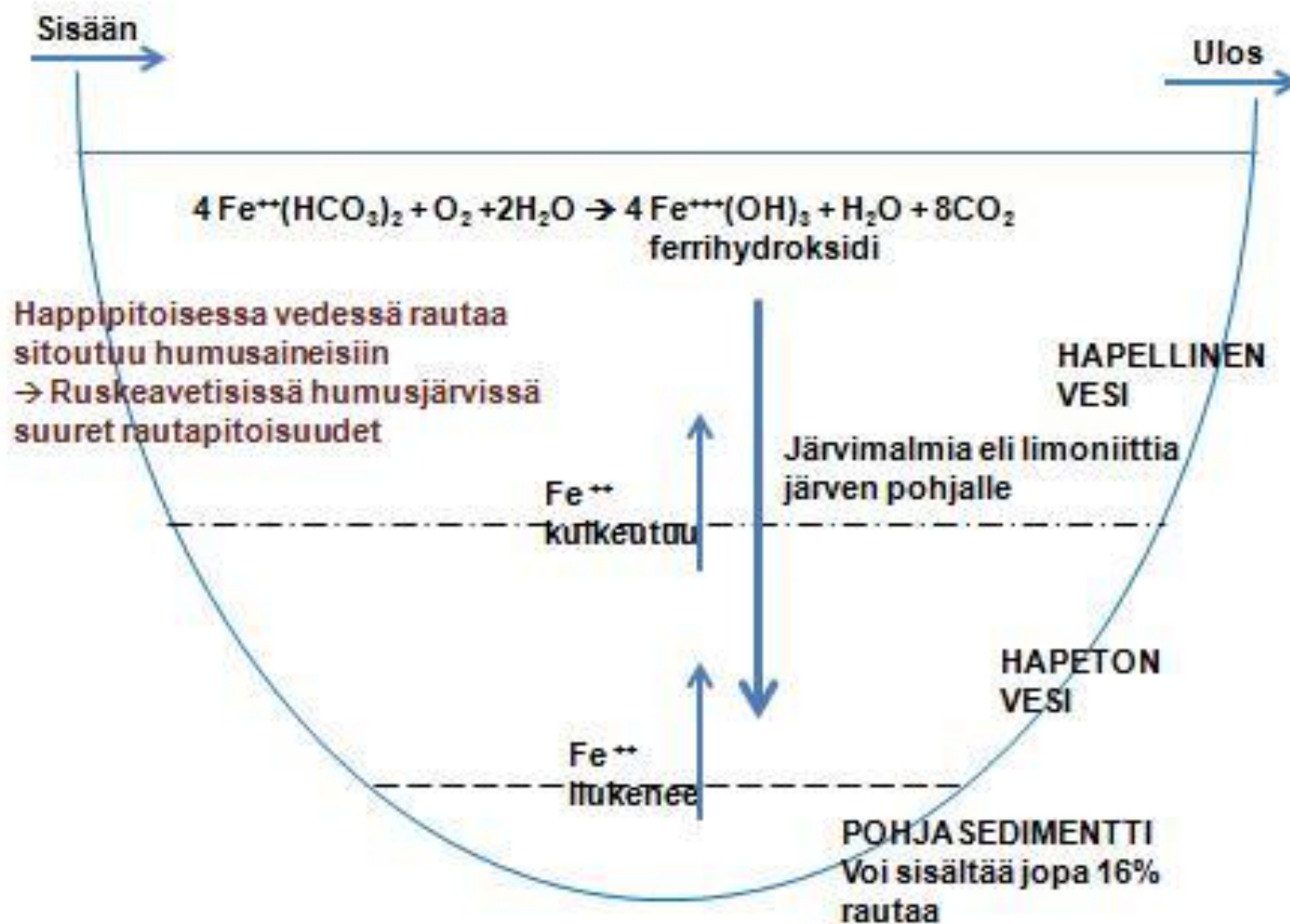


Raudan ja humuksen esiintymisestä ja vesistövaikutuksista Jäälinjärven valuma- alueella

