



# GTK

## HAPPAMIEN SULFAATTIMOIDEN ETÄKOULUTUS 7.9. KLO 13-15 TUNNISTUS JA CIRCVOI -PROJEKTIT

Jaakko Auri / Stefan Mattbäck



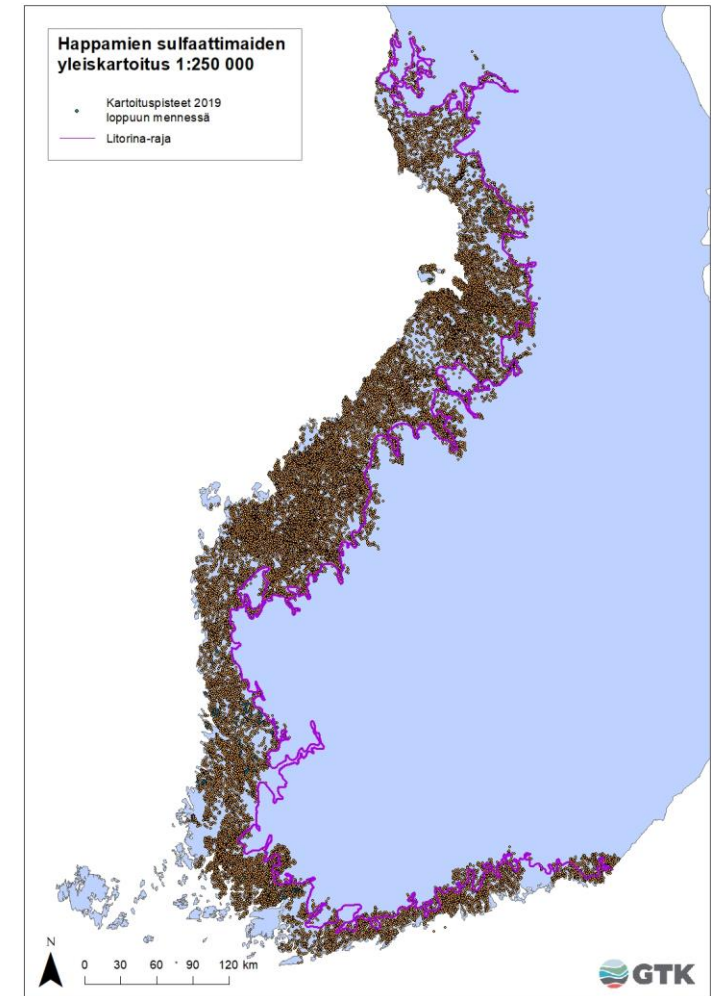
Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

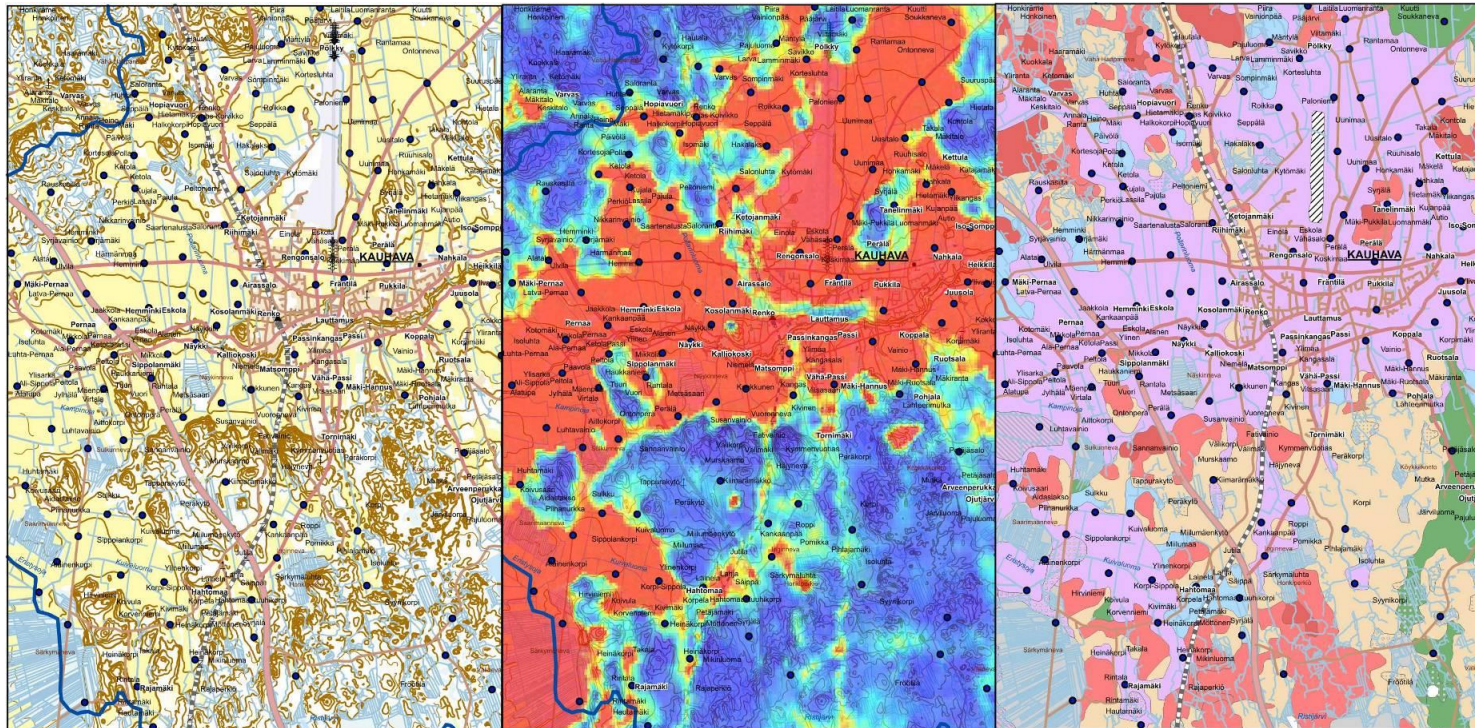
# YLEISKARTOITUS GTK:SSA 2009-2021

- Taustalla EU:n vesipuitedirektiivi, vesienhoitosuunnitelmat ja sulfaattimaastrategia (YM ja MMM 2011)
  - *Tavoitteena että sulfaattimaat otetaan huomioon kaikessa maankäytössä*
- Rannikkoalue Litorina-rajaa saakka (noin 50 000 km<sup>2</sup>)
- Kartoitustilanne 2019
  - *Kairauspisteitä noin 23 000*
  - *Kartoitettu alue 45 000 km<sup>2</sup> (90 %)*
- Palvelee alueellista ja valuma-alueen maankäytön suunnittelua
- Voidaan hyödyntää arvioitaessa tutkimustarvetta



# YLEISKARTTOITUS GTK:SSA

- Havaintopistetiheys 1 / 1-2 km<sup>2</sup> ennakkotulkinnan mukaisilla potentiaalisilla alueilla (sedimentaatioalueet)



# YLEISKARTOITUS GTK:SSA

- Kairaukset 2-3 m syvyyteen
  - *Jatkuva havainnointi, tekstuuri, struktuuri, rajapinnat...*
  - *Näytteet joko jatkuvana sarjana tai valikoiduilta syvyyksiltä*
  - *pH-mittaukset maastossa*
- Menetelmä kehitystä vuosittain → laadullinen vaihtelu alueittain



