



Vesien tummuminen ja sen huomioiminen vesien tilan arvioinnissa

Laura Härkönen, Erikoistutkija, Suomen ympäristökeskus

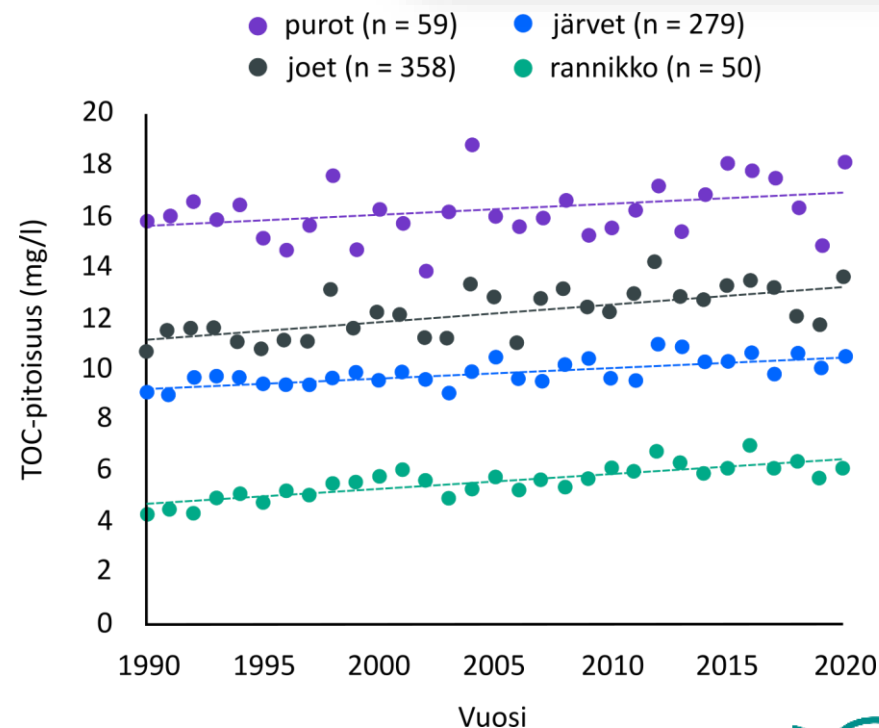
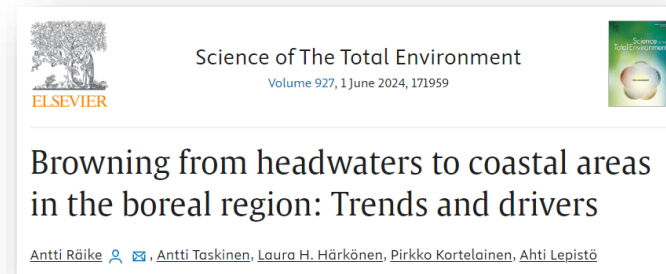
Lapin vesienhoidon yhteistyöryhmä, Teams-kokous 18.10.2024



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

Suomen vesistöt tummumassa

- Useissa aiemmissa tutkimuksissa havaittu boreaalisen vyöhykkeen vesistöjen tummumista
 - Tummuksella tarkoitetaan yleisesti orgaanisen hiilen pitoisuuden nousua, joka voimistaa veden väriä
 - Suomessa rauta selittää keskimäärin 12 % järvien ja 29 % jokivesistöjen veden väristä
- SysteemiHiili-hankkeessa valtakunnallinen tarkastelu vesistöjen orgaanisen hiilen pitoisuuksista
 - Lineaarinen aikasarjatarkastelu 1990-2020
 - 746 seuranta-asemaa, valtakunnallinen kattavuus
- Tummuksista kaikissa vesistötyypeissä ja kaiken kokoisissa vesistöissä



Räike, A., Lepistö, A., Härkönen, L.H., Taskinen, A. & Kortelainen, P. 2022. Eteneekö Suomen vesistöjen tummuksien? Vesitalous 5/2022: 5–9.

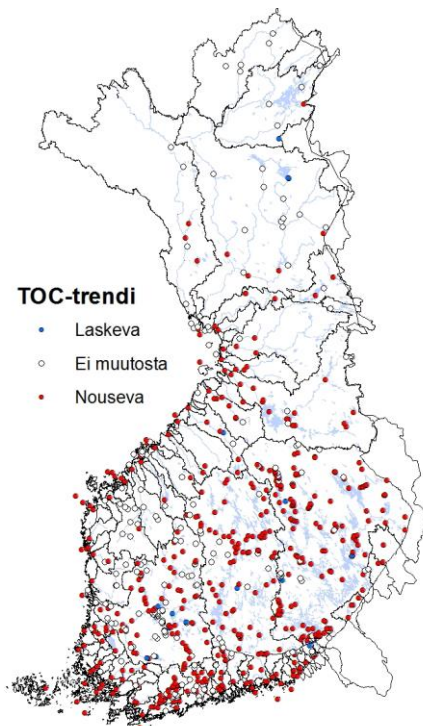
Räike, A., Taskinen, A., Härkönen, L.H., Kortelainen, P. & Lepistö, A. 2024. Browning from headwaters to coastal areas in the boreal region: Trends and drivers. Science of the Total Environment 927: 171959.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171959>



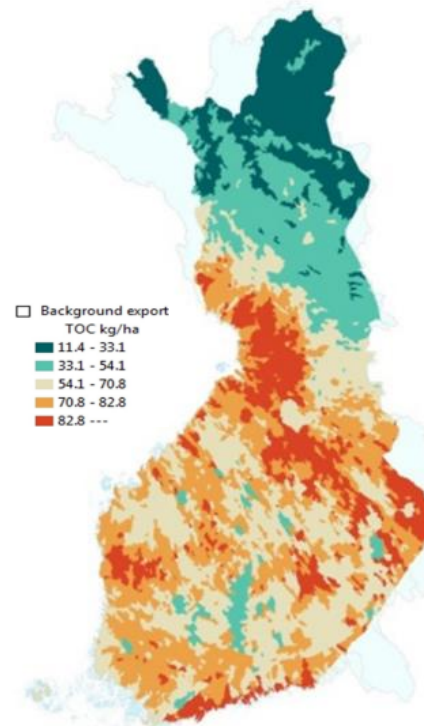
Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

Tummumista kaikkialla Suomessa

- Kaiken kaikkiaan 67 %:lla seuranta-aseamista nouseva TOC-trendi
 - Nousevan TOC-trendin vesistöjä etenkin napapiirin eteläpuolella
 - Eniten nousevia trendejä järvissä ja rannikkovesissä (73-74 % seuranta-aseamista), sitten jokivesistöissä (65 % seuranta-aseamista) ja vähiten puroissa (44 % seuranta-aseamista)
 - Laskevia trendejä 3,6 % järviasemista, alle 1 % joki- ja rannikkoseuranta-aseamista, 11,9 % puroista
- Nousevan TOC-trendin vesistöjä siellä, missä TOC:n taustakuorma ja metsätalouden aiheuttama lisäkuormitus korkeita

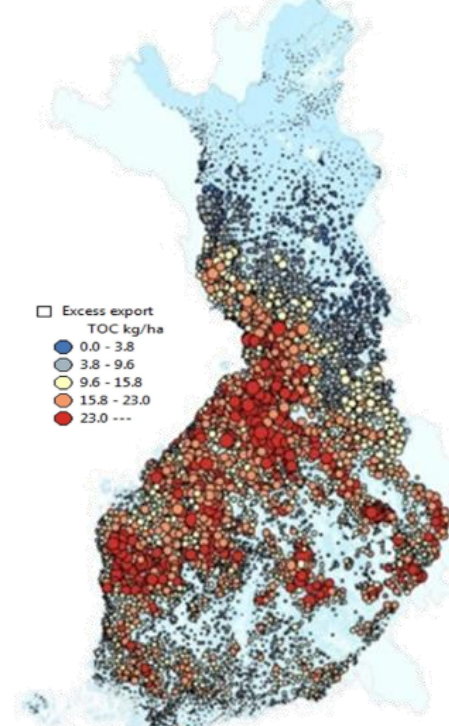


Räike, A., Lepistö, A., Härkönen, L.H., Taskinen, A. & Kortelainen, P. 2022. Eteneekö Suomen vesistöjen tummuminen? Vesitalous 5/2022: 5–9.



