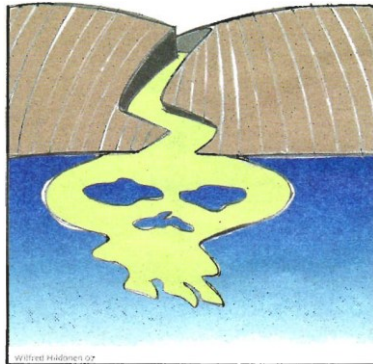


Sulfaattimaiden tunnistaminen ja riskinarviointi



FiksuHasu

Peter Österholm
Åbo Akademi
posterho@abo.fi



Väylävirasto
Trafikledsverket



Euroopan unionin
osarahoittama

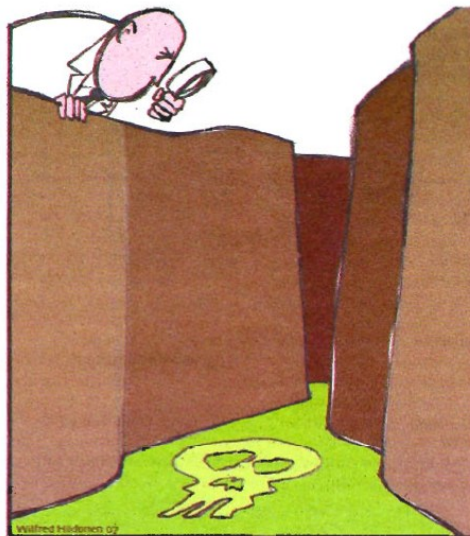
Uudistuva ja osaava Suomi 2021–2027



Elinvoimakeskus

1

Tunnistaminen



2

Maaprofiili vai läjitetty maa-aines?



3



© PÖ

4

Profiilista helpompi tunnistaa

Hapan sulfaattimaa:

Kenttä-pH < 4 (4.5), johtuen sulfidin hapettumisesta!

Potentiaalinen sulfaattimaa:

Neutraali pH
pH < 4 hapettuessa ja $\Delta\text{pH} > 0.5$



© PÖ

5

Nopea tunnistus pH avulla

+ hapettumissyvyys

pH < 4 (pH < 4.5)

Siirtymävyöhyke
pH 4 - 7

Reduced (parent) sediment
pH ~ 7



© PÖ

6

Silmämääräinen tunnistus

Mustaa savea harmaan
saven alla

jarosiittia (ja
schwertmanniittia)

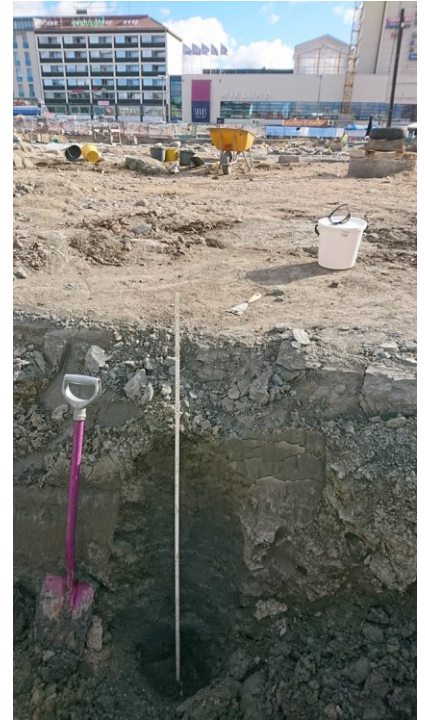
Pelkistynyt musta sedimentti

Alkuperäinen sedimentti tuntematon

Vaikeampaa

Jos pH neutraali, onko potentiaalinen hapan sulfaattimaa?

Jos $\text{pH} < 4$, liittyykö sulfidin hapettumiseen?



7

Ei profiilia, ja pH korkea.

Potentiaalinen sulfaattimaa?

Anna maa-aineksen puhua itse?

Inkubaatio 2-19 viikkoa

Jos pH laskee $>0,5$ yksikköä ja $\text{pH} < 4 \rightarrow$ potentiaalinen hapan sulfaattimaa



8



Ei profiilia, ei aikaa?

9



Kenttälaboratorio

10

Hapettaminen vetyperoksidin kanssa (pH_{FOX})

- 5 ml vetyperoksidia 2 ml näytteeseen 1 h
- $\text{pH}_{\text{FOX}} < 3$
tai
- $\text{pH}_{\text{FOX}} < 4$ & $\Delta\text{pH} > 3$
- Tunnistaa kaikki, mutta myös vääriä hälytyksiä!

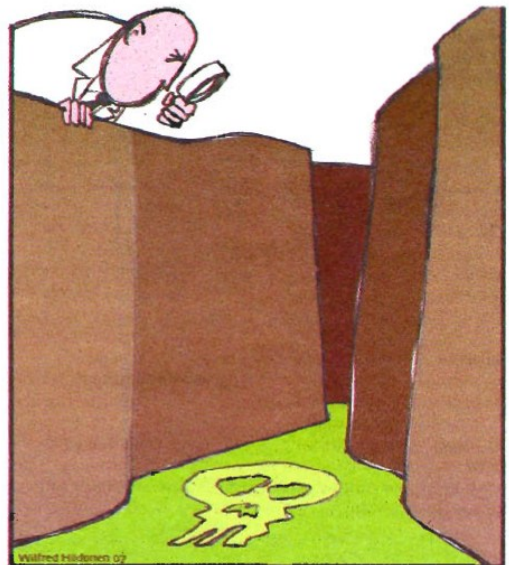
Ei sovellu turpeelle



11

Riskinarviointi

1. Vesistöympäristö
 - pH, asiditeetti ja metallit
2. Korroosio
 - pH, asiditeetti, SO_4 , Cl, EC, maalaji
3. Stabilointi
 - asiditeetti, SO_4 , Cl, maalaji, LOI



12

Asiditeetti

- Sulfidin hapettuminen vapauttaa asiditeettia
 - Vastaa neutralointitarvetta
 - Korreloi myrkyllisten metallien kanssa
- Hyvä indikaattori ympäristövaikutuksille
- Indikaattori korroosiolle, koska vaikuttaa pH-arvoon ja korreloi rikin kanssa
- Vaikuttaa alkalisiin stabilointiaineisiin

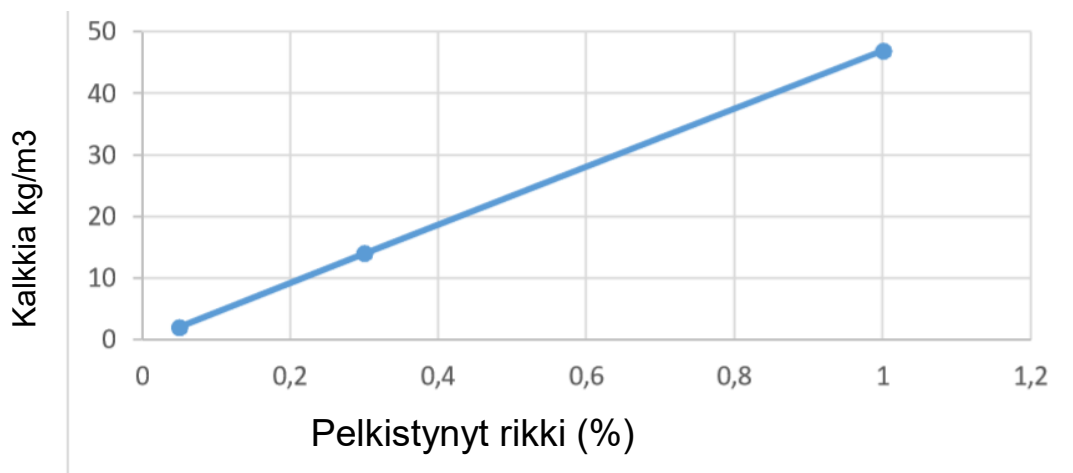


13

Teoreettinen hapontuottokyky rikin avulla

1 mole of S → 2 moles of H⁺

Kokonaisriikki toimii useimmiten hyvin mineraalimaassa. Sulfiidirikki paras.



15

Net Acidity Generation (NAG)

- Asiditeetti vetyperoksidin hapettamisen jälkeen
- "Total Potential Acidity" (TPA)
- Ei sovellu orgaaniselle ainekselle/turpeelle (LOI >20% Suomessa, >1% Austraaliaisissa ohjeissa)

16

Maaperä-NAG: Hapettaminen vetyperoksidin kanssa + Titraus

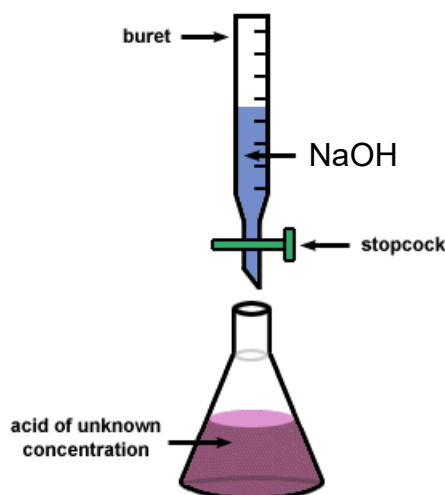
- 5 ml vetyperoksidia 2 ml näytteeseen 1 h → pH laskee, jos ei puskurointikykyä
- Titraus NaOH-liuoksella pH-arvoon 6,5
- Suomessa usein käytetty kaivos-NAG, jossa näyte "keitetään" pitkään, joka ei sovellu maa-ainekselle!



17

Net Acidity Generation (NAG)

- Nopea hyvä toistettavuus
- Aliarvioi puskurointikykyä?
- "Epäluonnollinen" hapettuminen?
- Yliarvioi asiditeettia?
- Ei sovellu jos LOI >20%



18

Hapettaminen vetyperoksidin kanssa + sulfaattianalyysi ja EC-mittaus

→ S_{FOX} ja EC_{FOX}

- S_{FOX} vastaa yllättävän hyvin perinteisiä kokonaisrikkianalyysyjä
- Voidaan määrittää n. 2 tunnissa kentällä spektrofotometrillä hapettamisen jälkeen
- EC_{FOX} -mittaus suoraan sähkönjohtavuusmittarilla. Korreloi S_{FOX} ja asiditeetin kanssa



19

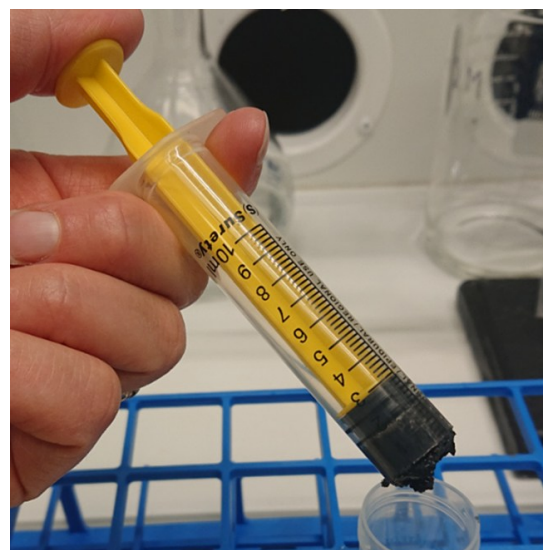
Potentiaallinen hapan sulfaattimaa

Maalaji	Karkea	Hieno	Lieju	Turve
EC_{FOX}	>30	>30	>30	>250
$S_{FOX} (\%)$	>0.06	>0.2	>0.5	>1

20

Ruiskumenetelmä tilavuuden mittaukseen

- Poikkisahattu ruisku
- Tilavuuteen perustuva asiditeetti (kalkitustarve) suoraan kentällä (esim kalkkia/m³).
- Jos halutaan per kalkitustarve per kg, niin irtotiheys pitää määrittää, eli vaatii että näyte kuivataan laboratoriossa.
- Pelloilla irtotiheys yleensä 0,9-1,0.
- Ruoppausmassoissa suurempi vaihtelu, n. 0,2-0,6.
- Käytämme 2 ml näytettä



21



Kenttälaboratorio

22

< 2 h kenttätesti

- pH_{FOX}
- EC_{FOX}
- TPA (NAG)
- S_{FOX} (~Tot-S)



23

TUNNISTUS-raportti

- Sovellettu Suomen olosuhteisiin

Jaakko Auri, Anton Boman, Stefan Mattbäck, Ritva Nilivaara, Mirkka Visuri, Miriam Nystrand, Peter Österholm



24

< 2 h kenttätesti

- pH_{FOX}
- EC_{FOX}
- TPA (NAG)
- S_{FOX} (~Tot-S)

FIKSUHaSU-projektissa lisätään mm. CI ja vertaillaan korroosiotuloksiin



25

Kiitos!



Peter Österholm
Åbo Akademi
posterho@abo.fi

FiksuHasu



Väylävirasto
Trafikledsverket



Euroopan unionin
osarahoittama

Uudistuva ja osaava Suomi 2021–2027



Elinvoimakeskus