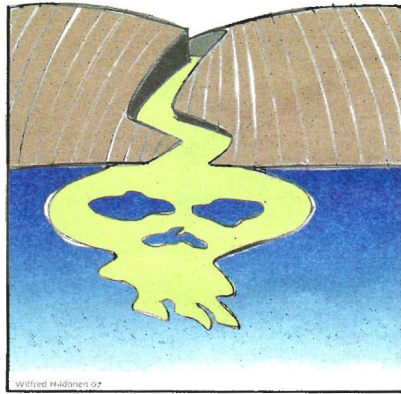


## Happamuusriskin muodostuminen valuma-alueella



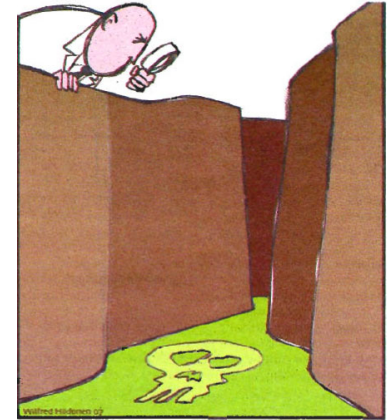
Peter Österholm  
Åbo Akademi  
24.10.2023



## Mitä tarkoittaa "Riski" sulfaattimailla?

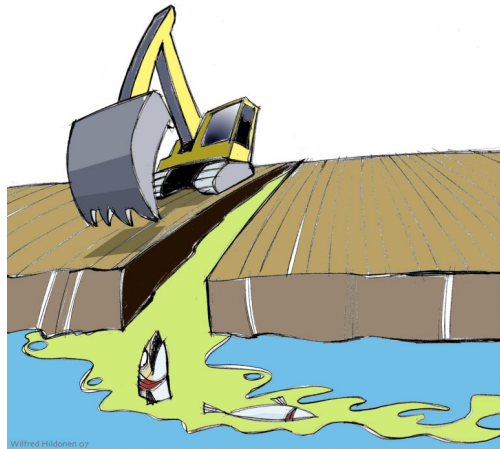


- Kalakuolemia joessa, suistossa, meressä...?
- Kuteminen epäonnistuu?
- Pohjaeläimet?
- Juomavesi?
- MS tauti?
- Satovahinkoja?
- Infrastrukturi/korroosio?



## Happamuusriski yksinkertaistettuna

- Kuinka paljon happamuuta ja liuenneita metalleja valuma-alueelta vesistöön "väärään" aikaan
- Tappavat happamat metallipiikit joka kymmenes vuosi



## Tarkastellaan riskiä valuma-alueena

- Vedenlaatu joessa/suistossa on valuma-alueen kaikkien osavaluma-alueiden vesien summa





### Asiditeetti riskin mittarina

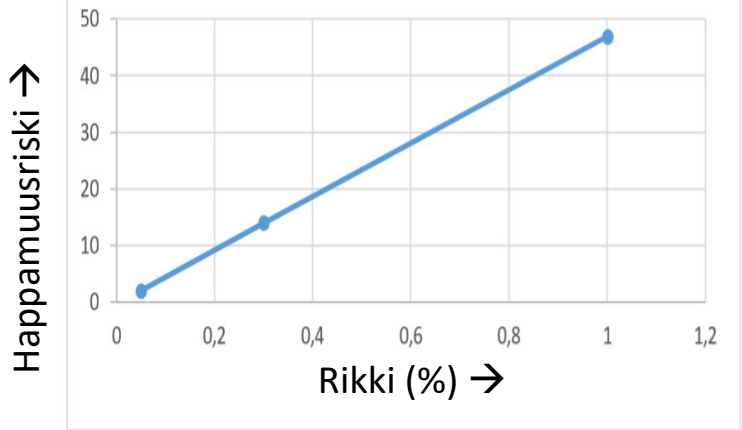
Asiditeetti (~"happamuusriski") tavallisin mittari

Sulfidin hapettuminen vapauttaa **asiditeettia** ( $H^+$ ),  
 ...joka vapauttaa **metalleja**  
 ...joka tappaa kalat...

