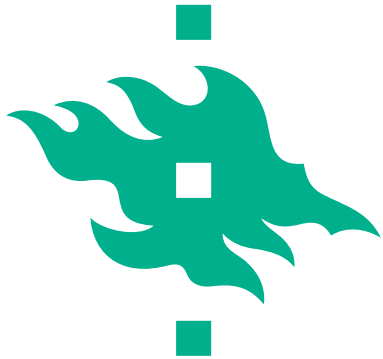


Kunnostusojituksen aiheuttama humuskuormitus

Marjo Palviainen

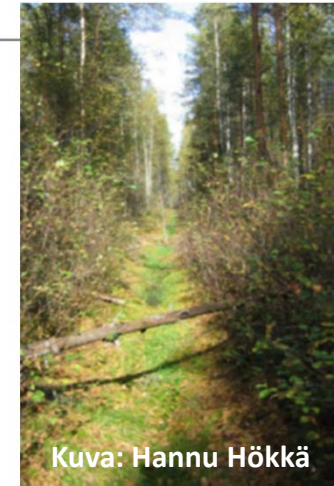


Kunnostusojitukset ja humuskuormitus

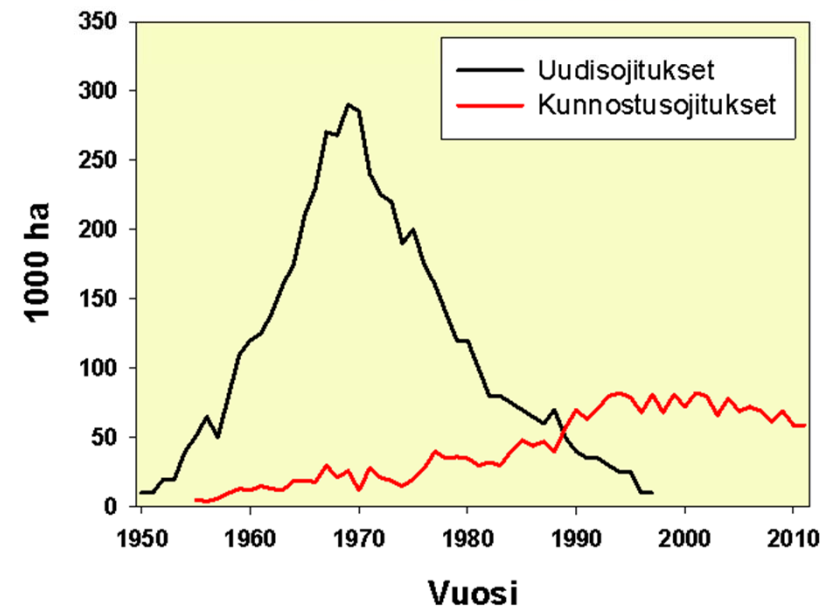
- Suomen soista yli puolet (54 %) ojitettu metsätaloudekäyttöön (4,7 milj. ha)
- 1/3 kunnostusojituksen tarpeessa
- Tehdään noin 60 000 ha/v
- Tavoite 80 000 ha/v (KMO 2015)
- Humuskuormitus = liukoisen eloperäisen eli orgaanisen aineksen huuhtoutumista vesistöihin
- Humuksella on suuri merkitys vesiekologialle ja vesien käyttökelpoisuudelle

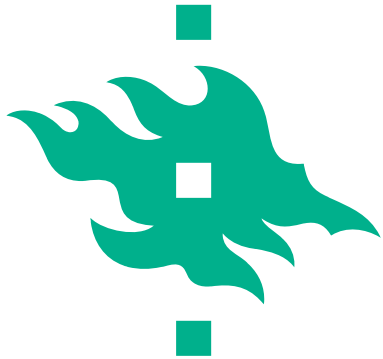


Kuva: Samuli Joensuu



Kuva: Hannu Hökkä



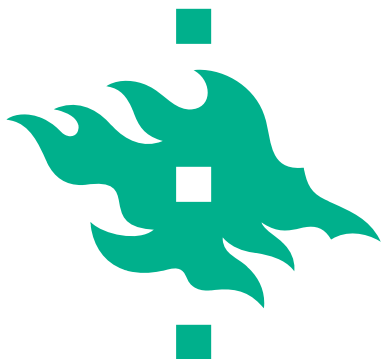


Humus

- Humus muodostuu hajoavasta eläin- ja kasviaineksesta, joka on peräisin vesistöä ympäröivältä maa-alueelta ja vesistön omasta tuotannosta.
- Antaa vedelle ruskeankeltaisen värin
- Monimutkainen kemiallinen rakenne. Hiiltä noin 50 %, happea 35-40 %, vetyä 4-5 % ja typpeä 1-2 %. Saattaa sisältää myös rikkiä ja fosforia ja sitoo tehokkaasti metalleja.
- Suomen järvien humuspitoisuus on yksi maapallon korkeimmista ja yli puolet järvistämme luokitellaan humuspitoisiksi.
- Valumavesien humuspitoisuudet ovat korkeita soisilla alueilla.

