



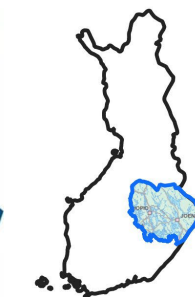
Vesien tummuminen ja lähivaluma-alueiden metsähakkuut

Aquarius-seminaari 19.8.2025

Minna Wikström



- Yleishyödyllinen asiantuntija- ja yhteistyöjärjestö
- Alueellinen vesiensuojeluyhdistys, Suomen Vesiensuojelun Keskusliiton jäsen
- Jäseniä 41:
 - 23 kuntaa
 - 10 teollisuuslaitosta
 - 8 muuta
- 5 työntekijää + harjoittelijoita/kesätyöntekijöitä
- Pohjois-Savo, Pohjois-Karjala ja osin Etelä-Savo
 - 1/3 Suomen sisävesien pinta-alasta
 - 3/4 Vuoksen Suomen puoleisesta valuma-alueesta





Mitä tummuminen on?



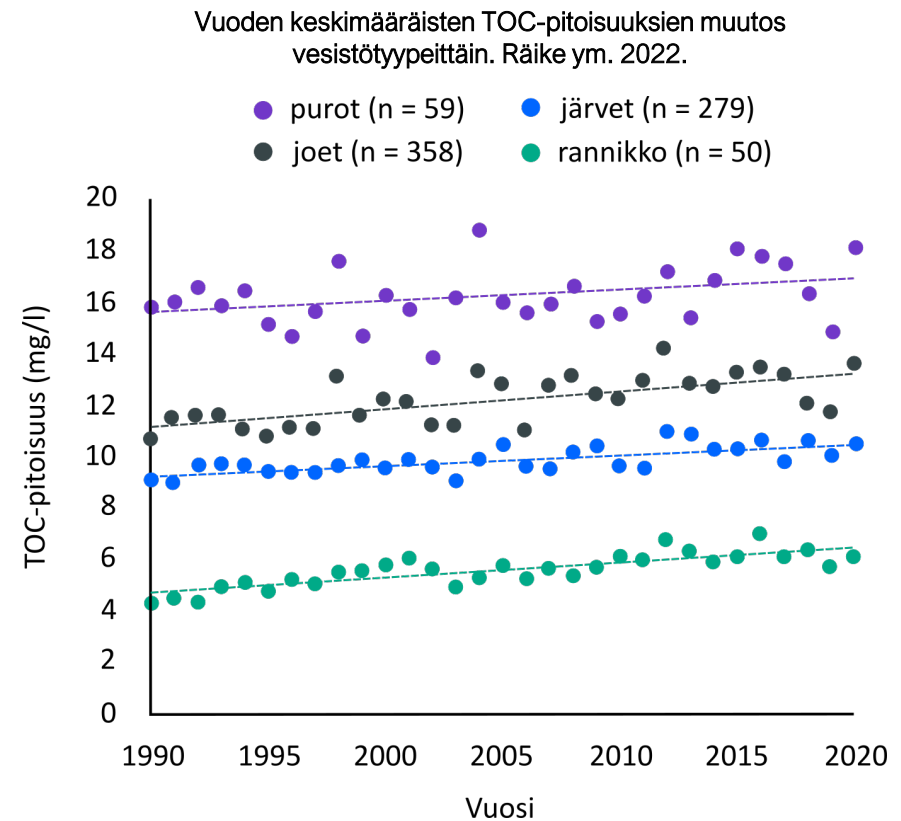
Veden tummuminen, engl. brownification tai browning, viittaa veden läpinäkyvyyden vähenemiseen ja veden värin lisääntymiseen ilman suoraa levien tai suspendoituneen materiaalin määrän lisääystä (Graneli 2012).