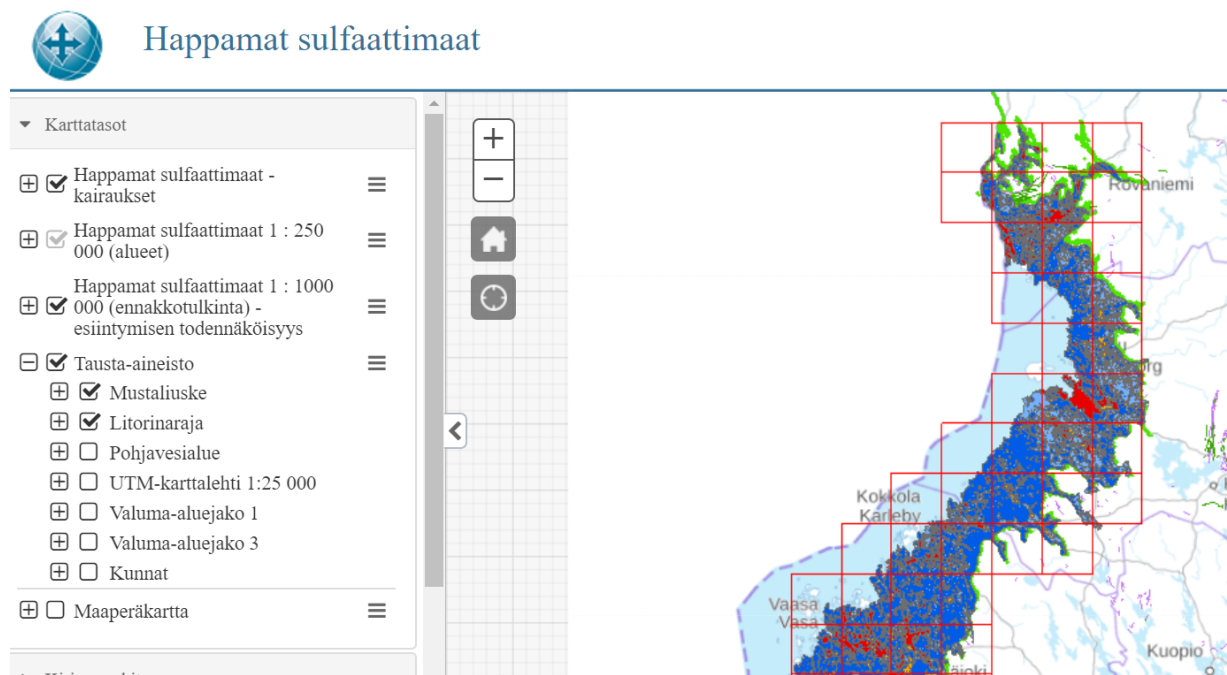
# YLEISKARTOITUS GTK:SSA

- Laboratoriossa
  - *pH-inkubaatio*
  - *Monialkuaineanalyysit (ICP-OES)*
  - *Humus (LOI)*
  - *Rakeisuusanalyysit*



# YLEISKARTOITUS GTK:SSA

- Todennäköisyyskartat 1:250 000, kairauspisteet (tutkimuspisteet ja kartoituspisteet) ja pistekortit karttapalvelussa <https://gtkdata.gtk.fi/hasu/index.html>
- Palvelussa myös muun muassa mustaliuskeet

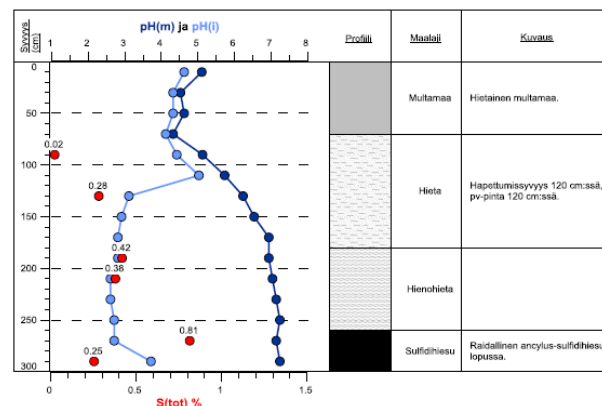


## Profiilipiste SSMA-2014-7

Havaintotiedot  
Havainnontekijä: GTK  
Havaintopäivä: 23.6.2014

### Havaintopaikan tiedot

Maakunta/kunta: Pohjois-Pohjanmaa/Kalajokki  
Valuma-alue: Perämeren rannikkokalve  
Koordinatit: x 348348  
(ETRS-TM35FIN) y 7126082  
Korkeus (N2000) z 13,7 m



### pH(m) = maastossa mitattu pH

Happaman sulfaattimaan hapettumisen (hapettomien) kerroksen pH-arvo on tyypillisesti alle neljän. Hapettumattoman (pohjavedenpinnan alaisen) sulfidirikkipitoisen kerroksen pH on tyypillisesti 6-8 välillä.

### pH(l) = inkubaatio pH

pH-inkubaatioissa maaperänäytteiden annetaan hapetta 8-16 viikkoa, jonka jälkeen maastossa mitattuja pH-arvoja verrataan hapetuksen jälkeisiin arvoihin. Mikäli pH-arvo on laskenut neljään tai alle ja pudotusta on tapahtunut vähintään 0,5 yksikköä, voidaan näytteissä todeta esiintyvän sulfideja ja maaperä luokitella happamaksi sulfaattimaaksi.

### S(tot) % = kokonaisrikkipitoisuus

Happaman sulfaattimaan hapettumattoman sulfidirikkipitoisen kerroksen kokonaisrikkipitoisuus on  $\geq 0,2$  % kuivapainosta. Tutkimuspisteiden näytteiden kokonaisrikkipitoisuus on määritetty 20 cm kokoomänäytteistä ICP-OES -menetelmällä.

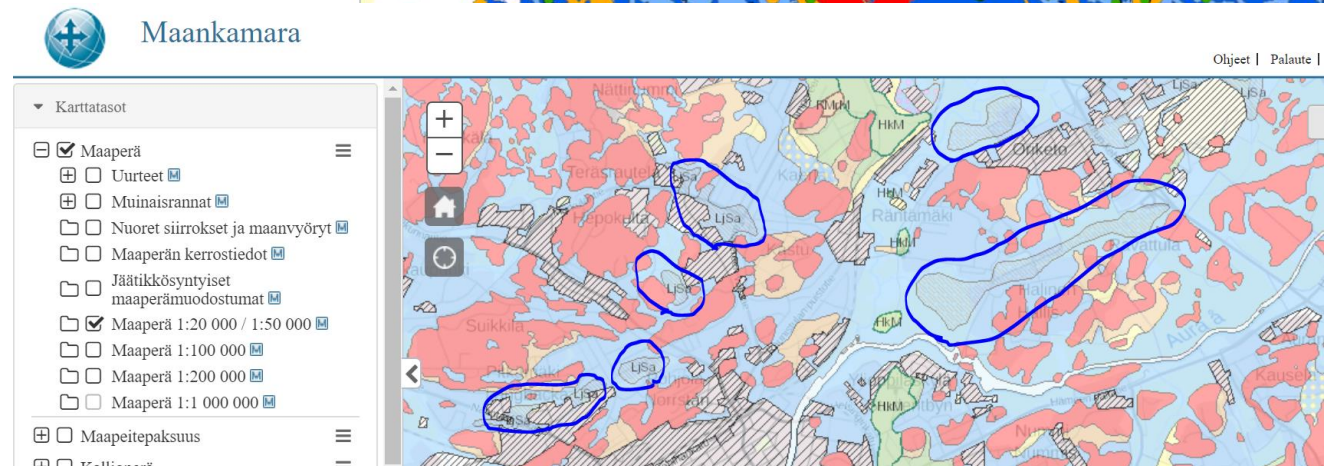
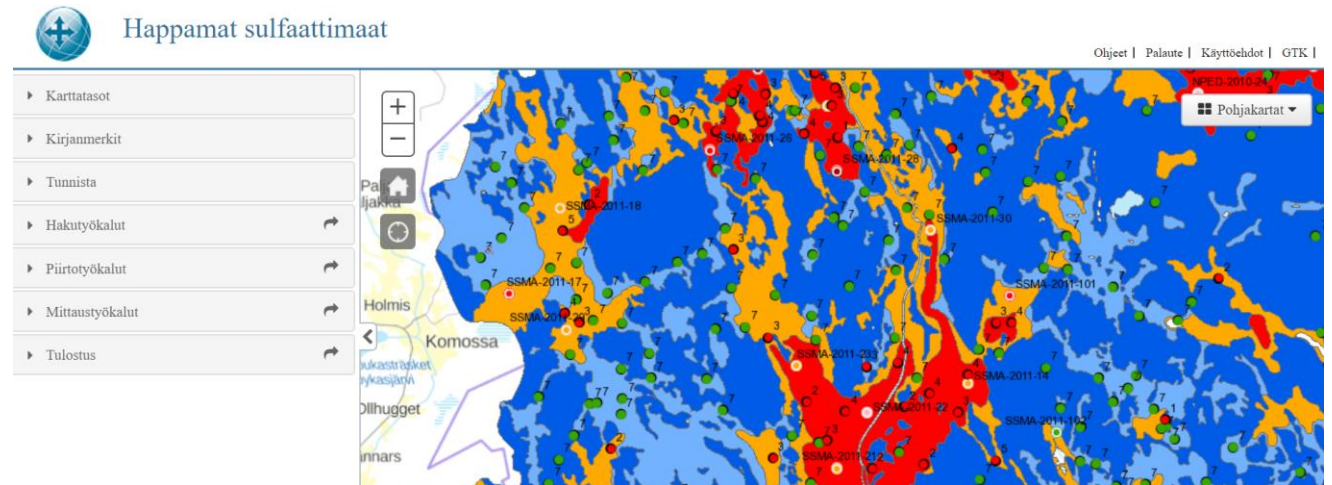


GTK

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS GEOLOGISKA FORSKNINGSCENTRALEN GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND

# HASU-TUTKIMUKSET KOHTEELLISESSA MAANKÄYTÖSSÄ

- Tutkimustarpeen arviointi
  - *Sulfidipitoinen maa-aines altistetaan hapettumiselle → Ympäristön/vesistöjen pilaantumisen vaara tai rakentamiseen liittyvät geotekniset ongelmat*
- Ennakkotiedot sulfaattimaista
  - *Litorina-meren peittämät alueet ja kallioperän mustaliuskevyöhykkeet*
  - *Suoaltaat, alavat ja tasaiset maa-alueet*
  - *Happamien sulfaattimaiden yleiskartta*
  - *Maaperäkartat*
    - *Erytisesti liejuiset sedimentit*



# LUVANVARAISUUS

- Ei pilaantunutta maa-ainesta → hyödyntämisen ympäristölupatarpeen arvioi valvontaviranomainen, perusteena lähinnä ympäristön pilaantumisen vaara
- Luvan varaista:
  - *Loppusijoittaminen ilman hyödyntämistarkoitusta esim. maankaatopaikalle*
  - *Massojen stabilointi jätteellä*
  - *Esim. turvetuotannossa sulfaattimaiden selvitykset osa lupaprosessia*
- Ojituksesta happamilla sulfaattimailla on ilmoitettava ELY-keskukselle (ymp-suojelulain mukainen pilaantumisen vaara)



# TUTKIMUSSUUNNITELMA JA NÄYTTEENOTTO

- Tavoitteena selvittää sulfaattimaiden esiintyminen ja ominaisuudet riittävällä tarkkuudella
- Näytteenottoon vaikuttaa maaperän ja kohteen ominaisuudet sekä maankäytön luonne (laaja peruskuivatus, infrakohde, ruoppaukset, kosteikon rakennus...)
- Laajoissa peruskuivatushankkeissa voi riittää havaintotiheydeksi 1 havainto / 10 ha, riippuu myös maaperän homogeenisyydestä
- Infrakohteilla tyypillisesti tarve huomattavasti yksityiskohtaisemmalle ja syvemmälle näytteenotolle, voidaan tehdä myös pohjatutkimusten yhteydessä
- Ruoppauskohteilla näytteenottotiheys tyypillisesti massojen määrän ja laadun mukaan, tavoitteena kuitenkin arvioida massojen laatua jo ennen ruoppausta!
- Tutkimuspisteiden sijoittelu kohteella tapauskohtaisesti

Type of disturbance	Extent of site	Sample point frequency
Small volumes ( $\leq 1000 \text{ m}^3$ ) – prior to disturbance	Volume of disturbance ( $\text{m}^3$ )	Number of boreholes
	< 250	2
	251–500	3
	501–1000	4
Large volumes ( $> 1000 \text{ m}^3$ ) – prior to disturbance	Project area (ha)	Number of boreholes
	< 1	4
	1-2	6
	2-3	8
	3-4	10
	> 4	10 plus 2 per additional hectare
Linear	Width and volume	Intervals (m)
	Minor <sup>1</sup>	100
	Major <sup>2</sup>	50
Existing stockpiles & verification testing	Volume ( $\text{m}^3$ )	Number of samples
	< 250	2
	251-500	3
	1000	4
	> 1000	4 plus 1 per additional 500 $\text{m}^3$

National Acid Sulfate Soils Guidance: National acid sulfate soils sampling and identification methods manual 2018, © Commonwealth of Australia 2018

# NÄYTTEENOTTO

- *Erilaiset maakairat tai näytteenotto kaivinkonekuopasta*
- *Näytteet jatkuvana sarjana tai kohdennetuilta syvyyksiltä esim. 20 cm osissa*
- *Eri maakerrosten tunnistaminen värin, tekstuurin ja struktuurin mukaan → ei sekoiteta samaan näytteeseen*
- *Pv-tason/hapettumissyvyyden arvioiminen tärkeää → vaikuttaa tunnistamiseen ja riskinarvioon*