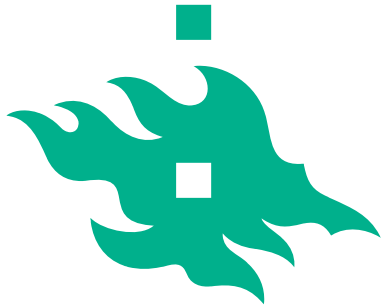


Kuva: http://info1.ma.slu.se/IMA/Publikationer/brochure/Veden_vari.pdf



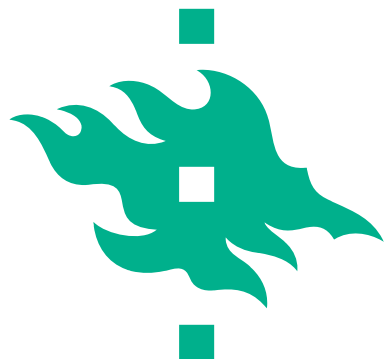
Humuksen vaikutukset vesistöissä

- Vaikuttaa veden väriin, valaistusolosuhteisiin, lämpötilaan ja happamuuteen
- Energianlähde vesistöjen ravintoverkoissa
- Kuluttaa hajotessaan happea
- Rehevöittää
- Vaikuttaa metallien ja ympäristölle haitallisten aineiden kulkeutumiseen ja myrkyllisyyteen
- Lisää kasvihuonekaasujen (CO₂, metaani) vapautumista vesistöistä ilmakehään
- Vaikuttaa ravintoverkkoihin ja eliöyhteisöjen rakenteeseen vesistöissä



Humuspitoisuuden mittaaminen

- Veden humuspitoisuudesta saadaan epäsuorasti tietoa määrittämällä:
 1. Veden väri (humuspitoisuus on sitä korkeampi, mitä tummempaa vesi on)
 2. Kemiallisen hapenkulutuksen (COD) arvo (kemiallisesti hapettuvien orgaanisten aineiden määrä vedessä)
 3. Veteen liunneen orgaanisen hiilen pitoisuus
 - TOC (*Total organic carbon*) eli orgaanisen kokonaishiilen pitoisuus määritetään suodattamattomista vesinäytteistä
 - DOC (*Dissolved organic carbon*) eli liunneen orgaanisen hiilen pitoisuus määritetään suodatetuista näytteistä
- **Tarkimmin veden humuspitoisuudesta kertoo liunneen orgaanisen hiilen pitoisuus, DOC.**

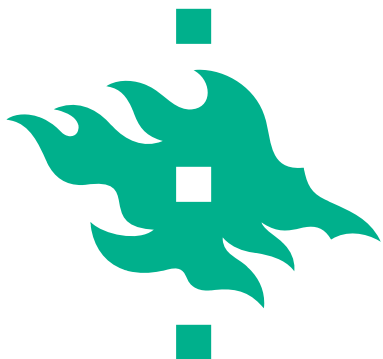


Lisääkö soiden ojitus vesistöjen humuskuormitusta ?

- Valunnan määrä voi muuttua
- Ojitus katkaisee ulkopuolisten vesien pääsyn suolle
- Tehostunut kuivatus lisää turpeen hajoamista
- Karikkeen tuotannossa tapahtuu muutoksia
- Humuskuormitus ?

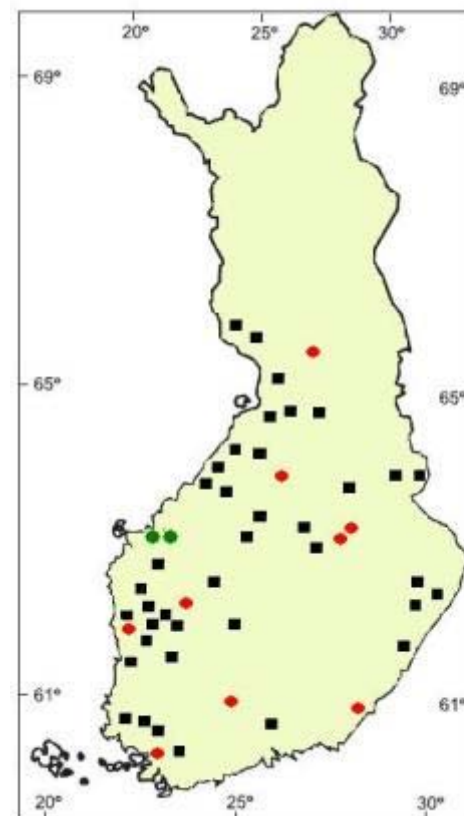


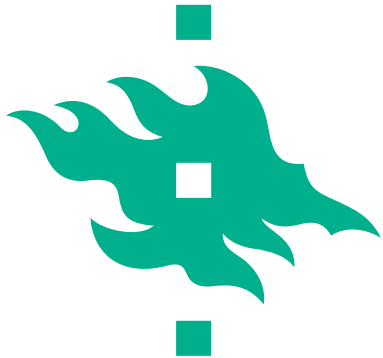
Kuva: Björn Klöve



Kunnostusojitusten humuskuormitusta (TOC, DOC) on tutkittu 51 alueella Suomessa

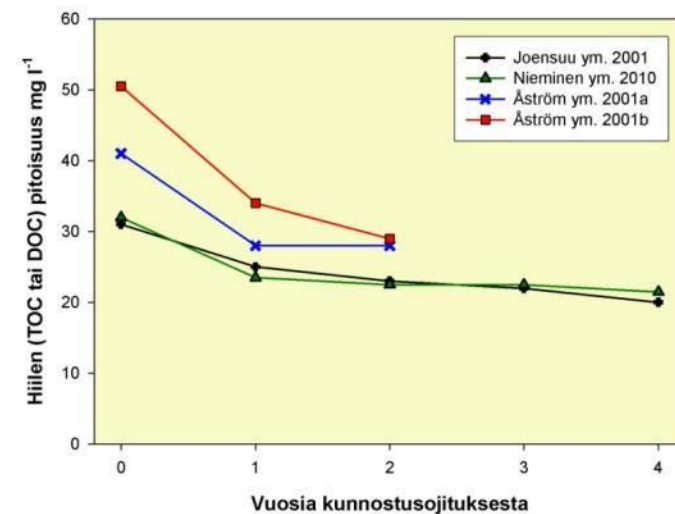
- Mustat neliöt = Joensuu ym. (2002) tutkimusalueita (40 kpl)
- Punaiset ympyrät = Nieminen ym. (2010) alueita (9 kpl)
- Vihreät ympyrät = Åström ym. (2001a, b) alueita (2 kpl).



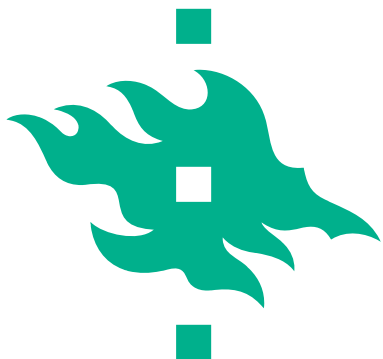


Humuspitoisuudet alenevat kunnostusojituksen jälkeen

- Uudisojitusten ja kunnostusojitusten on yleensä havaittu alentavan valumavesien humuspitoisuuksia.
- Humuspitoisuudet ovat olleet ensimmäisinä vuosina kunnostusojitusten jälkeen 13-30 % pienempiä kuin ennen kunnostusojitusta.
- Veden väriluku ja kemiallinen hapenkulutus (COD) ovat pienentyneet ensimmäisinä vuosina noin 30 %:lla (Ahti ym. 1995).
- Humuspitoisuudet ovat alhaisimmat keväällä ja korkeimmat syksyllä.

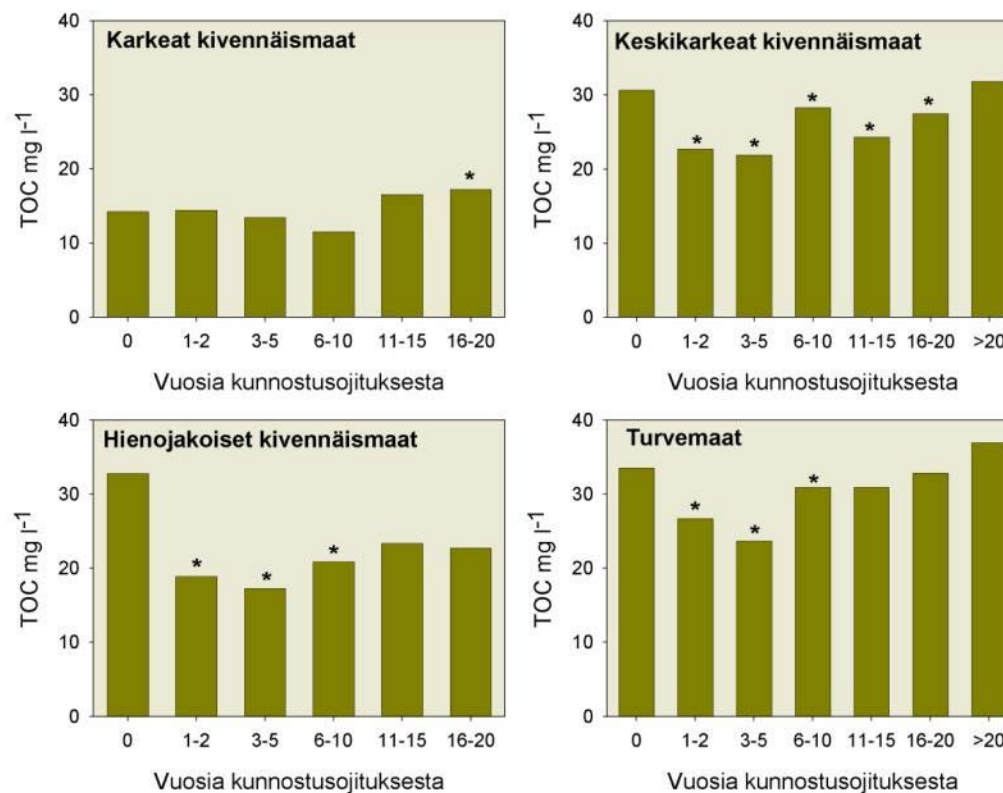


Kuva. Kunnostusojituksen vaikutus valumaveden humuspitoisuuteen (DOC; Joensuu ym. 2001, Nieminen ym. 2010, TOC; Åström ym. 2001a,b).

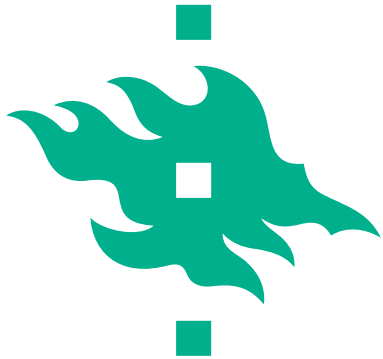


Pitoisuudet ja muutosten kesto riippuvat ojien pohjien maalajista

(Joensuu 2013)

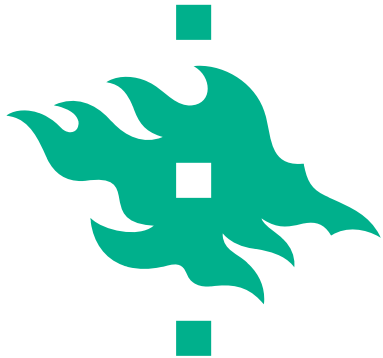


* Tilastollisesti merkitsevä ero



Miksi humuspitoisuudet alenevat ?

- **Pohjaveden pinnan aleneminen tehostaa hajotusta → suurempi osa hiilestä vapautuu CO₂:na ilmakehään, vähemmän liukoista hiiltä vesistöön.**
- Minetrofiset eli reunavaikutteiset suot vastaanottavat luonnontilassa vesiä sateesta, ympäröiviltä kivennäismailta ja pohjavedestä. Ympäröiviltä kangasmailta valuvat vedet eivät ojituksen jälkeen virtaa suon kautta, vaan oja pitkin suoraan vesistöihin. Suon valumaveden humuspitoisuutta kohottava vaikutus jää vähäisemmäksi kuin luonnontilassa.
- Kunnostusojituksen jälkeen suurempi osa ojista ulottuu turpeen alapuoliseen mineraalimaahan, mikä vähentää humuksen huuhtoutumista.

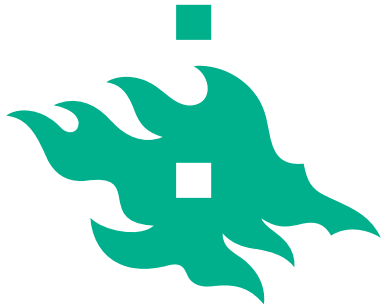


Veden virtausreitit muuttuvat

- Pohjaveden pinta alenee ja valunta tapahtuu entistä enemmän pintaturpeen alapuolisten kerrosten kautta.
- Ojituksen jälkeen pintaturpeessa runsaana esiintyviä liukoisia humusyhdisteitä uuttuu valumavesiin vähemmän, koska veden viipymä tässä kerroksessa lyhenee.
- Humuksen pidättyminen turpeen alla olevaan mineraalimaahan voi lisääntyä ohutturpeisilla soilla ojituksen ansiosta.
- Runsaspuustoisilla alueilla, joilla kunnostusojitus ei vaikuta pohjaveden pinnan tasoon, humuspitoisuudet voivat säilyä muuttumattomina.



Kuva: Sanna Kittamaa/Metla



Kunnostusojituksen vaikutus humuskuormitukseen

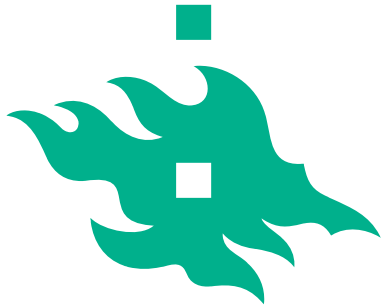
- Joensuun (2002) tutkimilla 40 alueella kunnostusojitus vähensi vuotuista DOC-kuormitusta keskimäärin 93 kilosta hehtaarilla 64 kiloon hehtaarilla (31 %) ensimmäisen kolmen vuoden aikana.
- Humuskuormitus on vähentynyt yhteensä 131-200 kg ha⁻¹ kunnostusojitushehtaaria kohden ensimmäisten kolmen vuoden aikana (Taulukko).
- Kemiallisen hapenkulutuksen kuorma on säilynyt ennallaan tai laskenut kunnostusojitusten jälkeen jopa puoleen.
- Humuskuormat palautuvat ennen kunnostusojitusta vallinneelle tasolle 10-20 vuodessa.

Taulukko. Kunnostusojituksen aiheuttama humuksen ominaiskuormitus (kg DOC ha⁻¹ v⁻¹) ensimmäisten kolmen vuoden aikana.

Alueita	1. vuosi	2. vuosi	3. vuosi	Yhteensä
40	- 64,9	- 70,3	- 64,6	-199,8
9	- 57,4	- 29,9	- 43,8	-131,1

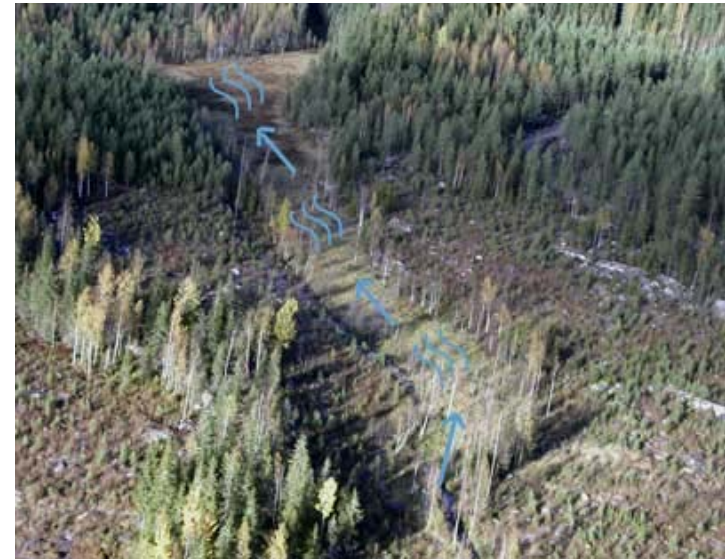
(Ahti ym. 1999, Nieminen ym. 2010)

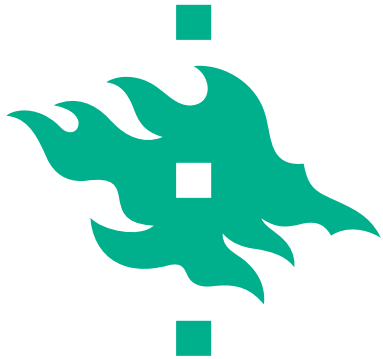
Taustakuorma: 57 kg ha⁻¹ v⁻¹



Muut humuskuormitukseen vaikuttavat tekijät

- Mikäli valunta lisääntyy humuskuormitus voi kasvaa, vaikka humuspitoisuudet alenisivatkin. Joissakin tutkimuksissa kunnostusojituksen on havaittu lisäävän valuntaa ainakin ensimmäisinä vuosina.
- Pintavalutuskenttien käyttö ja kunnostusojituksen kanssa samanaikaiset hakkuut voivat lisätä humuskuormitusta.
- Ilmastonmuutoksen ennustetaan johtavan kasvukauden pidentymiseen ja sateisuuden lisääntymiseen, mikä voi johtaa lisääntyneeseen humuskuormitukseen vesistöissämme.



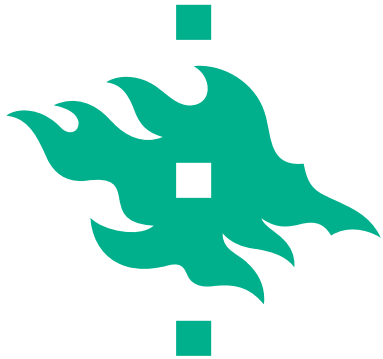


Orgaaninen kiintoaine

- Orgaanisen kiintoaineen huuhtoutuminen tulisi tuntea tarkemmin, sillä ojitusalueen alapuolisessa vesistössä orgaanisesta kiintoaineesta muodostuu liukoista hiiltä (DOC).
- Orgaanista kiintoainetta huuhtoutuu sortuvista ojapenkoista ja turvepohjaisista ojista etenkin ojien kaivun yhteydessä ja valuntapiikkien aikana.
- Vain pieni osa liikkeelle lähtevästä orgaanisesta kiintoaineesta sedimentoituu ojitusalueen ojaverkostoihin, koska partikkelien tiheys on alhainen.



Kuva: Samuli Joensuu



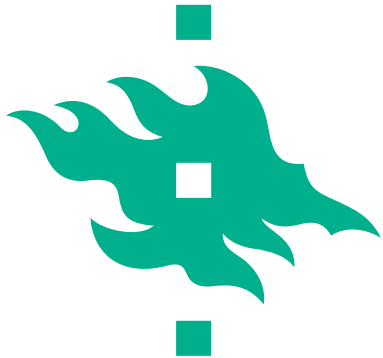
Orgaaninen kiintoaine

Tuloksia:

- Orgaaninen kiintoainekuormitus kasvoi 3,5-kertaiseksi kunnostusojituksen jälkeen (Manninen 1988).
- Kiintoainekuormituksesta yli puolet (59 %) oli orgaanista ainesta ja sen suuruus oli 38–54 kg ha⁻¹ v⁻¹ kolmena ensimmäisenä kunnostusojituksen jälkeisenä vuonna (Marttila & Kløve 2010).

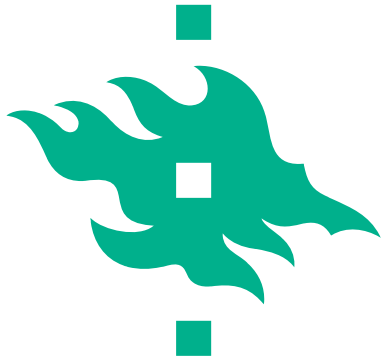


Kuva:Hannu Marttila



Johtopäätökset ja jatkotutkimustarpeet

- Kunnostusojitus ei olemassa olevien tutkimusten mukaan lisää vesistöjen humuskuormitusta, vaan voi jopa vähentää sitä.
- Turvemaiden hakkuut, pintavalutuskenttien käyttö sekä valunnan lisääntyminen ojitusten tai ilmastonmuutoksen seurauksena voivat kasvattaa vesistöjen humuskuormitusta.
- Jatkuvatoimisten veden laadun seurantamenetelmien kehittyessä humuskuormitusarvioita voidaan tarkentaa.
- Tulevaisuudessa tarvittaisiin lisää tietoa huuhtoutuvan orgaanisen aineen laadusta, orgaanisen kiintoaineen huuhtoutumisesta sekä ilmastollisten tekijöiden vaikutuksesta humuskuormitukseen.
- Eri vesiensuojelukeinojen tehosta humuksen pidättämisessä on olemassa vasta vähän tutkimustietoa.
- Humuksen käyttäytymisestä ja merkityksestä vesistöissä tiedetään vielä melko vähän.



KIITOS !

- TASO-hanke
- Leena Finér
- Mika Nieminen
- Pirkko Kortelainen



Kuva: Sakari Sarkkola