

Happamat sulfaattimaat

Riskien tunnistaminen ja torjunta



Peter Österholm
Geologi & mineralogi
Åbo Akademi
posterho@abo.fi

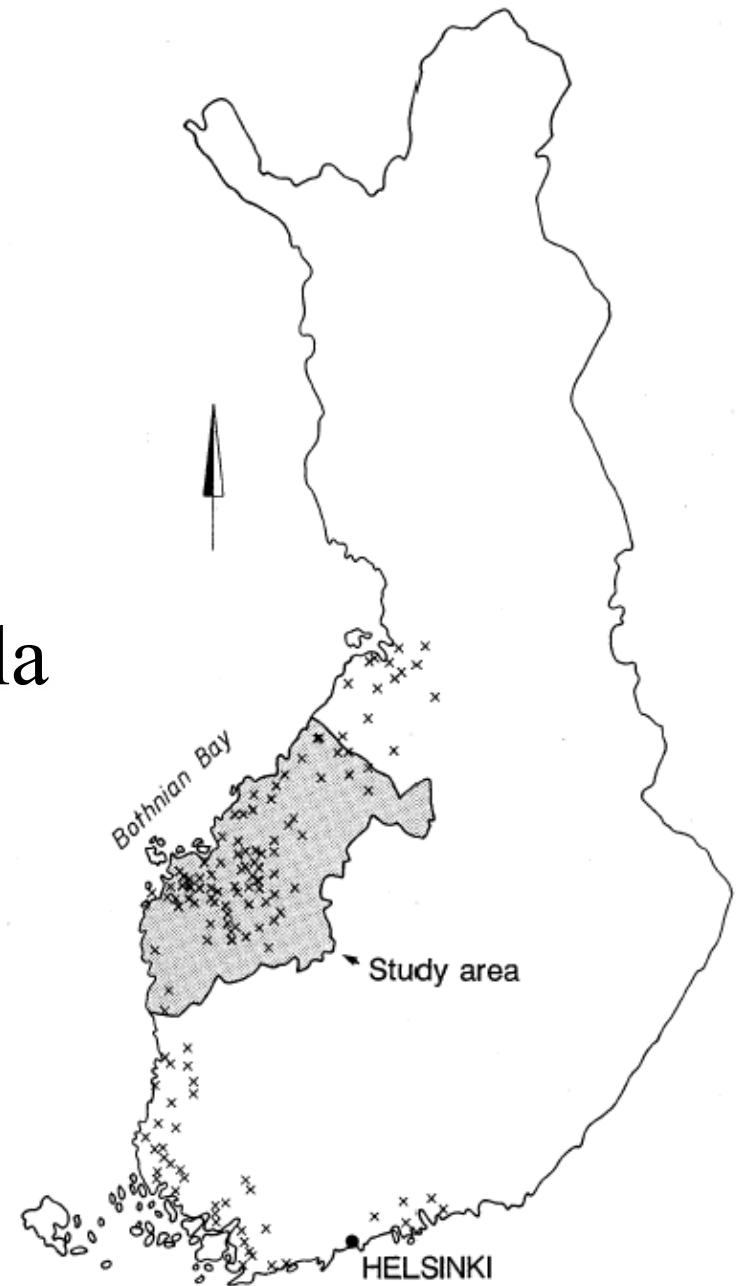
10 000 km² sulfidisedimenttejä

Vanhaa merenpohjaa

Rikkipitoisuus n. 0,1 – 1 %

Lähes kaikkialla Suomen rannikkoalueilla

~70% Länsi-Suomessa

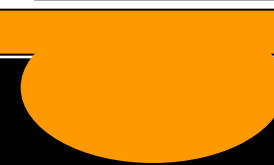
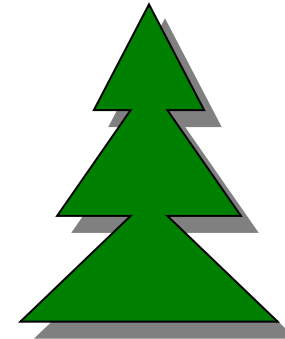
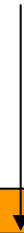


