

# Happamat sulfaatimaat

## - Tunnistaminen ja riskinarviointi

Peter Österholm, Åbo Akademi  
13.5.2019



# Sulfa II

Leverage from  
the EU  
2014–2020



**European Union**  
European Regional  
Development Fund



# Major areas of acid sulfate soil and processed oil shale



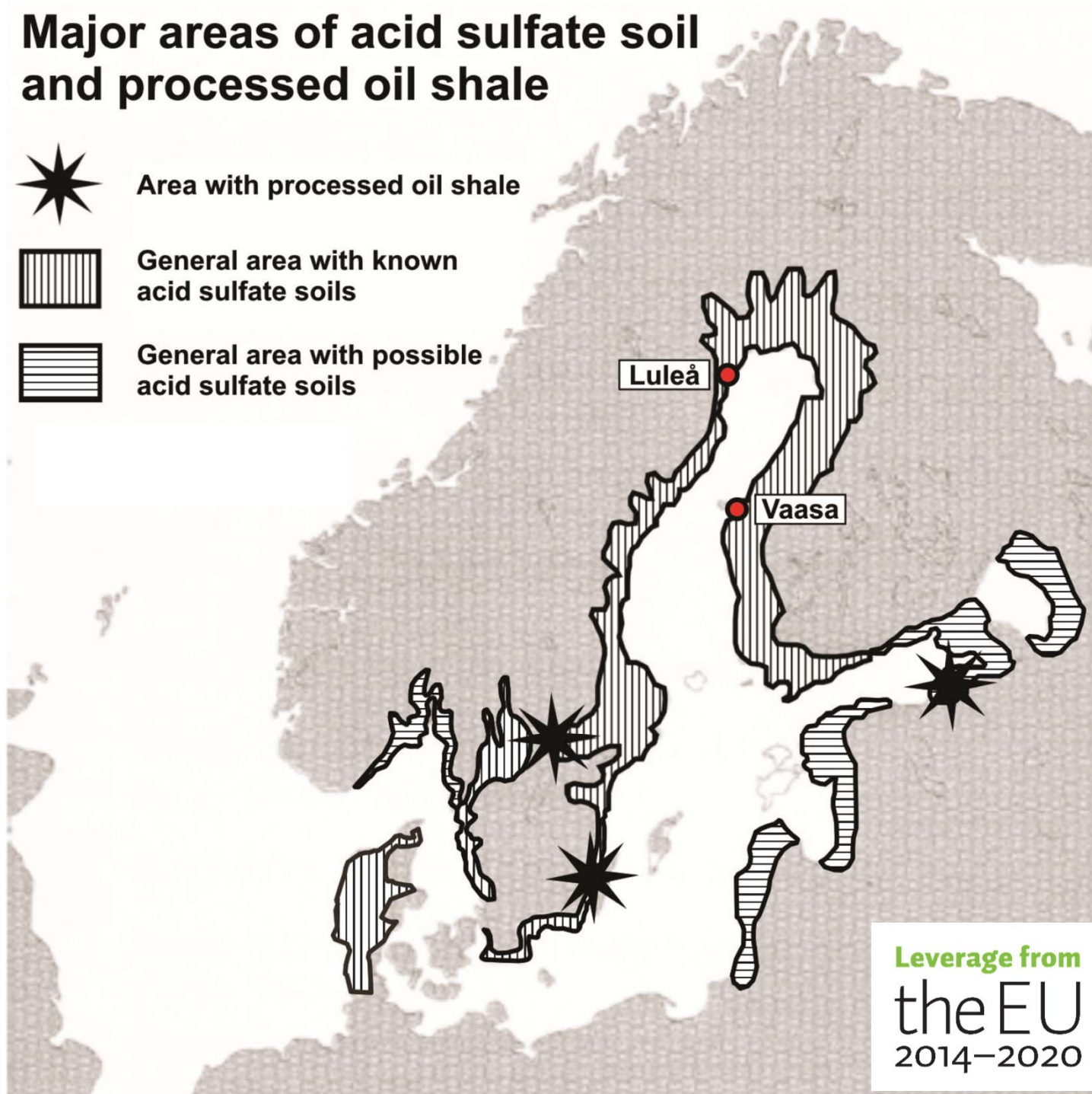
Area with processed oil shale



General area with known acid sulfate soils



General area with possible acid sulfate soils



Leverage from  
the EU  
2014–2020





# Maankohoaminen



Leverage from  
the EU  
2014–2020





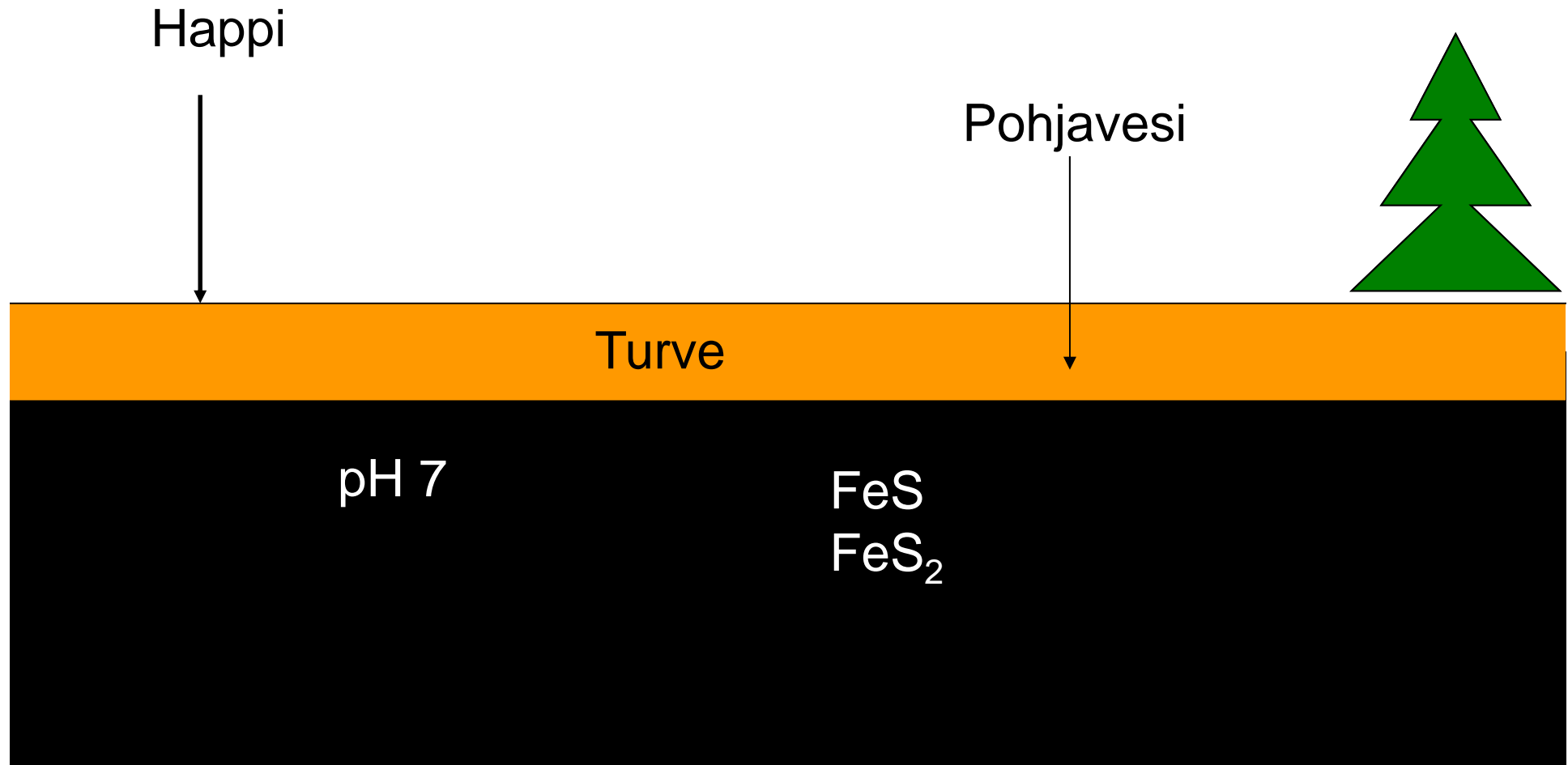
# Turvekerros peittää sedimentit



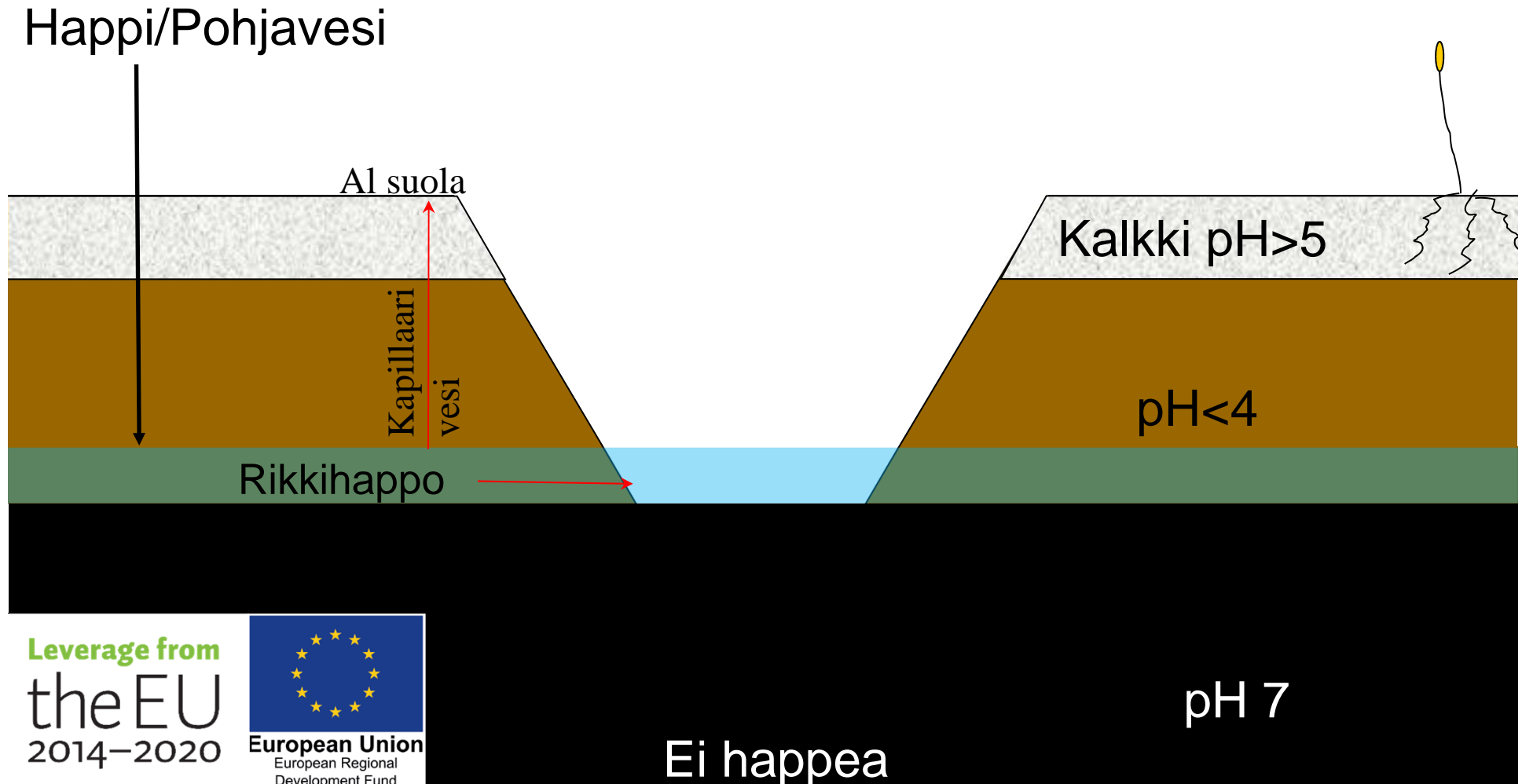
Leverage from  
the EU  
2014–2020



# Potentiaalinen sulfaattimaa - luonnollinen tila



# Hapan sulfaattimaa - maankäyttö



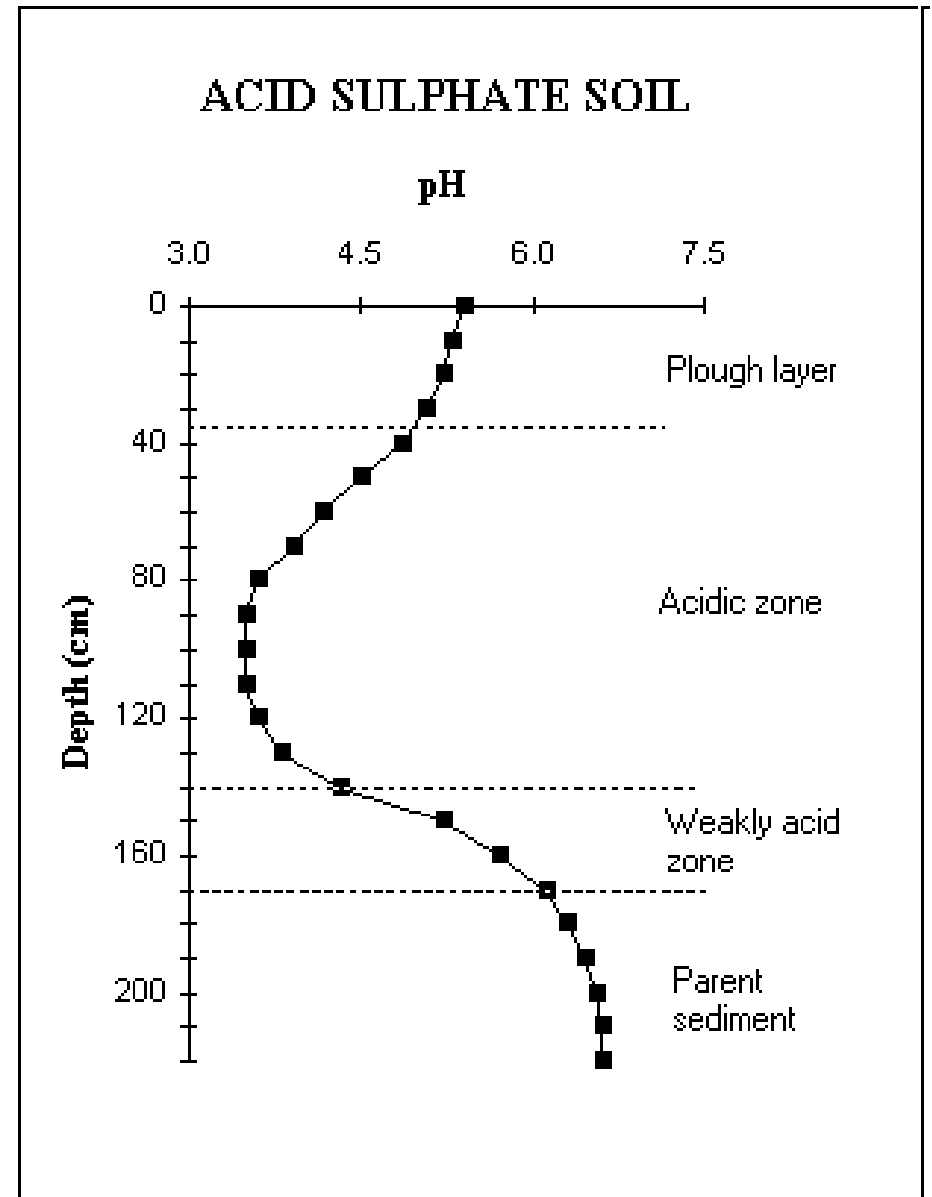
Leverage from  
the EU  
2014–2020



## Hapan sulfaattimaa: pH <4 sulfiidin hapettumisen vuoksi

- Jos maa-aineksessa rikkiä ja/tai sulfiidia alla olevassa pelkistyneessä kerroksessa
- Turvekerroksessa pH-rajaa voisi olla 3,5, koska turve luonnostaan hapan