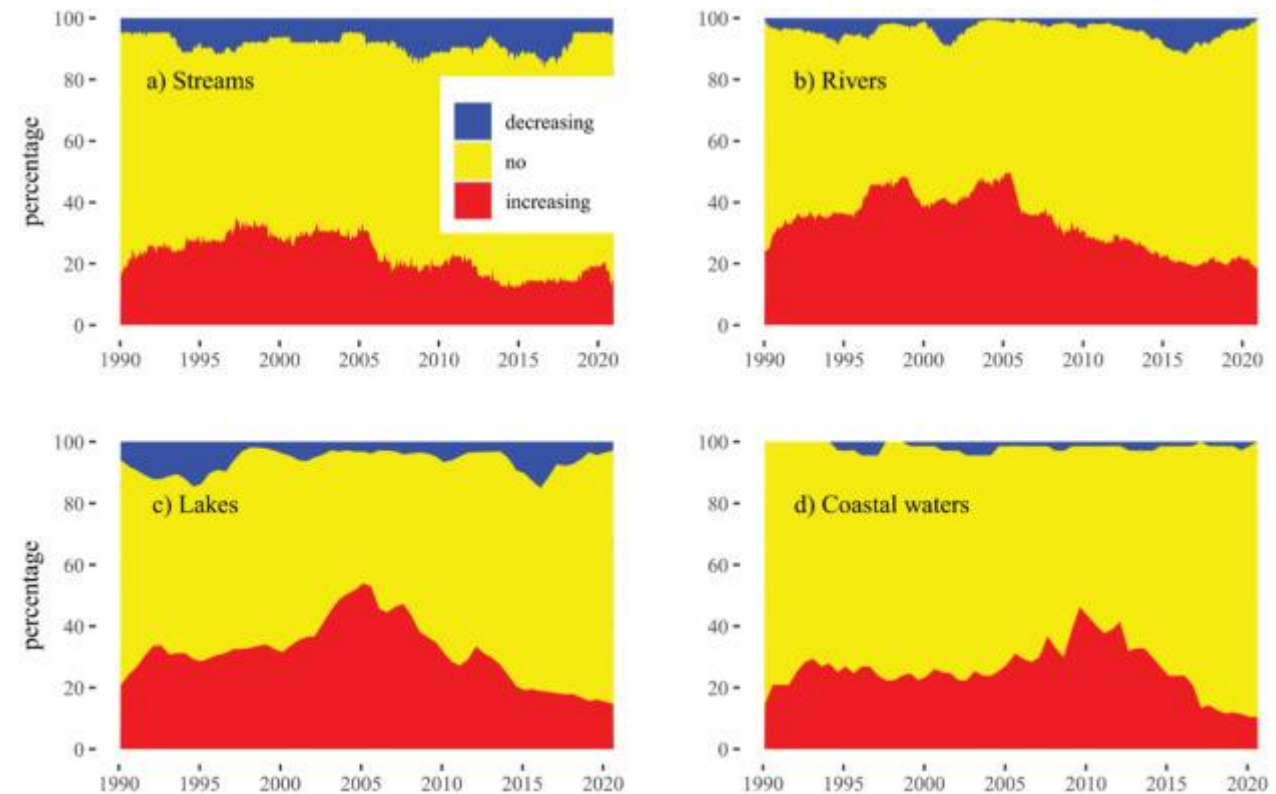
Finér ym. 2021. Drainage for forestry increases N, P and TOC export to boreal surface waters. Science of the Total Environment 762: 144098.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144098>



Tummumistrendeissä ajallista vaihtelua

- Epälineaarisen tarkastelun (GAM) perusteella TOC-pitoisuuksien nousua havaittiin
 - Ensin puroissa
 - Sitten jokivesissä ja järvissä
 - Viimeiseksi rannikkovesissä
- TOC-pitoisuuksien nousun voimakkain vaihe alkaa olla ohi
- Tummuminen tasaantumassa korkeammille pitoisuuksille

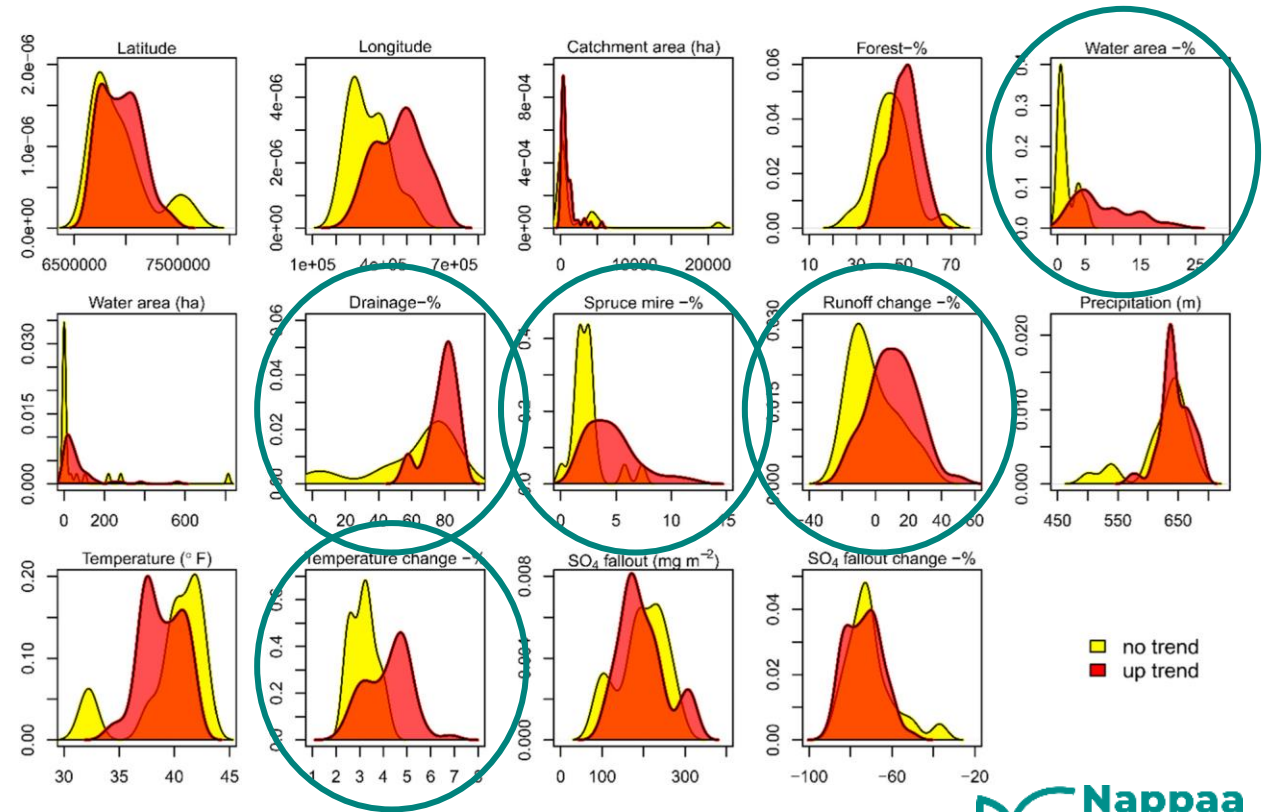


Räike ym. 2024. Browning from headwaters to coastal areas in the boreal region: Trends and drivers. Science of the Total Environment 927: 171959.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171959>

Tekijät Suomen vesistöjen tummumisen taustalla

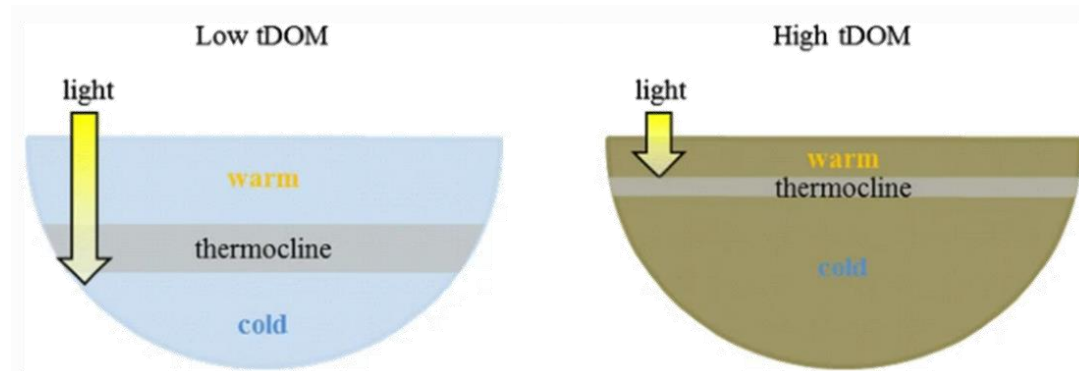
- Trenditarkastelussa tarkempi 100 jokivaluma-alueen taustatekijöiden arviointi
- Yksittäistä hiilipitoisuuksien nousua selittävää tekijää ei ole
- **Ilmastonmuutos**
 - Tummuminen todennäköisempää vesistöissä, joiden valuma-alueella lämpötilan ja valunnan muutokset suuria
- **Turvemaiden maankäyttö**
 - Suuri ojitusten ja korprien osuus valuma-alueella lisää tummumisen todennäköisyyttä
- **Happaman laskeuman väheneminen**
 - Hiilen lisääntynyt liukeneminen maaperästä
 - Laskeuman vaikutus vähenemässä, ilmastonmuutoksen vastaavasti kasvamassa



Räike ym. 2024. Browning from headwaters to coastal areas in the boreal region: Trends and drivers. Science of the Total Environment 927: 171959.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171959>

Tummunisen haittavaikutukset

- Vesi tummuu ja valo sammuu
- Veden lämpötila nousee, järvien lämpötilakerrostuneisuus jyrkkenee, alusveden happiongelmat lisääntyvät
- Eliöstön elintila kapenee, kilpailu lisääntyy, eliölajisto yksipuolistuu ja biomassa laskee useimmilla ravintoketjun tasoilla
- Järvien kasvihuonekaasupäästöt lisääntyvät
- Virkistyskäyttöarvo laskee
- Raakaveden käsittelykustannukset kohoavat



Tummuminen



Sameneminen



Tummumisen huomioiminen vesien tilan arvioinnissa?

- Vesimuodostumat nimetty maantieteellisten ja luonnontieteellisten ominaispiirteiden mukaan eri pintavesityyppeihin
 - Veden väri on yksi järvien tyypittelyn taustatekijöistä → jako humuspitoisuuden mukaan vähähumuksisiin, humuksisiin ja runsashumuksisiin järviin
- Ekologisen tilan luokittelussa tyypikohtaiset luokkarajat biologisille ja fysikaalis-kemiallisille laatutekijöille
- Ekologisen tilan luokitus ilmentää ensisijaisesti rehevöitymistä
 - Kasviplanktonbiomassan ja haitallisten sinilevien osuuden nousu heikentää ekologista tilaa
 - Särkikalojen osuuden nousu heikentää ekologista tilaa
- Vastaavasti tummumisen vaikutukset ekologisen tilan laatutekijöihin voivat olla osin päinvastaisia
 - Tummuminen saattaa laskea kasviplanktonbiomassaa eikä suosi sinileviä
 - Tummuminen ei suosi särkikaloja
- Ilmeneekö tummuminen ekologisen tilan paranemisena, vaikka vaikutukset ekosysteemitasolla ovat ekologista toimintakykyä heikentäviä?