Kaisa Heikkinen
SYKE, Oulu

Jäälinjärvi-seminaari 13.11.2012

Raudan kierto järvessä



Rauta happipitoisessa vedessä

Partikkelimainen Fe

- kulkeutuu sitoutuneena kiintoainekseen

Liukoinen orgaaninen Fe

- kulkeutuu sitoutuneena humukseen

Rautapitoinen humus
sitoo fosfaattifosforia
→ Liukoinen
orgaaninen fosfori

↑
Hyvin pienet pitoisuudet
 Fe^{2+} ja Fe^{3+}

Hapettomissa olosuhteissa
ferroraudan (Fe^{2+}) pitoisuudet
lisääntyvät

Jäälinjärvessä voi esiintyä sisäistä kuormitusta

Järvestä otettiin sedimenttinäytteet 28.10.2011

Sedimentti oli näytteenoton aikana pelkistävässä tilassa

Jäälinjärven sedimentin pintaosassa

fosforia 1100-1600 mg/kg

rautaa 130-160 mg/kg

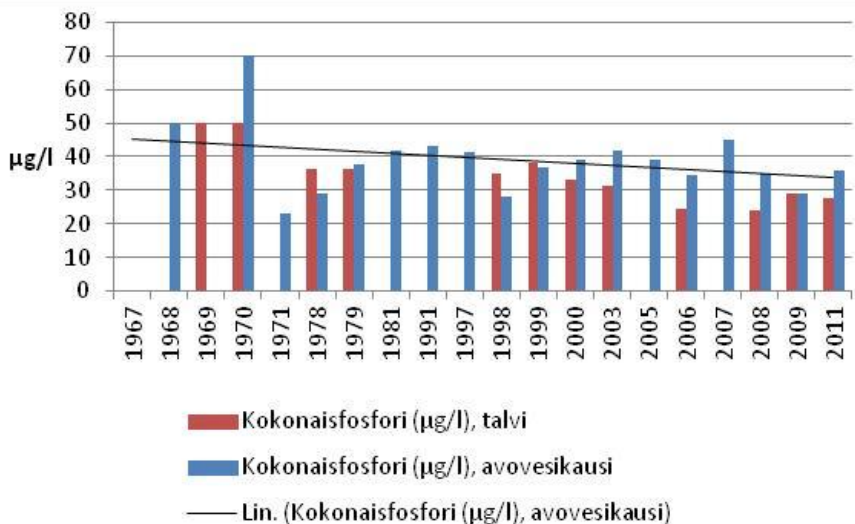
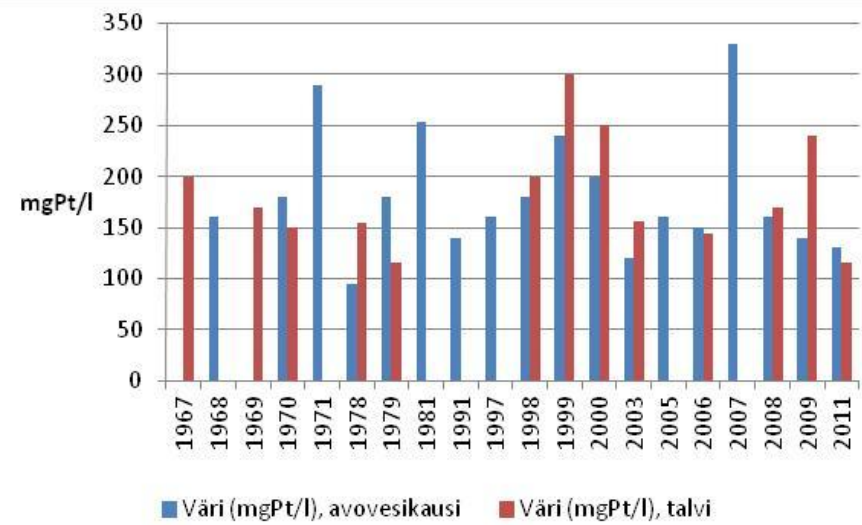
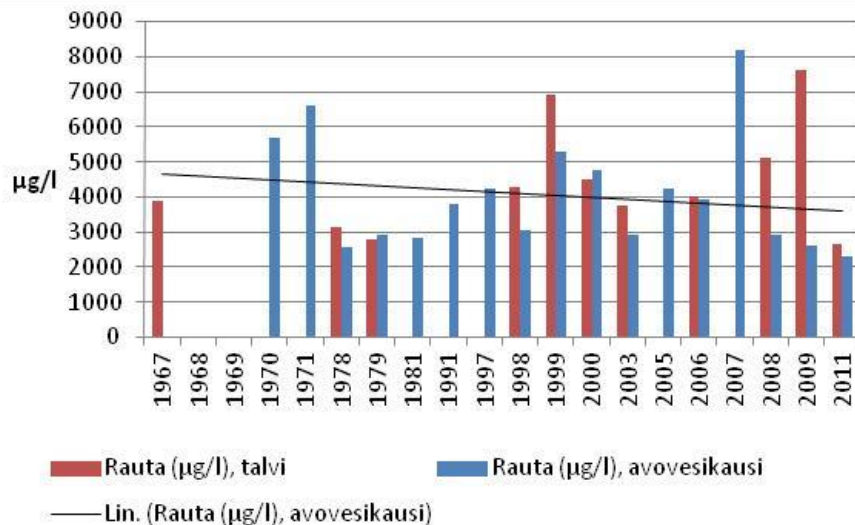
Suomen järvisedimenteissä keskimäärin

fosforia 1656 mg/kg

rautaa 62 mg/kg

Miten sedimentin pintaosassa?

Yksi syy alhaisiin fosforipitoisuuksiin voi olla fosforin vapautuminen hapettomissa olosuhteissa sedimentistä takaisin vesifaasiin



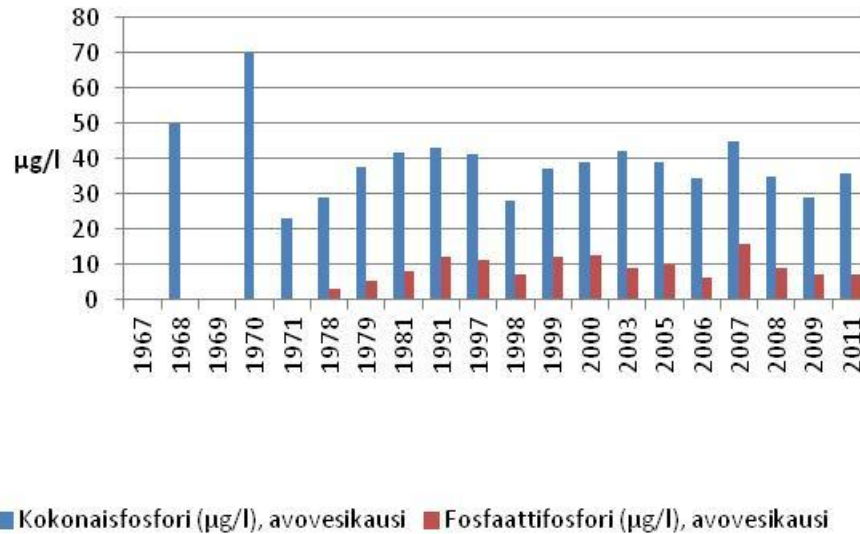
Järviveden rautapitoisuudet ovat useimmiten suuremmat talvella kuin avovesikaudella, joinakin vuosina myös fosforipitoisuudet

-Syynä talvinen, ainakin ajoittainen hapettomuus ?

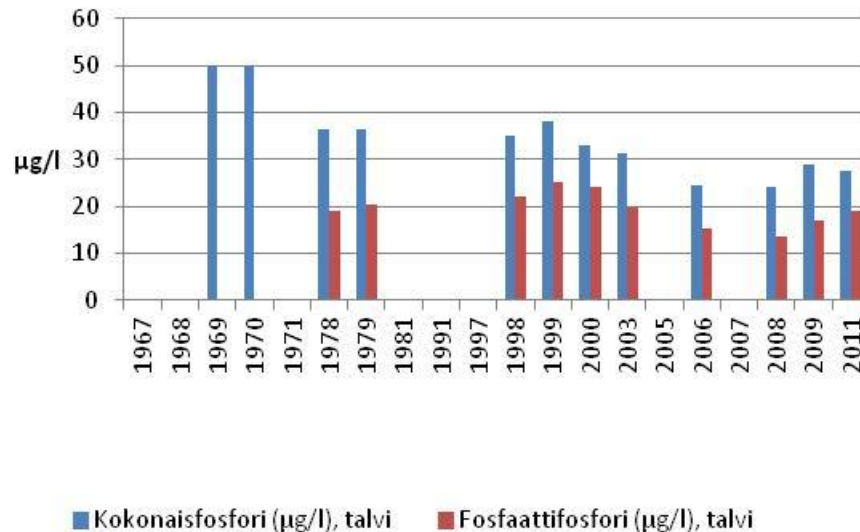
Veden väri voimistuu raudan pitoisuuksien lisääntyessä

→ Ferrorauta sitoutuu järven happipitoisessa vesikerroksessa humukseen, jonka väri voimistuu

→ Järven vesi ei talvellakaan ole kaikissa kerroksissa hapetonta



Järvivedessä humukseen sitoutuneen fosforin (liukoisen orgaanisen fosforin) osuus kokonaisfosforista näyttäisi olevan suuri

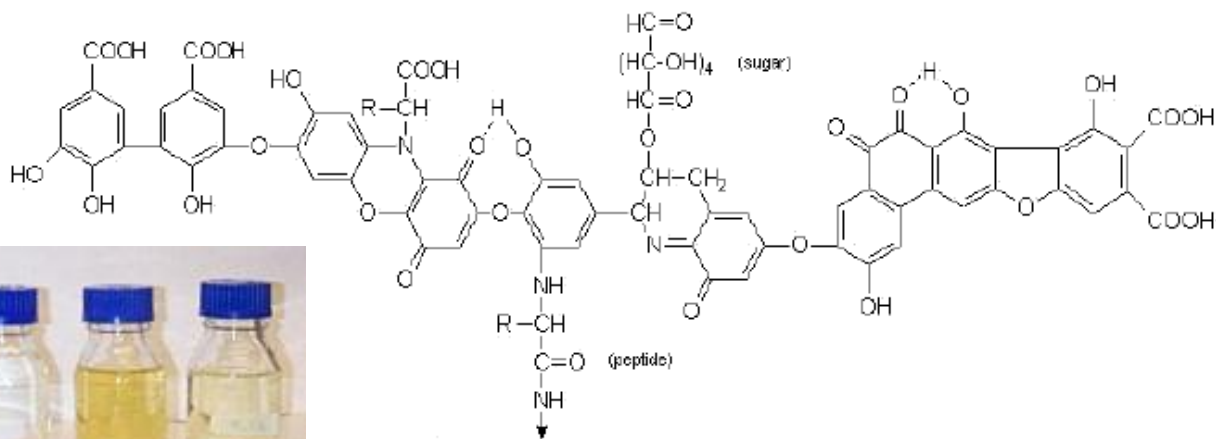


Fosfaattifosforin osuus kokonaisfosforista on suurempi talvella kuin avovesikaudella
-Syynä talvinen, ainakin ajoittainen hapettomuus ?

Mitä humus on ?

Humuksella tarkoitetaan vedessä esiintyviä eloperäisiä orgaanisia aineita, jotka antavat vedelle ruskeankeltaisen värin. Se on suurimmaksi osaksi peräisin valuma-alueen kasvillisuuden hajoamistuotteista. Eniten sitä huuhtoutuu vesistöihin valuma-alueiden soilta.

Humuksen kemiallinen rakenne on hyvin monimutkainen. Hiiltä siinä on 50 %, happea 40 %, vetyä 5 % ja typpeä 2 %.



Tietoa veden humuspitoisuudesta antavat veden väriarvo, kemiallisen hapenkulutuksen (COD_{Mn}) arvo sekä veteen liukoisen orgaanisen (DOC) hiilen pitoisuus.

Vesinäytteitä Jäälinojan valuma-alueelta kesällä 2011



Vesijohtovettä

Kokko-oja

Saarisenoja ennen
Kokko-ojaa

Saarisenoja
Kokko-ojan jälkeen *)

Saarisenoja, Kalamäki

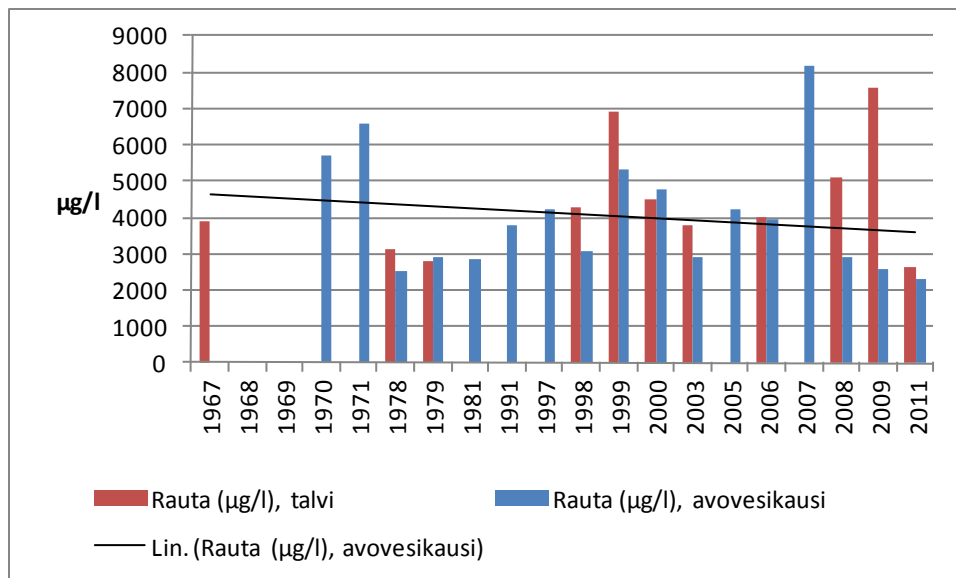
Korteoja

Jäälinjärvi

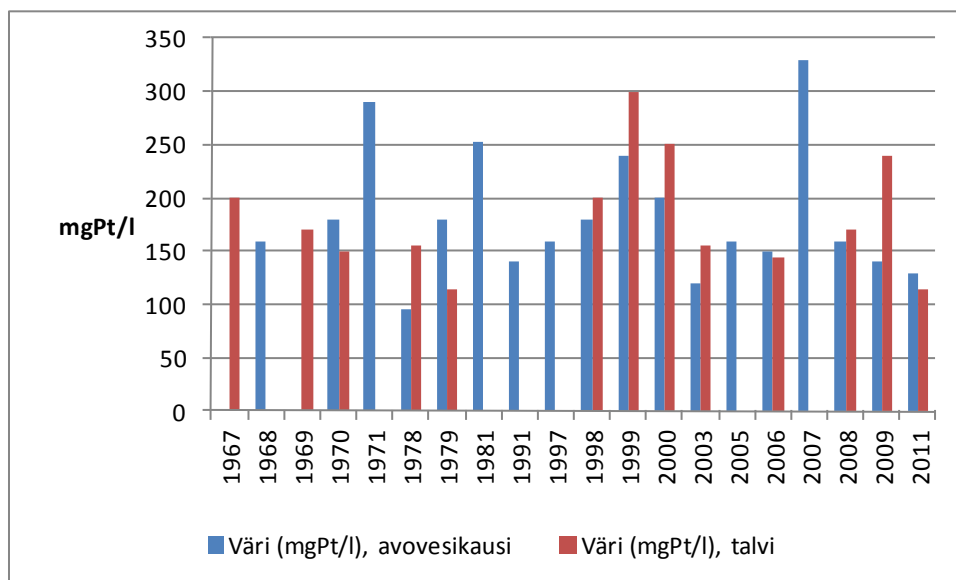
Jäälinojan lähtö

Hulevettä Jäälinojaan

Jäälinojan suu



Rautapitoisuus korkealla. Erittäin ruskeissa vesissä (suovedet) rautaa yli 1000 µg/l



Värilukema korkea. Humuspitoisilla tavallisesti 50 -100 mgPt/l, erittäin ruskeilla voi olla 100-200 mgPt/l.

Jämsäjärven pintaveden väri ja rautapitoisuus avovesikaudella ja talvella 1967 - 2011

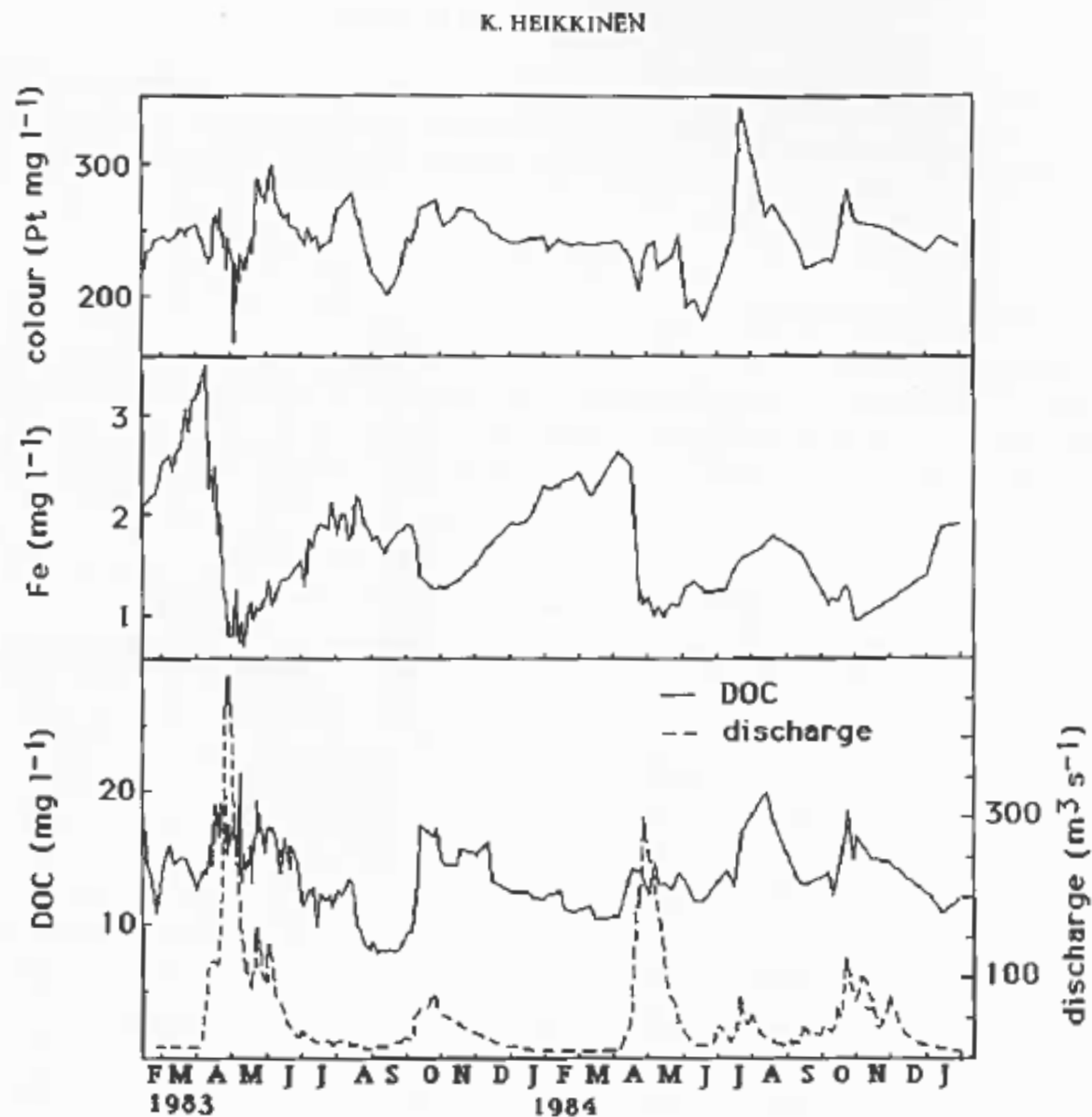


Figure 2. Concentrations of DOC and iron in filtrates and colour at the mouth of the River Kiiminkijoki

Miten veden suuri humuspitoisuus vaikuttaa Jäälinjärven valuma-alueella ?

1. Humus heikentää veden valaistusolosuhteita
→ Jäälinjärven tuottavan kerroksen syvyys vähenee
→ järven rehevöitymiskehitys voi hidastua
2. Humus kuljettaa fosforia maalta ja pohjasedimentistä veteen.
Rautapitoinen humus sitoo fosforia. Humus voi myös toimia vesistön fosforivarastona silloin, kun vapaa fosfaattifosfori vedestä loppuu
3. Humus muodostaa Jäälinjärvessä ns. luonnollisen orgaanisen kuormituksen, ja täten järvi on kirkkaita järviä herkempi ravinnekuormituksen vaikutuksille. Ravinnekuormitus voimistaa bakteerien suorittamaa humuksen hajotustoimintaa järvessä.

Humusvesissä on keskimäärin jonkin verran heikommät happiolosuhteet kuin kirkkaissa vesissä.

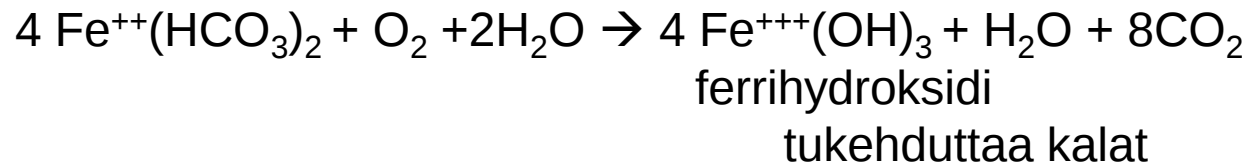
4. Järven humuspitoinen vesi on todennäköisesti hieman happamampaa kuin saman ravinnetason kirkas järvivesi. Humus koostuu yhdisteistä, jotka luetaan kuuluviksi heikkoihin happoihin.
5. Suuri humuspitoisuus todennäköisesti vaikuttaa myös järven valuma-alueella virtaavien vesien lämpötilaan.
Ruskea vesi sitoo tehokkaasti auringon valoa ja vesi lämpenee.
6. Humus toimii todennäköisesti myös Jäälinjärven ekosysteemin energian lähteenä
7. Humus vähentää monien myrkyllisten metallien ympäristövaikutuksia Jäälinjärven valuma-alueella.
Rauta, alumiini, kupari, sinkki

Humuksen vaikutus raudasta aiheutuviin vesistöhaittoihin

Rauta sitoutuu humukseen → Suoja vesieliöille raudan myrkkövaikutuksia vastaan

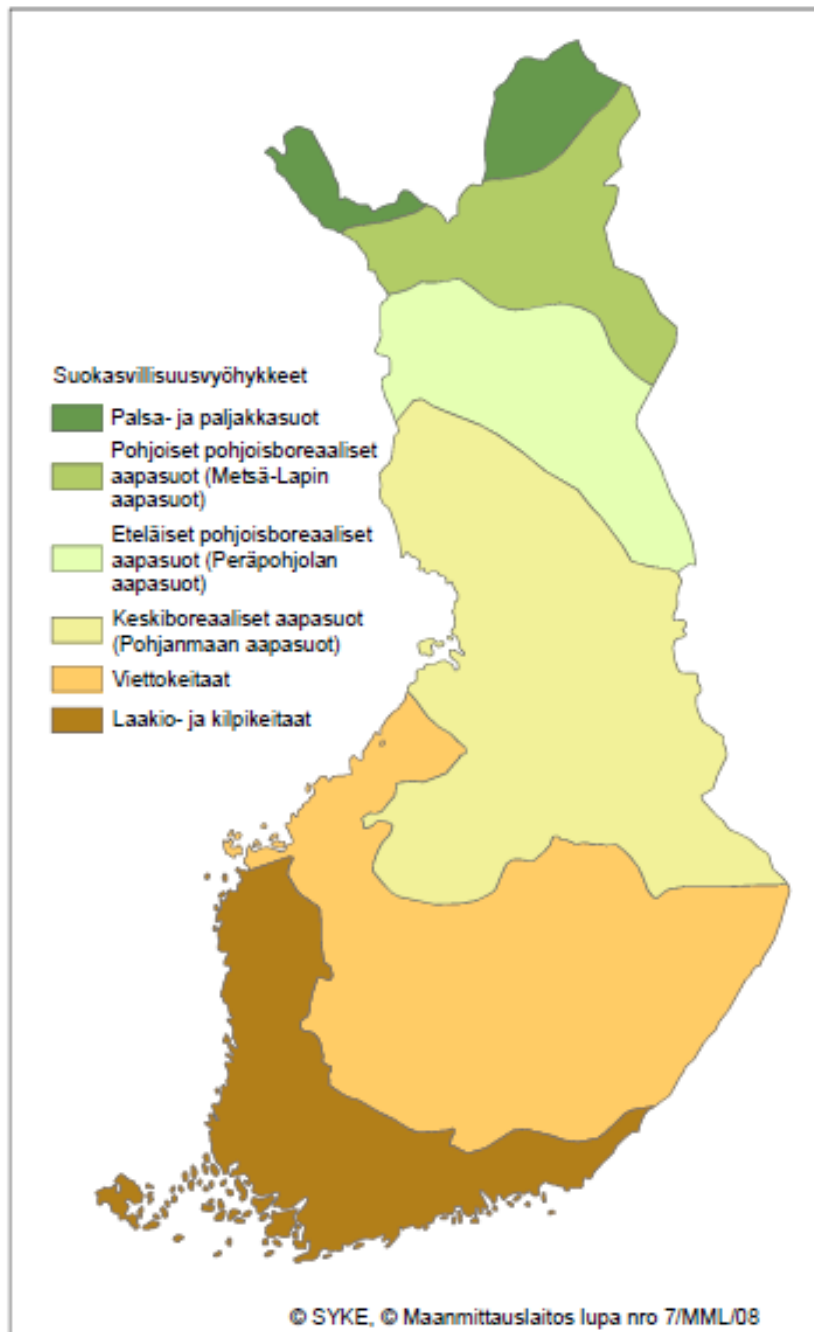


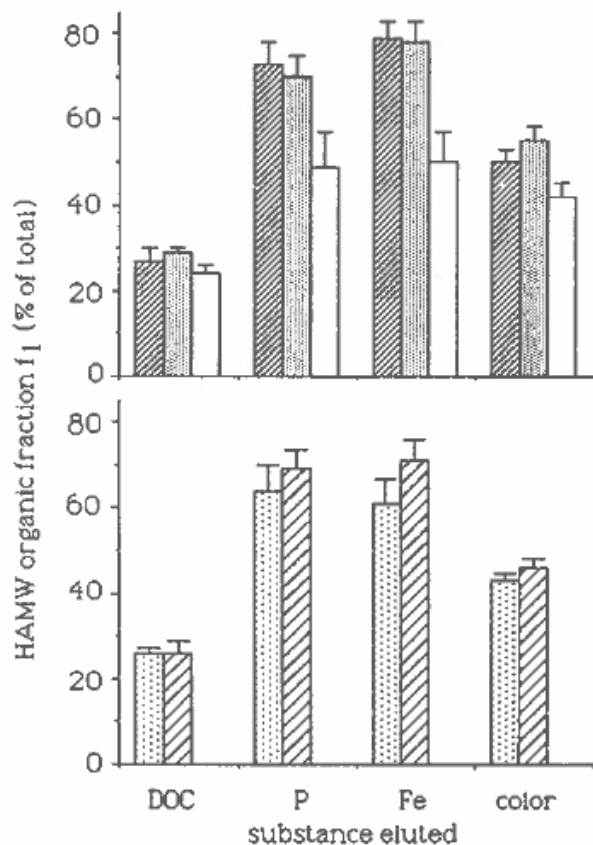
Vapaana vedessä esiintyvä epäorgaaninen ferrorauta (Fe^{++}) on eliöille hyvin myrkyllistä



Pohjois-Pohjanmaan aapasuoalueella soiden ojitusten on todettu johtavan humuksen rautapitoisuuden lisääntymiseen myös happipitoisissa ojavesissä.

→ Vaikutuksia vesistössä





Sampling points:

- Jauhosuo (No. 7) ■ Määtänperä (No. 6)
- Vittasuo (No. 8) ■ Leppikoski (No. 5)
- Keihäsoja (No. 9)

Fig. 4. Average percentages of total amounts of the substances eluted in the HAMW humic fraction f_1 in the Jauhosuo and Vittasuo peat mining water and the Keihäsoja brook, and in the Nuorittajoki River in the area of loading from the peat mining areas (Määtänperä and Leppikoski).

Turvetuotanto

- Raudan huuhtoutuminen lisääntyy
- Humuksen rautapitoisuus (Fe/DOC suhde) lisääntyy

Tämän rautapitoisuuden lisääntymisen vaikutuksia voidaan nähdä myös turvetuotantoalueen alapuolisessa jokivedessä

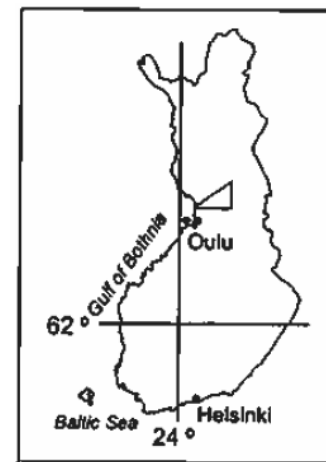


Table 4. Average molar ratio of Fe to DOC in the gel filtration fractions f_1 , f_2 , and f_3 .

Site	Gel filtration fraction		
	f_1	f_2	f_3
Jauhosuo peat mining area (Site no. 7)	0.068	0.008	0.005
Vittasuo peat mining area (Site no. 8)	0.060	0.008	0.006
Keihäsoja brook (Site no. 9)	0.032	0.012	0.013
River sampling points			
Määtänperä (Site no. 6)	0.042	0.021	0.005
Leppikoski (Site no. 5)	0.053	0.008	0.008
Jokikokko (Site no. 3)	0.045	0.008	0.008

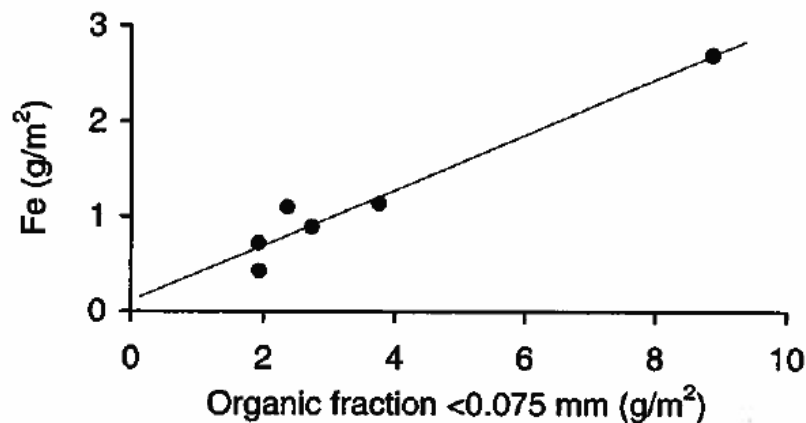
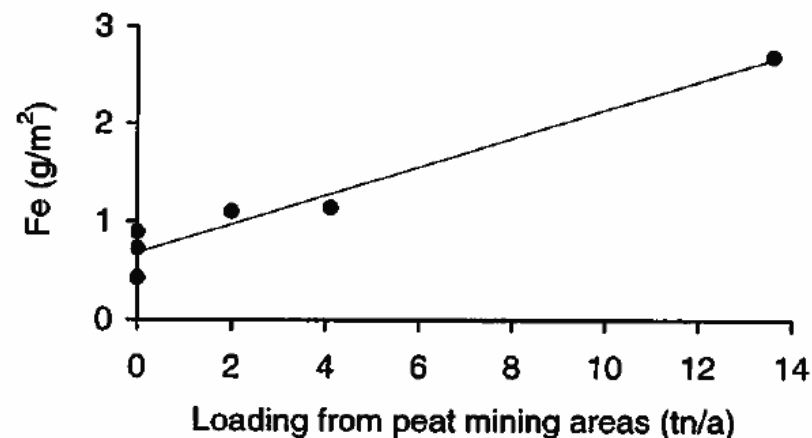


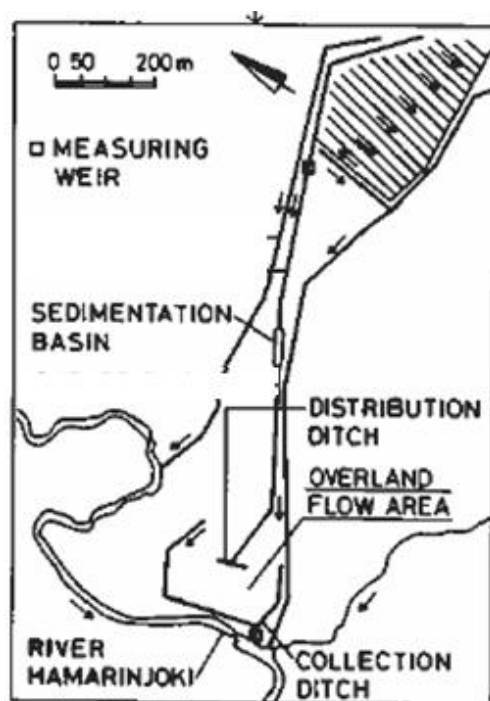
Fig. 5. Amounts of Fe (g/m^2) attached to <0.075 mm PM on the riffle beds, plotted against mean PM loading from peat mining areas (tn/a), zero values representing the three reference sites, and mean Fe content of the <0.075 mm PM, plotted against the total mean dry weight of the respective organic fraction, in August 1993.



Rautakuormituksen vaikutuksia voidaan nähdä turvetuotantosoiden alapuolella sijaitsevilla koskialueilla.

Onko humuksen lisääntyneellä rautapitoisuudella ollut osuutensa tähän havaintoon?

Humuksen lisääntyntä rautapitoisuutta voidaan vähentää pintavalutuksella.



Komsasuo pintavalutuskenttä Kuivaniemellä Pohjois-Suomessa

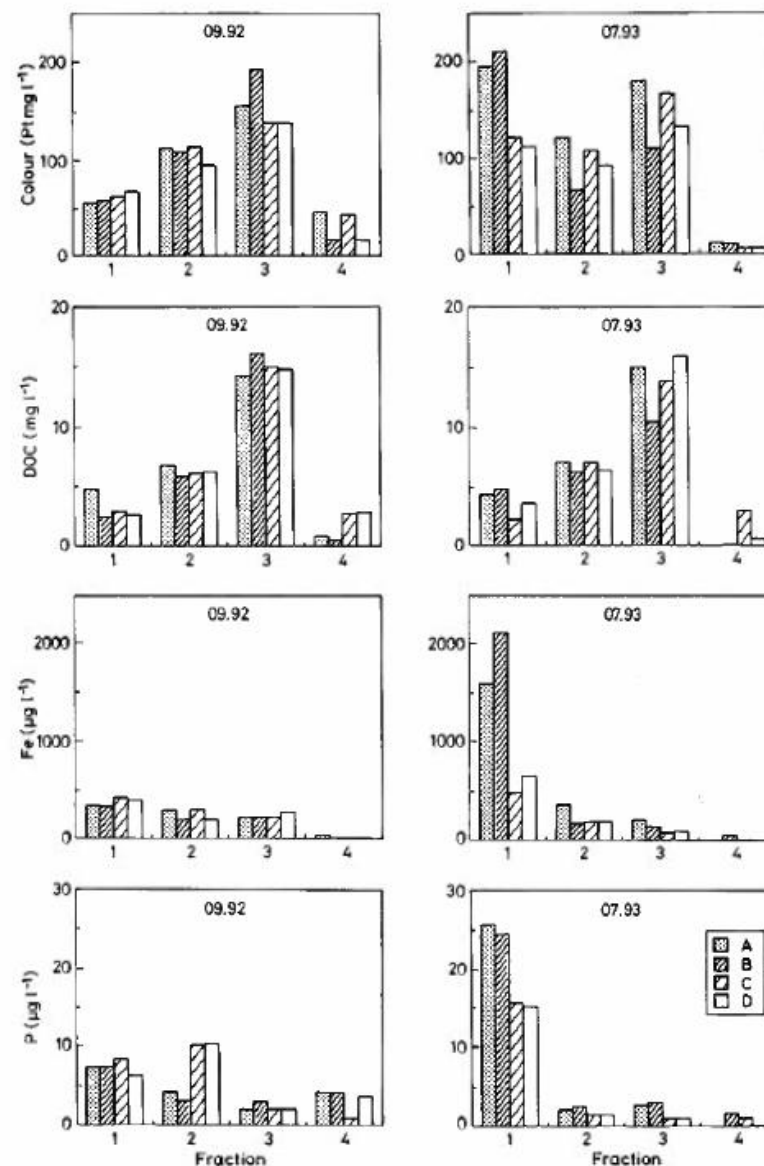


Fig. 4. Colour, DOC, Fe and P in gel filtration fractions f_1 , f_2 , f_3 and f_4 from the northern peat mining area of Komsasuo. A = measuring weir above the sedimentation basin and the OFA, B = distribution ditch above the OFA, C = surface water below the OFA, D = measuring weir below the OFA.

Aihepiiriin liittyviä artikkeleita

Heikkinen, K. 1990. Seasonal changes in iron transport and nature of dissolved organic matter in a humic river in northern Finland. - *Earth Surface Processes and Landforms* 15:583-596.

Heikkinen, K. 1990. Nature of dissolved organic matter in the drainage basin of a boreal humic river in northern Finland. - *J. Environ. Qual.* 19(4):649-657.

Heikkinen, K. & Ihme, R. 1995. Retention of organic Fe-P-colloids from peat mining water in an overland flow wetland treatment system in northern Finland. *Arch. Hydrobiol.* 134: 547-560.

Heikkinen, K., Ihme, R., Osma, A-M. & Hartikainen, H. 1995. Phosphate removal by peat from peat mining drainage water during overland flow wetland treatment. *J. Environ. Qual.* 24: 597 - 602.

Laine, A. & Heikkinen, K. 2000. Peat mining increasing fine-grained organic matter on the riffle beds of boreal streams. *Arch. Hydrobiol.* 148:9-24.

Laine, A., Heikkinen, K. & Sutela, T. 2001. Incubation success of brown trout (*Salmo trutta*) eggs in boreal humic rivers affected by peatland drainage. *Arch. Hydrobiol.* 150 (2): 289-305.

Postila, H., Heikkinen, K., Saukkoriipi, J., Karjalainen, S.M., Kuoppala, M., Härkönen, J., Visuri, M., Ihme, R. & Klöve, B. 2011, Turvetuotannon valumavesien ympärivuotinen käsittely. TuKos-hankkeen loppuraportti. Suomen ympäristö 30/2011. Suomen ympäristökeskus.



Kiitos !