuu, S. 2006. MESUVE-hankkeessa perustettujen erityisalueiden tuloksia. Teoksessa: Kenttämies, K. and Mattsson, T. (toim.): *Metsätalouden vesistökuormitus. MESUVE-projektin loppuraportti*. Suomen ympäristö 816. Suomen ympäristökeskus. s. 113–122.

■ FM Päivi Saari & FM Pia Högmänder,
Keski-Suomen ELY-keskus, Jyväskylä
Sähköposti paivi.saari@ely-keskus.fi