# NÄYTTEEN KÄSITTELY JA SÄILYTYS

- *Näytteiden huolellinen ”puhdistus” ja mahdollinen homogenisointi, mikäli otetaan osanäytteitä*
- *Minigrip-pussit ja erilaiset muovirasiat/-purkit*
- *Mikäli maasto-pH mitataan jo maastossa, näytteiden hapettumisen ehkäiseminen ei yleensä oleellista*
- *Näytteiden hapettumista voidaan ehkäistä sulkemalla näyte tiiviiseen pussiin tai astiaan ja säilyttämällä kylmiössä/pakastimessa*



# RISKINHALLINTA JA TOIMENPITEET

- Ympäristön (vesistön) pilaantumisen vaara maanmuokkauksen yhteydessä tai sen jälkeen
- Riskit rakenteille → teräksen ja betonin korroosio, heikot geotekniset ominaisuudet
- Varautuminen sulfaattimaihin riittäväillä selvityksillä jo suunnitteluvaiheessa
- Lähtökohtana sulfidipitoisen maan aineksen hapettumisen ehkäiseminen tai tehokas neutralointi
- Happamien ja metallipitoisten vesien hallinta vaikeaa!



# Rakentamiseen liittyviä riskejä

- Rakentaminen / aggressiivinen ympäristö
  - *Alhainen pH, korkea sulfaattipitoisuus, sähkönjohtavuus...*
  - *Teräs- ja betonirakenteiden syöpyminen*
- Mikrobiologinen korroosio
  - *Mikrobit pelkistävät sulfaatin sulfidiksi → rikkivety/ferrosulfidi*
  - *Happipitouserot, liukenemattomat sulfidit, katodinen depolarisaatio*
- Huonot geotekniset ominaisuudet (heikko kantavuus, kokoonpuristuminen ja häiriintyminen)
- Aiheuttavat lisäkustannuksia
  - *Materiaalivalinnat, korjauskulut, stabiloinnit, massanvaihdot, kalkitukset...*



# KAIVETUT MAAMASSAT

- *Sijoittaminen kuoppaan takaisin pv-tason alapuolelle*
- *Vesistöjen ruoppauksissa takaisin vesistöön/mereen*
- *Peittäminen hapettumisen ehkäisevällä peitteellä, jolla ei hapontuotto-ominaisuutta*
  - *Turve, moreeni (noin 1 m), kasvittuminen vähentää eroosiota, mutta juuret edistävät hapen kulkeutumista*
- *Neutralointi/stabilointi kalkilla, tuhalla tai muilla sideaineilla*
  - *Riittävä määrä (voidaan laskea analyyseistä) ja sekoitus massoihin*
- *Massojen kalkitusohje Vimla-projektissa (taulukko), kasoissa 20–30 kg/m<sup>3</sup> kerroksittain, suositellaan rakeistettua sammutettua kalkkia*



# KAIVETUT MAAMASSAT

Sijoitusalueen pinta-ala	Massamäärä	Sijoitusalueelle levitettyjen kaivuumassojen paksuus	Kalkkimäärä	Vastaa kalkkimäärää
20 m x 20 m	80 m <sup>3</sup>	20 cm	1 600 kg (1,6 tonnia)	20 kg/m <sup>3</sup>
50 m x 50 m	500 m <sup>3</sup>	20 cm	10 000 kg (10 tonnia)	20 kg/m <sup>3</sup>
100 m x 100 m (1 ha)	2 000 m <sup>3</sup>	20 cm	40 000 kg (40 tonnia)	20 kg/m <sup>3</sup>

- Tiivisrakenteinen reunus ehkäisemään valumavesien pääsy vesistöön
- Massojen tiivistäminen voi ehkäistä hapettumista
- Valumavesien kerääminen (seuranta) ja neutralointi
- Massojen sijoittaminen
  - *Ei tulisi sijoittaa alueelle, jolla ei ole luonnostaan happamia sulfaattimaita*
  - *Ei vesistöjen läheisyyteen*
  - *Ei vedenhankinnan kannalta tärkeille pohjavesialueille*

# OJITUKSISSA / PERUSKUIVATUKSESSA

- Suunnitellaan niin että pelkistyneen sulfidipitoisen kerroksen hapettuminen minimoidaan
- Ojien syvyys ja muotoilu
- Säättösalaojitus ja –kastelu, neutralointikaivot...
- Pohjapadot



Peter Edén





# GTK

## KIITOS



Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto