

Tunnistus – Yhteenveto ja suositukset

Loppuseminaari 12.1.2021

Peter Österholm, Åbo Academi

Anton Boman, Geologian tutkimuskeskus

Ritva Nilivaara, Suomen Ympäristökeskus

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

TUNNISTUS

Tunnistaminen

- Hapettunut
 - Kenttä pH (pH_F)
 - Johtoluku/SO₄ (1h)
 - Jarosiitti/schwertmanniitti
- Potentiaalinen
 - Väri/värimuutos
 - Haju HCl käsittely
 - Vetyperoksidihapetus-pH (pH_{FOX}) 1h +
 - Vetyperoksidi-johtoluku/SO₄ (1h)
 - Rikkipitoisuus
 - Inkubaatio 19 vk
 - Nopeutettu inkubaatio 3 vk

Riskinarviointi (happamuuskuormitus)

- Rikkipitoisuus
 - Kokonaisrikki
 - Kenttä XRF 1h
 - XRF 2vk
 - Aqua Regia 2vk +
 - Sulfidirikki
 - Laboratorio 4vk
 - RISA-2h
- Vetyperoksidihapetus (LOI<10%)
 - Yksinkertaistettu asiditeettititraus
 - Johtoluku/SO₄ 1h
- Inkubaatioasiditeetti (TIA) 19vk
- Nopeutettu inkubaatioasiditeetti 8 vk? +
- Irtotiheys ruiskulla

Pikakoe kentällä

- Uusi menetelmä
- Osittain uusi menetelmä

- Tilavuuteen perustuva näytteenotto ruiskulla (mahdollistaa myös irtotiheyden määrittämisen)
- pH_F/pH_{FOX}
- Vetyperoksidi-johtoluku/SO₄
- Yksinkertaistettu asiditeettititraus (TPA)

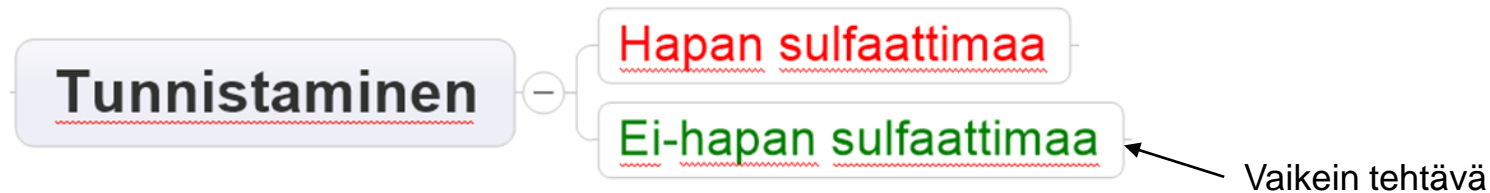
Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Hapan tai Ei-hapan?



Miten saada mukaan kaikki riskimaat ja samalla mahdollisimman vähän "väärää hälytystä"?

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Tunnistaminen - hapettunut



Alhainen pH ei välttämättä tarkoita hapanta sulfaattimaata.
Helpoin tunnistaa, alla olevan potentiaalisen sulfaattimaan perusteella.
Jarosiitti varma merkki, mutta melko harvinainen Suomessa.
Johtoluku vain suuntaa antava.



Ke-

vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020


Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Tunnistaminen - potentiaalinen



Ke

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020


Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Tunnistaminen - potentiaalinen



Väri ja värimuutos sekä HCl toimii, jos musta monosulfidi.

pH_{FOX} nopea ja toimi hyvin mineraalinäytteille. pH raja jopa 4, jos pH-pudotus suuri, mutta antaa jonkin verran vääriä hälyytyksiä ja ei sovi turpeille.

$\text{SO}_{4\text{FOX}}$ toimi turpeille.

Rikkipitoisuus toimi kunhan huomioidaan maalajit, mutta jonkin verran vääriä hälyytyksiä.

Tärkeimpiä tuloksia, että inkubaatiota pystyttiin nopeuttamaan merkittävästi.

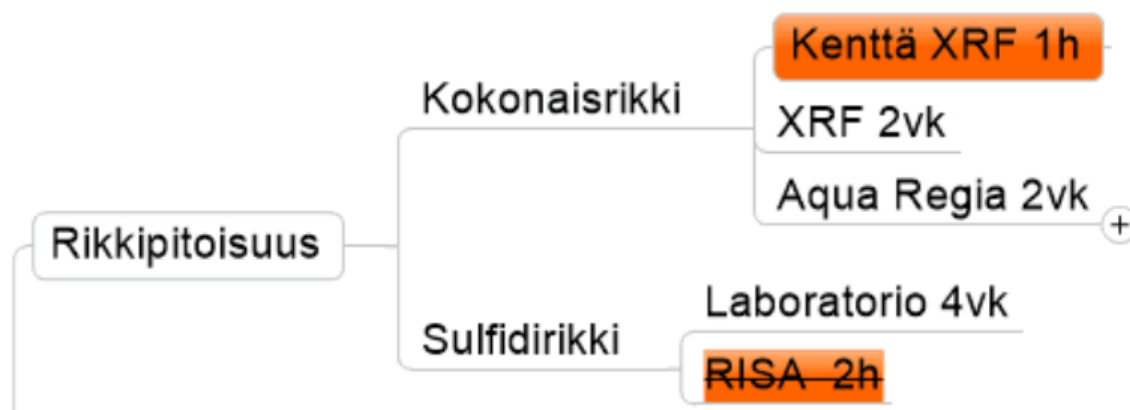
Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Riskinarviointi (rikki)



Aqua Regia helpoin
Sulfidirikki ~ Kokonaisrikki mineraalimaissa
Hyvä korrelaatio asiditeetin kanssa
Turpeissa kokonaisrikki > Sulfidirikki

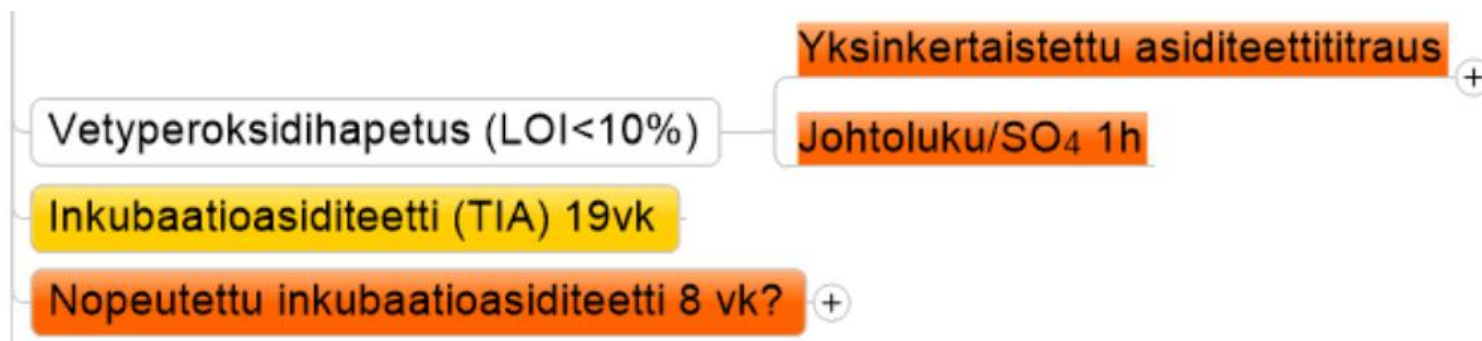
Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Riskinarviointi (hapettaminen)



TIA aikaavievä ja toistettavuus kohtalainen, mutta lähimpänä luonnollista prosessia ja toimii turpeille. TPA kymmeniä prosenteja korkeampi asiditeetti, ei toimi turpeille, mutta nopea, hyvä toistettavuus. Pika-TPA toimi jopa kun LOI 20%.

Kenttä-TPA korreloi hyvin TIA:n kanssa.

SO_{4FOX} parempi kuin Johtoluku_{FOX} ja odotettua parempi turpeissa (myös tunnistamiseen). Suositellaan 19 viikon TIA varmuuden vuoksi, mutta 8 viikossa saadaan hyvää osviittaa nopeutetulla inkubaatiolla.

Pitääkö "tausta-asiditeetti" huomioida?

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

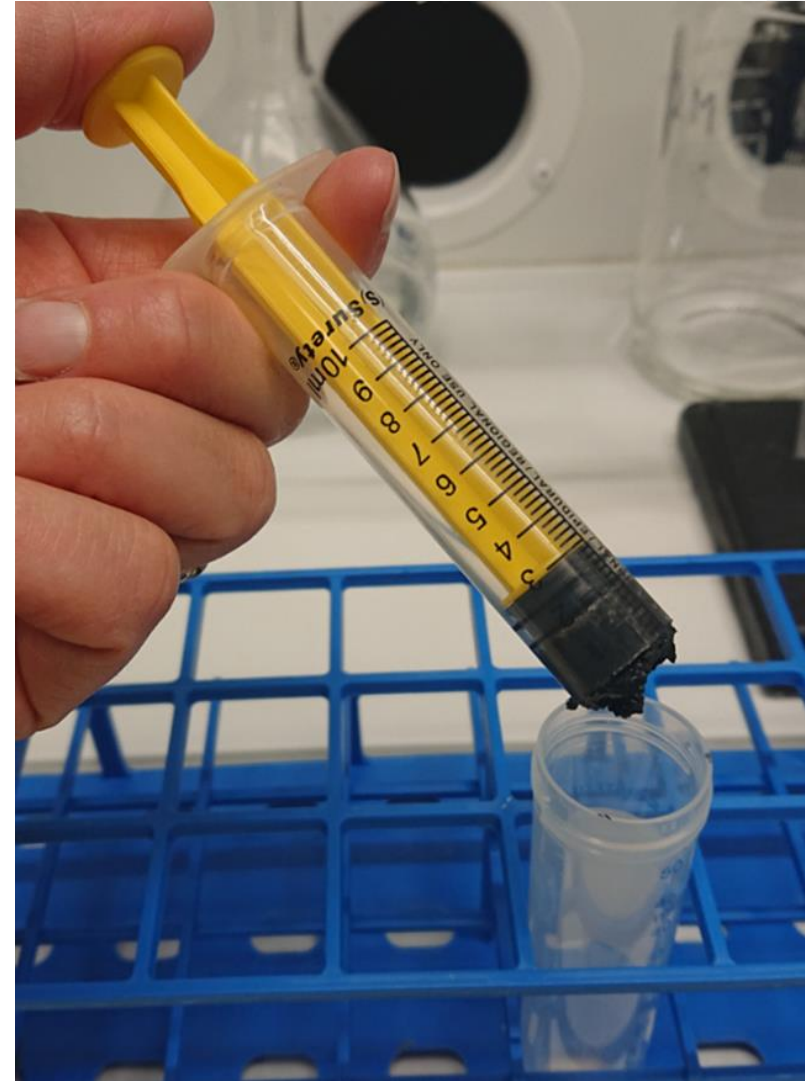
Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Tilavuus ja paino

- Irtotiheys tarvitaan
- Katkaistu ruisku toimi hyvin
- Antaa suoraan tilavuuteen perustuvan kuormituksen pikakokeissa
- Irtotiheyden perusteella voidaan laskea sekä paino-että tilavuuskohtainen kuormitus



Kesä

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020


Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Pikakoe kentällä



Nopea ja kohtalaisen helppo oppia.

Ei yhtä tarkka kuin laboratoriossa.

Turvallisuus huomioitava.

Tarvitaan valmiita laskentataulukoita, laskuvirheiden välttämiseksi

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Pikakoe kentällä

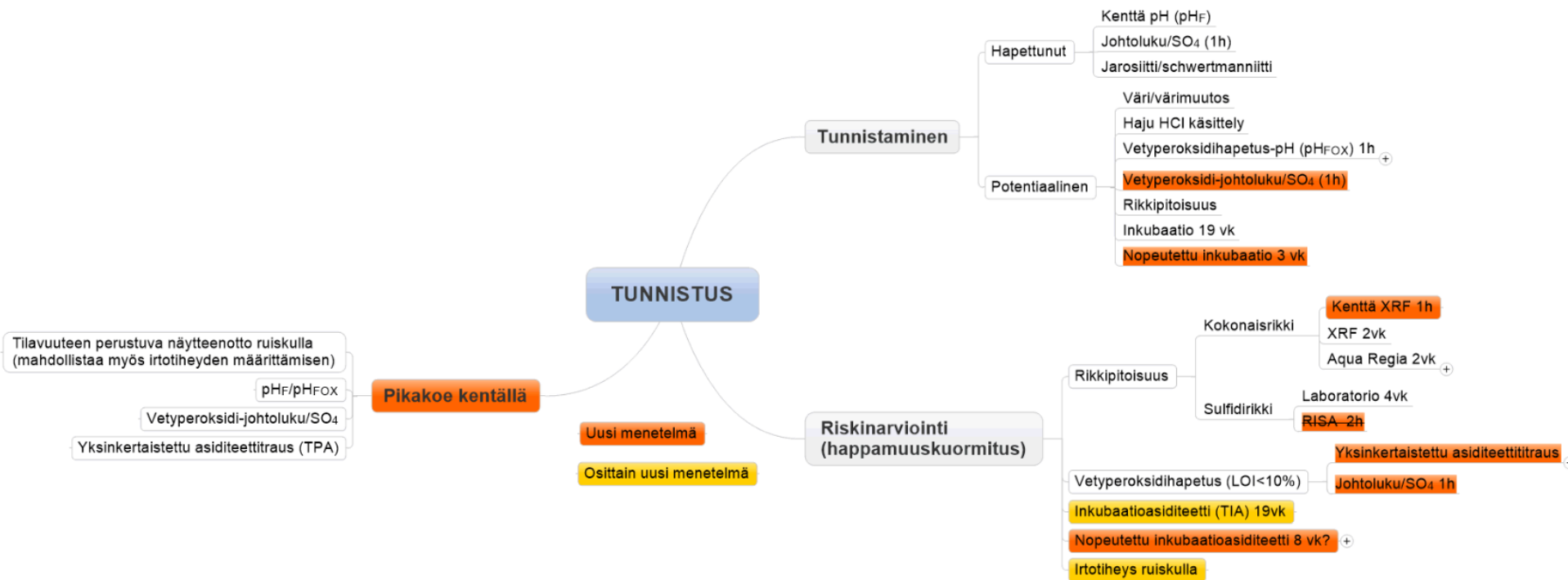


Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto



RAMBOLL

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

WSP

VÄYLÄ

OULUN ENERGIA

VAPPO



SYKE

Maveplan



Åbo Akademi

GTK

Kesäkasvua ja ohjelmia

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

YHTEENVETO HAPPAMIEN SULFAATTIMAIDEN LUOKITUKSESTA

- Mineraalimateriaalille käytetään pH-rajaa $< 4,0$ happamien sulfaattimaiden luokitukseen. Yhdenmukainen kansainvälisten luokitusten kanssa.
- Orgaaniselle materiaalille (turve ja lieju) käytetään alhaisempaa pH-rajaa ($< 3,0$; orgaanisten happojen vaikutus) verrattuna kansainvälisiin luokituksiin.
- **Uusia hasu-termejä on otettu käyttöön:**
 - **Hypersulfidimateriaali** = Sulfidimateriaali, jossa hapettumisen myötä muodostuu niin paljon happamuutta, että pH laskee alle diagnostisten pH-rajojen (pH 4 ja 3).
 - **Hyposulfidimateriaali** = Sulfidimateriaali, jossa **ei muodostu** hapettumisen myötä niin paljon happamuutta, että pH laskisi alle diagnostisten pH-rajojen (pH 4 ja 3).
 - Prefiksiä **pseudo** käytetään niille sulfidimateriaaleille, jotka sisältävät sulfidimateriaalia ja jotka happamoituessaan voivat happamoittaa maaperää ja ympäristöä, mutta joiden pH pysyy 4,0-4,5 → **Pseudo sulfaattimaamateriaali** (hapettunut kerros) ja **pseudo hypersulfidimateriaali** (pelkistynyt kerros).

YHTEENVETO MAALAJIEN HUOMIOIMINEN RISKINARVIOINNISSA & TUNNISTAMISESSA

- **Maalaji on huomioitava riskinarvioinnissa koska:**
 - Rikkipitoisuus vaihtelee (liittyy osittain humuspitoisuuteen)
 - TIA vaihtelee (liittyy rikkipitoisuuteen ja puskurikykyyn)
→ **Erilaiset toimenpiderajat riippuen maalajista!**
 - Irtotiheys vaihtelee (esim. turve n. 0,1 g/cm³ ja hienorakeinen mineraalim 1,0 g/cm³)
→ **Materiaalien tilavuudet on huomioitava riskinarvioinnissa!**
→ Hienorakeisten hasu-materiaalien happamuuskuormitus on samaa suuruusluokkaa kuin turpeen ja on yleisesti paljon suurempi verrattuna karkearakeisiin hasu-materiaaleihin
- Kokonaisrikin perusteella voidaan sekä poissulkea, että tunnistaa happamat sulfaattimaamateriaalit maalajeittain

**Erilaiset
ympäristöriskit
riippuen maalajista!**

ALUSTAVIA HAPPAMIEN SULFAATTIMOIDEN TOIMENPIDERAJOJA

Maalaji	Toimenpideraja
Hienorakeiset materiaalit <i>(Savi-hienohieta)</i>	0,08%
Karkearakeiset materiaalit <i>(>karkeahieta & moreeni)</i>	0,03%
Lieju	0,05%?
Turve	0,40%?

- Regressioanalyysien perusteella määritellään milloin maalajien rikkipitoisuus ylittää pienemmän happamoitumispotentiaalin:
 - Turve: 260 mmol H⁺/kg
 - Lieju: 100 mmol H⁺/kg
 - Hienorakeiset: 20 mmol H⁺/kg
 - Karkearakeiset: 6 mmol H⁺/kg
- Alustavasti, ei-hasu materiaalien mediaaniarvoja käytetään raja-arvona pieneen happamoitumispotentiaaliin

Toimenpide/tunnistaminen/riskinarviointi raja-arvomatriisi

	Happamat sulfaattimaat					Pseudo happamat sulfaattimaat					Ei-happamat sulfaattimaat					
	Maasto-pH	Inkubaatio-pH	pH _{fox}	S _{kok} (%)	SO ₄	Maasto-pH	Inkubaatio-pH	pH _{fox}	S _{kok}	SO ₄	Maasto-pH	Inkubaatio-pH	pH _{fox}	S _{kok}	SO ₄	Asidiiteetti
Karkearakeiset	≤ 4,0	≤ 4,0 Δ > 0,5	≤ 3,0 Δ > 0,5	0,06 tunnistus XX toimenpide	Asidiiteetti mmol Pleni happamotumis- potentiaali <6	??	4,0 - 4,5	?? ≤ Δ > 0,5			Maasto-pH	> ?? Δ < 0,5	≤ ?? Δ > 0,5	S _{kok}	SO ₄	Asidiiteetti
Hienorakeiset			≤ 4,0 Δ > 0,5	> 0,2	Pleni happamotumis- potentiaali <20									Moreeni < 0,03% Hiekka < 0,01 % Karekahieta < 0,02 % Hienohieta < 0,08 %		
Liejut				> 0,5	Pleni happamotumis- potentiaali <100									> 0,5		
Turve	≤ 3,0	≤ 3,0 Δ > 0,5	-	> 0,5	Pleni happamotumis- potentiaali <260									> 1		

LUVONNO

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Tunnistus - hankkeen yhteenveto

- Menetelmiä tunnistamisen nopeuttamiseen
- Menetelmiä happamoitumisriskin arviointiin
- Toimivat maastokäyttöiset pikakokeet
- Onnistuneet koulutustilaisuudet
 - 4 hankkeen järjestämää maastokoulutustilaisuutta ja osallistumisia muiden järjestämiin tilaisuuksiin
 - Useita webinaarikoulutustilaisuuksia myös muiden hankkeiden kanssa yhteistyössä
- RISA ☹️

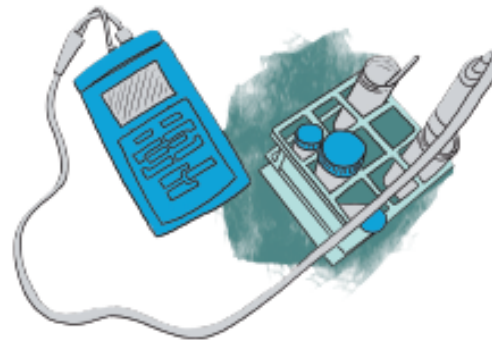
Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma



Konkreettiset tuotokset

- Loppuraportti 'Suomen Ympäristökeskuksen raportteja'-sarjassa
- Erillinen tulostettava ohje pikakokeista
- Tulossa myös video pikakokeista

HAPPAMIEN SULFAATTIMAIEN TUNNISTAMINEN JA RISKINARVIOINTI PIKAMENETELMIN – menetelmäohje



MAASTO-PHIN MÄÄRITTÄMINEN

TARVIKKEET:

pH mittalaitte

Deionisoitua vettä

- Ota erillään maanäyte tunnistamiseksi ja riskinarviointia varten.
- Lisää jäälle jää jääseen maanäyteeseen deionisoitua vettä 1:1, sekoita ja mittaa pH.

HAPPAMIEN SULFAATTIMAIEN TUNNISTAMINEN -PÄPÄTYS VETPEROKSIDILLA

TARVIKKEET:

Suojalasit

Latexi tai nitrilikäsineet

30 % vetyperoksidia, jonka pH säädetty välille 4,5-5,5 (säädi pH lisäämällä vetyperoksidin varovasti laimeaa NaOH-liuosta. Tarkista pH ennen käyttöä ja säädi se

uudelleen, jos tarpeen. Säilytä vetyperoksidia jääkaapissa.)
Deionisoitua vettä
pH mittalaitte
10 ml ruisku, jonka kärki on katkaistu isoikoja koeputkia tai muovipurkkeja
Lasisauva tai vastaava luoksen sekoitusväline

OHJE:

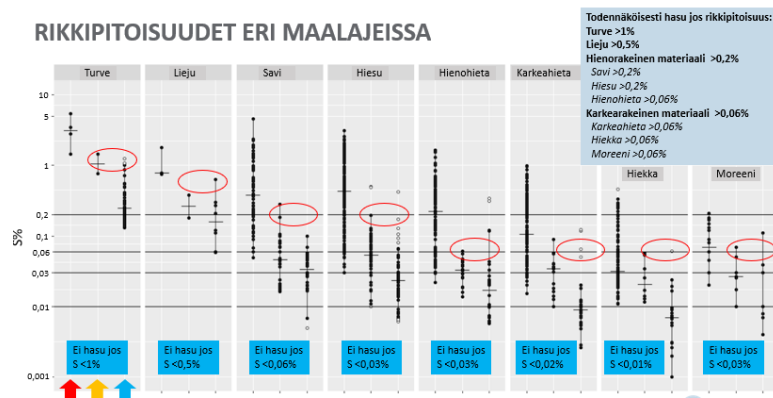
- Mittaa katkaistulla ruiskulla 2 ml tai yhtä paljon perästä maanäyteä koeputkeen 1.
- Lisää 1 ml 30% vetyperoksidia. Huomaa: maanäyte voi tulla yhteydessä kuumaa höyryä koeputki kuumuuksista. Käsitteleä varovasti! Voimakas kuumuus voi kestää jopa vasta 10 minuutin kuluessa.
- Näitä muuttuu vähitellen kuumaa yli koeputkesta lisää deionisoitua vettä (vesiruiskupullosta, pipetillä tai ruiskulla) ja määritä pH.
- Kun näytteen laennuttua lisää kerrallaan 1 ml 30% vetyperoksidia, kunnes vetyperoksidia on lisätty yhteensä 5 ml.
- Sekoita näytettä lasisauvalla (Huom! Älä laita kanta päälle. Reaktion yhteydessä muodostuu kaasuja, eli räjähdysvaara, jos korkki on tiukasti suljettu).
- Kun näyte ei enää kupli merkittävästi ja näyte on jäähtynyt (tämä voi kestää noin 60 min), näyte sekoitetaan vielä kertaalleen ja mitataan pH.

- Jos pH on alle 2,5, on kyseessä hapas sulfaattimaa WRP-ohjeiden mu-



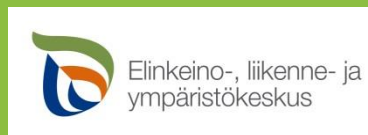
Tunnistus - hankkeen yhteenvedo

- Huomioitu suuri määrä variaatiota aiheuttavia seikkoja - mm. maalajit



- Tunnistamisen ja riskinarvioinnin monimutkainen prosessi on käytävä läpi, jotta voidaan arvioida myöhemmin myös vaikutuksia vesistöihin

- Suosituksia
- Mikään menetelmä ei ole 100% varma



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma