

Vesistökestävä metsätalous

Sakari Sarkkola

Luonnonvarakeskus



Mistä vesistökuormitus syntyy metsätaloudessa?

- Metsätalouden vesistökuormitusta syntyy kahdella tavalla:

1) Metsänhoitotoimien yhteydessä

- 1) Ojien kunnostus 8000-12000ha/v (90% metsätalouden kiintoainekuormasta)
- 2) Uudistushakkuut ja maanmuokkaus: n. 150 000 ha/v, joista n. 20 000-50 000 ha/v turvemaidilla (kuormitus turvemailta yli 2-kert./ha)
➔ *lisäkuormitusta tulee 4-10 vuotta toimenpiteen jälkeen*
- 3) Metsien typpilannoitus

2) Ojituksesta aiheutuva pitkäaikainen ravinnekuormitus (nk. ojituslisä)

➔ *maaperästä hapellisessa turvekerroksessa, aineiden liikkeellelähtö ojista*

➔ *kasvilajiston ja biomassan muutokset, jotka vaikuttavat pidätykseen*

- Ravinnekuormitus ojitetuilta soilta on pysyvästi suurempaa kuin luonnontilaisilta soilla.



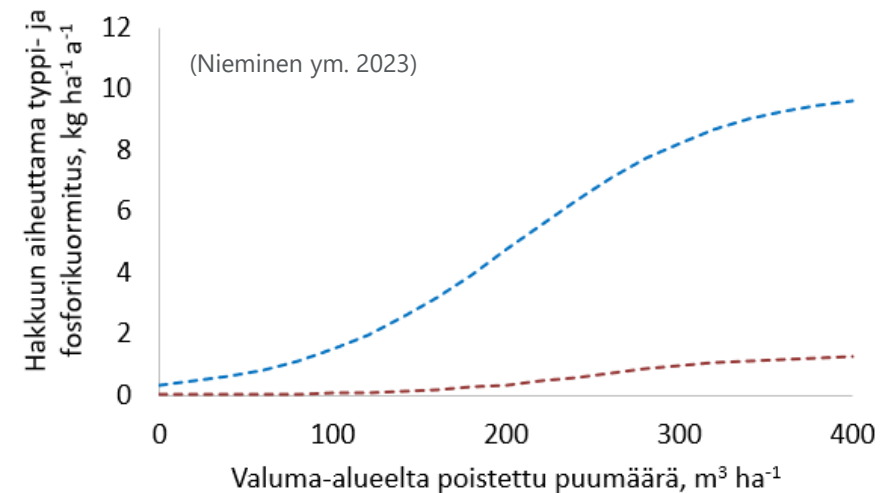
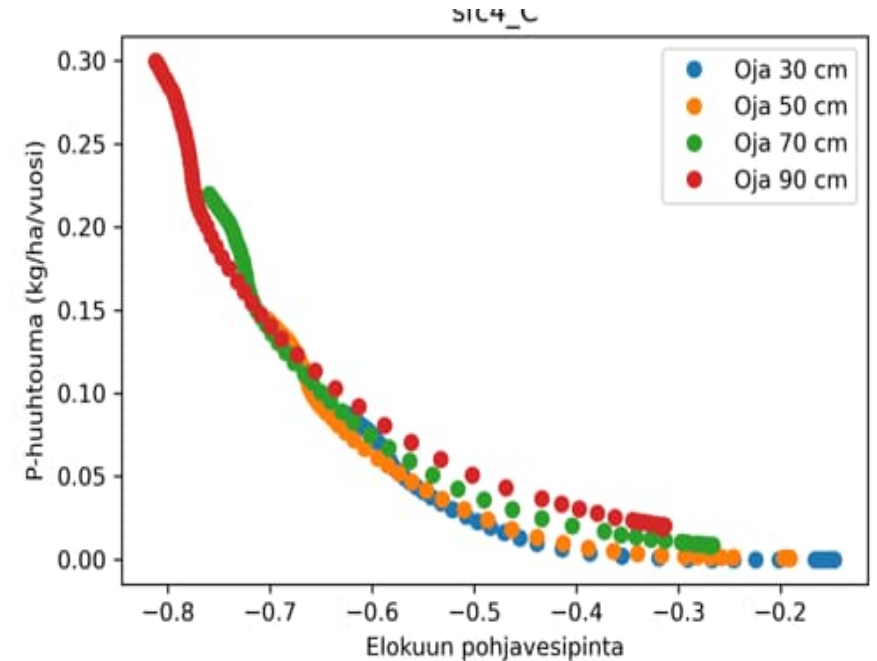
Kuvat: Mika Nieminen

Miten ojituslisä syntyy? Miten hakkuun voimakkuus vaikuttaa?

- Turvemailla kuormitus kasvaa kun vedenpinta alenee ojituksen ja järeytyvän puuston haihdunnan lisääntymisen myötä (Nieminen ym. 2021ab, 2022)

➔ *turpeen hajotessa hapellisissa olosuhteissa ravinteita vapautuu maaveteen*

- Kuormitus lisääntyy myös voimakkaan hakkuun johdosta vedenpinnan noustessa alle 30 cm syvyydelle kemiallisten reaktioiden seurauksena ja kasvillisuuden ravinteiden käytön vähennyttyä.
- Ravinnepuutokset heikentävät myös ravinteiden ottoa ja sitä kautta voivat lisätä kuormitusta (Nieminen ym. 2022)
- Hakkuupoistuman määrä ja kuormituksen määrä käsikädessä toistensa kanssa (Nieminen ym. 2023)



Mitä haasteita?

- Erityisesti hiili- ja typpikuormat ojitetuilta soilta voivat tulevaisuudessa edelleen kasvaa (Nieminen ym. 2017, 2018; Asmala ym. 2019; Räike ym. 2020).
- Ongelmana on, että monet vesiensuojeluratkaisut ovat verraten heikkotehoisia, eikä niillä kyetä vähentämään muuta kuormitusta kuin ojituksen ja maanmuokkauksen aiheuttamaa eroosiota ja kiintoainekuormitusta (Joensuu 2002; Nieminen ym. 2018b)
- Kaikkein tehokkaimpia vesiensuojelumenetelmiä, kuten pintavalutuskenttiä ja vesiensuojelukosteikoita käytetään vain harvoin
- Onkin esitetty, että vesiensuojelussa olisi pyrittävä metsämaalta syntyvän kuormituksen vähentämiseen kuin jo ojiin ja puroihin
- huuhtoutuneiden ravinteiden ja kiintoaineksen kiinniottoon.



Typpikuorma (N)

Fosforikuorma (P)

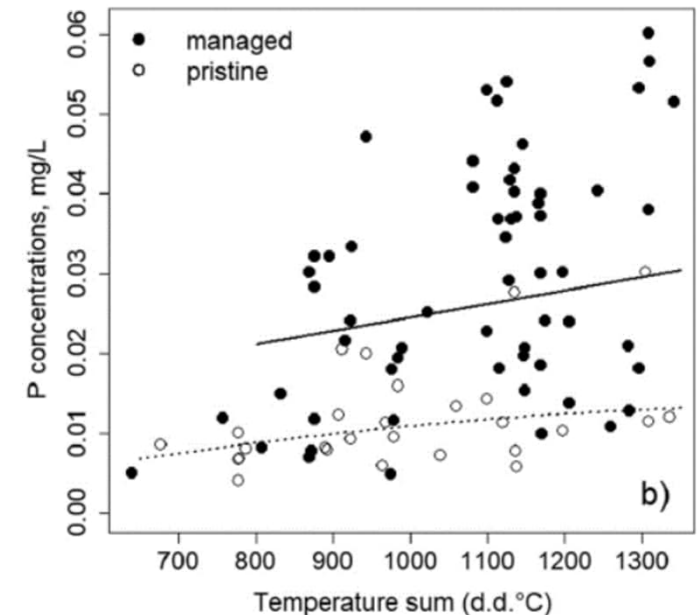
Org. hiilen kuorma (TOC)



Metsätaloudesta aiheutuva kuormitus suurinta Länsi- ja Pohjois-Suomessa (Finér ym. 2021)

Finér, L., Lepistö, A., Karlsson, K., Räike, A., Härkönen, L., Huttunen, M., Joensuu, S., Kortelainen, P., Mattsson, T., Piirainen, S., Sallantausta, T., Sarkkola, S., Tattari, S. & Ukonmaanaho, L. 2021. Drainage for forestry increases N, P and TOC export to boreal surface waters. Science of Total Environment 762: 144098.

- Metsätaloudesta monilla vesistöalueilla suurin ihmisperäinen kuormituslähde (Nieminen ym. 2020).
- Yksittäisten metsätaloustoimenpiteiden merkitys on **suhteessa vanhoilta ojituksilta tulevaan kuormaan** **kuitenkin huomattavasti pienempi** kuin aiemmin arvioitiin.



Taulukko 1. Typen ja fosforin luonnonhuuhtouma sekä metsätalouden ominaiskuormituslukuihin (Finér ym. 2010) sekä uusiin havaintoihin perustuvat metsätalouden kuormitusarviot

	Luonnonhuuhtouma	Metsätalous	Metsätalous	Metsätalous
		Finér ym (2010)	Finér ym. (2021)	Nieminen ym. (2020)
	tonnia/v	tonnia/v	tonnia/v	tonnia/v
Typpikuorma	37300	1600	7300	8500
Fosforikuorma	1320	130	440	590

Ei mukana ojituslisää

Sis. ojituslisän

Metsätaloudessa käytössä monentyyppisiä vesiensuojelurakenteita kuormituksen hillitsemiseen

joista käytetyimmät:

- Lietekuopat ja kaivukatkot sekä
- laskeutusaltaat -> **tehokkuus usein huono!**
- Pohjapadot ja putkipadot
- Pintavalutuskentät/suojavyöhykkeet
-> **riittävän suurina tehokkaita**



Toisaalta:

- Metsätalouden kuormitus on pääosin liuenneiden (orgaanisten) aineiden kuormitusta
- Liuenneiden aineiden pidättäminen vaikeaa
 - Vain pintavalutuskentät/vesiensuojelukosteikot
 - **Mutta:** niiden rakentaminen/ennallistaminen voi aluksi olla kuormituslähde (Nieminen ym. 2020b)
- Pelkät kokonaiskuormat eivät välttämättä anna oikeaa kuvaa vesistövaikutuksia etenkin tummumiseen liittyen → **myös pitoisuuksilla suurta merkitystä**



Askelmerkkejä vesistökestävyyden lisäämiseen

- **Hyvä suunnittelu avainasemassa:**
 - Kohdealueen läpi kulkevan vesimäärän luotettava estimointi
 - Tunnistetaan eroosiolle alttiit ojat → *maalajit ja kaltevuus*
 - Määritetään perattavat ojat; kaikkia ei tarpeen perata
 - Vesiensuojelurakenteiden valinta ja mahdollinen sijainti
 - Vastaanottavan vesistön tila ja ominaisuudet jne.



- **Kuivatustehon vähentäminen**

- ➔ Ei haittaisi puiden kasvua, mutta voisi pienentää kuormitusta
- ➔ Veden pidättäminen suuremmassa mittakaavassa voisi vähentää ympäristöhaittoja merkittävästi!



Kuva: Hannu Hökkä

- **Metsänhoitomenetelmien monipuolistaminen etenkin turvemilla**

- ➔ Peitteellisuuden lisääminen hakkuissa ➔ vaikutukset eroosioon ja ravinteiden pidätykseen
- ➔ Tuhkalannoitus kunnostusojitusten korvaajana

- **Maanmuokkauksen riskien hallinta metsänuudistamisessa:**

- ➔ Matalien mätästysojien johtamista sarkaojiin tulisi välttää
- ➔ Kääntömätästystä suositaan – vähemmän eroosiopintaa
- ➔ Purkuoja jätetään perkaamatta/suojavyöhyke ennen vesistöä

Uusia menetelmiä vesiensuojeluun

- Puuaineksen ja biohiilen lisääminen uomiin (Palviainen ym. 2020, Vuori ym. 2021) → mitoittaminen, ylivalumatilanteet
- 2-tasouomat: tulvatasanne, joka pidättää kiintoainesta ja ravinteita → *vaatii suuren oja-aukon, tietoa menetelmän tehokkuudesta vähän*
- Turvemaiden tuhkalannoitus voi kompensoida teknistä kuivatusta, kun puuston latvuspäntä ja haihdunta kasvavat → *Eryteisesti happamilla sulfaattimailla tulisi aina harkita vaihtoehtona ojien perkaukselle*



Kuva: Esko Keskinen

Myös muita toimia tarvittaisiin

- Ratkaisut, jotka vähentävät kuormitusta, mutta vastaisivat myös mm. monimuotoisuushuoliin metsäluonnossa:
 - Veden pidätyksen lisääminen valuma-alueella
➔ *padotukset, soiden ennallistaminen, vesien palauttaminen*
 - Suopurojen ennallistaminen
 - Lehtipuuosuuden lisääminen metsissä ja suojavyöhykkeillä



Tulevaisuuden näkymiä

- Ilmastonmuutos etenee ➡ *vaikutukset kuormitukseen osin tuntemattomia ja vaikutukset erilaisia eri puolilla maata*
- Ojituksen aiheuttaman kuormituslisän merkittävään vähentämiseen ei välittömiä tehokkaita ratkaisuja
- Metsien käyttöpainne ei ole vähenemässä
- **Ratkaisun avaimia:**
 - *Kuormituksen synnyn vähentämisen keinot*
 - *Uusia vesiensuojelumenetelmiä käyttöön*
 - *Hyvä toimenpiteiden suunnittelu*
 - *Metsänkäsittelymenetelmien keventäminen ja monipuolistaminen*
 - *Edistetään ennallistamistoimia*
 - *Metsätalouden kuormituksen seurannan ylläpitäminen ja kehittäminen*

Kirjallisuutta

- Aaltonen, H., Tuukkanen, T., Palviainen, M., Laurén, A., Tattari, S., Piirainen, S., Mattsson, T., Ojala, A., Launiainen, S., Finér, L. 2021. Controls of Organic Carbon and Nutrient Export from Unmanaged and Managed Boreal Forested Catchments. *Water* 13 17: 16 p.
- Asmala E., Carstensen J., Räike A. (2019). Multiple anthropogenic drivers behind upward trends in organic carbon concentrations in boreal rivers. *Environmental Research Letters* 14. 10 s. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab4fa9>.
- Finér L., Mattsson T., Joensuu S., Koivusalo H., Laurén A., Makkonen T., Nieminen M., Tattari S., Ahti E., Kortelainen P., Koskiahho J., Leinonen A., Nevalainen R., Piirainen S., Saarelainen J., Sarkkola S., Vuollekoski M. (2010). Metsäisten valuma-alueiden vesistökuormituksen laskenta. (A method for calculating nitrogen, phosphorus and sediment load from forested catchments). *Suomen ympäristö* 10/2010. 33 s. <http://hdl.handle.net/10138/37973>.
- Finér, L., Čiuldienė, D., Libietė, Z., Lode, E., Nieminen, M., Pierzgałski, E., Ring, E., Strand, L., Sikström, U. 2019. WAMBAF – Hyvät käytännöt kunnostusohjituksen vesiensuojeluun Itämeren alueelle. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus*. 4/2019. Luonnonvarakeskus. 19 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-703-9>
- Finér ym. 2021. Drainage for forestry increases N, P and TOC export to boreal surface waters. *Science of the Total Environment* 762 (2021) 144098. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144098>
- Haahti K. ym 2018. Model-based evaluation of sediment control in a drained peatland forest after ditch network maintenance. *Can. J. For. Res.* 48: 130–140. [dx.doi.org/10.1139/cjfr-2017-0269](https://doi.org/10.1139/cjfr-2017-0269)
- Nieminen, M., Sallantausta, T., Ukonmaanaho, L., Nieminen, T. & Sarkkola, S. 2017. Nitrogen and phosphorus concentrations in discharge from drained peatland forests are increasing. *Science of the Total Environment* 609: 974-981.
- Nieminen, M., Sarkkola, S., Hellsten, S., Marttila, H., Piirainen, S., Sallantausta, T. & Lepistö, A. 2018. Increasing and Decreasing Nitrogen and Phosphorus Trends in Runoff from Drained Peatland Forests—Is There a Legacy Effect of Drainage or Not? *Water, Air, & Soil Pollution* 229 (286): 10 s.
- Nieminen, M., Sarkkola, S., Tolvanen, A., Tervahauta, A., Saarimaa, M., Sallantausta, T. 2020b. Water quality management dilemma: Increased nutrient, carbon, and heavy metal exports from forestry-drained peatlands restored for use as wetland buffer areas. *Forest ecology and management* 465: 9 s.
- Nieminen, M., Sarkkola, S., Haahti, K., Sallantausta, T., Koskinen, M. & Ojanen, P. 2020. Metsäojitettujen soiden typpi- ja fosforikuormitus Suomessa. *Suomen Ympäristö ja Metsätalouden Tutkimuskeskus Mires&Peat* 71:1–13. <http://suo.fi/pdf/article10398.pdf>
- Nieminen ym. 2021. Peatland drainage - a missing link behind increasing TOC concentrations in waters from high latitude forest catchments? *Science of the Total Environment* 774 (2021) 145150 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145150>
- Räike, A., Taskinen, A., Knuuttila, S. 2019. Nutrient export from Finnish rivers into the Baltic Sea has not decreased despite water protection measures. *Ambio*/2019. doi:10.1007/s13280-019-01217-7
- Vuori, K-M. ym. 2021. Puupohjaisilla uusilla Materiaaleilla tehoa metsätalouden Vesiensuojeluun ja vesistökuormitukseen- PuuMaVesi-hankkeenNieminen, Mika; Hasselquist, Eliza Maher; Mosquera, Virginia; Ukonmaanaho, Liisa; Sallantausta, Tapani; Sarkkola, Sakari. 2022. Post-drainage stand growth and peat mineralization impair water quality from forested peatlands. *Journal of Environmental Quality*:
- Nieminen, Mika; Pukkala, Timo; Stenberg, Leena; Sarkkola, Sakari; Vihonen, Aleks; Valkeapää, Annukka. 2023. Jatkuvan kasvatuksen ja tasaikäismetsätalouden vaikutus metsäisten valuma-alueiden vesistökuormitukseen Suomessa. *Metsätieteen aikakauskirja* 2023: 18 s. loppuraportti 31.1.2021. 32 s. www.syke.fi/hankkeet/puumavesi

Kiitos!