Potentiaalinen HS: pH<4  
inkubaation jälkeen ja pH  
laskee >0,5 pH yksikköä







Hapettumissyvyys

**Selvä tapaus!**

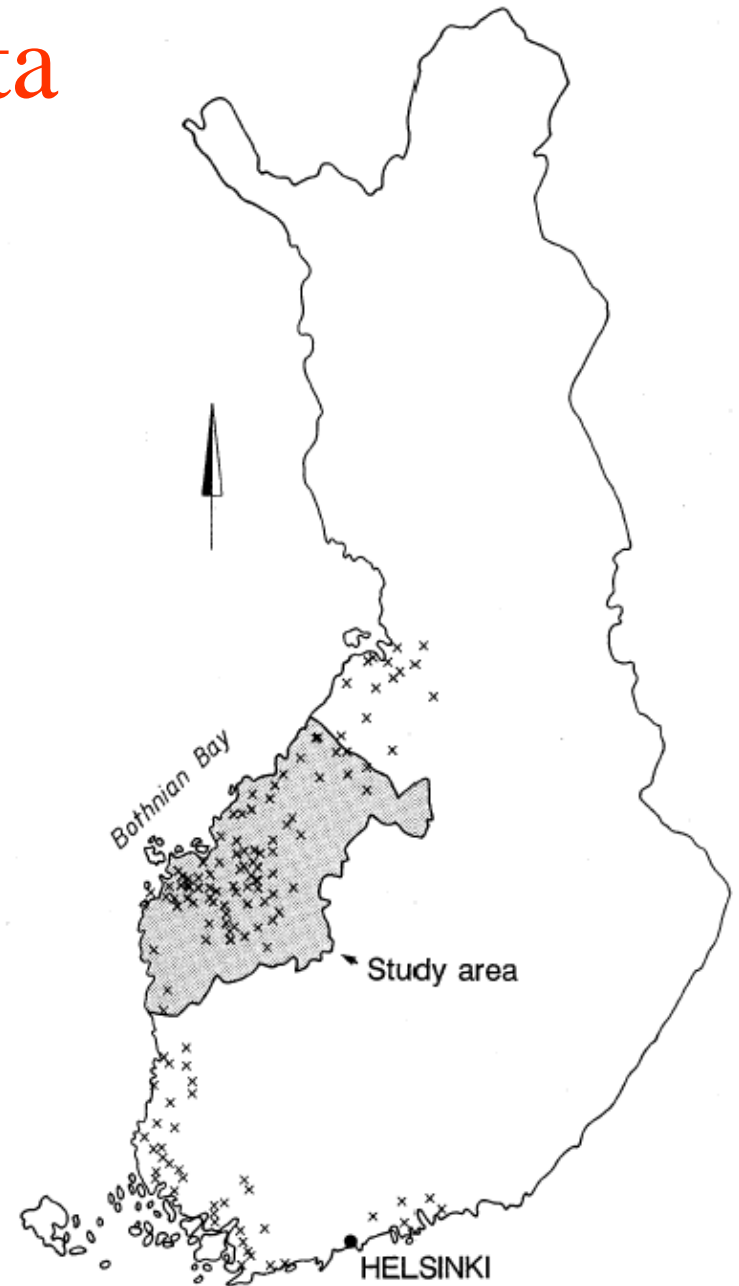
**Hapan  
sulfaattimaa  
pH < 4**

**Potentiaalinen HS  
pH 7**



>3000 km<sup>2</sup> sulfaattimaita

Maankäytön vuoksi  
happamia sulfaattimaita



Leverage from  
the EU  
2014–2020



# Parhaat viljelysmaat



Leverage from  
the EU  
2014–2020



European Union  
European Regional  
Development Fund



# Infrastruktuuri



E4 on AS soil

© PÖ



# Rakentaminen





# Ruoppaaminen

Vörå river

Excavator



Leverage from  
the EU  
2014-2020



© PÖ



# Harjualueet, soranotto ja pohjavesi



Leverage from  
the EU  
2014–2020



© PÖ



# Turvetuotanto

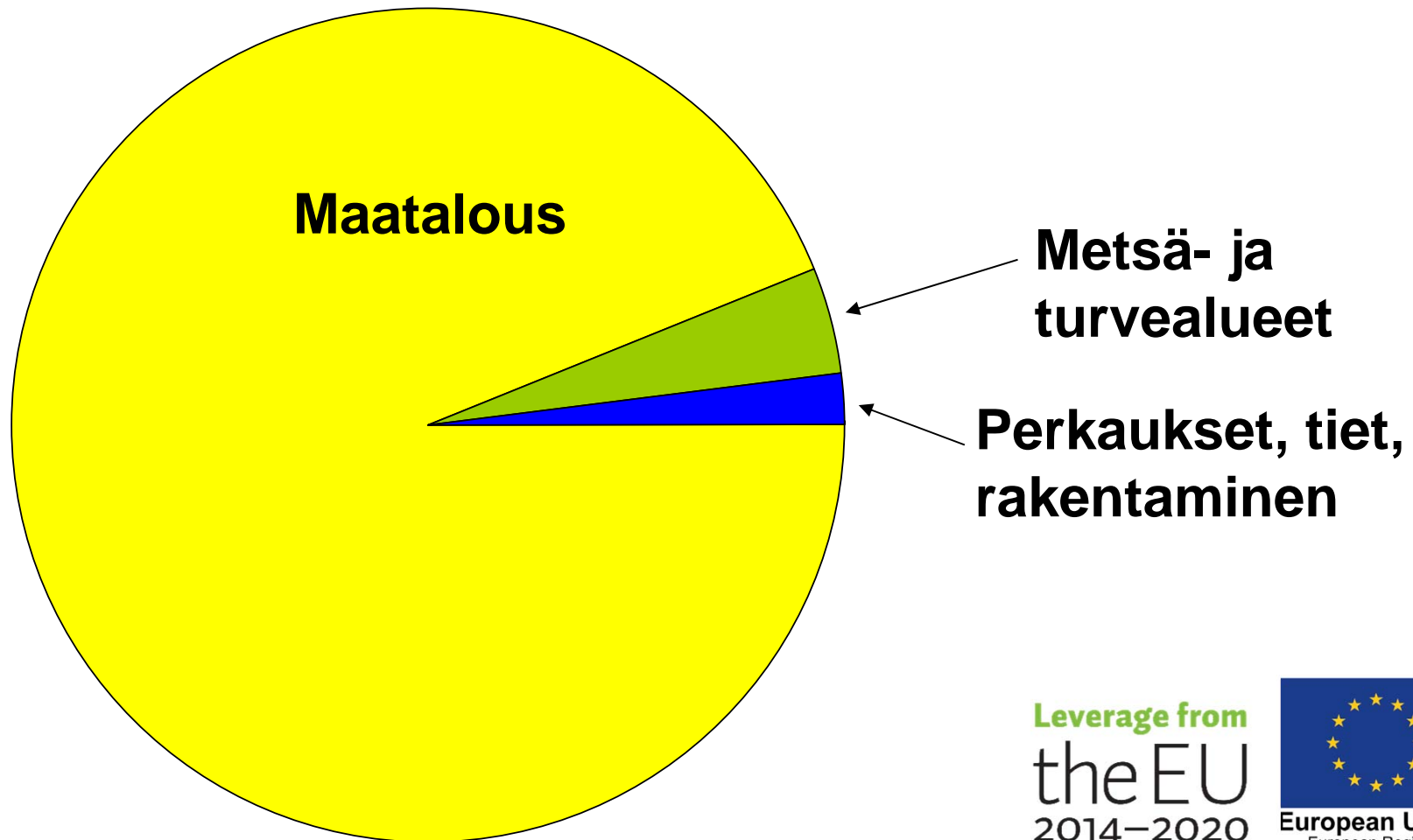


Leverage from  
the EU  
2014–2020



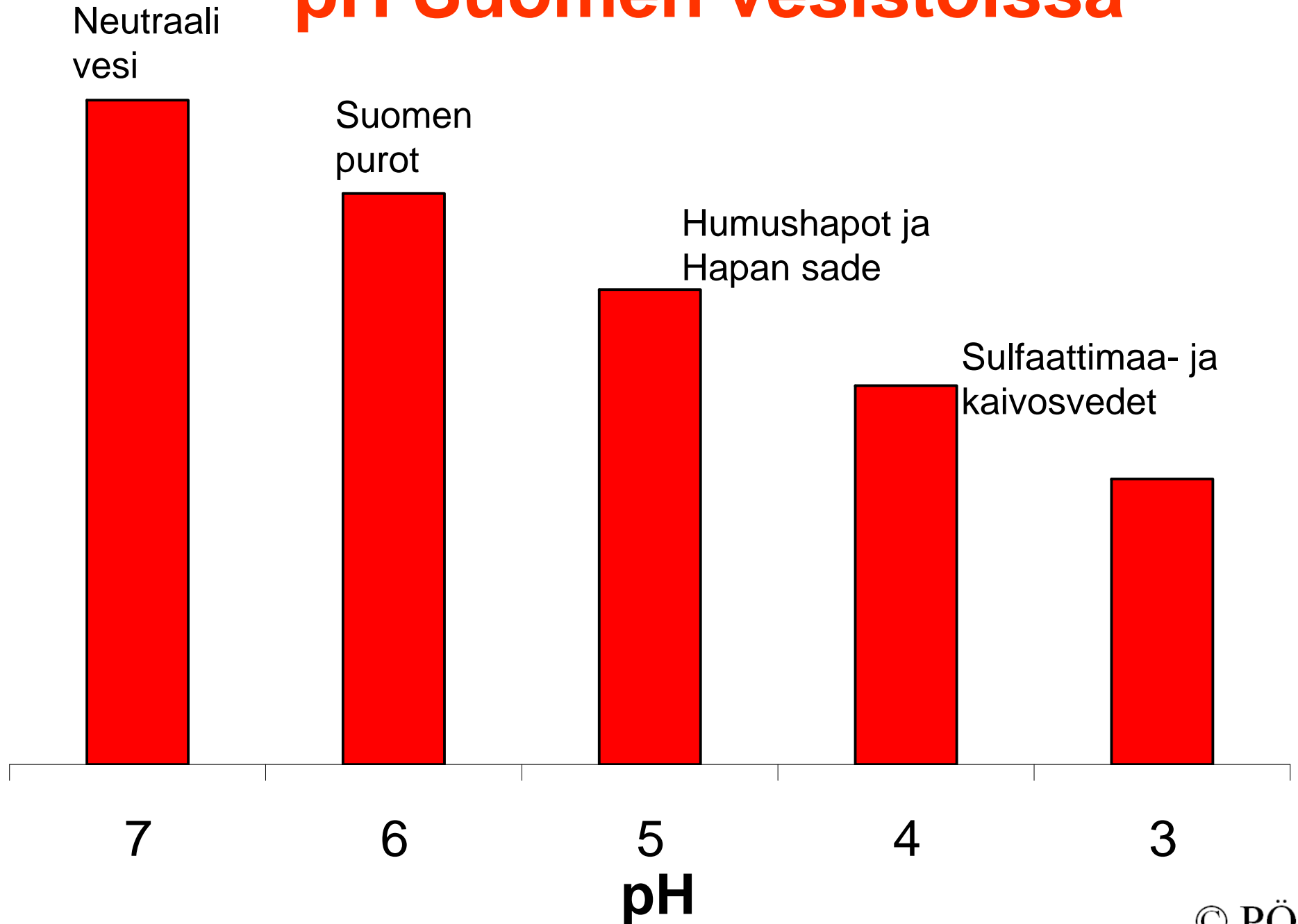
© PÖ

# Sulfaattimaa-ongelmaa tutkittu eniten maatalousmailla

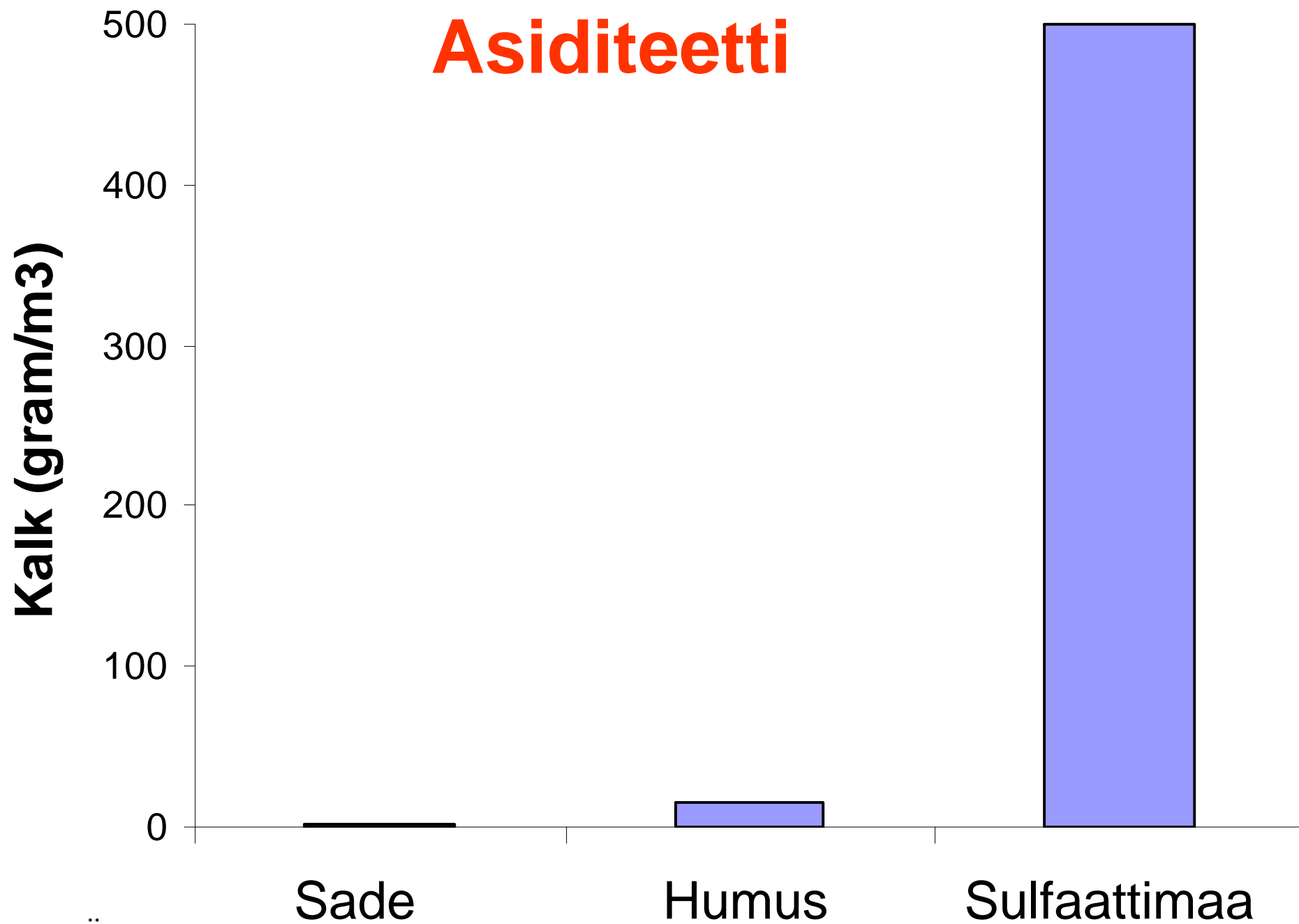




# pH Suomen vesistöissä

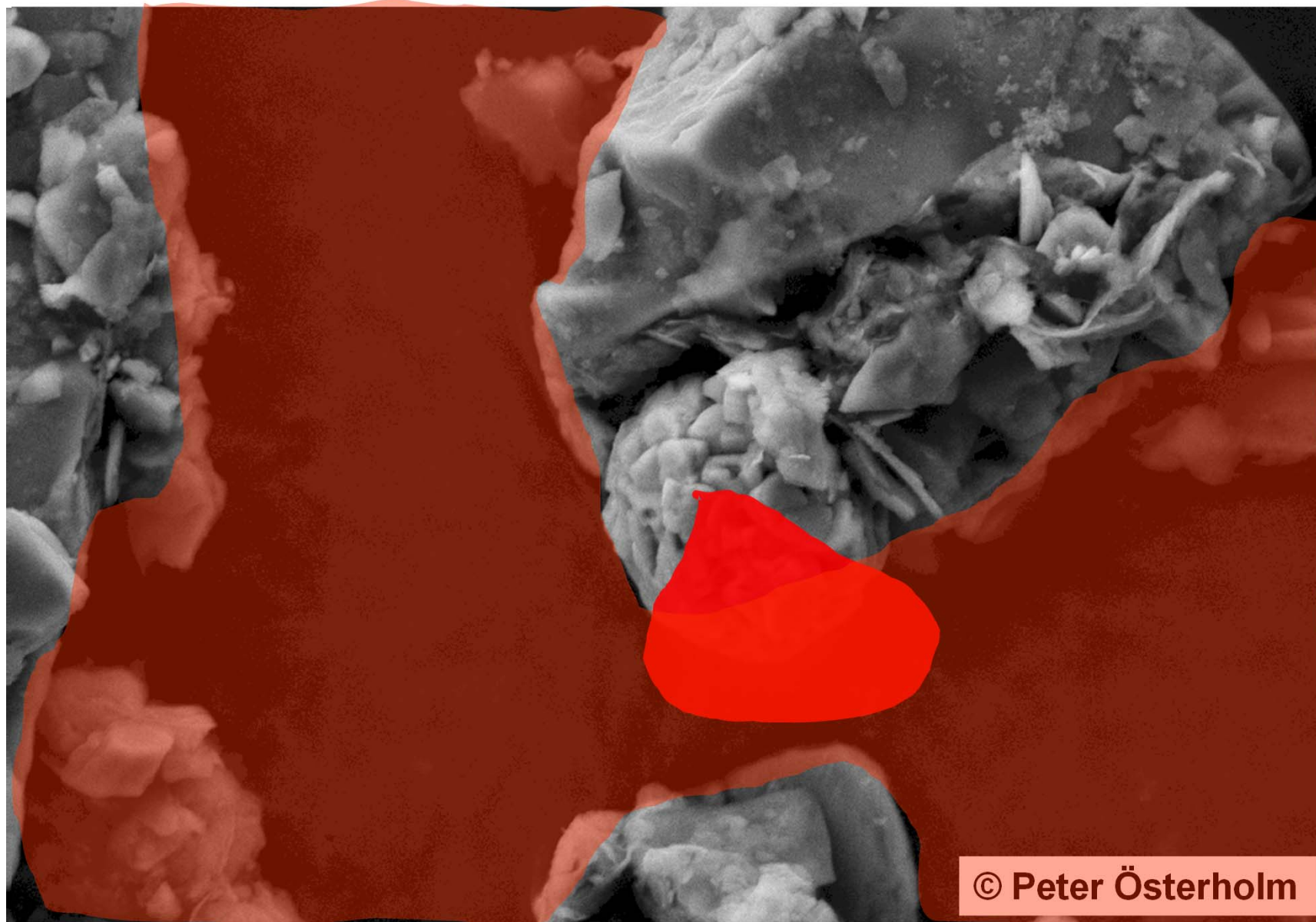


# Asiditeetti





# Rikkihappo liuottaa metallit maasta



© Peter Österholm

1µm  
|

LEO 1530

Mag = 5.00 K X

WD = 11 mm

EHT = 8.00 kV

Signal A = SE2

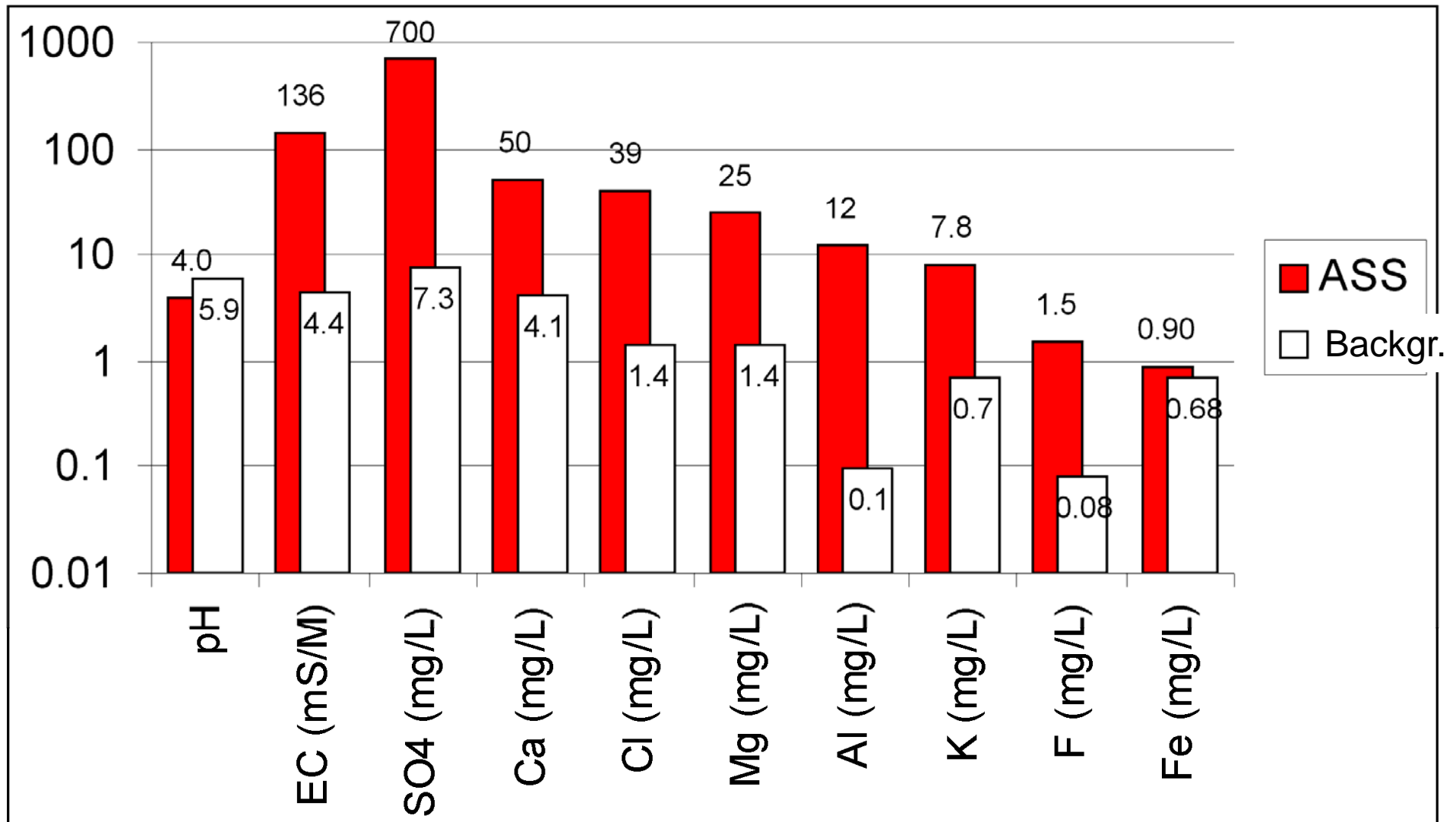
Aperture Size = 30.00 µm

Image Pixel Size = 23.4 nm

Date :27 Sep 2010

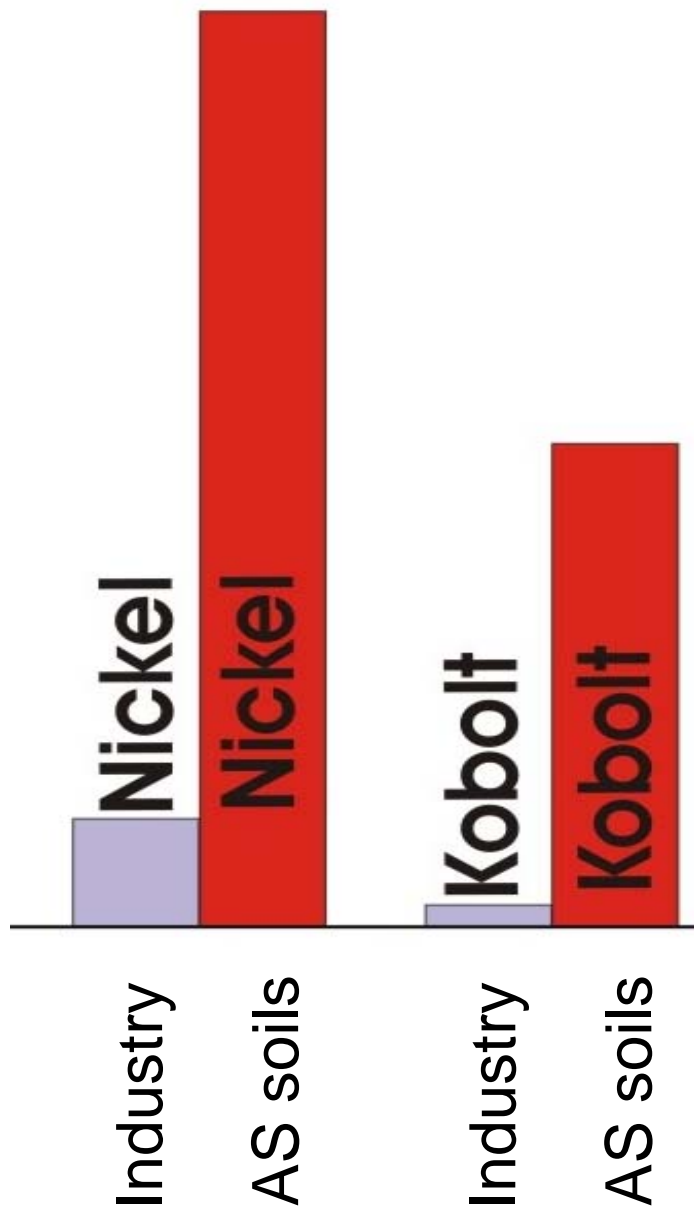


# Metallipitoisuudet 10-100 kertaa kohonneet





# Noin 10 kertaa enemmän kuin Suomen teollisuus



Sundström, Åström & Österholm (2002)



Vaasa





# Tunnistaminen

- Pikimusta väri pohjamaassa
- pH < 4 yllä olevassa maassa

→ Selvä hapan sulfaattimaa

# pH-mittaus

Kentällä suoraan maa-profiilista tai kairasta

**Tai**

Samana päivänä näytepussista

Näyte tulee olla märkä



Leverage from  
the EU  
2014–2020





- Tyypillisesti paljon rautasaostumia hapettuneessa kerroksessa



Leverage from  
the EU  
2014–2020





Jarosiitti (keltainen) hyvä tunnusmerkki,  
harvinainen Suomessa



Leverage from  
the EU  
2014–2020





# Hapettuneen pinnan väri muuttuu nopeasti

Tarkista väri kokkareen sisältä



Leverage from  
the EU  
2014–2020



European Union  
European Regional  
Development Fund

## Omlaatuinen haju

Suolahappo mustaan sulfidisaveen antaa mädännen kananmunan hajun (Huom! Ei sisätiloissa)







Potentiaalinen  
sulfaattimaa?

Leverage from  
the EU  
2014–2020





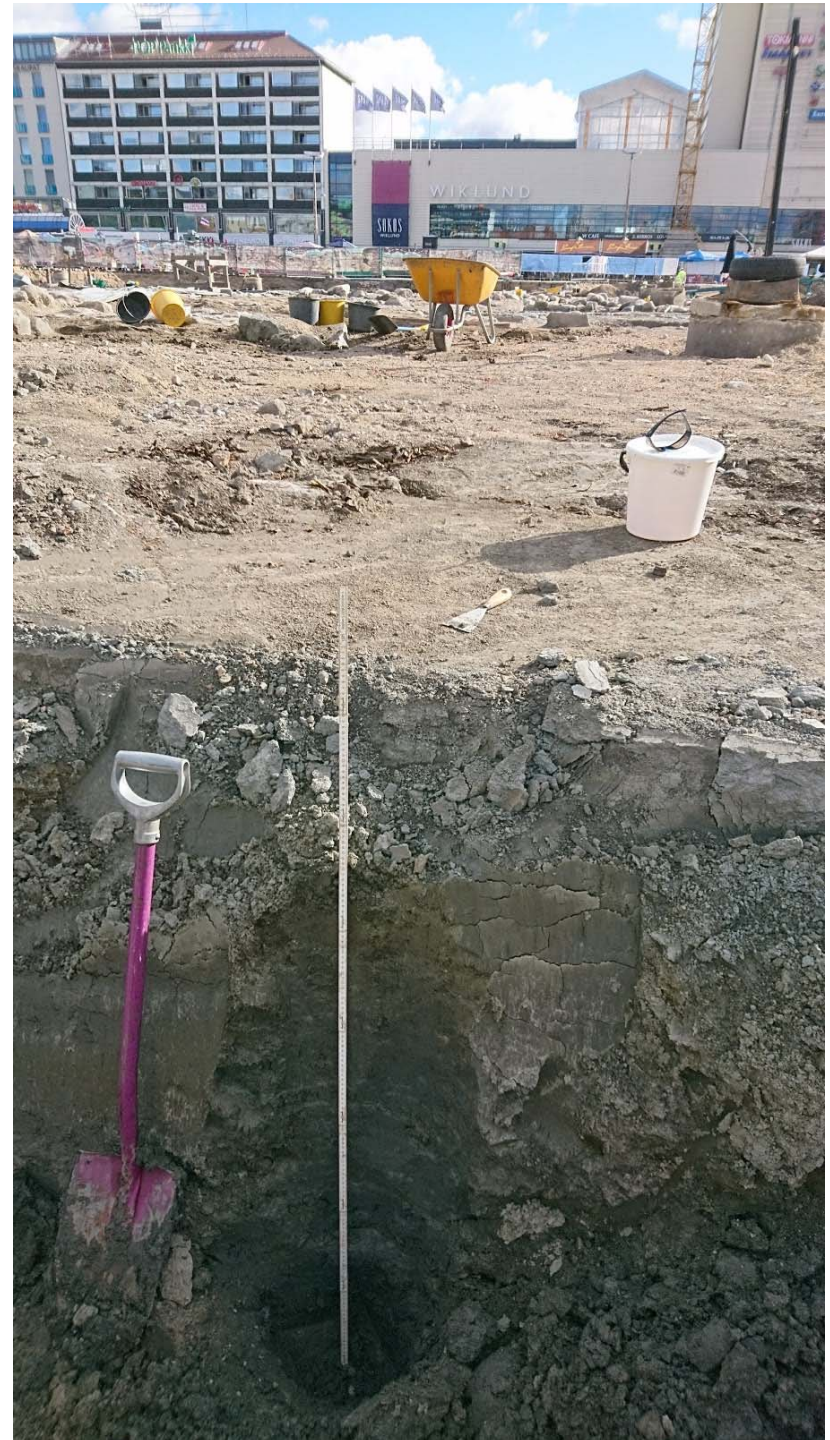
# Hapan sulfaattimaa?

- Esimerkkinä Turun tori
- ”Oikea” haju
- Tumma väri syvemmissä maakerroksissa

Mutta:

- pH >5 pohjaveden yläpuolella
- Rajoitetusti rautasaostumia

Sulfidisavi, jossa puskurointikykyä?





## Inkubaatio - Let the soil speak for itself

- n. 5 mm paksu näyte hapetetaan huoneenlämmössä jopa 16 viikkoa, yleensä n. 4 viikkoa riittää.
- Jos pH laskee  $>0,5$  pH yksikköä alle pH 4, niin kyseessä potentiaalinen hapan sulfaattimaa

→ Torisavessa n. 9 viikon jälkeen pH  $< 4$  → potentiaalinen hapan sulfaattimaa  
→ Happomäärä suurempi kuin puskurointikyky



## Hapettaminen vetyperoksidilla ja pH

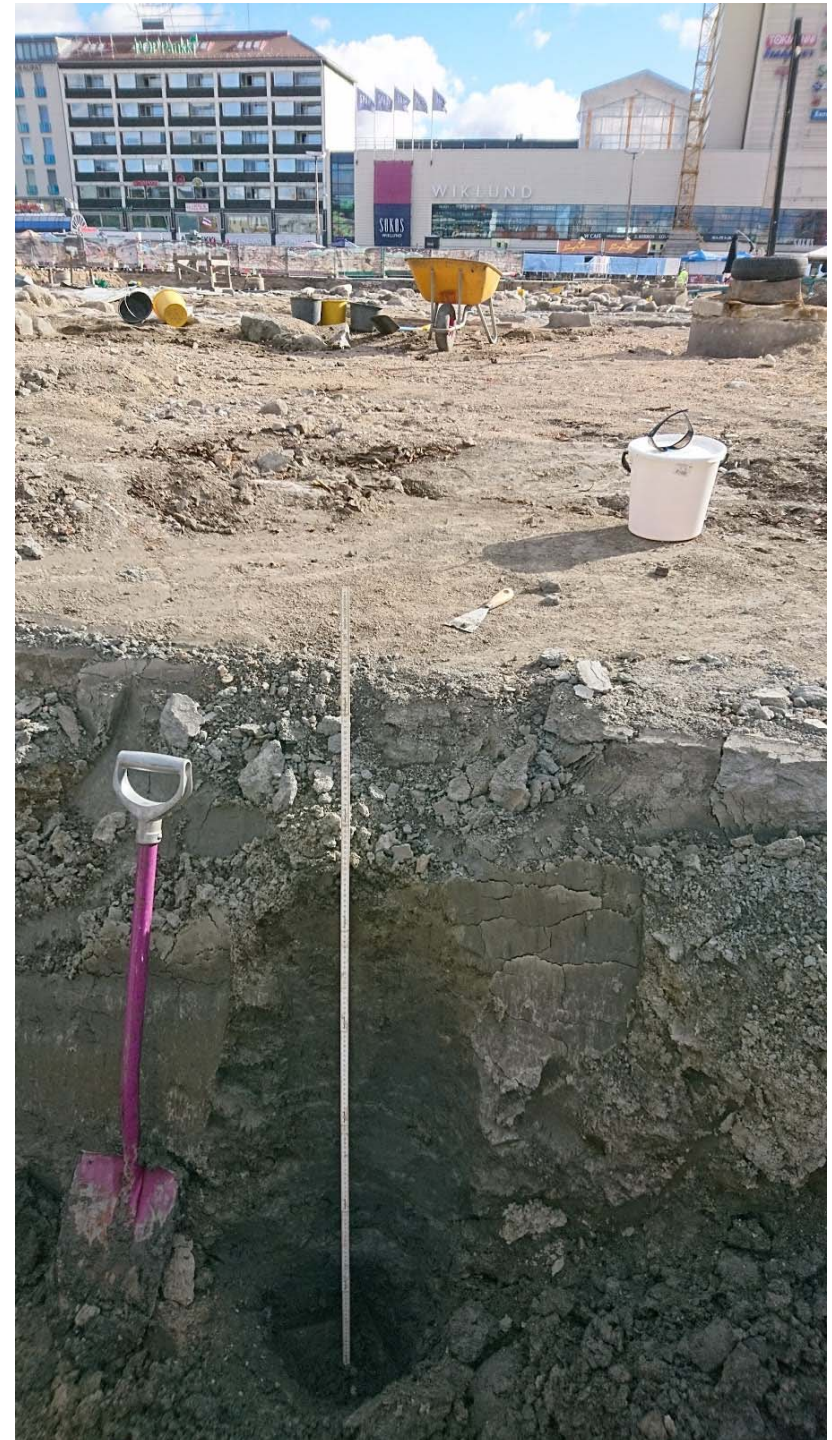
- Tuore näyte hapetetaan vetyperoksidilla > 1000 kertaa nopeampi
- Jos pH <2,5, todennäköisesti potentiaalinen hapan sulfaattimaa
- Tulos tunnissa, mutta ei yhtä varma kuin inkubaatio
- pH oli n. 2,5





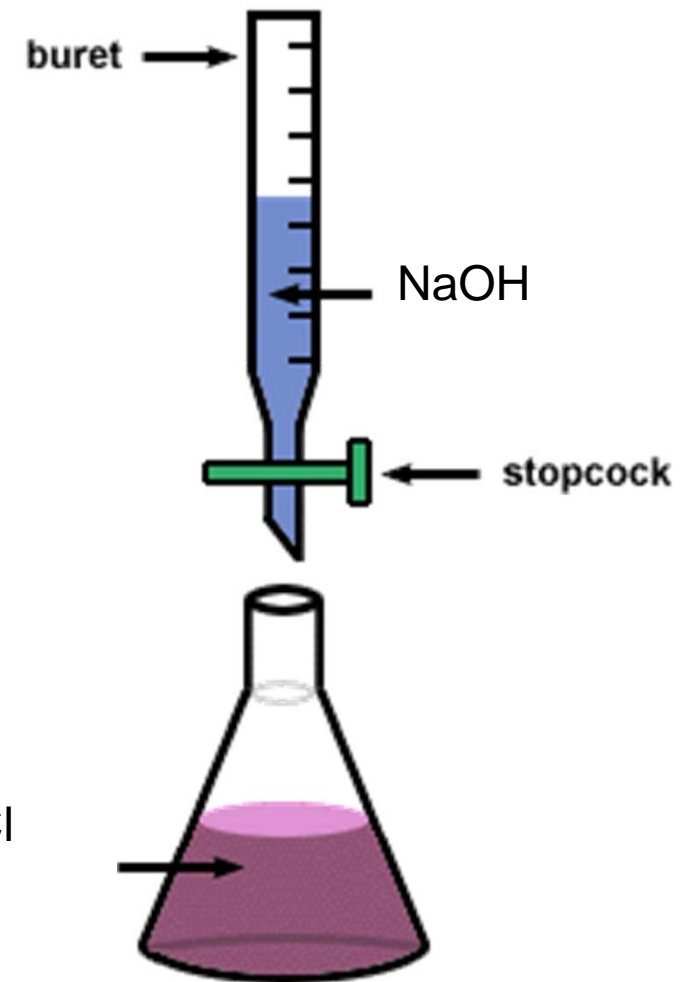
# Kuinka suuri kuormitusriski on?

- Alhainen pH kertoo, että riski on olemassa, mutta ei kuinka suuri kuormitus.
- Tavanomaista määrittää kuormitus **asiditeetin** perusteella, eli kuinka paljon happamuutta vapautuu.



# Toteutunut asiditeetti "Actual acidity" happamassa sulfaattimaassa.

- Titrataan näyte natriumhydroksidilla pH-arvoon 5,5 tai 6,5
- Antaa arvion happaman sulfaattimaan nykyisestä happomäärästä

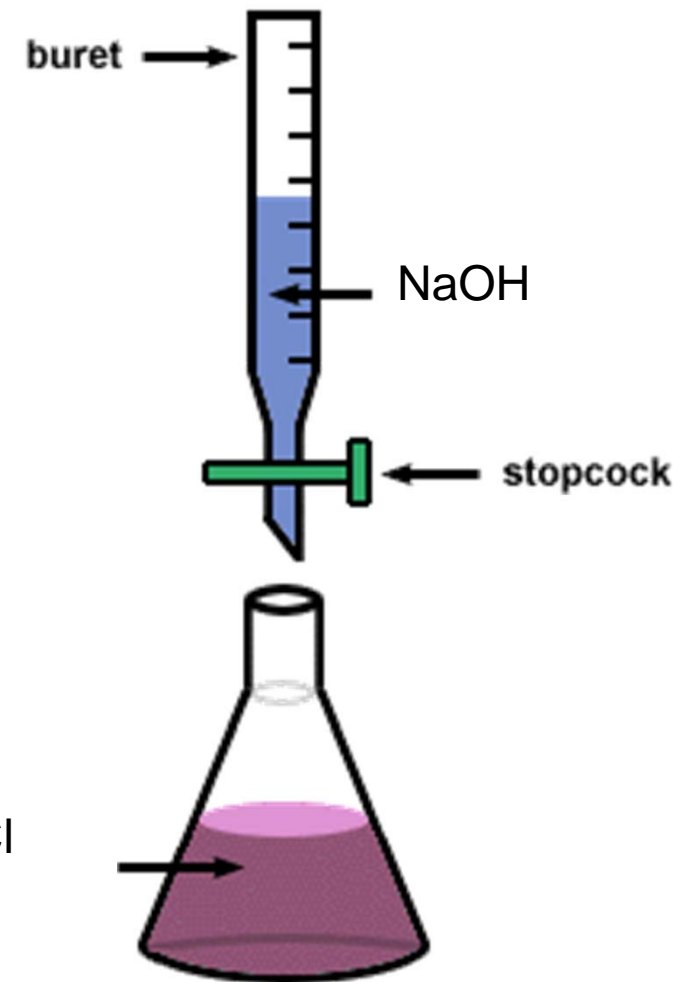




# Potentiaalinen asiditeetti(kuormitus) titraamalla

- Hapetetaan näyte vetyperoksidilla tai inkubaatiolla
- Titraataan näyte natriumhydroksidilla pH-arvoon 5,5 tai 6,5
- Antaa arvion potentiaalisesta kuormituksesta

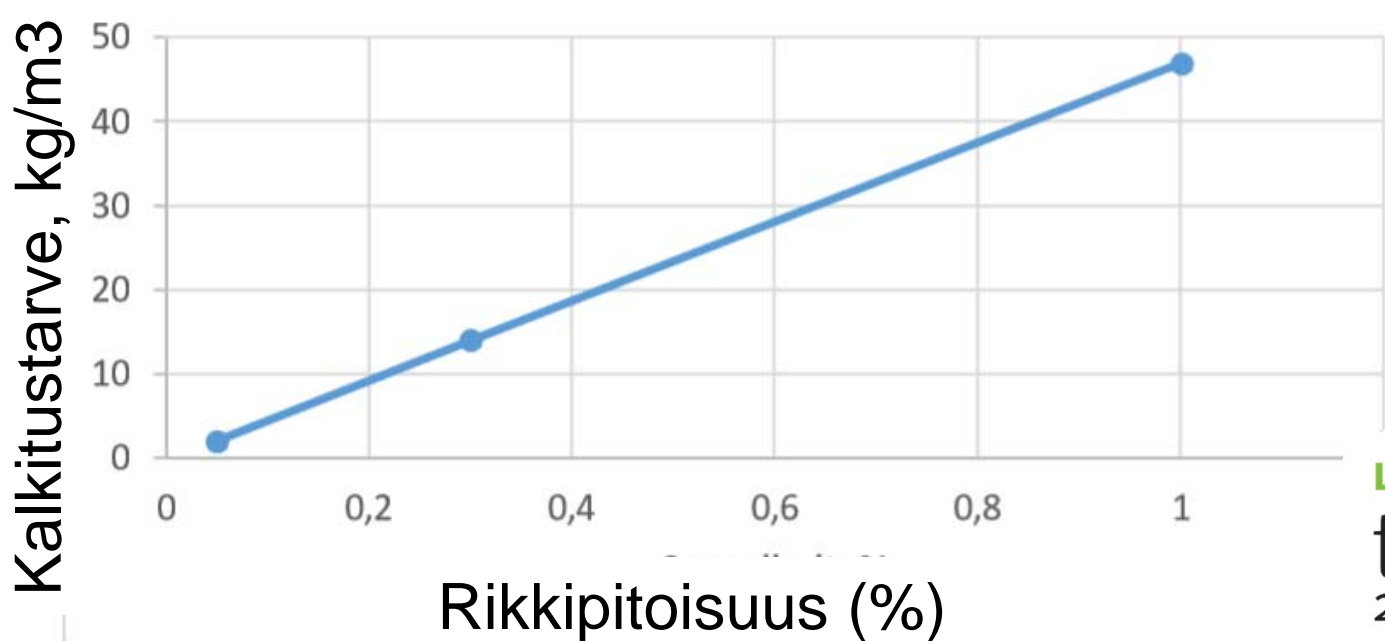
HUOM! Vetyperoksidimetodi ei toimi, jos paljon orgaanista ainesta.



# Riski/kuormitus rikkipitoisuuden perusteella

- Savessa  $\geq 0,2$  % S tai hiekassa  $\sim 0,02$  %.
- Kuormitus yleensä suorassa suhteessa rikkipitoisuuteen.
- Helppo määrittää teoreettinen kuormitus

Mutta: Kaikki rikki ei muodosta happamuutta ja ei huomioi puskurointia!



Leverage from  
the EU  
2014–2020





## Riski ja teoreettinen kalkitsemistarve turveprofiilissa

- Riski ei vielä toteutunut, koska pH n. 6
- Rikkipitoisuus savi-/hiesumaassa >0,2%, todennäköisesti potentiaalinen hapan sulfaattimaa.
- Turvekerroksessa todennäköisesti orgaanista rikkiä ja/tai erinomainen puskurointikyky
- Suurin potentiaalinen kuormitusriski heti turvekerroksen alla

### Rikkipitoisuus (%) ja kalkitsemistarve (kg/m<sup>3</sup>)

0,3%/15kg

1,5%/75kg

0,5%/?







© PÖ

Hapettumissyvyys

# Hapettumis- syvyys

Mitä alhaisempi  
pohjavesi, sitä  
enemmän hapettumista  
ja kuormitusta

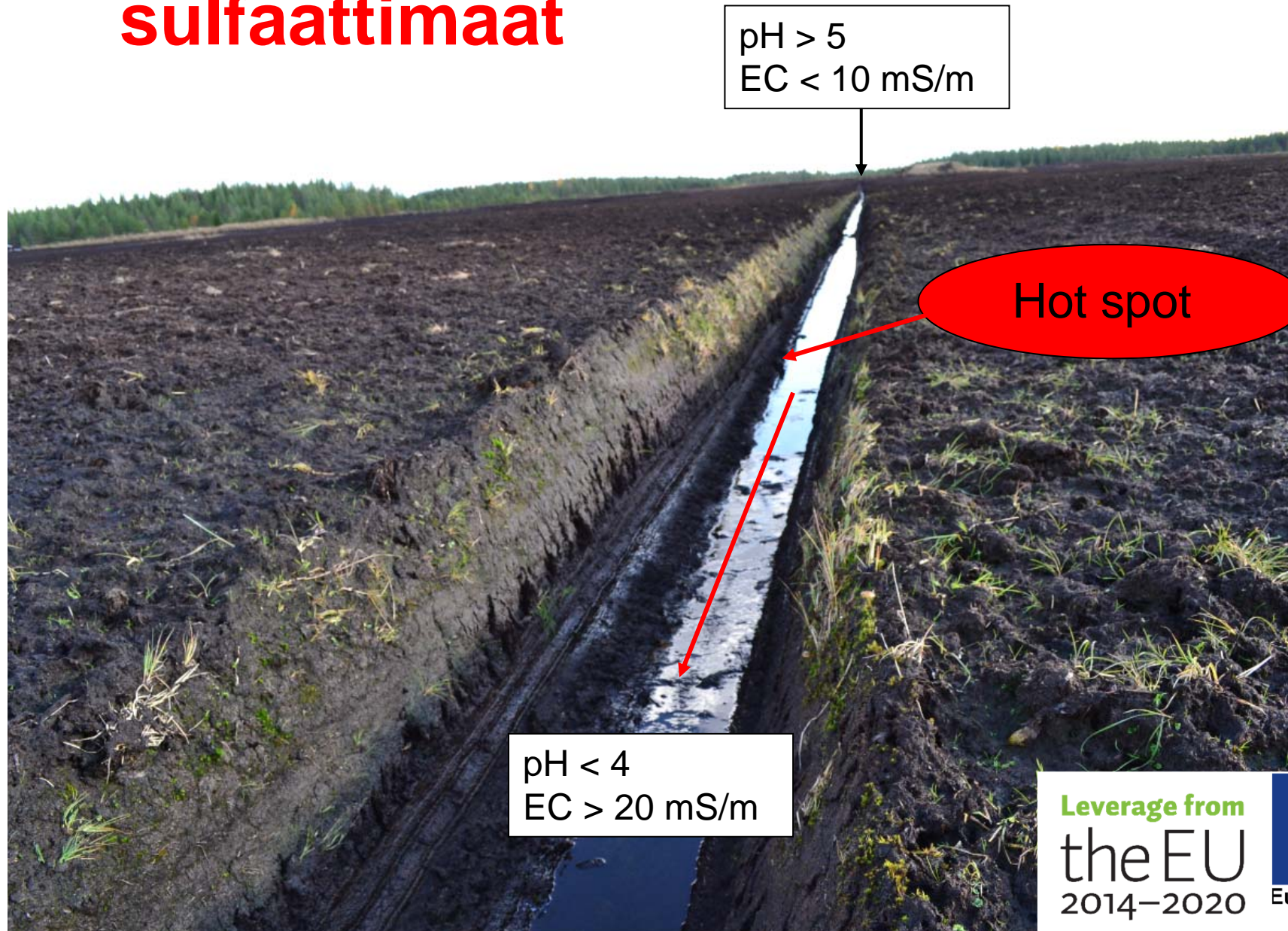
10 cm = 1000 vuotta  
happamia sateita

Leverage from  
the EU  
2014–2020





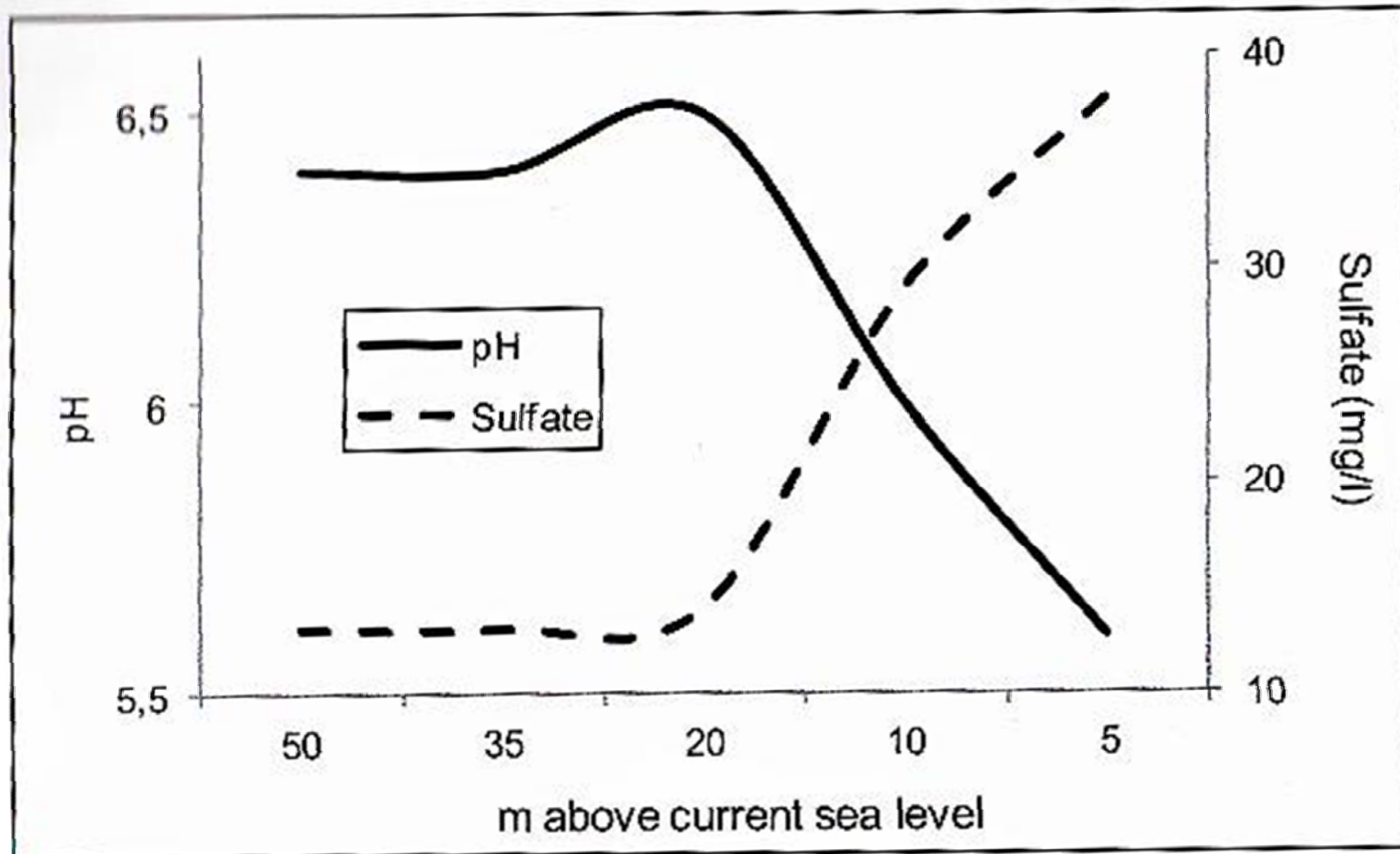
# Vesianalyysit paljastavat aktiiviset sulfaattimaat



pH > 5  
EC < 10 mS/m

Hot spot

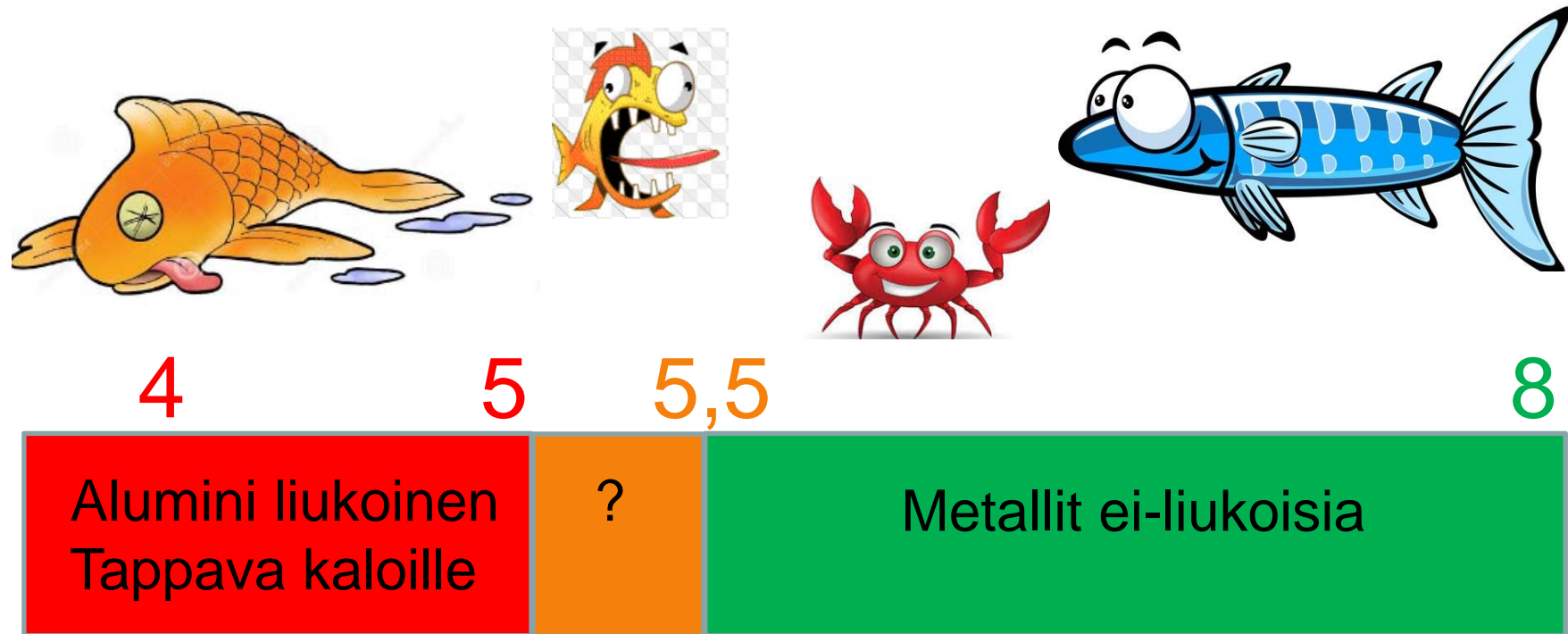
pH < 4  
EC > 20 mS/m



Spatial changes in pH and sulfate in the Esse River.



# Alhainen pH → myrkyllinen alumiini



# Alumiini kiduksissa



Photo: L. Nordmyr 30:11:2



# Riskinarvioinnissa kannattaa huomioida m.m.

Toteutunut ja potentiaalinen asiditeetti maassa

Nykyinen ja tulevaisuuden hapettumissyvyys

Volyymit

Vaastaanottavan vesistön sietokyky ja arvo

Leverage from  
the EU  
2014–2020



# Kiitos!

Leverage from  
the EU  
2014–2020

