

HAPPAMIEN SULFAATTIMOIDEN LUOKITUS JA GTK:N KARTTAPALVELU

Anton Boman

anton.boman@gtk.fi

Jaakko Auri

Jaakko.auri@gtk.fi

27.1.2022

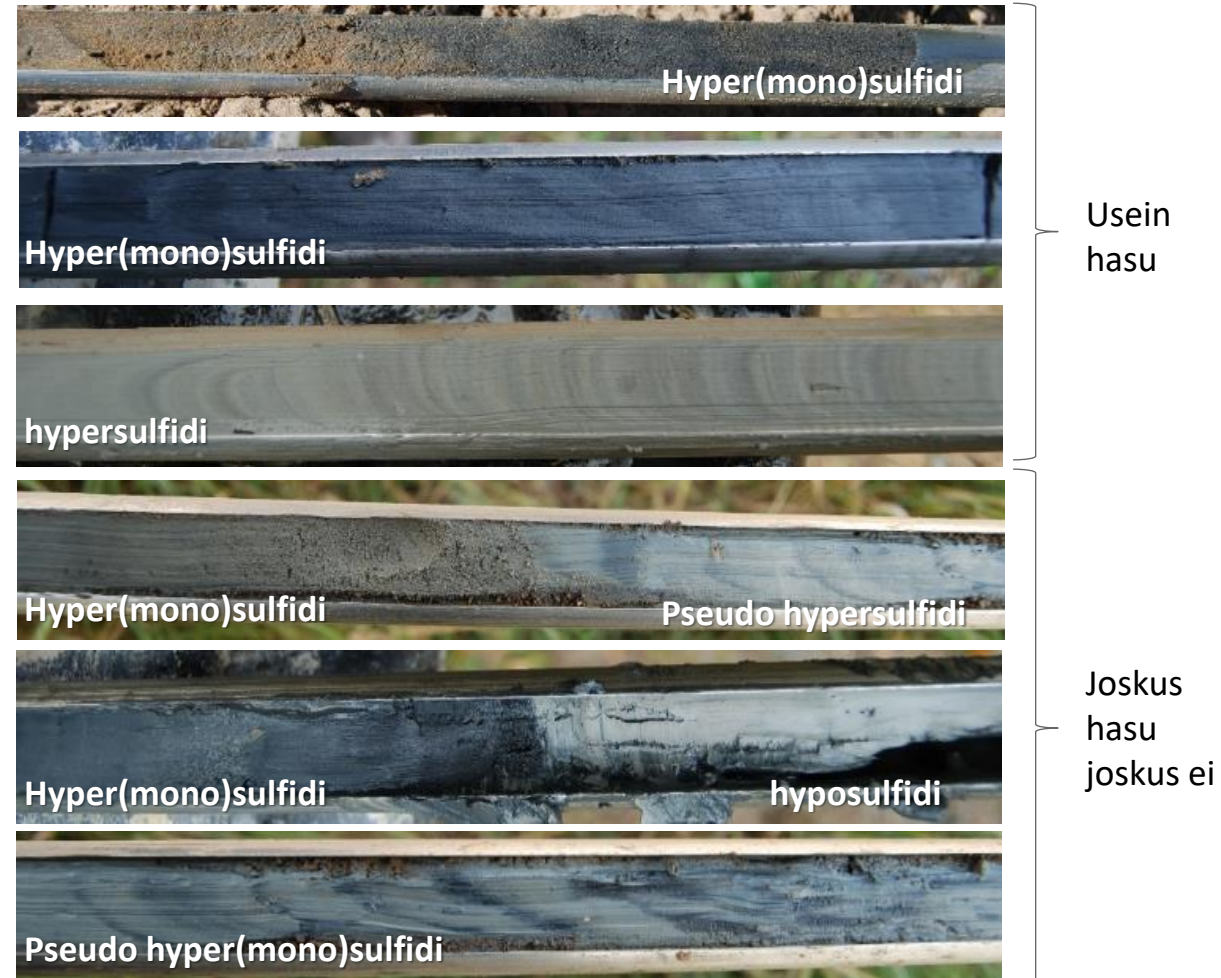
DIAGNOSTISET HASU-MATERIAALIT: SULFIDIMATERIAALIT

Sulfidimateriaali: $\geq 0,01\%$ rikki sulfidimuodossa.

Hypersulfidimateriaali: Sulfidimateriaali, joka voi aiheuttaa *voimakasta* happamoitumista sulfidien hapettumisen seurauksena.

Pseudo hypersulfidimateriaali: Sulfidimateriaali, joka voi aiheuttaa *kohtuullista* happamoitumista sulfidien hapettumisen seurauksena. Uusi termi!

Hyposulfidimateriaali: Sulfidimateriaali, joka ei aiheuta happamoitumista sulfidien hapettumisen seurauksena.



DIAGNOSTISET HASU-MATERIAALIT: SULFAATTIMATERIAALIT

Sulfaattimateriaali: *Voimakkaasti* happamoitunutta materiaalia sulfidien hapettumisen seurauksena.

Pseudo sulfaattimateriaali: *Kohtuullisesti* happamoitunutta materiaalia sulfidien hapettumisen seurauksena. Uusi termi!



Fe-saostumia (mahd. schwertmanniittiä) HaSu-maassa Suomessa. Sininen mineraali on vivianiittiä.



Jarosiittia maanäytteessä, Alta, Norja



Jarosiittia HaSu-maassa Suomessa. Kuva: Peter Edén.



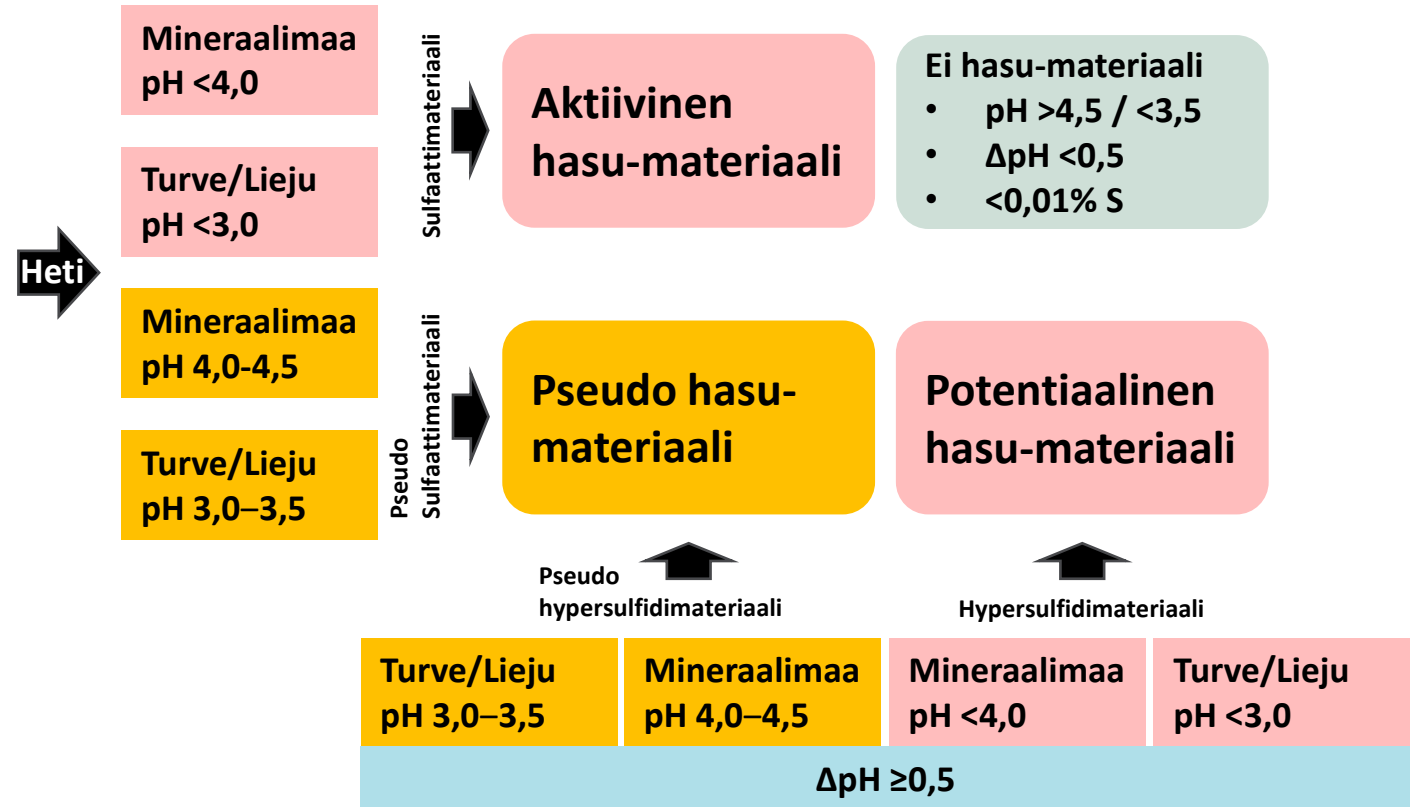
Jarosiittia ja Fe-saostumia HaSu-maassa Suomessa. Kuva: Peter Edén.

HASU-MATERIAALIEN LUOKITUS

Hapettunut



Pelkistynyt



Inkubaatio 9-19 v
"Luonnollinen hapetus"



PROFIILIPIISTEEN LUOKITUS

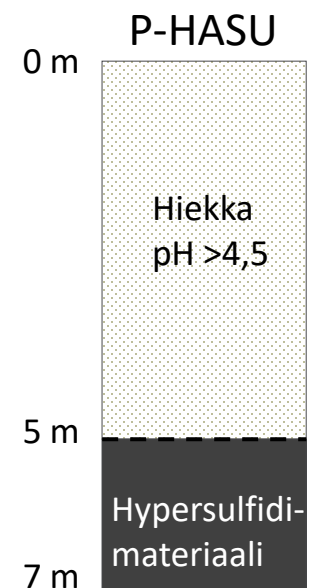
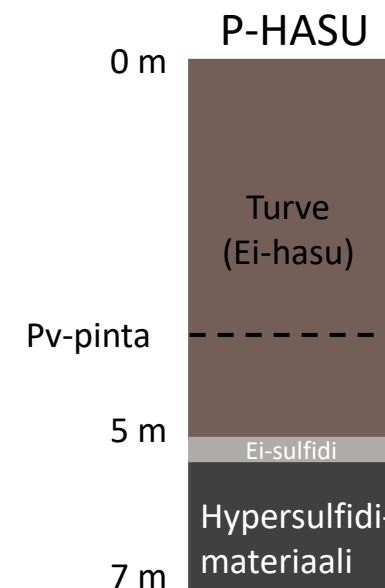
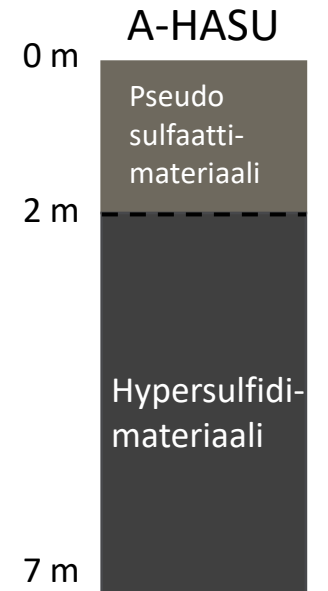
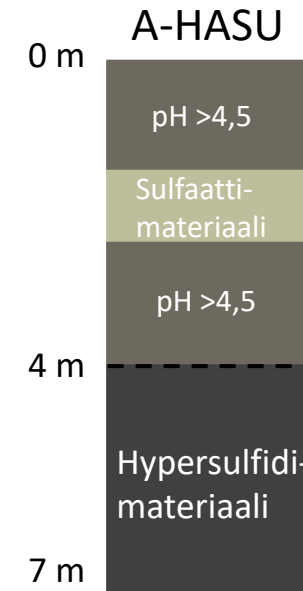
Syvyysvaatimuksia ei ole olemassa diagnostiselle HASU-materiaalille → Ympäristövaikutukset, jotka ratkaisevat!

Aktiivinen HASU:

1. Hapettuneessa kerroksessa ≥ 15 cm **sulfaattimateriaalia** (pH $< 4/3$) (\pm alapuolisia hypersulfidimateriaaleja); **tai**
2. Hapettuneessa kerroksessa ≥ 15 cm **pseudo sulfaattimateriaalia** (pH 4,0-4,5/3,0-3,5) **JA** ≤ 1 m pohjavesipinnasta/turpeen alarajasta ≥ 15 cm hypersulfidimateriaalia

Potentiaalinen HASU:

1. ≤ 1 m pohjavesipinnasta/turpeen alarajasta ≥ 15 cm **hypersulfidimateriaalia**
 - Esim. turpeen peitossa tai hapettuneen ja huuhtoutuneen kerroksen alapuolella (esim. hiekkaprofiili).



MAAPERÄPROFIILIN NIMEÄMINEN

HASU:t (ja pseudo HASU:t) jaetaan kolmeen tasoon, joista jokainen on edeltävää kuvailevampi:

Taso 1: HASU tai ei-HASU (+ pseudot)

Taso 2: Aktiivinen tai potentiaalinen HASU (+ pseudot)

Taso 3: HASU:n tyyppi (+ pseudot)

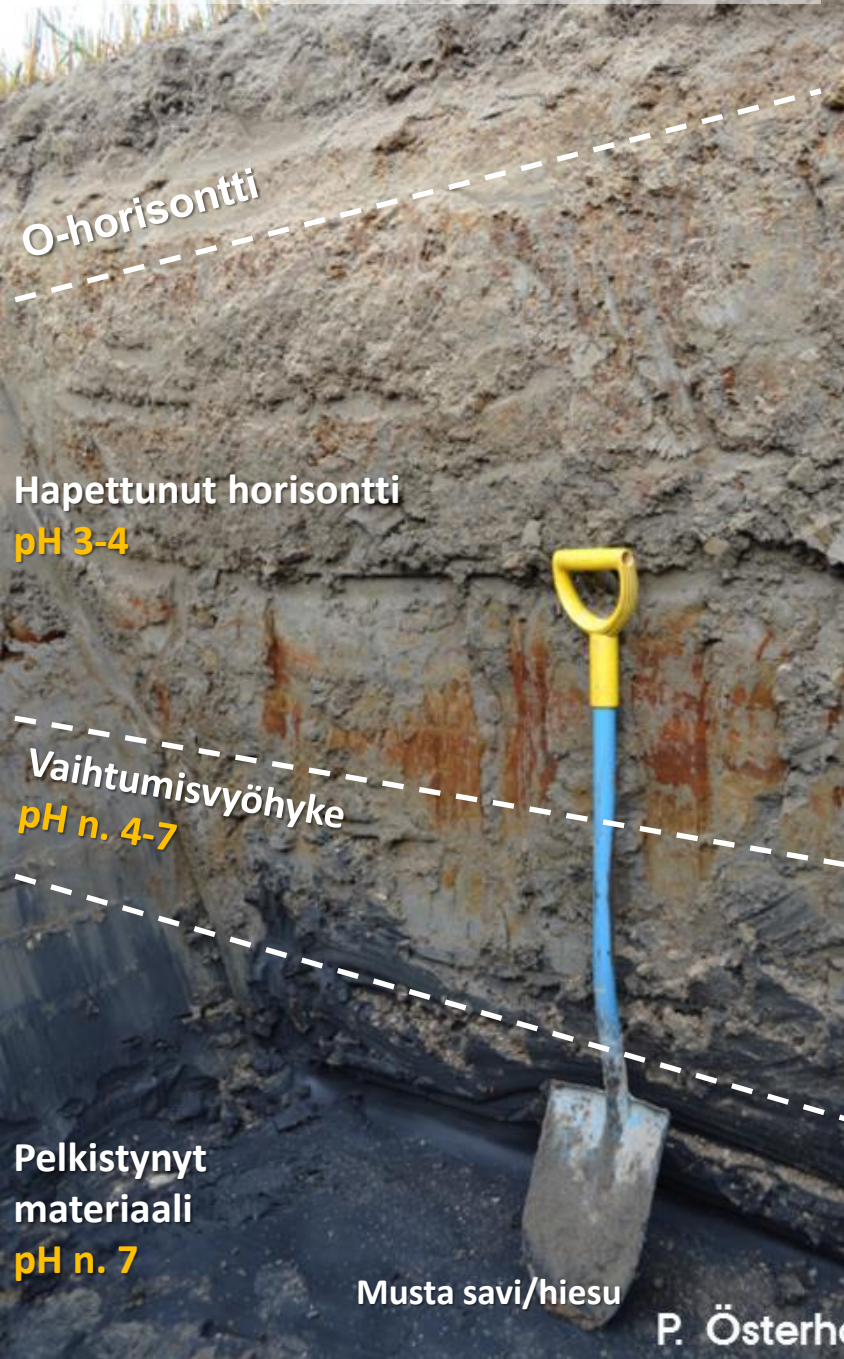
- Hienorakeinen HASU
- Karkearakeinen HASU
- Orgaaninen HASU
- Sekarakeinen HASU



Määräytyy sen mukaan mikä HASU-materiaalia (≥ 15 cm) on ylimpänä maaperäprofiilissa

- Orgaanisessa HASU:ssa ≥ 40 cm kerros orgaanista materiaalia, mikäli alapuolella on muuta HASU-materiaalia; muutoin ≥ 15 cm kerros on riittävä
- On olemassa esimerkkejä maaprofiileista, joissa on hypersulfidimateriaalia sekä turpeessa, lajittuneissa sedimenteissä että moreenissa!

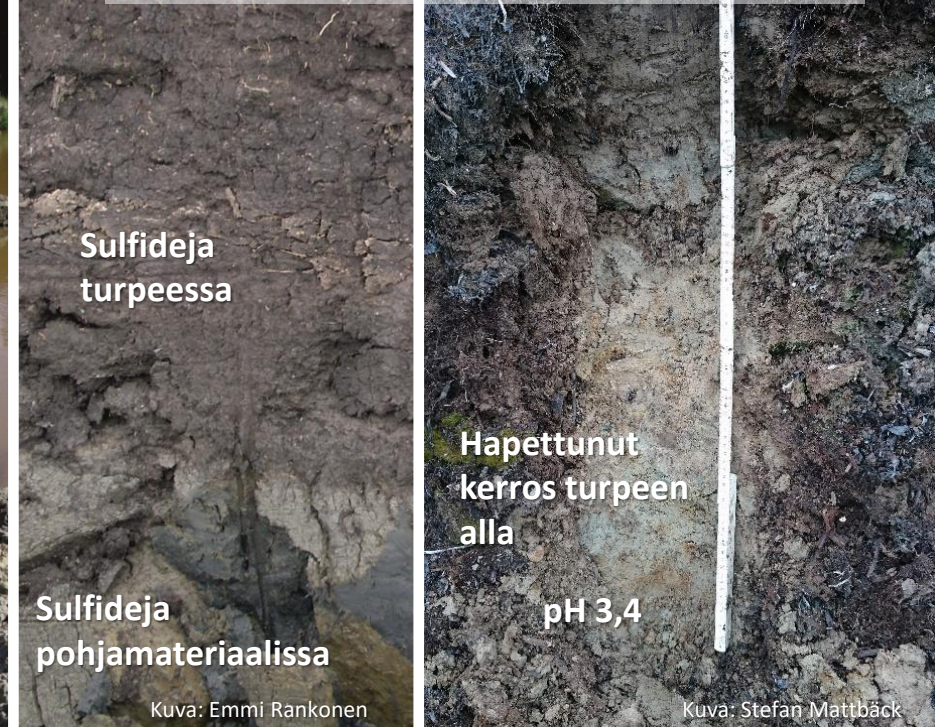
Hienorakeinen HASU (savi & siltti)



Karkearakeinen HASU (hiekkä)



Orgaaninen HASU (turve & lieju)



Sekarakeinen HASU (moreeni)

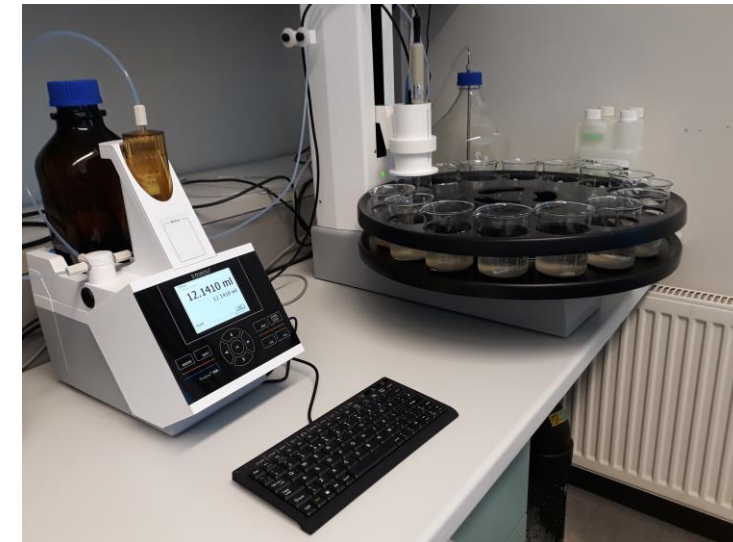




HASU-MATERIAALIEN RISKILUOKITUS: HAPONTUOTTOPOTENTIALIAALI

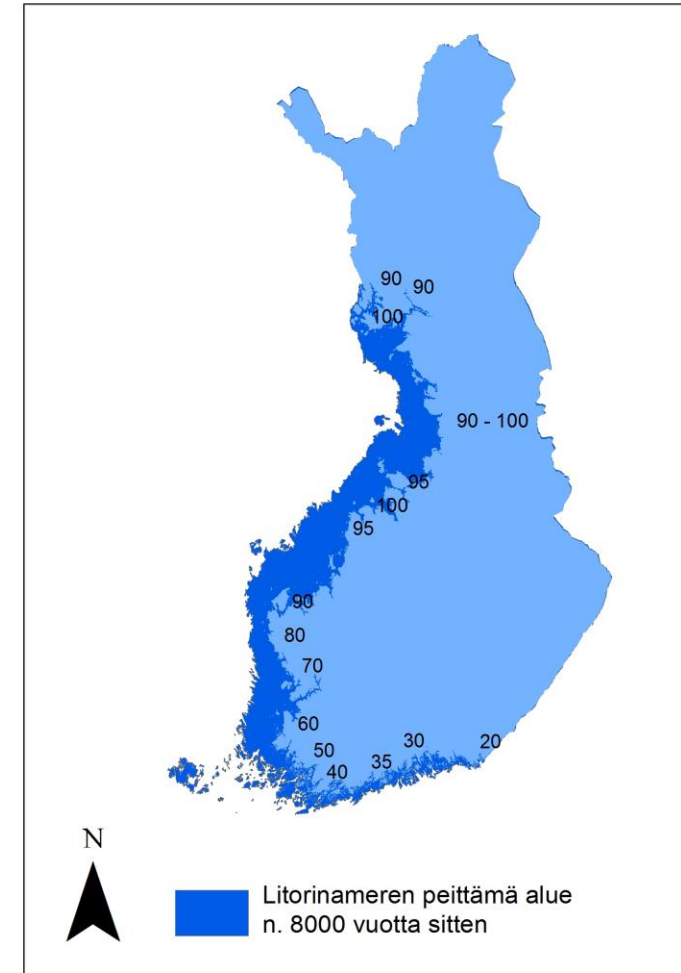
HASU-materiaali	Hapontuottopotentiaali (mmol H ⁺ / kg, pH 6,5)		
	Pieni	Kohtalainen	Suuri
<i>Turve</i>	<250	250 - 600	>600
<i>Lieju</i>	<100	100 - 200	>200
<i>Hienorakeinen materiaali</i>	<20	20 - 100	>100
<i>Karkearakeinen materiaali</i>	<6	6 - 20	>20

Päivä 1: Maaperä + KCl (yön yli)
Päivä 2: Titraus NaOH:lla > pH 6,5
 = Hapontuottopotentiaali



HASU-KARTTAPALVELU

- Vuosina 2009-2021 kerättyä yleismittakaavaista tietoa happamien sulfaattimaiden esiintymisestä Litorinameren peittämällä rannikkovyöhykkeellä.
- Noin 23 000 kairausta ja noin 40 000 analysoitua näytettä.
- Hyödyntäminen:
 - *Sulfaattimaiden vesistövaikutusten arviointi/hallinta - Vesipolitiikan puitedirektiivi, vesienhoitosuunnitelmat*
 - *Hasujen huomioiminen kaikessa maankäytössä - Hasu-strategia (MMM ja YM 2011)*
 - *Tutkimustarpeen arviointi*



<https://gtkdata.gtk.fi/hasu/index.html>

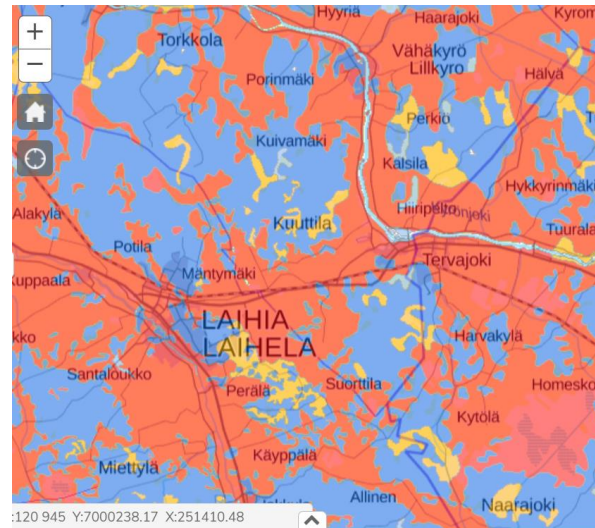
<https://hakku.gtk.fi/>

[Geo.fi](https://geo.fi/)

KARTTATASOT

- Aluemuotoinen taso kertoo sulfaattimaiden esiintymisen todennäköisyyden mittakaavassa 1:250 000
 - *Neljä luokkaa: Suuri, kohtalainen, pieni, hyvin pieni*
- Pistemuotoisessa tasossa luokitellut kairaukset
 - *Kahta tyyppiä; tutkimuspisteet ja kartoituspisteet → tutkimuspisteiltä tarkempia havaintotietoja, kartoituspisteiltä vain sulfidikerroksen esiintymissyvyys*
 - *Tausta-aineistona mm. maaperäkartat ja mustaliuskevyöhykkeet*

Ei ole riskikartta!



- Happamat sulfaattimaat 1 : 250 000 (alueet)
- Hapan hiekka
- Esiintymisen todennäköisyys
- Suuri
- Kohtalainen
- Pieni
- Hyvin pieni

- Kartoituspisteet – sulfidikerroksen syvyys maanpinnasta (m)
- 1 (0 - 1,0)
- 2 (>1,0 - 1,5)
- 3 (>1,5 - 2,0)
- 4 (>2,0 - 3,0)
- 5 (Sulfidikerros kokonaan hapettunut)
- 6 (Hapan sulfaattimaa, sulfidikerroksen alkamissyvyys ei tiedossa)
- 7 (Ei hapan sulfaattimaa)

- Tutkimuspisteet - sulfidikerroksen syvyys maanpinnasta (m)
- 1 (0-1,0)
- 2 (> 1,0 - 1,5)
- 3 (>1,5 - 2,0)
- 4 (>2,0 - 3,0)
- 5 (Sulfidikerros kokonaan hapettunut)
- 6 (Ei hapan sulfaattimaa)



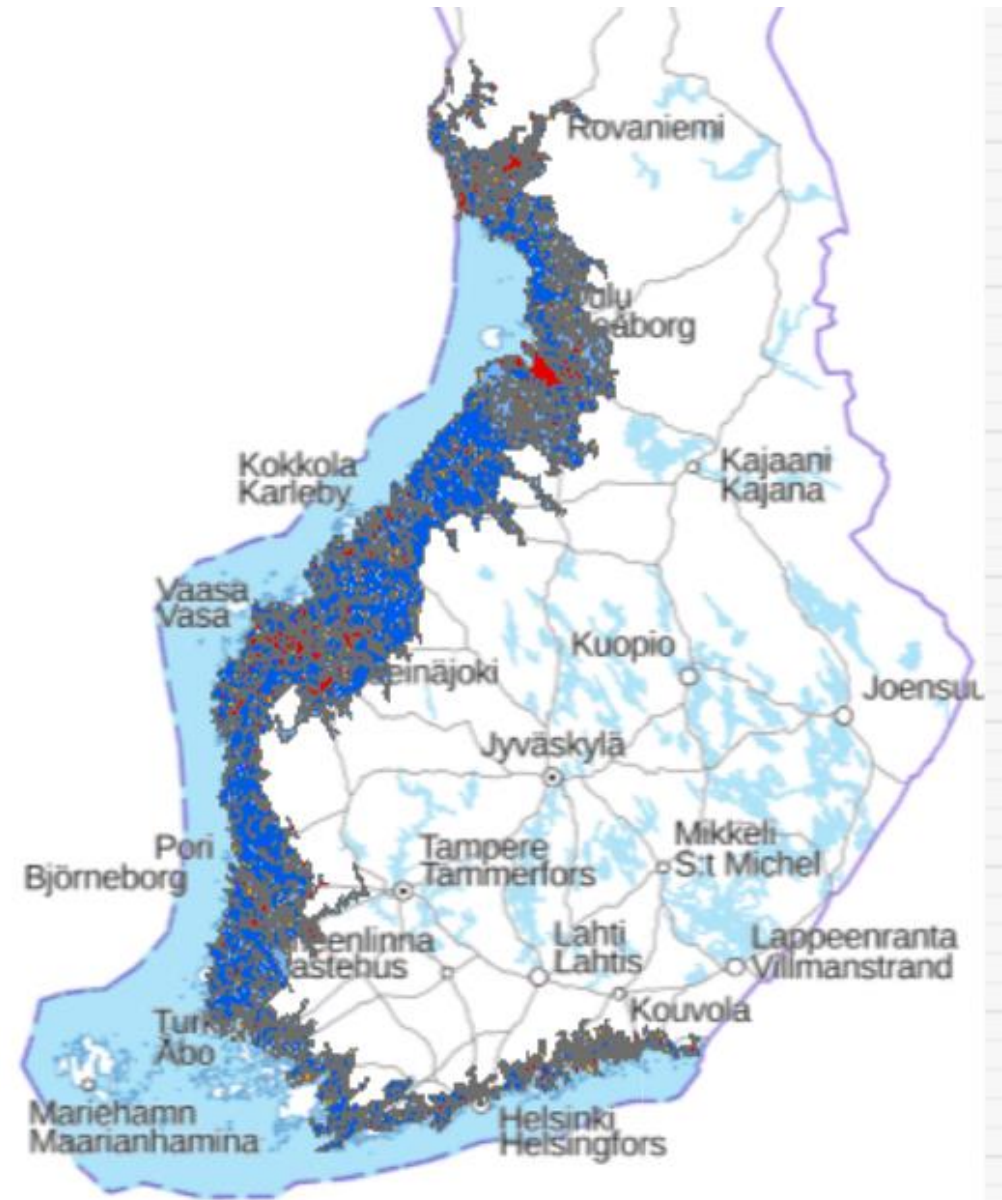
KARTOITUSPERUSTEET JA TUNNISTAMINEN

- Perustuu kairauksiin ja näyteanalyysiin
- Kairauspistetiheys on 1 kairaus / 1-2 km² ennakkoon suunnitelluilla kohteilla
 - *Suunnittelussa apuna maaperäkartat, aerogeofysiikan aineistot ja MML:n kartat ja korkeusaineistot*
- Kairaukset 2-3 m syvyyteen maanpinnasta
 - *Näytteet jatkuvana sarjana tai valikoiduilta syvyyksiltä*
- *Tunnistaminen maasto-pH:n ja pH-inkubaation perusteella*



KARTOITUSTULOKSIA

- HaSujen esiintymistodennäköisyys luokittain
 - *Suuri* – 93 %
 - *Kohtalainen* – 56 %
 - *Pieni* – 5 %
 - *Hyvin pieni* – 3 %
- *HaSujen pinta-ala Suomessa noin 10 000 km², eli noin 19 % kartoitetusta alueesta!*





GTK

KIITOS

anton.boman@gtk.fi

jaakko.auri@gtk.fi