→ Asiditeetti ja tappavat metallit korreloivat, eli se indikoi myös metalleja

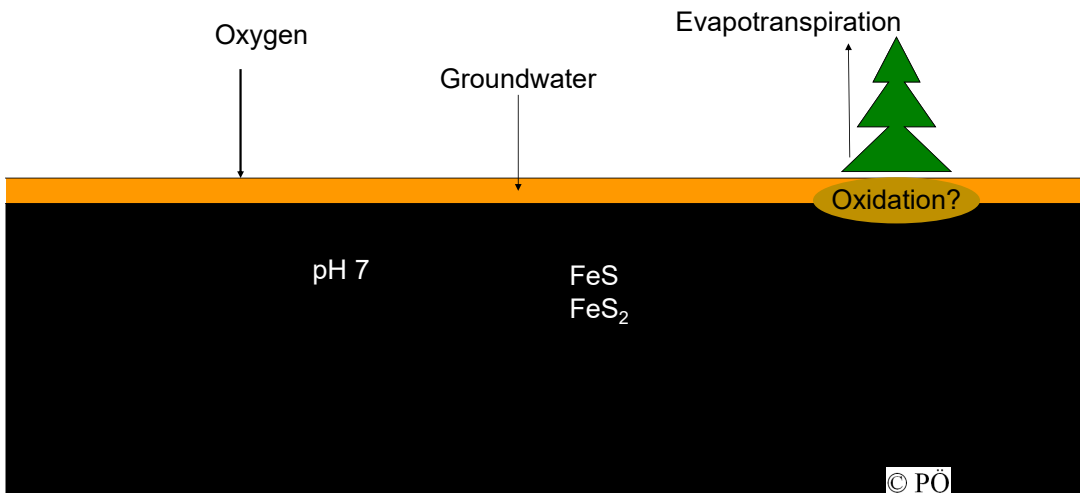


### Perinteinen ajattelutapa





## Happamuusriskit harvinaisia 18-luvulla

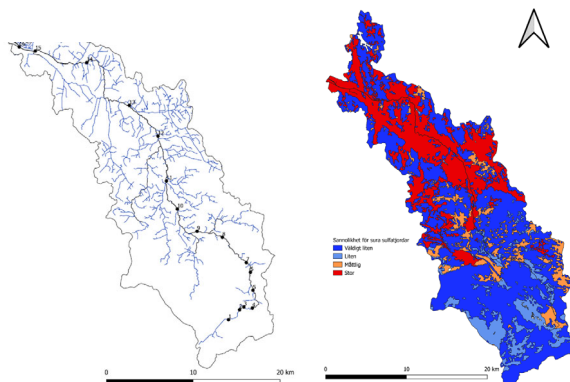


## Suojaava turvekerros



## Ei riitä, että sulfidi hapettuu, veden pitää päästä ulos maaperästä

- Hydrologia tärkeässä roolissa riskin muodostumisessa

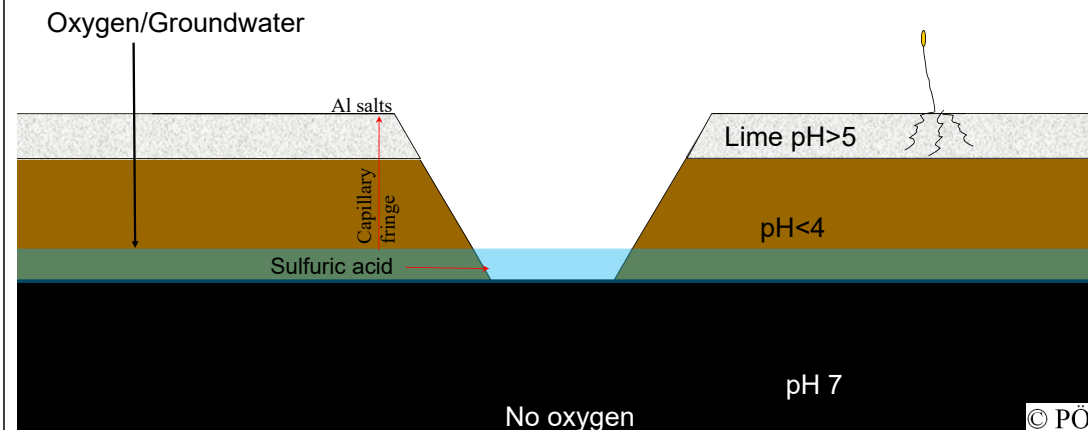


@JL



## Situation after 1900

- Open drains
- oxidation + leaching + surface salts

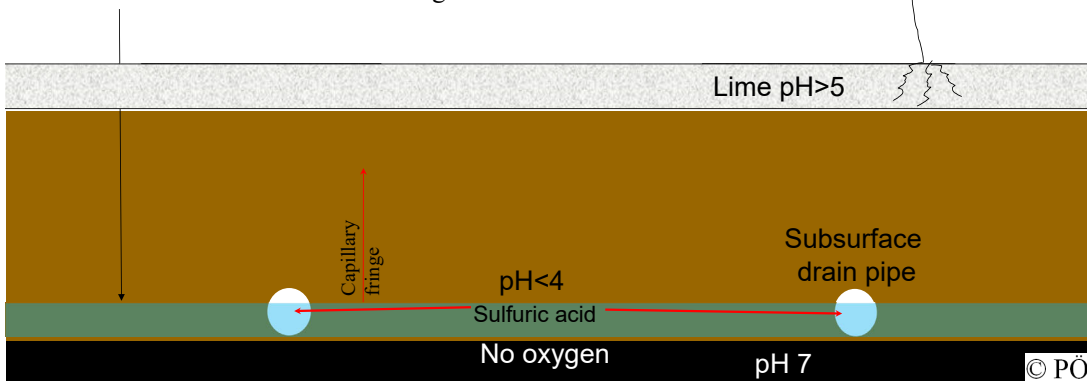


## Situation after 1970

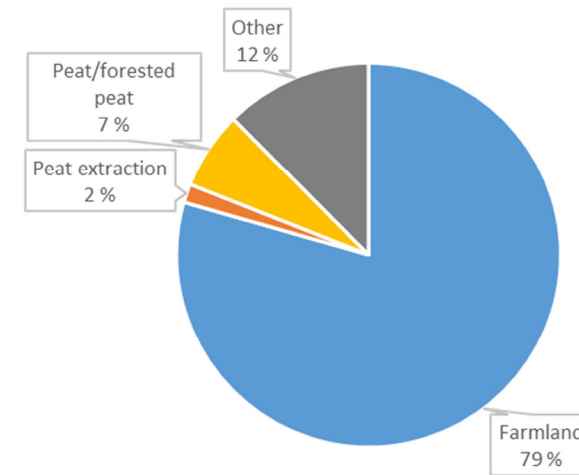
Efficient subsurface drain pipes

- more/deeper oxidation/leaching
- less surface liming needed
- more metals in streams and estuary sediments
- larger fish kills and dead rivers

Oxygen/  
Groundwater

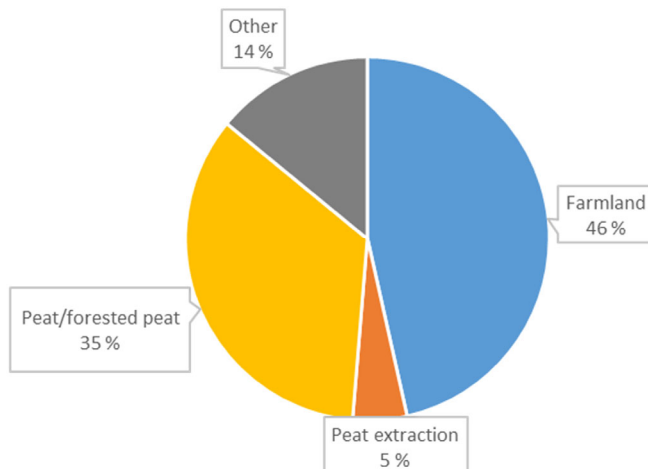


## Aktiiviset happamat sulfaattimaat



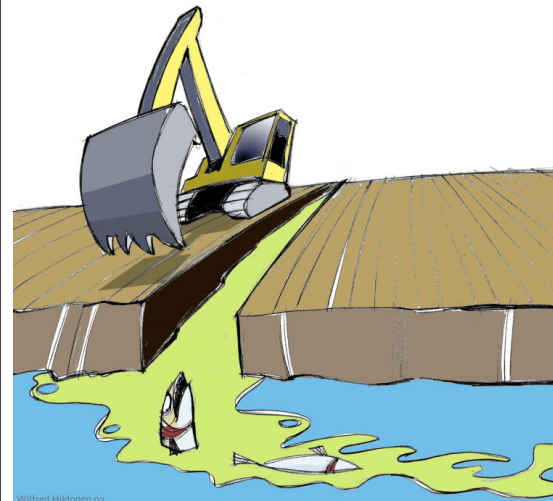
© J. Auri. GTK

## Aktiiviset + potentiaaliset sulfaattimaat valuma-alueella



© J. Auri, GTK

## Happamuusriskiä ei synny ilman maankäyttöä

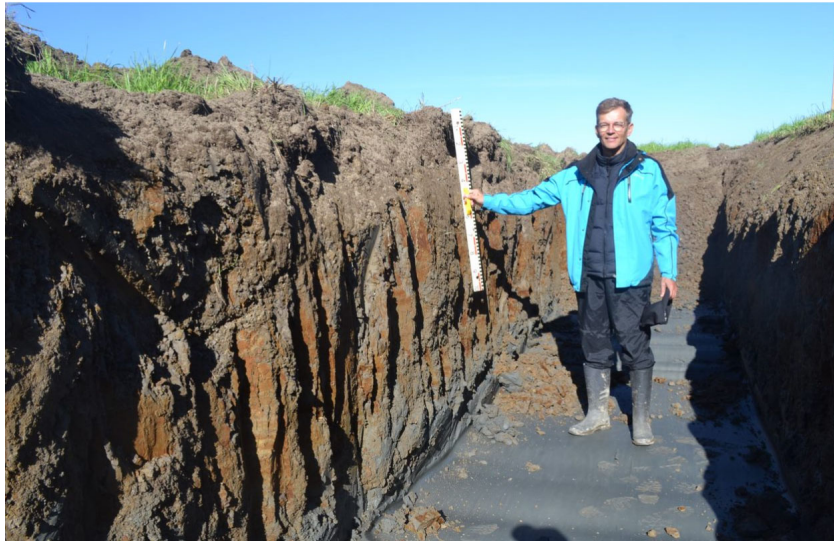


Tarvitaan siis:

1. Pohjaveden aleneminen, joka mahdollista hapettumisen
2. Kuivatusverkoston, joka mahdollistaa huuhtoutumisen



## Ei paluuta!



## Hapettumissyvyys

Yksi tärkeimpiä muuttujia, jota tarvitaan uusien riskien välttämiseen.

Minimi-pH <4



Pelkistynyt koskematon sedimentti  
pH ~ 7

## Hapettumissyvyys korreloi ojitussyvyyden kanssa



- Mitä syvemmälle ojitetaan, sitä enemmän happamuutta ja metalleja mobilisoidaan vesistöön
- Uusien hapettuneiden maakerrosten vaikutukset näkyvät kymmeniä vuosia vesistöissä
- Jos tätä pystytään välttämään ja torjumaan ilmastonmuutoksen ääri-ilmiöitä, niin vedenlaatu paranee merkittävästi parinkymmen vuoden aikana.
- Vältetäänkö joka kymmenennen vuoden katastrofit?

