

Ari Laurén ja Hannu Mannerkoski

Yliarvioidaanko hakkuiden vesistövaikutuksia?

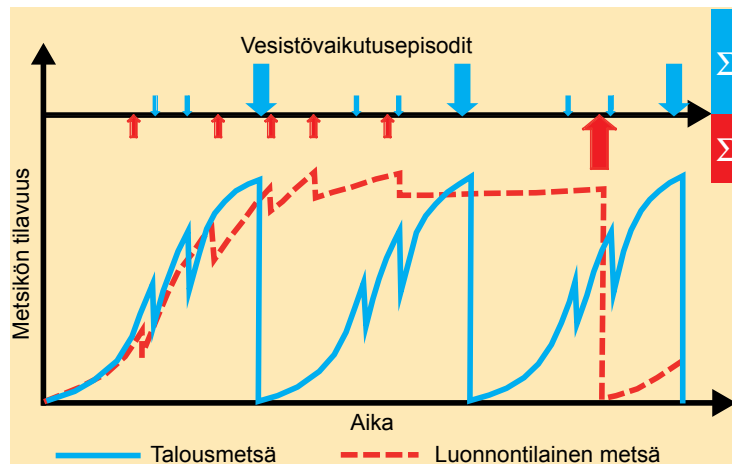
Viimeisimpien arvioiden mukaan metsätalous aiheuttaa 5 % valtakunnallisesta vesistöihin kohdistuvasta typpikuormituksesta ja vastaavasti 8 % fosforikuormituksesta (Leivonen 2005). Pienehköstä osuudestaan huolimatta metsätalouden vaikutus vesistöjen kuormittajana korostuu alueilla, joilla muuta maankäyttöä on vähän, kuten Itä- ja Pohjois-Suomessa (Markkanen ym. 2001, Kenttämies 2006). Vesistöjen kannalta haitallisimpia metsätalouden työmuotoja ovat ojitukset, hakkuut ja lannoitukset, joiden keskinäiset osuudet vesistöjen kuormituksessa ovat viime vuosikymmeninä muuttuneet. Kenttämiehen (2006) arvion mukaan vuonna 1977 fosforikuormituksesta 39 % tuli uudisojituksesta, kun taas vuonna 1993 jo lähes puolet fosforikuormituksesta tuli muokatuilta hakkuualoilta. Samalla metsätalouden aiheuttama kuormitus on kokonaisuudessaan vähentynyt. Tulevaisuudessa kunnostusojitusten suhteellinen merkitys kuormittajana lisääntyy ja hakkuiden osuus pysyy edelleen merkittävänä.

Valtakunnalliset ja maakunnalliset arviot metsätalouden vesistökuormituksista perustuvat pääasiassa kenttäkokeista johdettuihin eri työmuotojen ominaiskuormitusarvoihin ja vastaavien toimenpiteiden toteutuneisiin pinta-aloihin. Ominaiskuormituslukujen määrittämisessä käytetään tavallisesti kalibrintikausi-vertailualuemenetelmää (esim. Finér ym. 1997, Ahtiainen ja Huttunen 1999, Haapanen ym. 2006), jossa pareittaisilta valuma-alueilta tulevaa ravinnekuormaa seurataan usean vuoden ajan. Kalibrintikauden tuloksista muodostetaan regressioyhtälö, jolla selitetään käsittelyalueen ravinnehuuhtoumaa vertailualueen vastaavalla. Käsittelyn

– esim. päätehakkuun, maanmuokkauksen tai ojituksen – ominaiskuormitus saadaan käsittelykauden mitatun ravinnekuorman ja regressiomallilla lasketun ”käsitlemättömän tilan” ravinnekuorman erotuksena (esim. Haapanen ym. 2006). Ominaiskuormituksessa otetaan huomioon myös vaikutuksen kesto, joka voi olla muutamasta vuodesta kymmeneenkin vuotta.

Ominaiskuormitusten määrittäminen edellä kuvatulla järjestelyllä on kiistaton ja tieteellisesti pätevä menetelmä: käsittelyn vaikutus havaitaan vertailualueeseen nähden. Kuitenkin näin saatujen ominaiskuormituslukujen soveltaminen, erityisesti hakkuun ja maanmuokkauksen osalta, laajalle alueelle tai pitkälle aikavälille on ongelmallista. Koska kokeen seurantajakso on metsän kiertoaikaan nähden lyhyt, päättelyyn periytyy koejärjestelystä käsitteellinen harha – *käsitlemättömän metsä ei uudistu*. Koejärjestelyssä hakkuuta ja sitä seuraavaa maanmuokkausta verrataan käsitlemättömään metsäpeitteiseen alueeseen (Finér ym. 1997, Kortelainen ym. 1997, Kortelainen ja Saukkonen 1998, Ahtiainen ja Huttunen 1999, Haapanen ym. 2006, Mattsson ym. 2006). Tämä tila ei kuitenkaan ole pysyvä, vaan käsitlemättömänkin metsä uudistuu mm. tuulituhojen ja metsäpalojen seurauksena.