Tummumista aiheuttavat tekijät

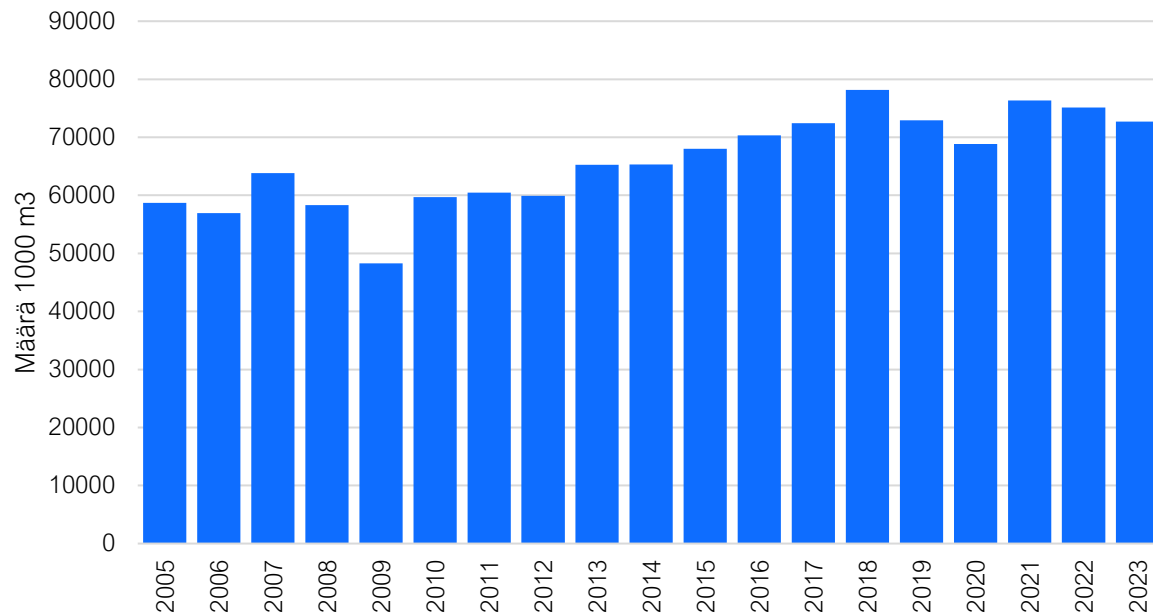
- Liuenneet hiili ja rauta
 - TOC eli orgaanisen kokonaishiilen määrän kasvu selittää jopa 88 prosenttia veden väristä (Xiao ja Riise, 2021)
 - Fe(II) eli liukoisen raudan paikallinen vaikutus tummumiseen voi olla jopa 25-74 prosenttia (Kritzberg ja Ekström 2012)
- Happaman laskeuman väheneminen ja maan pH:n nousu – uusi tasapaino
- Ilmastonmuutos
- Maankäyttö





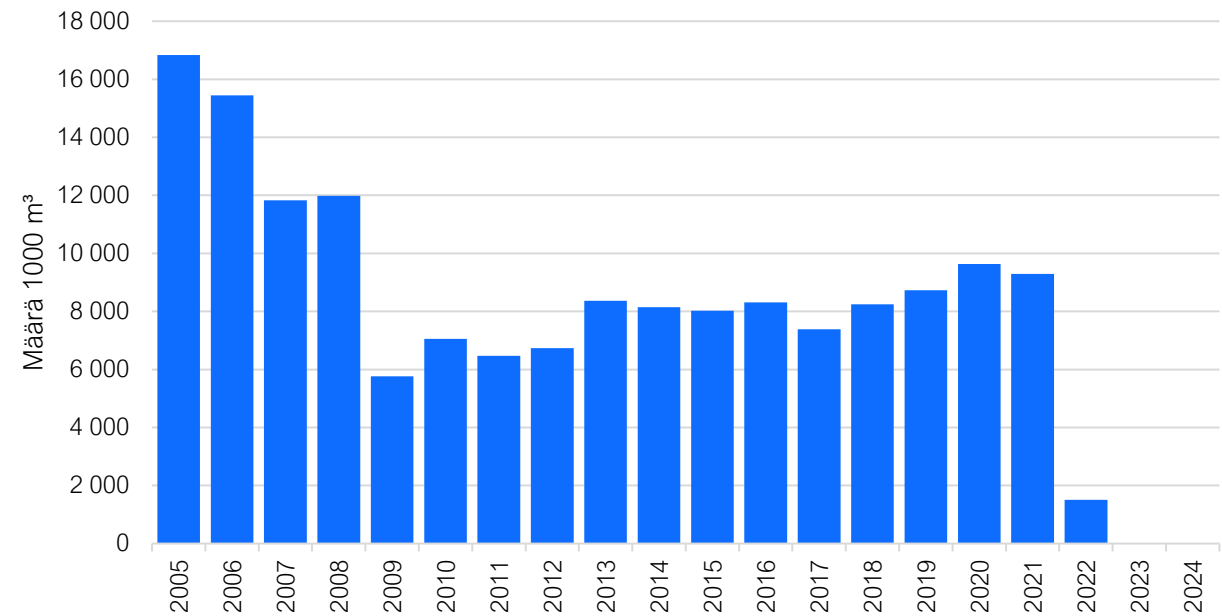
Metsätalous

Metsien hakkuukertymä Suomessa (1000 m³)



Kuva 2. Metsien hakkuukertymä Suomessa vuosina 2005-2023. (Luke)

Venäjän puutuonti Suomeen (1000 m³)

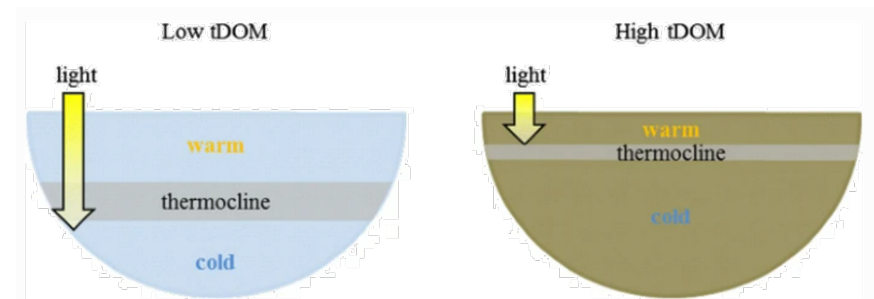
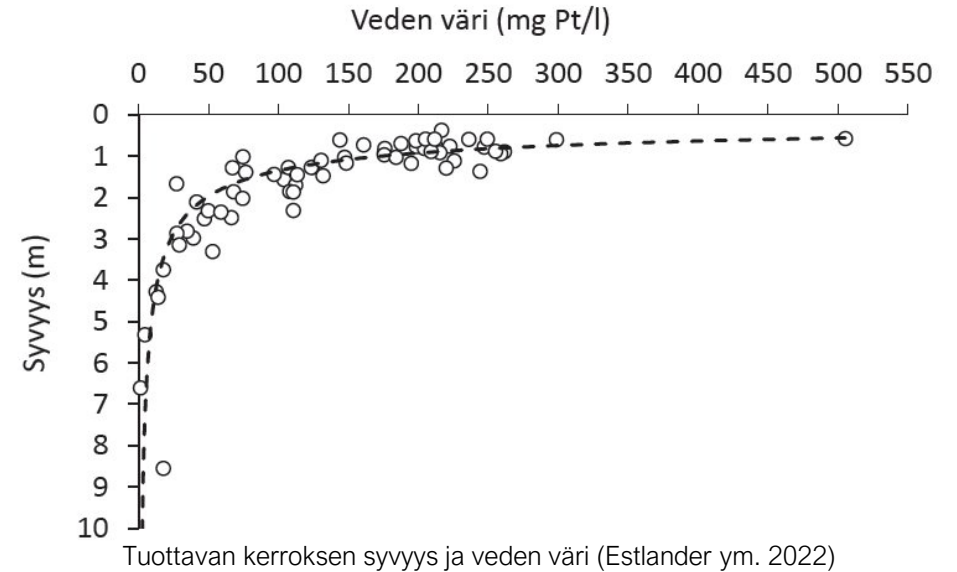


Kuva 3. Venäjän puutuonti Suomeen vuosina 2005-2024. (Luke)

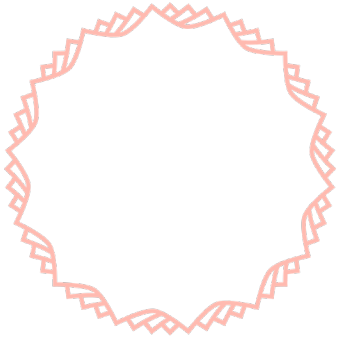


Tummumisen vaikutukset

- Valon määrä vähenee > rajoittaa perustuotantoa ravinteiden sijaan
 - Ravinteiden kierto muuttuu
 - Muutokset lajikoostumuksessa ja yhteisöissä
 - Ekosysteemitason muutokset
 - Monimuotoisuuden köyhtyminen
- pH ja lämpökerrostuneisuus muuttuu
 - Happi/anoxia
 - Kasvihuonepäästöt
 - Elohopea ja muut haitalliset aineet
- Ekosysteemipalvelut heikkenevät



Lämpökerrostuneisuuden muutos. Solomon ym. 2015.



Lähivaluma-alueen metsähakkuut



Lähivaluma-alueen metsähakkuiden vaikutus
Konneveden ja Juojärven tummumiseen.
Wikström M. 2025. Pro gradu.

27.8.2025

skvsvy.fi



Tutkimuskohteet

KONNEVESI

Pintavesialue:

Rautalammin reitti

Pinta-ala: 190 km²

Syvyys: 57,12 m

Keskisyvyys: 10,6 m

Järvityyppi: SVh

Ekologinen tila:

Erinomainen

Laskennallinen

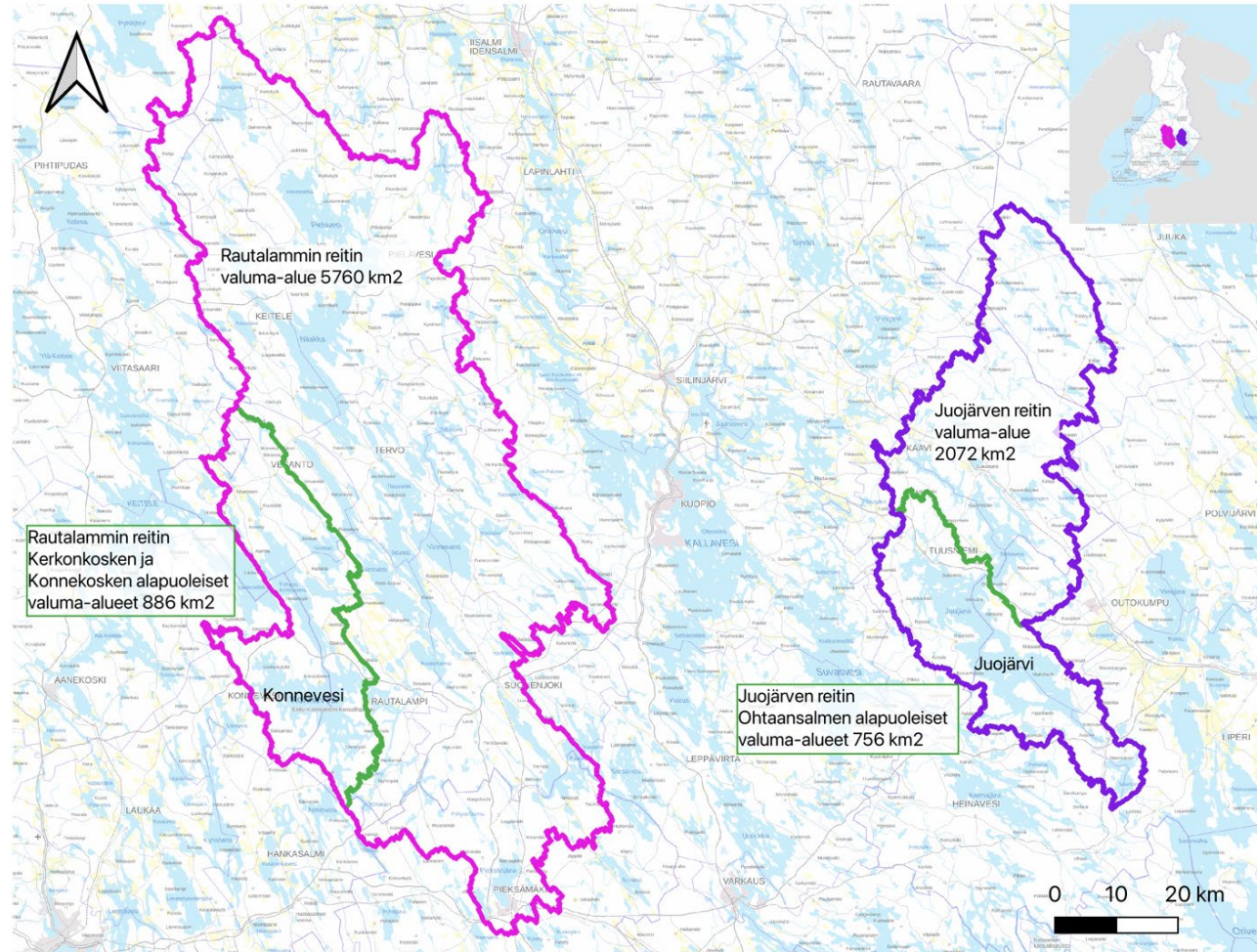
viipymä: 414 vrk

Valuma-alueen pinta-

ala: 5760 km²

Lähivaluma-alueen

pinta-ala: 886 km²



JUOJÄRVI

Pintavesialue:

Juojärven reitti

Pinta-ala: 220 km²

Syvyys: 51,0 m

Keskisyvyys: 9,0 m

Järvityyppi: Sv

Ekologinen tila:

Erinomainen

Laskennallinen

viipymä: 2,7 vuotta

Valuma-alueen pinta-

ala: 2072 km²

Lähivaluma-alueen

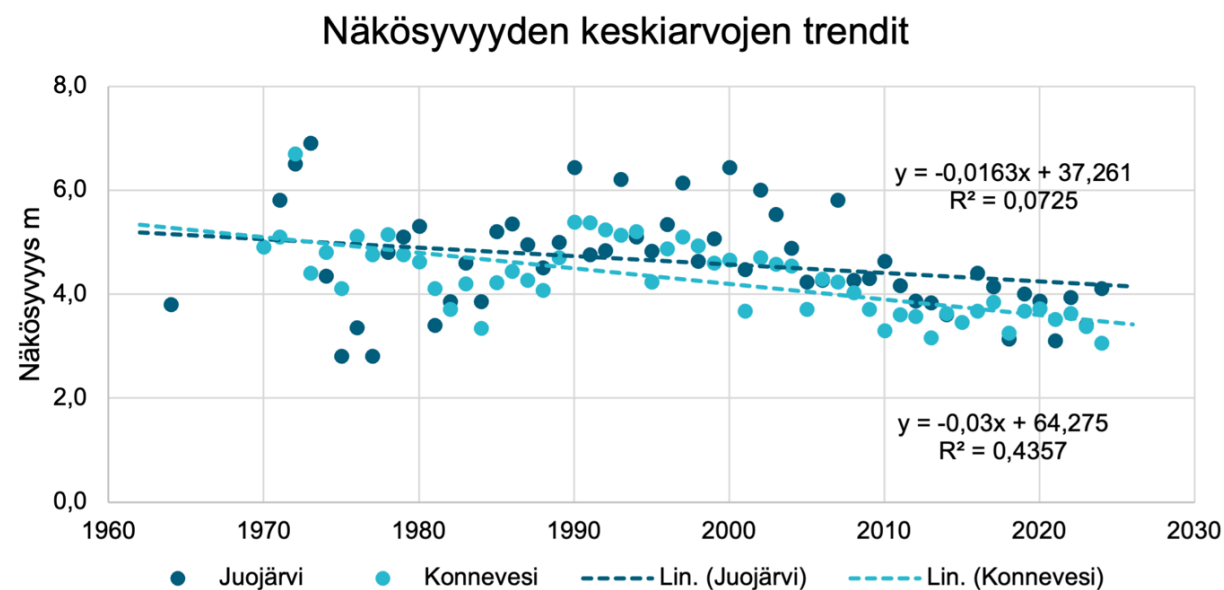
pinta-ala: 756 km²

Lähteet: WSFS-Vemala 2024, Herta-tietojärjestelmä 2024. Kartta: Maanmittauslaitos.



Vedenlaadun kehitys

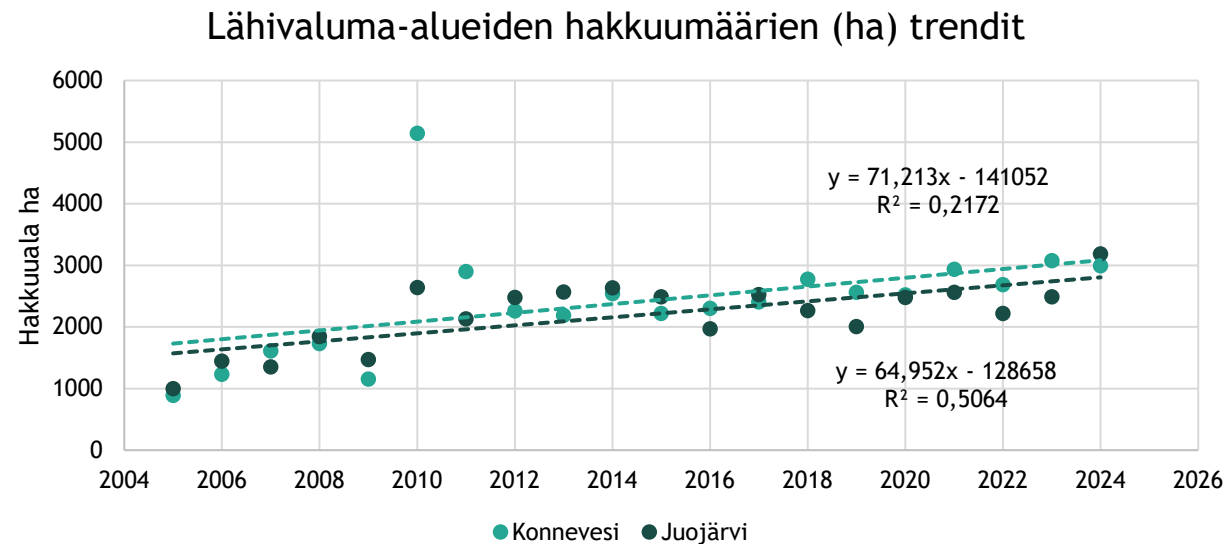
- TOC-pitoisuus kohoaa vuodessa
 - Konnevedellä 0,087 mg/l ($P < 0,001$)
 - Juojärvellä 0,069 mg/l ($P < 0,001$)
- Rautapitoisuus kohoaa vuodessa
 - Konnevedellä 0,619 $\mu\text{g/l}$ ($P = 0,004$)
 - Juojärvellä 1,096 $\mu\text{g/l}$ ($P = 0,042$)
- Näkösyvyys laskee vuodessa
 - Konnevedellä -0,030 m ($P < 0,001$)
 - Juojärvellä -0,016 m ($P = 0,049$)





Lähivaluma-alueen metsähakkuut 2005-2024

- Vuosittaiset hakkuualat kasvussa
 - Konnevedellä 71,21 ha/v (P=0,038)
 - Juojärvellä 64,95 ha/v (P<0,001)



Juojärven korrelaatiot 2005-2024

Juojärvi	TOC mg/l	CODMn mg/l	Väriluku mg Pt/l	Fe µg/l	Näkösyvyys m	Sadesumma mm	Keskilämpötila °C	Metsähakkuu ha	Kivennäismaa ha	Turvemaa ha	Havupuu ha	Lehtipuu ha	Kasvatushakkuu ha	Uudistushakkuu ha	Venäjän puutuonti 1000 m³	Suomen hakkuukertymä 1000 m³
TOC mg/l	1	0,670**	0,714**	0,692*	-0,665**	-0,085	0,132	0,549*	0,552*	0,275	0,537*	0,496*	0,448	0,522*	-0,478*	0,625**
CODMn mg/l	0,670**	1	0,882**	0,792**	-0,466	-0,159	0,275	0,566*	0,576*	0,199	0,561*	0,447	0,382	0,714**	-0,525*	0,675**
Väriluku mg Pt/l	0,714**	0,882**	1	0,878**	-0,555*	-0,184	0,287	0,546*	0,550*	0,290	0,561*	0,333	0,421	0,572*	-0,283	0,590*
Fe µg/l	0,692*	0,792**	0,878**	1	-0,535	-0,096	0,223	0,621*	0,625*	0,355	0,619*	0,536	0,639*	0,414	-0,474	0,770**
Näkösyvyys m	-0,665**	-0,466	-0,555*	-0,535	1	-0,081	-0,123	-0,488*	-0,488*	-0,266	-0,477*	-0,428	-0,391	-0,472*	0,299	-0,492*
Sadesumma mm	-0,085	-0,159	-0,184	-0,096	-0,081	1	0,268	0,371	0,390	-0,072	0,356	0,367	0,342	0,255	-0,149	0,085
Keskilämpötila °C	0,132	0,275	0,287	0,223	-0,123	0,268	1	0,033	0,037	-0,075	0,034	-0,074	-0,083	0,268	0,049	0,301
Metsähakkuu ha	0,549*	0,566*	0,546*	0,621*	-0,488*	0,371	0,033	1	0,997**	0,570**	0,996**	0,836**	0,939**	0,656**	-0,680**	0,508*
Kivennäismaa ha	0,552*	0,576*	0,550*	0,625*	-0,488*	0,390	0,037	0,997**	1	0,510*	0,993**	0,837**	0,922**	0,687**	-0,671**	0,541*
Turvemaa ha	0,275	0,199	0,290	0,355	-0,266	-0,072	-0,075	0,570**	0,510*	1	0,575**	0,431	0,702**	0,007	-0,429	-0,087
Havupuu ha	0,537*	0,561*	0,561*	0,619*	-0,477*	0,356	0,034	0,996**	0,993**	0,575**	1	0,789**	0,938**	0,650**	-0,654**	0,496*
Lehtipuu ha	0,496*	0,447	0,333	0,536	-0,428	0,367	-0,074	0,836**	0,837**	0,431	0,789**	1	0,794**	0,530*	-0,659**	0,394
Kasvatushakkuu ha	0,448	0,382	0,421	0,639*	-0,391	0,342	-0,083	0,939**	0,922**	0,702**	0,938**	0,794**	1	0,357	-0,654**	0,288
Uudistushakkuu ha	0,522*	0,714**	0,572*	0,414	-0,472*	0,255	0,268	0,656**	0,687**	0,007	0,650**	0,530*	0,357	1	-0,414	0,741**
Venäjän puutuonti 1000 m³	-0,478*	-0,525*	-0,283	-0,474	0,299	-0,149	0,049	-0,680**	-0,671**	-0,429	-0,654**	-0,659**	-0,654**	-0,414	1	-0,364
Suomen hakkuukertymä 1000 m³	0,625**	0,675**	0,590*	0,770**	-0,492*	0,085	0,301	0,508*	0,541*	-0,087	0,496*	0,394	0,288	0,741**	-0,364	1

** Korrelaatio on tilastollisesti merkitsevä 0,01 tasolla (2-suuntainen)

* Korrelaatio on tilastollisesti merkitsevä 0,05 tasolla (2-suuntainen)

Konneveden korrelaatiot 2005-2024

Konnevesi	TOC mg/l	CODMn mg/l	Väriluku mg Pt/l	Fe µg/l	Näkösyvyys m	Sadesumma mm	Keskilämpötila °C	Metsähakkuu ha	Kivennäismaa ha	Turvemaa ha	Havupuu ha	Lehtipuu ha	Kasvatushakkuu ha	Uudistushakkuu ha	Venäjän puutuonti 1000 m³	Suomen hakkuukertymä 1000 m³
TOC mg/l	1	0,730**	0,516*	0,813**	-0,554	0,161	0,151	0,152	0,132	0,417	0,145	0,168	0,390	-0,180	-0,373	0,310
CODMn mg/l	0,730**	1	0,816**	0,791**	-0,492*	-0,154	0,178	0,101	0,096	0,173	0,090	0,172	0,348	-0,222	-0,241	0,546*
Väriluku mg Pt/l	0,516*	0,816**	1	0,563*	-0,197	-0,185	0,160	-0,344	-0,347	-0,244	-0,352	-0,275	-0,142	-0,461*	0,122	0,204
Fe µg/l	0,813**	0,791**	0,563*	1	-0,596**	-0,199	0,104	0,173	0,156	0,406	0,165	0,201	0,379	-0,132	-0,438	0,290
Näkösyvyys m	-0,554*	-0,492*	-0,197	-0,596**	1	-0,063	-0,106	-0,581**	-0,570**	-0,651**	-0,562**	-0,633**	-0,657**	-0,283	0,614**	-0,352
Sadesumma mm	0,161	-0,154	-0,185	-0,199	-0,063	1	0,253	0,014	0,012	0,053	0,006	0,086	0,183	-0,190	-0,108	0,085
Keskilämpötila °C	0,151	0,178	0,160	0,104	-0,106	0,253	1	-0,272	-0,269	-0,261	-0,291	-0,129	0,025	-0,524*	-0,048	0,301
Metsähakkuu ha	0,152	0,101	-0,344	0,173	-0,581**	0,014	-0,272	1	0,999**	0,824**	0,998**	0,927**	0,862**	0,804**	-0,524*	0,376
Kivennäismaa ha	0,132	0,096	-0,347	0,156	-0,570**	0,012	-0,269	0,999**	1	0,803**	0,997**	0,930**	0,858**	0,807**	-0,520*	0,376
Turvemaa ha	0,417	0,173	-0,244	0,406	-0,651**	0,053	-0,261	0,824**	0,803**	1	0,831**	0,721**	0,776**	0,586**	-0,498*	0,340
Havupuu ha	0,145	0,090	-0,352	0,165	-0,562**	0,006	-0,291	0,998**	0,997**	0,831**	1	0,905**	0,847**	0,818**	-0,490*	0,355
Lehtipuu ha	0,168	0,172	-0,275	0,201	-0,633**	0,086	-0,129	0,927**	0,930**	0,721**	0,905**	1	0,894**	0,634**	-0,701**	0,521*
Kasvatushakkuu ha	0,390	0,348	-0,142	0,379	-0,657**	0,183	0,025	0,862**	0,858**	0,776**	0,847**	0,894**	1	0,391	-0,709**	0,611**
Uudistushakkuu ha	-0,180	-0,222	-0,461*	-0,132	-0,283	-0,190	-0,524*	0,804**	0,807**	0,586**	0,818**	0,634**	0,391	1	-0,119	-0,078
Venäjän puutuonti 1000 m³	-0,373	-0,241	0,122	-0,438	0,614**	-0,108	-0,048	-0,524*	-0,520*	-0,498*	-0,490*	-0,701**	-0,709**	-0,119	1	-0,364
Suomen hakkuukertymä 1000 m³	0,310	0,546*	0,204	0,290	-0,352	0,085	0,301	0,376	0,376	0,340	0,355	0,521*	0,611**	-0,078	-0,364	1

** Korrelaatio on tilastollisesti merkitsevä 0,01 tasolla (2-suuntainen)

* Korrelaatio on tilastollisesti merkitsevä 0,05 tasolla (2-suuntainen)

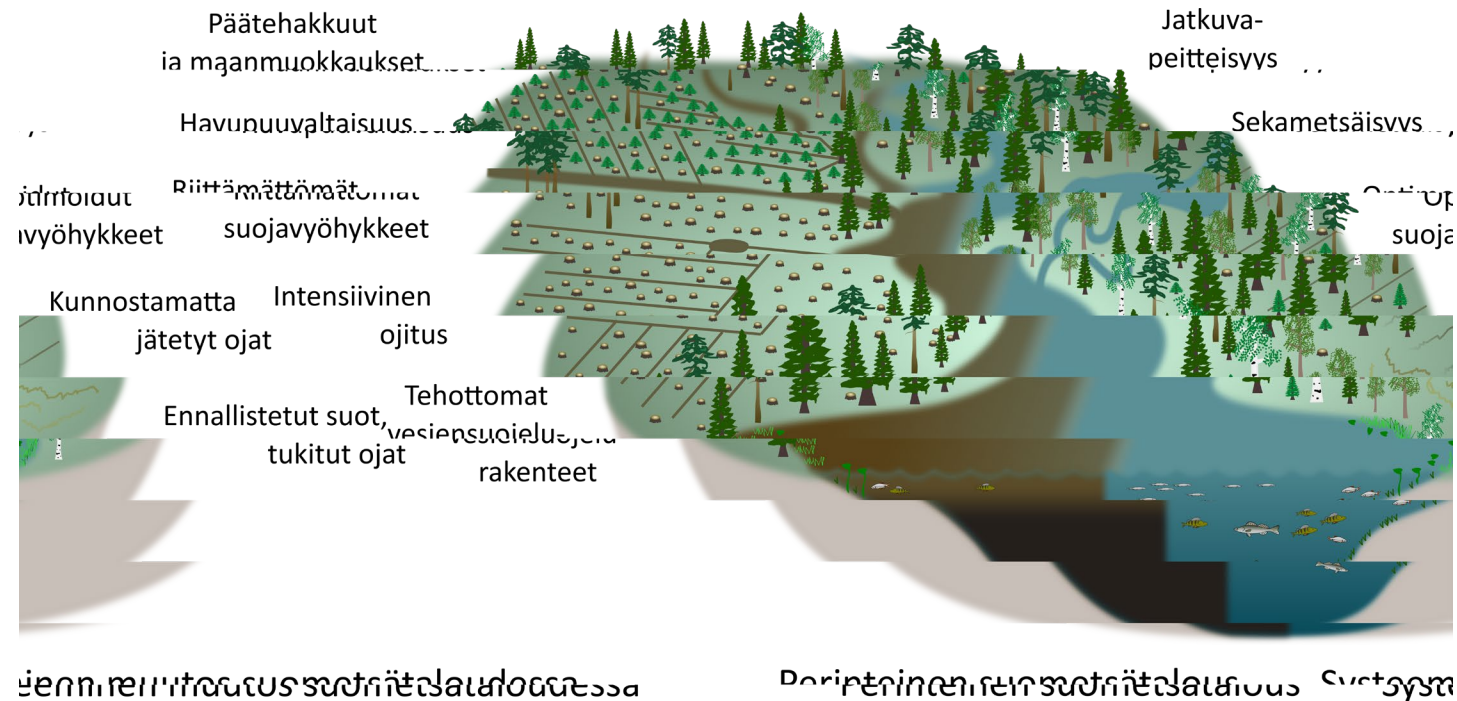


Metsähakkuiden vaikutus tummumiseen

- Lähivaluma-alueen hakkuumäärä (ha) korreloi voimakkaasti TOC- ja CODMn-pitoisuuksien kanssa Juojärvellä ja näkösyvyyden kanssa Konnevedellä
 - Eroa voi selittää valuma-alueen koko ja erilainen maaperä sekä järvien erilainen viipymä
- Riippuvuus Venäjän puutonnin vähenemisen ja kotimaisten metsähakkuiden lisääntymisen välillä
 - Metsäsektorin rakenteellinen muutos
 - Geopoliittisten jännitteiden vaikutus ympäristömuuttujiin

Miten tummumista voidaan ehkäistä?

- Perinteiset vesiensuojelurakenteet toimivat heikosti.
- Maankäyttö keskiössä:
 - rakennetut ympäristöt
 - maa- ja metsätalous
 - systeminen muutos suometsätalouteen.



Kuva: Turvemaiden metsätalouden aiheuttamaa orgaanisen hiilen kuormituksen hillintä toimintatapojen muutoksella. Härkönen ym. 2022.



Keskeistä vesienhallinta

- Valuma-alueetasoisen suunnittelun tarve
- Veden pidättäminen valuma-alueella = valumien ennaltaehkäisy
 - Metsätalous
 - Maatalous
- Vesiensuojelurakenteet tukevat ennaltaehkäisyä
 - Kosteikot ja pintavalutuskentät
 - Laskeutusaltaat
 - Ojien padotus
 - Soiden ennallistaminen
- Vesienhoidon näkökulma: luokittelu ja tyypittely





Kiitos

Minna Wikström

Ympäristöasiantuntija

minna.wikstrom@skvsy.fi

Puh. 050 370 0116