## Valtavat vedenlaatuvahtelut

Monessa joessa piilevä riski; vesi ok useita vuosia peräkkäin, mutta n. joka kymmenes vuosi katastrofin ainekset

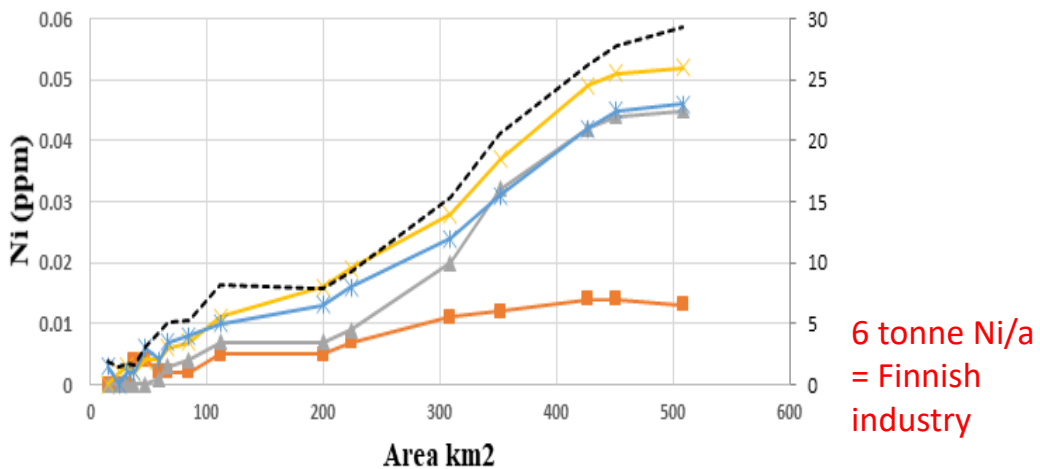
Pahimmissa joissa vesi on ok kesäisin, mutta "Talvivaarakatastrofi" joka syksy/kevät.



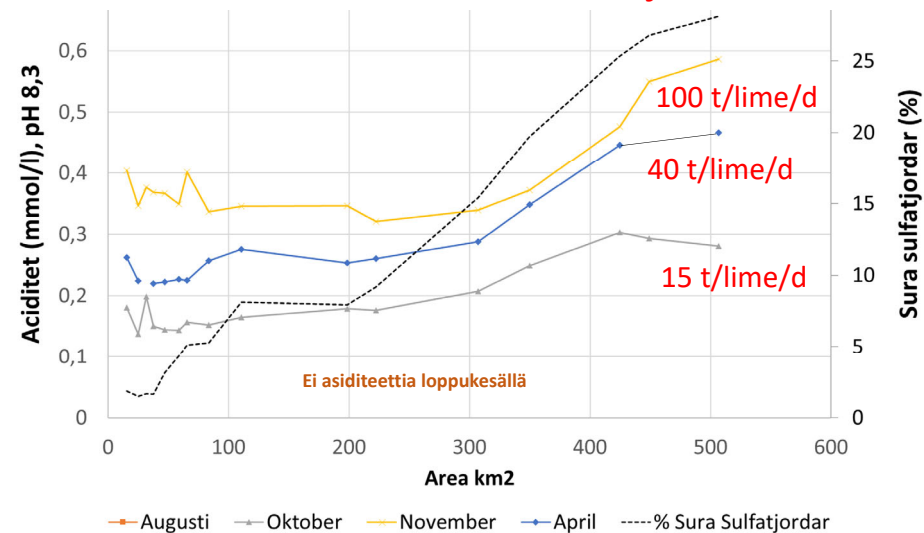
Kuva: Luodonjärven kalat kuolivat 2006.

Augusti    Oktober    November    April    % Sura Sulfatjordar

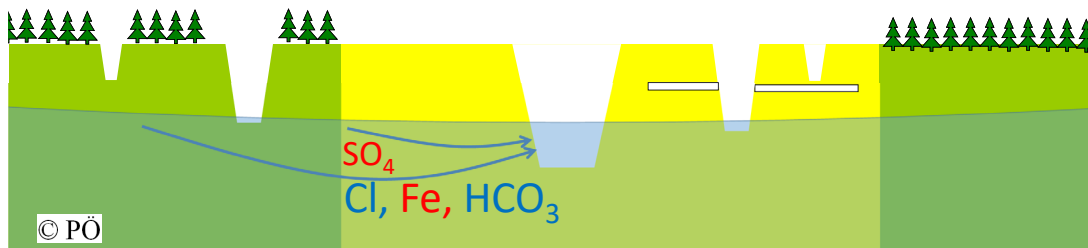
### Nickel



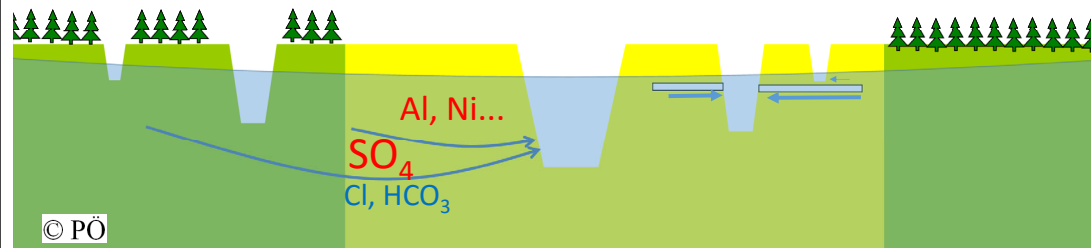
### Teorettinen kalkitsemistarve Laihianjoessa



### Loppukesä – alhainen pohjavedenpinta

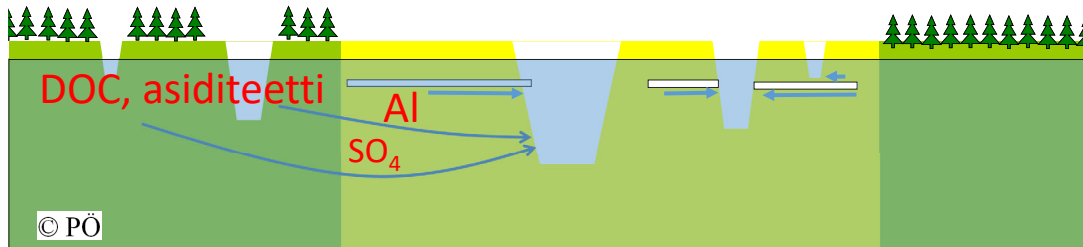


### Syksy – pohjavesi noussut



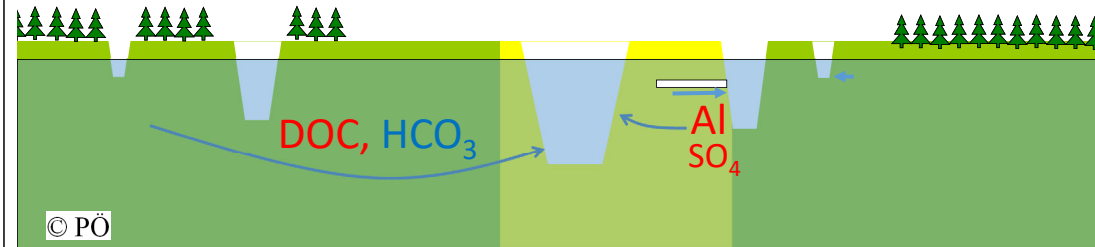


## Loppusyksy/kevät



## Siikajokityyppisessä joessa, joka kymmenes vuosi

Hydrologinen "tiltti"; äärimmäisen kuiva kesä, joka lisää happamuusvarastoa, jota seuraa ärhäkkä sadekausi



## Yhteenveto

- Happamuusriski yhtä paljon "metalliriski"
- Sulfaattimaiden happamuusriski täysin riippuvainen maankäytöstä
- Valtavat vedenlaatuvahtelut, johon vaikuttaa hapettumisvaraston lisäksi hydrologiset ilmiöt
- Happamuusriski pienenee muutamassa kymmenessä vuodessa, jos hapettumissyvyyttä ei lisätä

## Kiitos!