Lehtosen (1997) mukaan metsäpalot toistuivat Pohjois-Karjalassa ennen kaskikulttuurin alkua (siis ennen 1600-lukua) 50–60 vuoden ja kaskikulttuurin aikana jopa 10–20 vuoden välein siten, että intensiteetiltään pienet palot toistuivat usein ja voimakkaammat harvemmin. Keskimääräiseksi palon pinta-alaksi Lehtonen arvioi 130 ha. Tuulituhojen



Metsäalueilta vesistöön päätyvät ravinnekuormitukset esiintyvät häiriöihin – hakkuisiin, metsäpaloihin ja tuulituhoihin – kytkeytyneinä episodeina. Hakkuiden aiheuttamaa vesistökuormitusta olisi mielekästä verrata luonnouudistumiseen ottaen huomioon niihin johtavien häiriöiden toistuvuuden.

riski kasvaa metsän varttuessa, koska tuulen runkoon kohdistama voima lisääntyy latvuksen koon kasvaessa (Oliver ja Larson 1996). Suomessa on havaittu merkittäviä tuulituhoja esiintyvän jo kun 10 minuutin keskituulenoisuus ylittää 14 ms^{-1} , jolloin puuskissa tuulen nopeus voi olla $20\text{--}30 \text{ ms}^{-1}$ (Pelto ja ym. 1999). Tällaiset tuulet toistuvat ilmatieteen laitoksen arvion mukaan noin kerran kymmenessä vuodessa. Myös tuulituhon laajuus vaihtelee muutamien rungon kaatumisesta laajojen metsäalueiden tuhoutumiseen, viimeisimpänä esimerkkinä Etelä-Ruotsin vuoden takaiset laajat tuulituhot. Tuhoista johtuen kaikki metsät eivät luonnontilassakaan saavuta suksession klimaksivaihetta, vaan osa uudistuu jo aiemmin.

Tuulituhon ja metsäpalojen aiheuttamaa vesistökuormitusta ei vielä tunneta. Laaja-alaisessa tuulituhossa puusto kaatuu ja kuolee suuremmaltakin alalta sekä ainakin osittain nostaa maasta myös juurakon, minkä lisäksi kaatuneet latvukset voivat tukahduttaa pintakasvillisuutta. Kuollut kasviaines, vähentynyt ravinteiden käyttö ja rikkoontunut maanpinta altistavat ravinnekuormituksen synnylle. Laaja-alainen tuulituhon on siis metsikköön kohdistuvana muutoksena varsin voimakas, joten sen vesistövaikutukset voivat olla avohakkuun ja maanmuokkauksen luokkaa.

Metsäpalossa taas huomattava määrä tyyppiyhdisteitä karkaa palossa ilmakehään, mutta toisaalta palo vähentää maan happamuutta sekä lisää nitrifikaatiota (Viro 1974). Ravinnehuuhtouman synnyn kannalta merkittävää on erityisesti ravinteita käyttävän kasvillisuuden äkillinen väheneminen. On myös huomattava, että luonnontalouden keskimääräinen pinta-ala on suuri verrattuna latvavaluma-alueiden kokoon, joten niistä vesistöön kohdistuva kuorma voi olla paikallisesti merkittävä.

Sekä metsän uudistamiseen että sen luonnolliseen uudistumiseen liittyy selvästi kausi, jolloin metsäalueelta vesistöön tulevat ravinnepäästöt lisääntyvät kasvulliseen vaiheeseen nähden. Kysymys kuuluu, pitäisikö metsän uudistamisen aiheuttamaa vesistövaikutusta tarkastella kasvullisen vaiheen sijaan suhteessa luonnolliseen uudistumiseen aiheuttamaan vesistövaikutukseen, koska uudistuminen joka tapauksessa metsää odottaa? Jos pitäisi, olisi myös selvitettävä kokeellisesti metsäpalojen ja tuulituhon aiheuttamaa ominaiskuormitusta sekä arvioitava näiden toistuvuutta suhteessa päätehakkuiden toistuvuuteen. Jos tuulituhon ja metsäpalojen ominaiskuormitukset ovat hakkuun ja maanmuokkauksen suuruusluokkaa, juuri niiden toistuvuus ratkaisee tuleeko luonnontilaisesta metsästä pitkällä aikavälillä vähemmän ravinnepäästöjä kuin hoidetusta

metsästä. Pitkän aikavälin – yli kiertoajan – kumuloituvaa kuormitusta voisi selvittää myös simulointitutkimuksella.

Julkaistun materiaalin perusteella ei voi päätellä, että luonnonmetsien uudistumista olisi otettu huomioon ominaiskuormituksia laskettaessa. Näin ollen johtopäätökseksi jää, että olivatpa näiden tuhojen ominaiskuormitus ja toistuvuus mitä tahansa, näkökulman muuttaminen pienentäisi metsän uudistamisesta johtuvaksi ajateltavan kuormituksen määrää.

Kirjallisuus

- Ahtiainen, M. & Huttunen, P. 1999. Long-term effects of forestry managements on water quality and loading in brooks. *Boreal Environmental Research* 4: 101–114.
- Finér, L., Ahtiainen, M., Mannerkoski, H., Möttönen, V., Piirainen, S., Seuna, P. & Starr, M. 1997. Effects of harvesting and scarification on water and nutrient fluxes. A description of catchment and methods, and results from the pre-treatment calibration period. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 648. 38 s.
- Haapanen, M., Kenttämies, K., Porvari, P. & Sallantausta, T. 2006. Kivennäismaan uudistushakkuun vaikutus kasvinravinteiden ja orgaanisen aineen huuhtoutumiseen; Raportti Kurussa ja Janakkalassa sijaitsevien tutkimusalueiden tuloksista. Julkaisussa: Kenttämies, K. & Mattsson, T. (toim.). *Metsätalouden vesistökuormitus MESUVE-projektin loppuraportti*. Suomen ympäristö 816: 43–62.
- Kenttämies, K. 2006. Metsätalouden fosfori- ja typpi-kuormituksen määrittäminen. Julkaisussa: Kenttämies, K. & Mattsson, T. (toim.). *Metsätalouden vesistökuormitus MESUVE-projektin loppuraportti*. Suomen ympäristö 816: 9–28.
- Kortelainen, P. & Saukkonen, S. 1998. Leaching of nutrients, organic carbon and iron from Finnish forestry land. *Water, Air and Soil Pollution* 105: 239–250.
- , Saukkonen, S. & Mattsson, T. 1997. Leaching of nitrogen from forested catchments in Finland. *Global Biogeochemical Cycles* 11(4): 627–638.
- Lehtonen, H. 1997. Forest fire history in North Karelia: a dendrochronological approach. Joensuun yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta. 23 s.
- Leivonen, J. (toim.). 2005. *Vesienpuhdistuksen tavoitteet vuoteen 2005 – Toteutumisen arviointi vuoteen 2003 asti*. Suomen ympäristö 811. 82 s.
- Markkanen, S.-L., Lepistö, A., Granberg, K., Huttunen, M., Kenttämies, K., Rankinen, K. & Virtanen, K. 2001. Kainuun vesistöjen ravinnekuormitus. Suomen ympäristö 509.
- Mattsson, T., Finér, L., Kenttämies, K., Ahtiainen, M., Haapanen, M. & Lepistö, A. 2006. Avohakkuun vaikutus fosforin, typen ja kiintoaineen huuhtoutumiseen; raportti VALU-tutkimusalueiden ja Siuntion Rudbäckin alueiden tutkimuksista. Teoksessa: Kenttämies, K. & Mattsson, T. (toim.). *Metsätalouden vesistökuormitus MESUVE-projektin loppuraportti*. Suomen ympäristö 816: 63–70.
- Oliver, C.D. & Larson, B.C. 1996. *Forest stand dynamics*. Update edition. John Wiley Sons, Inc. 520 s.
- Peltola, H., Kellomäki, S., Väisänen, H. & Ikonen, V.-P. 1999. A mechanistic model for assessing the risk of wind and snow damage to single trees and stands of Scots pine, Norway spruce, and birch. *Canadian Journal of Forest Research* 29: 647–661.
- Viro, P.J. 1974. Effects of forest fire on soil. Julkaisussa: Kozłowski, T.T. & Ahlgren, C.E. (toim.). *Fire and ecosystems*. Academic Press. s. 7–45.

13 viitettä

- MMT Ari Laurén, Metla, Joensuun toimintayksikkö. Sähköposti ari.lauren@metla.fi; Prof. Hannu Mannerkoski, Joensuun yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta. Sähköposti hannu.mannerkoski@joensuu.fi