Enimmäkseen koskemattomia 18-luvulla

Oxygen



Groundwater



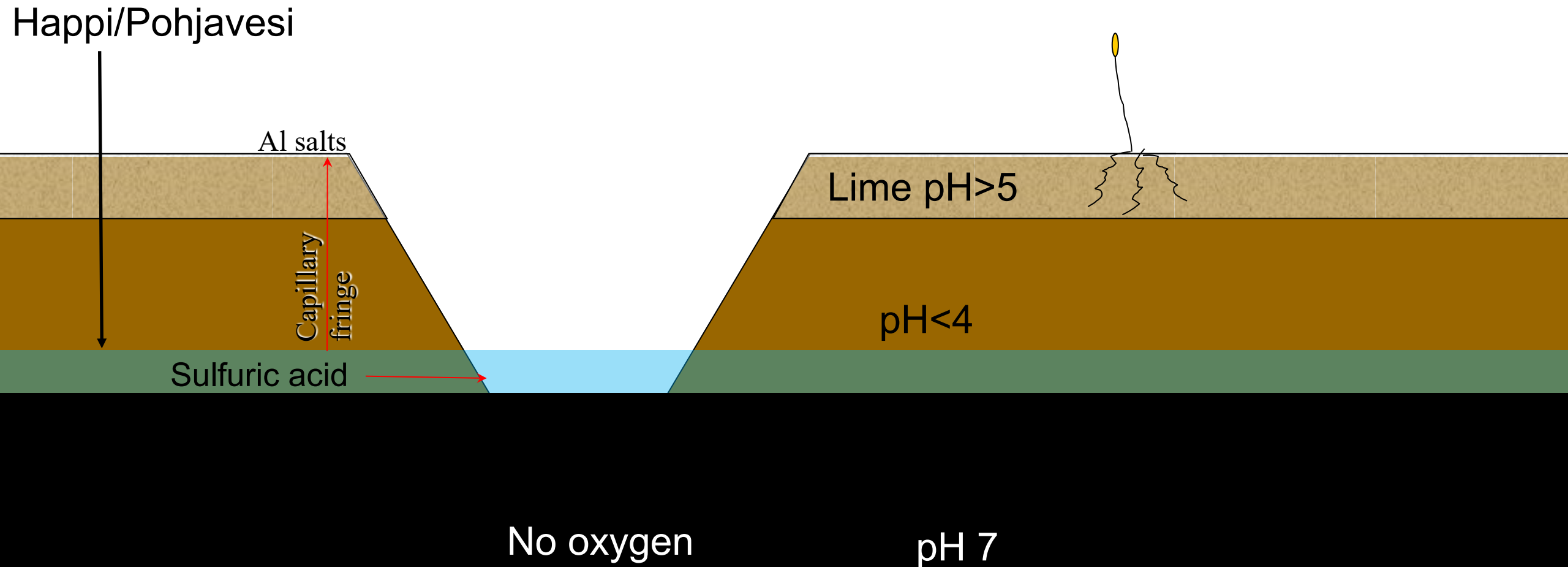
pH 7

FeS
FeS₂

Hapetusta 1900 luvulla

- Avo-ojat

→ hapettuminen + huuhtoutuminen + alunasuoloja pinnassa





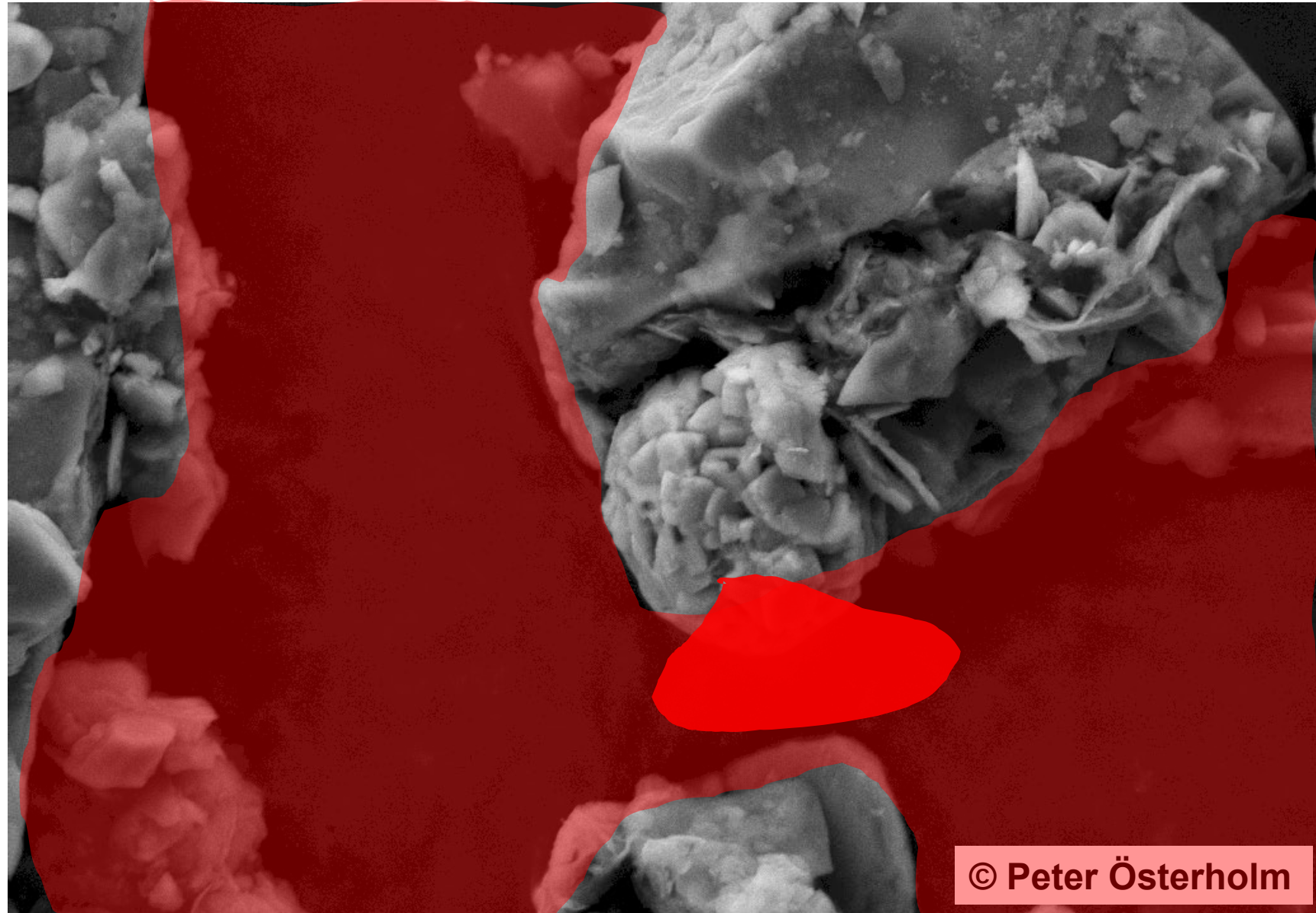
Hapan sulfaattimaa:

*Kenttä-pH <4 sulfiidin
hapettumisen vuoksi*

“Todellinen” hapan sulfaattimaa

Potentiaalinen hapan sulfaattimaa

Sulfidi hapettuu rikkihapoksi Mineraalien metallit liukenevat!



© Peter Österholm

1 μ m

LEO 1530

Mag = 5.00 K X

WD = 11 mm

EHT = 8.00 kV

Signal A = SE2

Aperture Size = 30.00 μ m

Image Pixel Size = 23.4 nm

Date :27 Sep 2010



Tilanne 1970

- Tehokas salaojitus

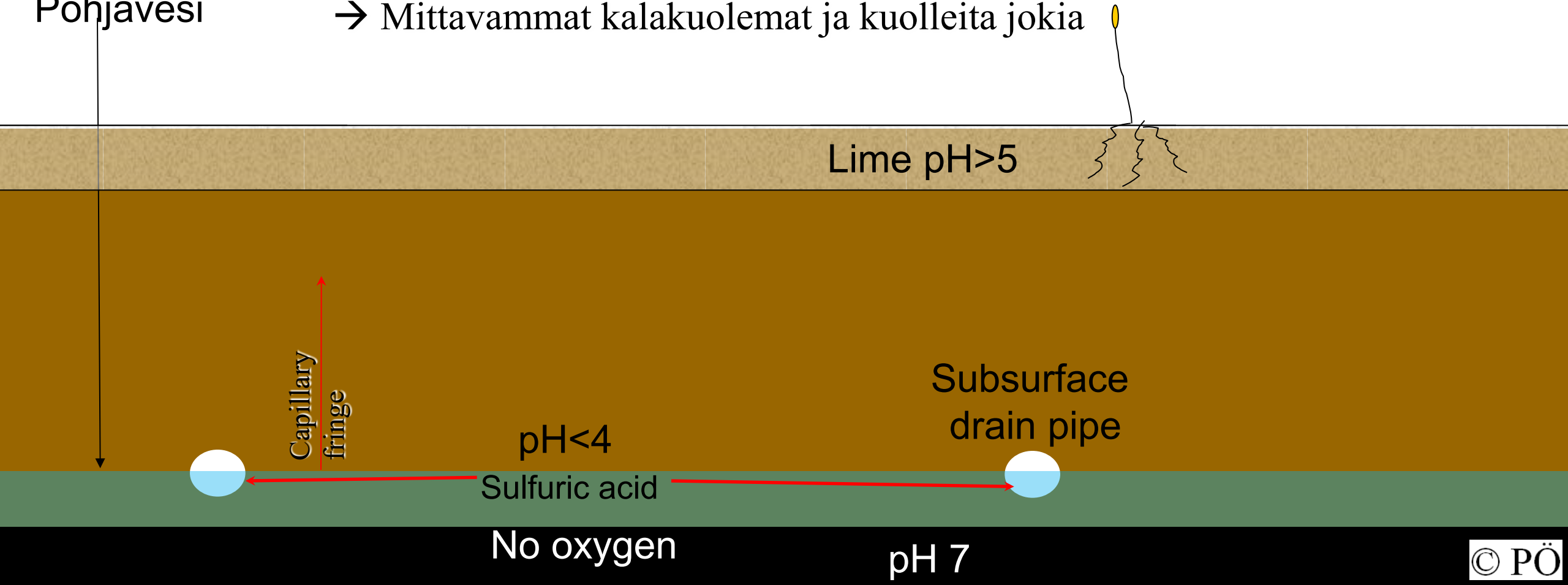
→ syvempi/tehokkaampi hapettuminen

→ pintakalkitustarve pienempi

→ Suuremmat metalli-/happopäästöt

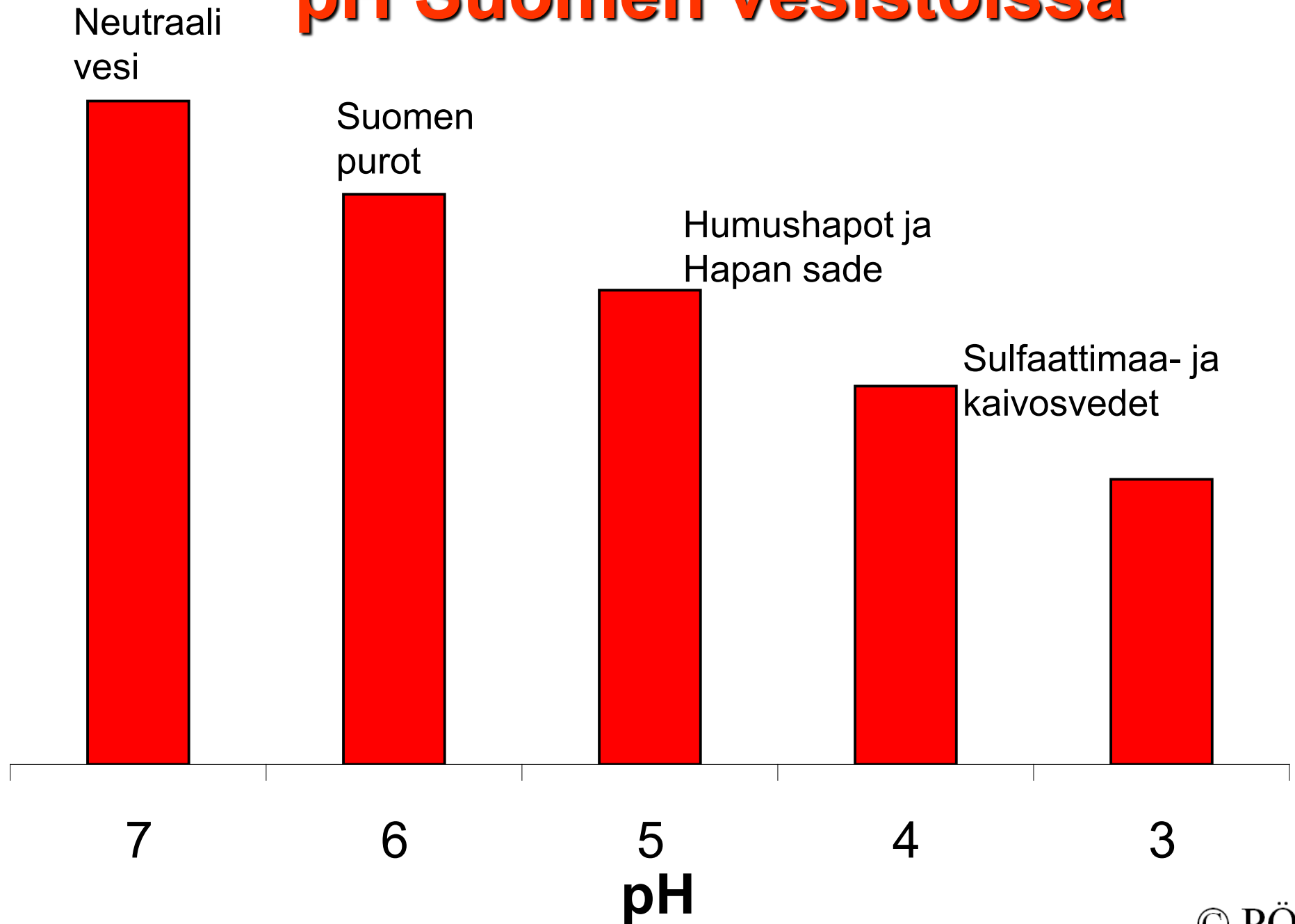
→ Mittavimmat kalakuolemat ja kuolleita jokia

Happi/
Pohjavesi

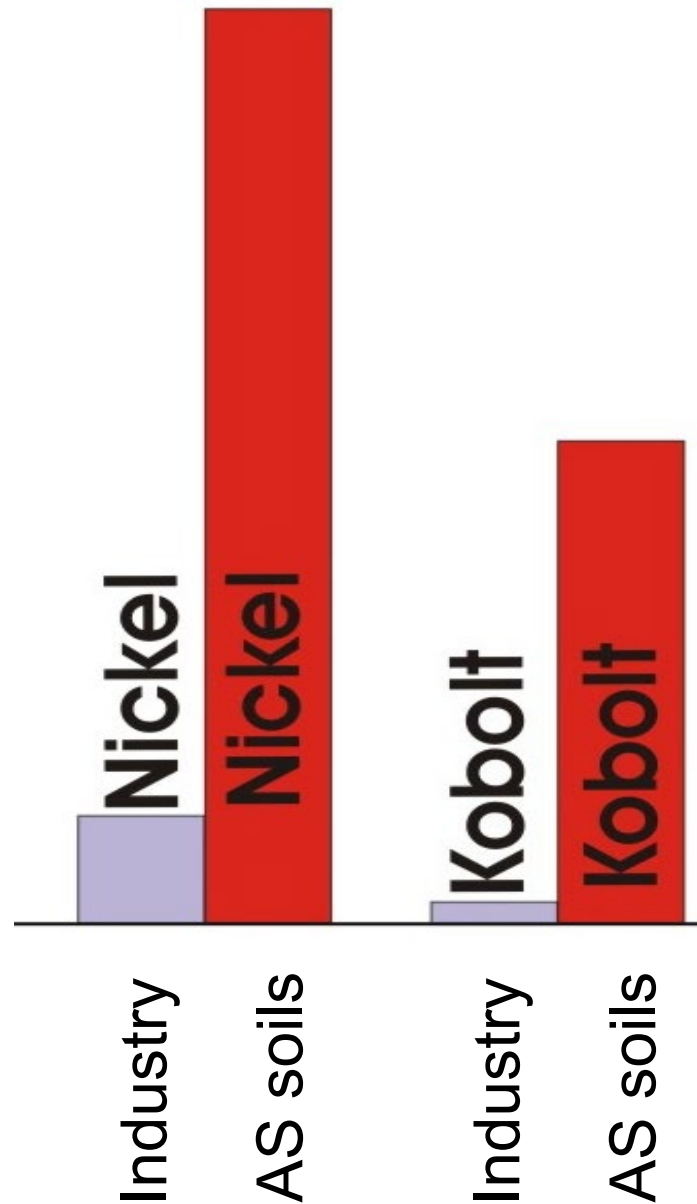


**Ongelma liittyy suoraan
ihmistoimintaan!**

pH Suomen vesistöissä



>10x enemmän metalleja kuin Suomen teollisuus



Sundström, Åström &
Österholm (2002)

Näkyvimmit kalakuolemat kerran 10 vuodessa

Kaloja kuolee Eurajoessa – syynä joen happamoituminen

Kalakuolemien taustalla on pelloilta valuva hapan kuormitus, kertoo Varsinais-Suomen ely-keskus.

YLE

14.12.2018

Eurajoki 14.12.2018 klo 16:19 | päivitetty 14.12.2018 klo 16:52



Vihreitä jokia ja kilokaupalla kuolleita lahnoja: "Laajoki on keskijuoksulta alajuoksulle tappava" – Mitä vesistöissämme oikein tapahtuu?

Turun Sanomat
22.12.2018

Lennart Holmberg



Åbo Akademin tutkija Peter Österholm mittasi Laajoen pH-arvoja perjantaina. Tulokset olivat hätkähdyttäviä. Österholm kertoo, että kahdesta kohtaa otetut mittaustulokset kertoivat Laajoen pH-arvoksi 4,9. Hänen mukaansa mikään kala ei tässä joessa elä.



Lakeat pellot rannikolla – suurin esiintymä

Parhaat viljelysmaat



Sulfidia turpeen ja metsän alla



Infrastruktuuri



E4 on AS soil



Turun toriparkki

Tunnistaminen ja riskit?



Hapan sulfaattimaa:

Kenttä-pH <4 sulfiidin hapettumisen vuoksi

“Todellinen” hapan sulfaattimaa

Uusi luokitus pH <4,5 sulfidin hapettumisen vuoksi → para hapan sulfaattimaa

Potentiaalinen hapan sulfaattimaa:

Neutraali pH

pH <4 hapettuessa ja pH-lasku

>0,5 pH yksikköä

Kenttä pH <4 (tai <4,5)?



Kosteutetaan mittauspinta tislatusvedellä (1:1 vettä:maata)

Väri ja värimuutos

Potentiaalinen sulfaattimaa usein pikimusta ja väri muuttuu tunneissa/päivissä harmaaksi-ruskeaksi pinnoilla, jotka altistuvat hapelle.



© PÖ





**Selkeää sulfidisavea Turun
ylioppilaskylässä**

Jarosiitti

Keltainen rautasulfaattiyhdiste indikoi hapanta sulfaattimaata

Aika harvinainen Suomessa. Usein yhdessä
(ruskeiden) rautaoxidien kanssa

Potentiaalinen hapan sulfaattimaa - Let the soil speak for itself

- Näyte hapetetaan kosteana huoneenlämmössä jopa n. 4- 19 viikkoa
- pH <4 ja pH-lasku >0,5 yksikköä





Nopea hapettaminen vetyperoksidilla

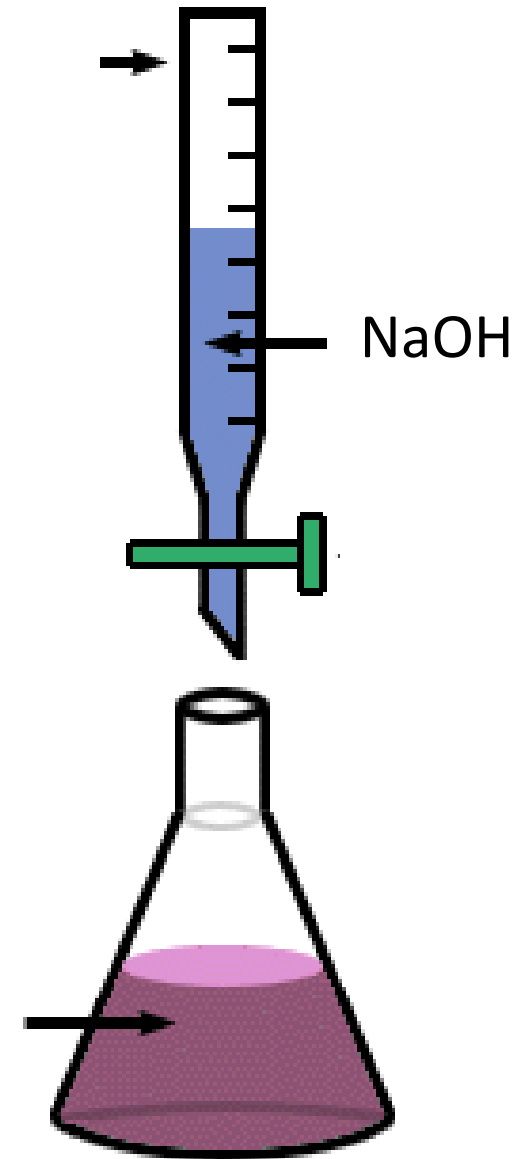
- Tuore näyte hapetetaan 30% vetyperoksidilla tunnissa → nopea rikkihapon muodostuminen
- Jos pH <2,5 (ja suuri pH lasku) → todennäköisesti potentiaalinen hapan sulfaattimaa
- Lisätestejä: rikki ja asiditeetti

Ei sovellu orgaanisiin maitiin, esim turve

Asiditeetti (kalkitustarve) titraamalla

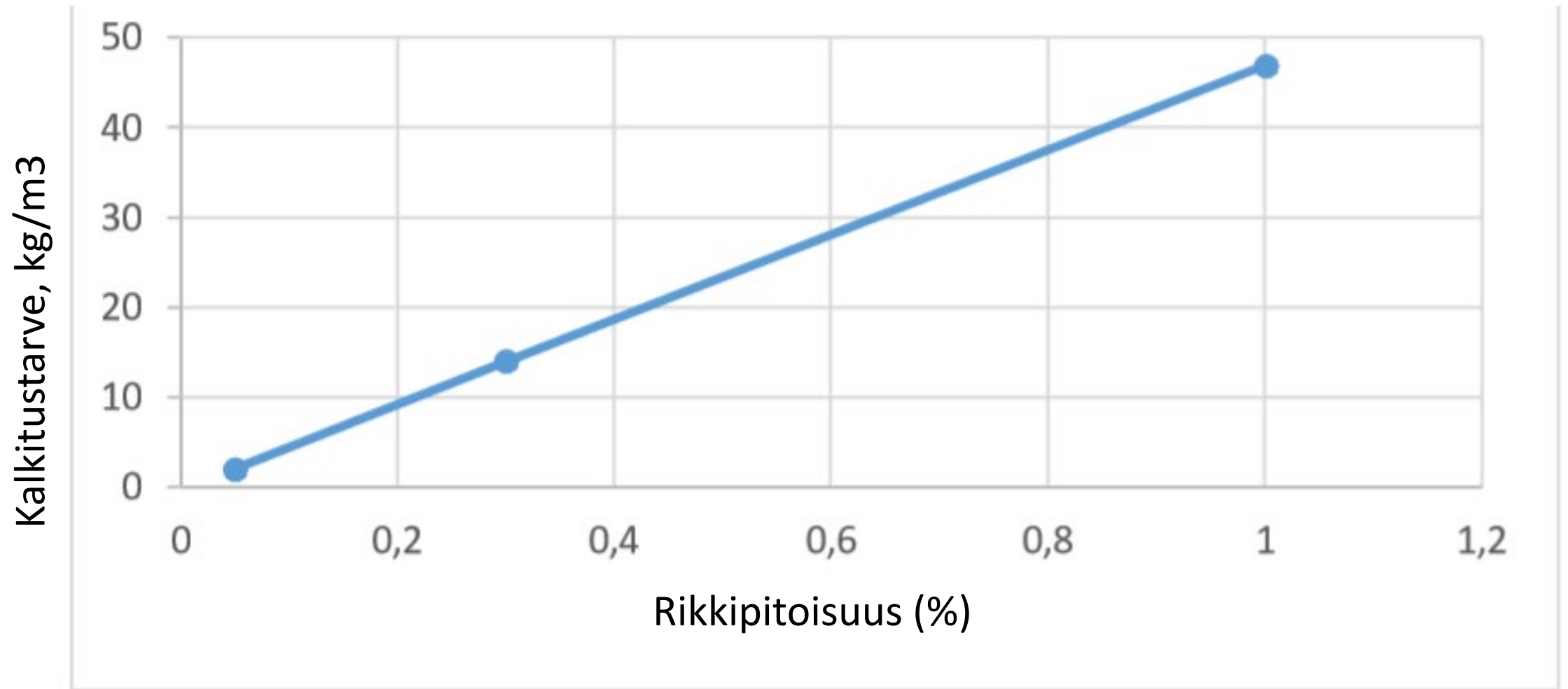
- Vapautetaan asiditeetti hapettamalla (vetyperoksidi tai Inkubaatio)
- pH laskee alle 4
- Titrataan emäksisellä aineella (NaOH) pH-arvoon 6,5
- Mitä enemmän NaOH tarvitaan, sitä enemmän asiditeettia (kalkitustarvetta)

Hapetettu
maanäyte KCl
liuoksessa



Asiditeetti – kalkitustarve

Yleensä mitä enemmän rikkiä, sitä enemmän asiditeettia



Hapan sulfaattimaa:

Miten todetaan, että pH <4 sulfiidin hapettumisen vuoksi

(1) Happamassa maa-aineksessa rikkiä

ja/tai

(2) Alla olevassa pelkistyneessä kerroksessa korkea rikkipitoisuus

ja/tai

(3) Alla olevassa pelkistyneessä kerroksessa musta väri ja mädäntyneen kananmunan haju suolahapossa.

ja/tai

(4) Alla oleva pelkistynyt kerros muuttuu happammaksi jos hapetetaan <19 viikkoa huoneenlämmössä (*inkubaatio*)





Hapettumissyvyys

Selvä tapaus!

Minimi-pH < 4

S pitoisuus 0,2%

Jarosiittia

**Sulfidi/Kok-S 0,7%, musta, ink-
pH 3, Δ pH > 0,5, pH_{FOX} < 2,5**

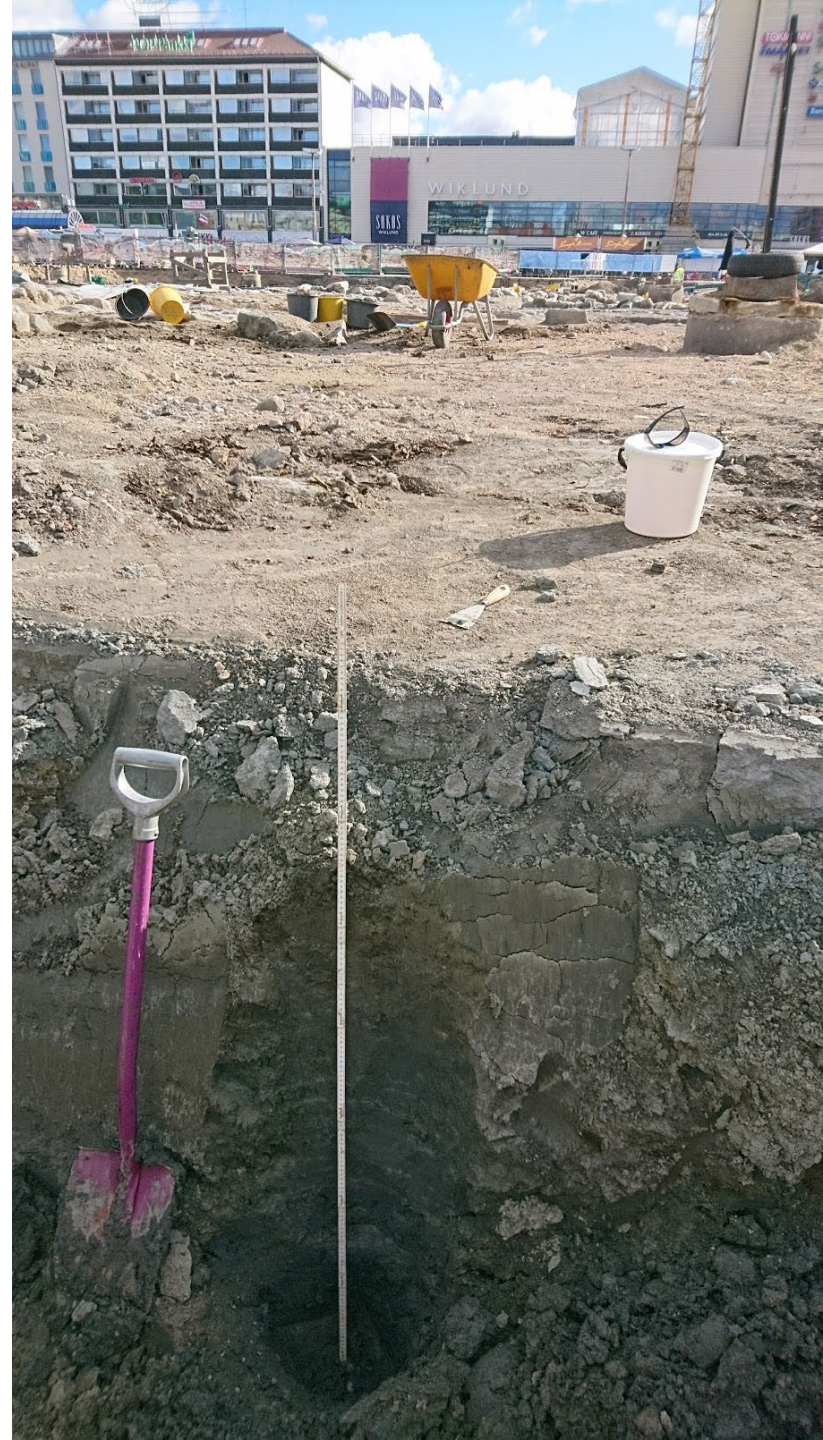
Hapan sulfaattimaa?

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

Mutta:

- pH >5 hapettuneessa kerroksessa → Ei ”*todellinen*” hapan sulfaattimaa

Vetypeoksidi-pH 2,7 → potentialinen HS?



Torisavi kahdessa metrissä (pelkistynyt kerros)

9 viikon inkuboinnin jälkeen $\text{pH} < 4$ ja $\Delta\text{pH} > 3$

→ Happomäärä suurempi kuin puskurointikyky

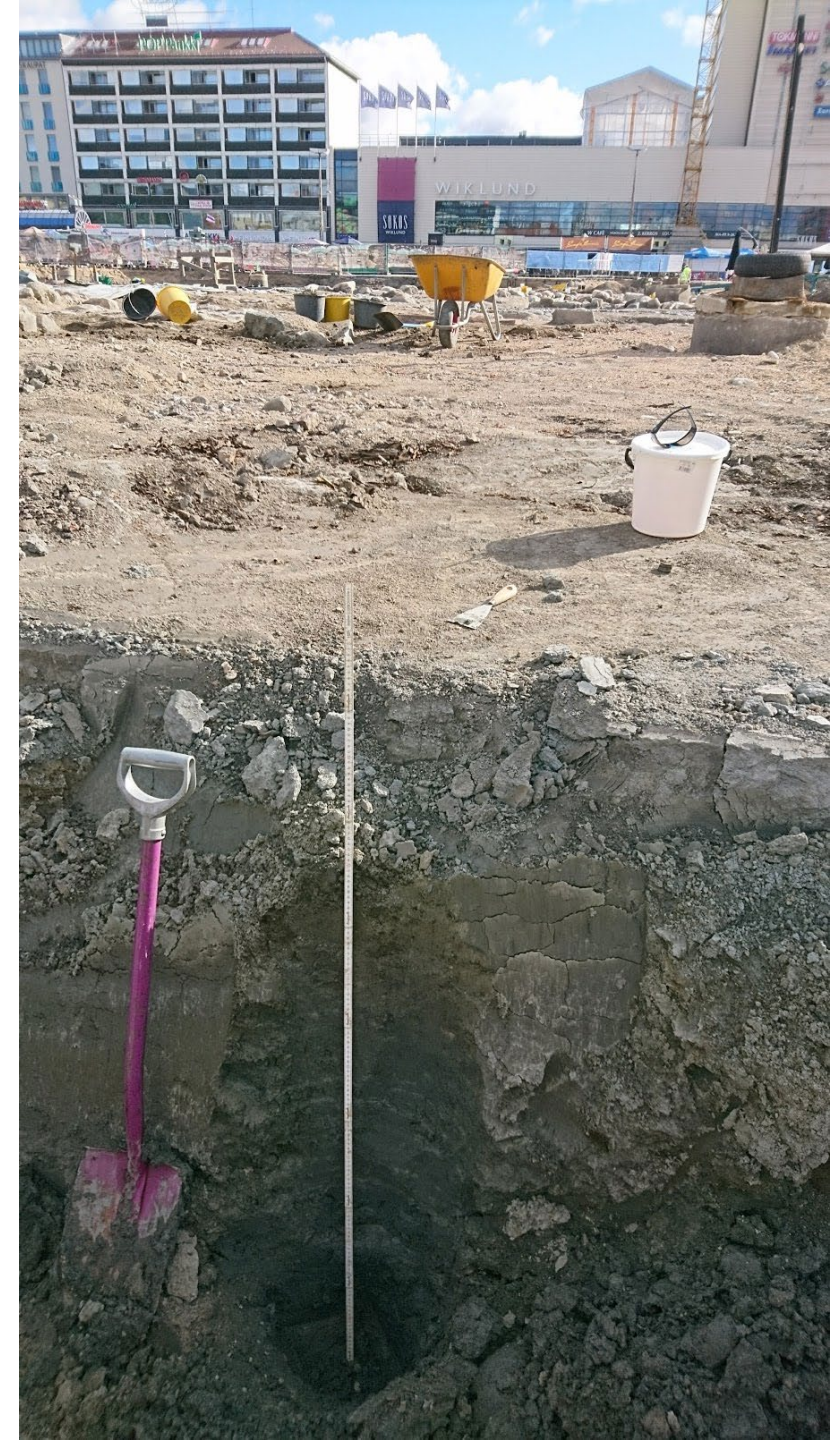
→ **Potentiaalinen hapan sulfaattimaa**

Huom! Reaktio oli suhteellisen hidask



Kuinka suuri riski on?

- Alhainen pH kertoo, että riski on olemassa, mutta ei riskin suuruudesta
- Kuormittavaan maa-aineksen määrä x asiditeetti = kokonaiskuormitus





Hapettumissyvyys

Kuormitus

**Toteutunut +
potentiaalinen
asiditeetti**

+

Potentiaalinen asiditeetti

Kuormituksen arviointi

Hapettumissyvyys



Tuleva hapettumissyvyys?



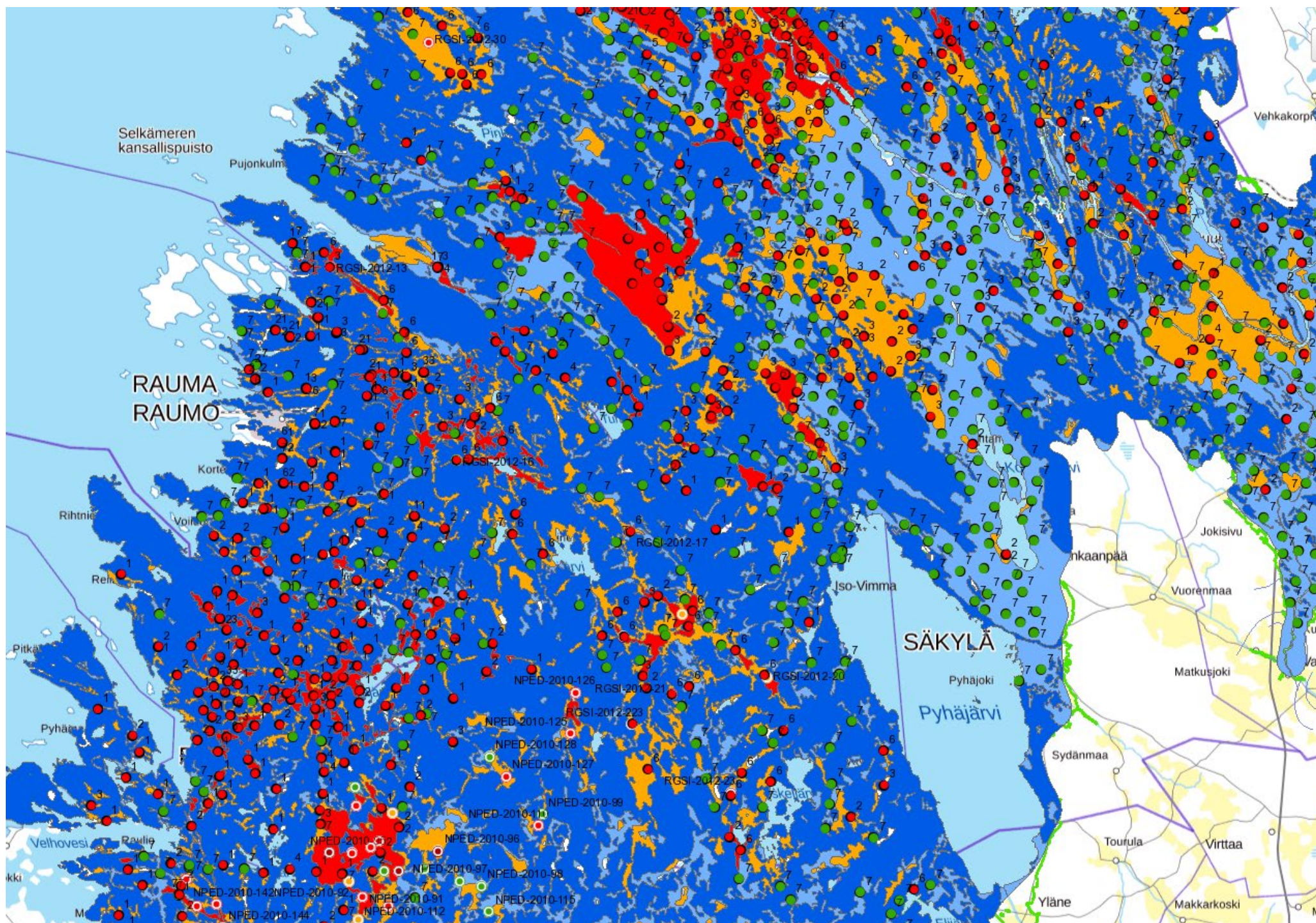
Mitä syvemmälle ojitetaan, sitä paksumpi sulfidikerros hapettuu

- Ongelmia kymmeniä vuosia
- Vaikea pysäyttää



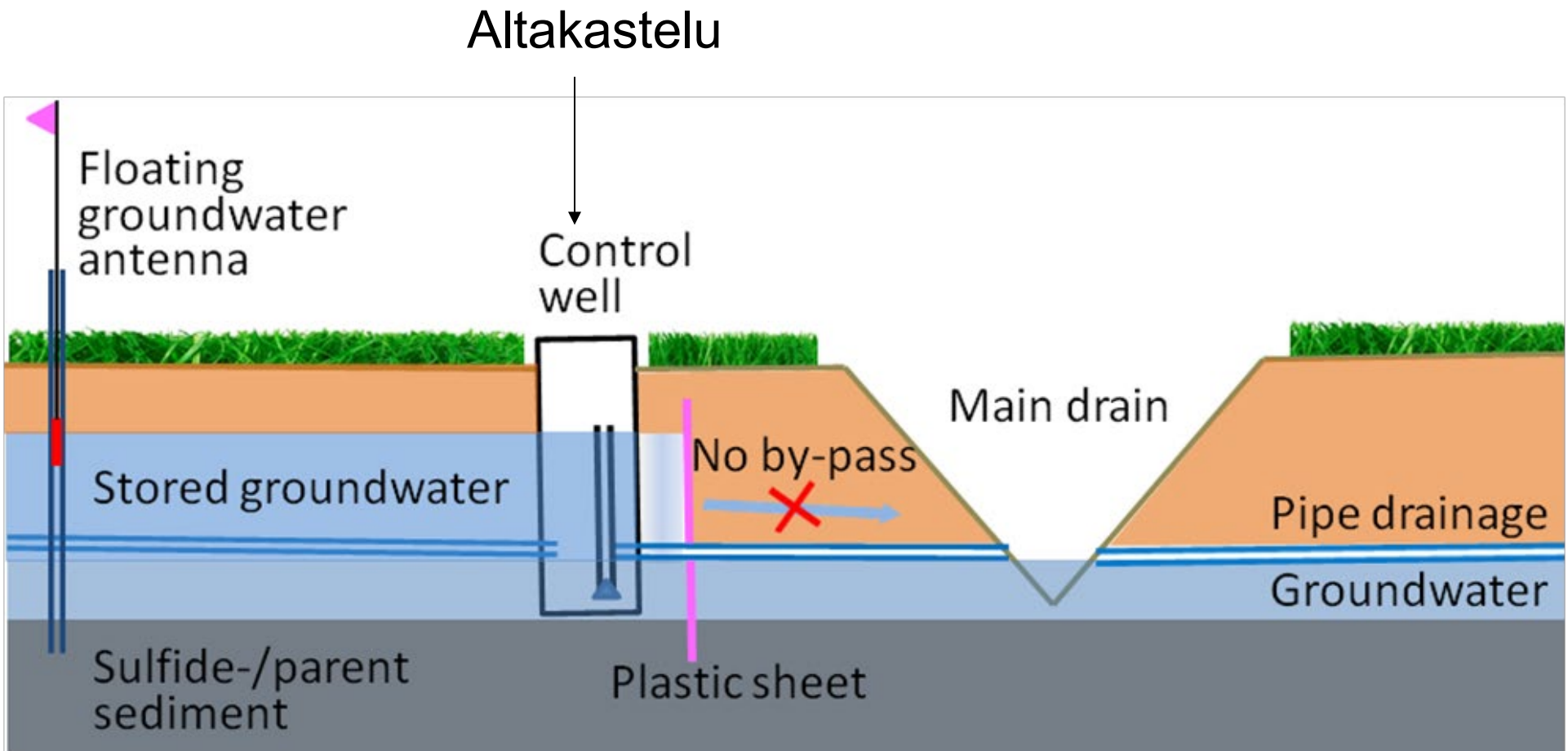
Sulfaattimaiden yleiskartoitus valmistunut

- Valmistunut 2021
- Karkea arvio esiintymisestä
- Tarkista alueesi osoitteessa: <https://gtkdata.gtk.fi/hasu/index.html>
- **Noudata varovaisuutta ja hyvää vedenhallintaa esiintymisalueilla**



Varovaisuus

+ säätö + altakastelu + muovi + ?



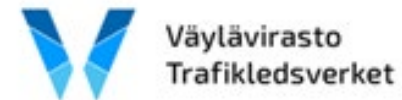
Pohjanmaalla pitkä yhteistyö maanomistajien kanssa Win-Win

Sulfaattimaiden altakastelu



Happamien sulfaattimaiden hyödyntäminen FiksuHasu

- Tunnistetaan myös vaikutukset stabilointiin ja korroosioon



Kiitos!