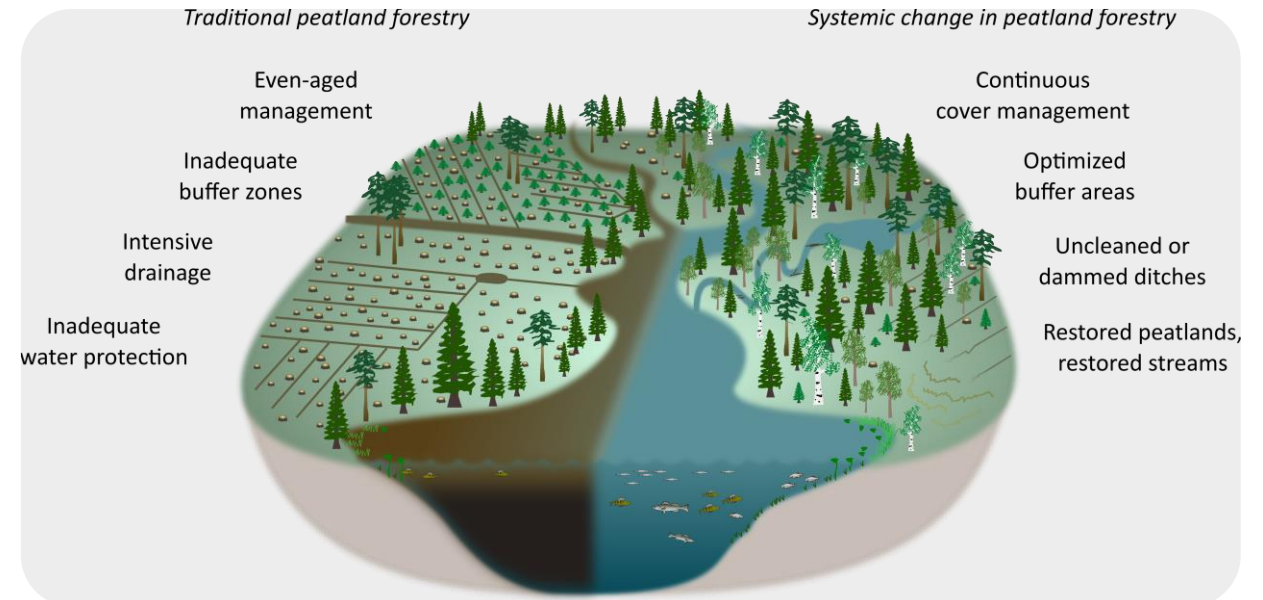


Tummumisen huomioiminen vesien tilan arvioinnissa?

- Nykyisellään ekologisen tilan luokittelu ei suoraan huomioi tummumisen vaikutuksia
- Tummumisen vaikutuksia ilmentäviä muuttujia ja kriteereitä etsitään Helsingin yliopiston HUMI-hankkeessa
 - Myös ACWA LIFEssa hankkeen toteutuessa tarkoitus etsiä olemassa olevista laatutekijöistä tummumisten vaikutuksia ilmentäviä tekijöitä
- Tummumisen taustalla ilmastonmuutoksen ja happaman laskeuman vähenemisen lisäksi turvemaiden maankäyttö
- Uutena tulevalla luokituskaudella arvioidaan orgaanisen hiilen kuormituksen merkittävyyttä vesimuodostumatasolla
 - Mahdollisuus tummumisen hillintään tähtäävien toimien kirjaamiseen vesienhoidon suunnitelmiin ja toimenpideohjelmiin

Tummumisen hillintä edellyttää turpeen maatumisen hillintää

- Ilmastomuutoksen myötä tummuminen todennäköisesti etenee tulevaisuudessa
- Turvemaiden maankäyttö on tekijä johon voidaan vaikuttaa kansallisella tasolla
- Eri-ikäisrakenteinen, eli jatkuvapeitteinen metsänkasvatus voisi
 - Vähentää kunnostusojituksen tarvetta ja vedenpinnan vaihtelusta johtuvaa turpeen maatumista
- Sekametsien suosiminen voisi vähentää hiilen kertymistä ja huuhtoutumista
- Hydrologisen kytkeytyneisyyden vähentäminen ja ojasyvyyksien madaltaminen voisivat vähentää hiilen kulkeutumisreittejä
 - Soiden ennallistaminen lisää alkuun hiilen huuhtoutumista, vaikutukset tasaantuvat muutamissa vuosissa
 - Pitkällä tähtäimellä soiden ennallistaminen voi vähentää kuormitusta kun valuma-alueen vedenpidätyskyky paranee
 - Ojien patoamista tarvitaan myös vanhoilla ojitusalueilla



Härkönen et al. 2023 FORECO 531: 120776

Kiitos!

[laura.harkonen\(at\)syke.fi](mailto:laura.harkonen(at)syke.fi)



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute