

# KaiHali & DROMINÄ – hankkeiden loppuseminaari

Järvien kerrostuneisuuden purkaminen ja sen geokemialliset vaikutukset  
Jari Mäkinen, Tommi Kauppila



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020

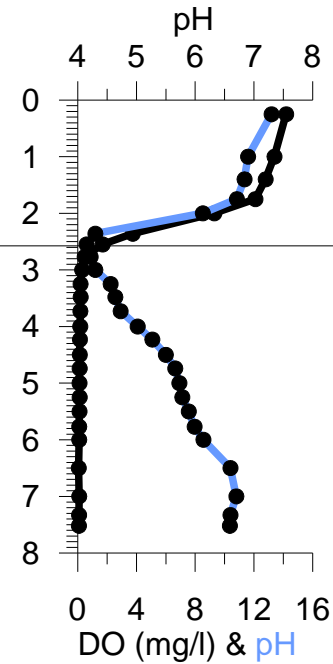
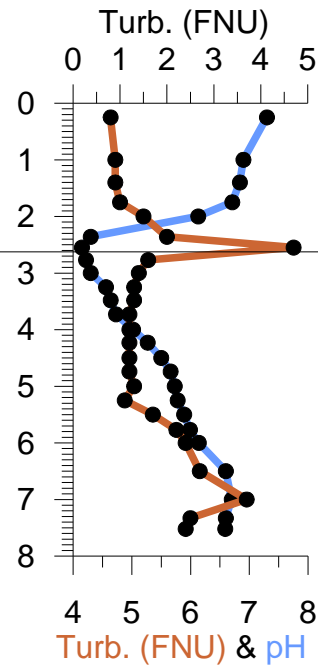
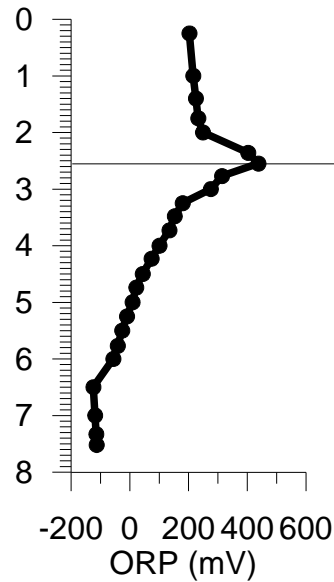
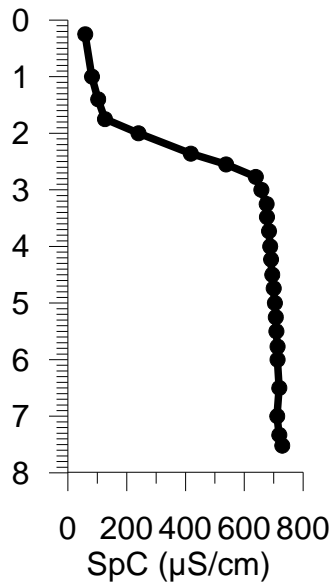


Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

# Tutkimuskysymys ja -menetelmiä

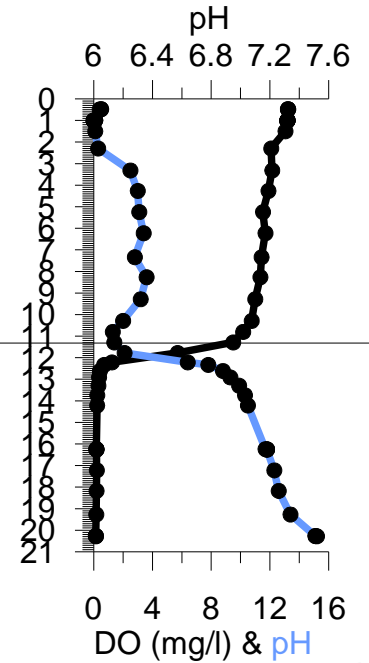
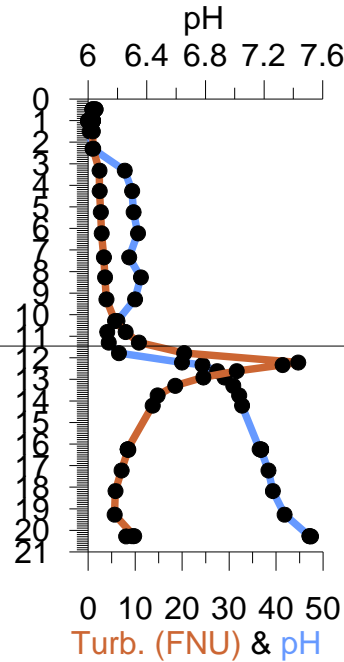
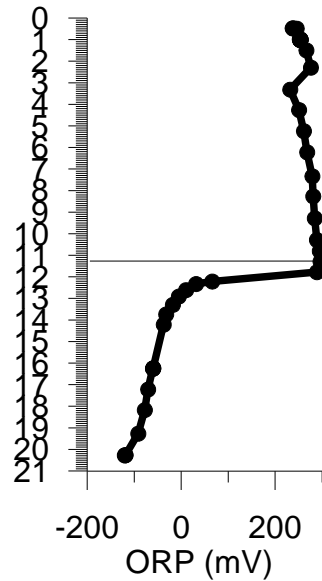
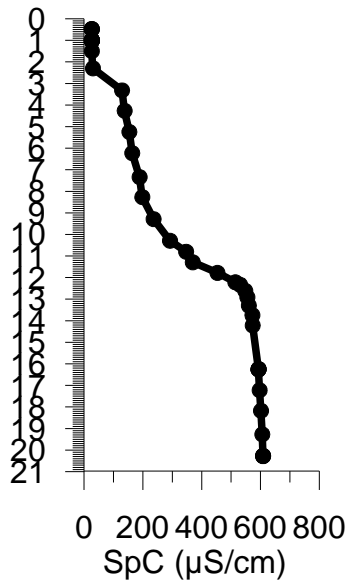
- Laskeeko pH haitallisen alas kunnostettaessa?
  - Spesiation muutokset (hapettuminen)
  - Saostumien synty
- Kaivosvesien kerrostamat tutkimusjärvet
  - Hiljattain kerrostuneet: Kivijärvi, Salminen (Talvivaara)
  - Vanhat kaivosalueet: Valkeinen (Kotalahti), Petkellahti (Luikonlahti)
  - Talvikerroksellinen: Junttiselkä (Pyhäjärvi)
- Kenttämittaukset vesipatsaasta, vedenlaatumääritykset
- Alaveden hapetuskokeet pulloissa
  - Tulosten replikointi mallinnuksella
- Alaveden (monimolimnion) ja yläveden (mixolimnion) sekoittaminen mallintamalla

# Junttiselkä, Pyhäsalmi – voimakas kemiallinen vuodenaikaiskerroksellisuus



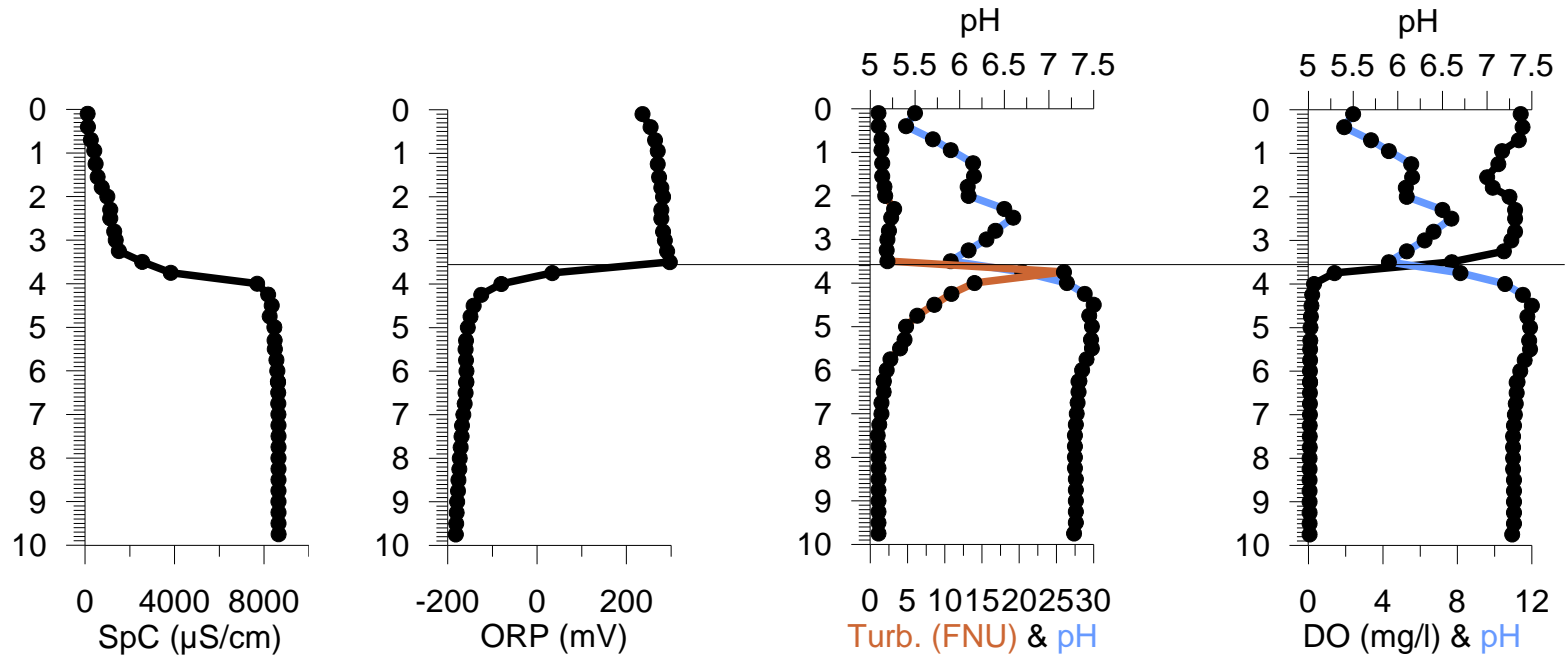
Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

# Kaivosvesien pitkäaikaisesti kerrostama järvi – Petkellahti, Kaavi



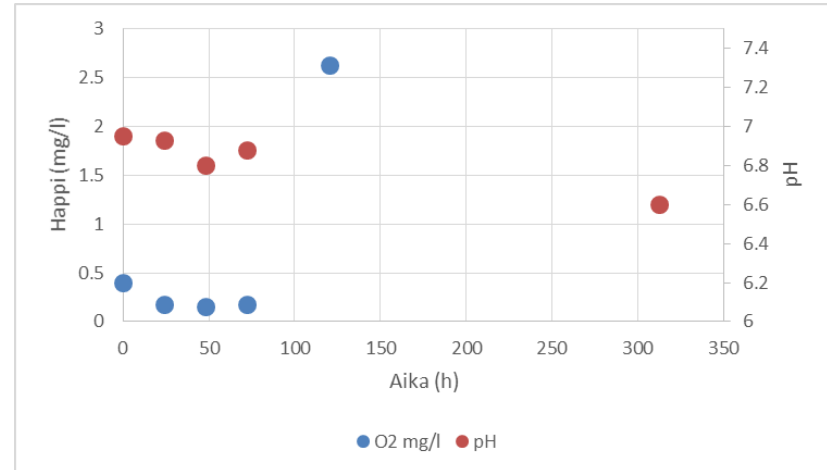
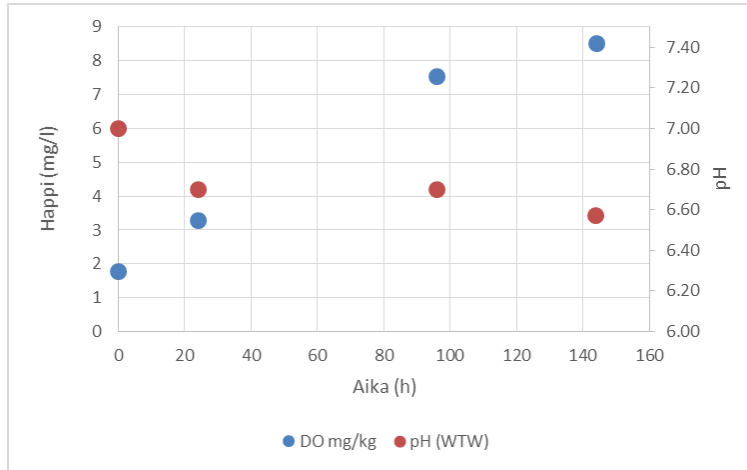
Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

# Kaivosvesien hiljattain kerrostama järvi – Kivijärvi, Sotkamo



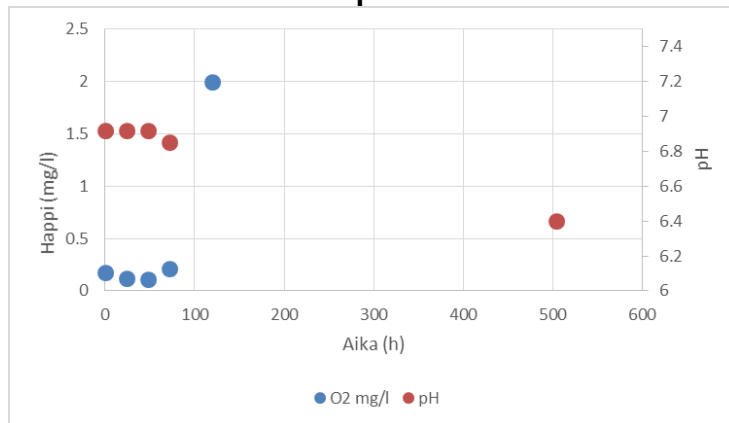
Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

# Alavesien hapetuskokeet, vanhat kaivoskohteet



Petkellahti, Kaavi, 14 m: -0.4 pH yks.  
Vesi muutt. heik. punertavaksi

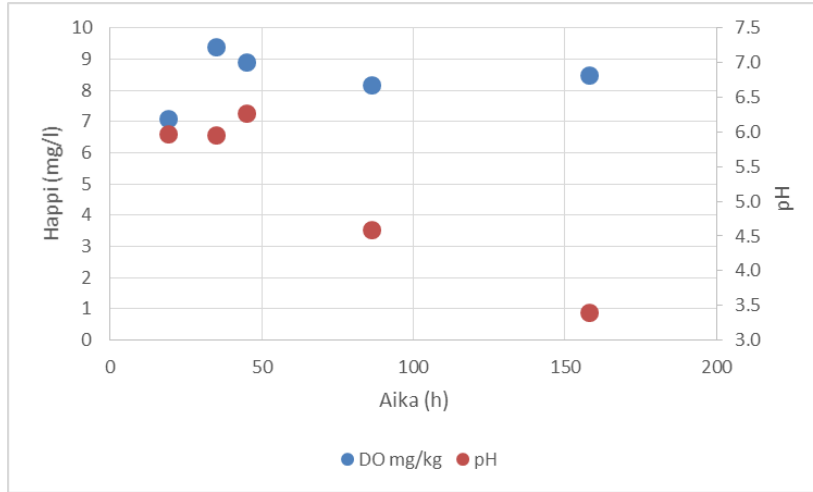
Valkeinen, Kotalahti, 13 m, 1 l pullo:  
pH -0.4 pH yks



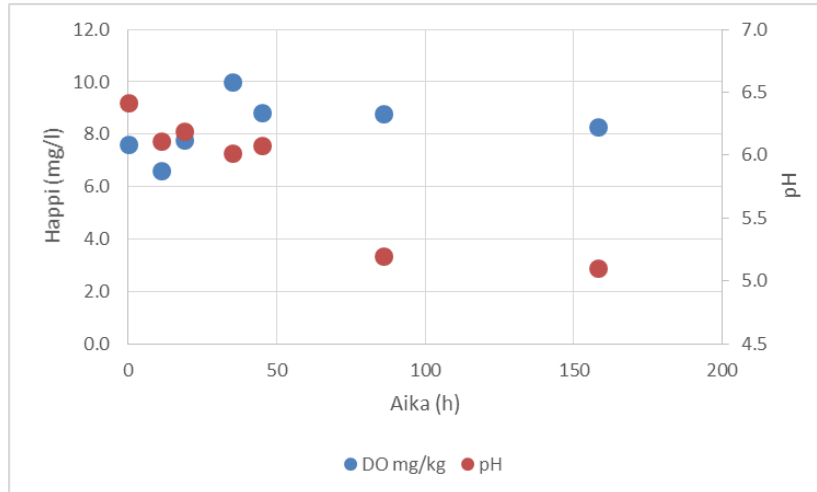
Valkeinen, Kotalahti,  
15,5 m, 1 l pullo:  
pH -0.4 pH yks

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

# Alavesien hapetuskokeet, Junttiselkä



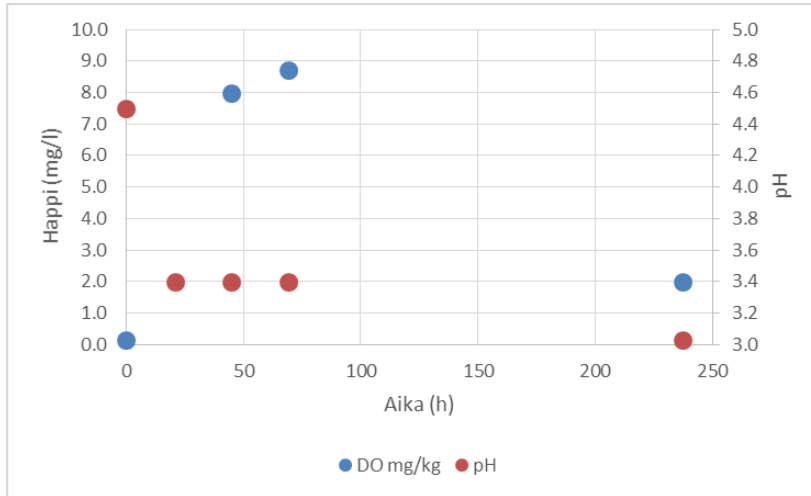
Junttiselkä, talvikerrostunut,  
syväne, 5,5 m:  
-2,6 pH yks., viive 2+ vrk.  
Runsaasti punertavaa  
sakkaa



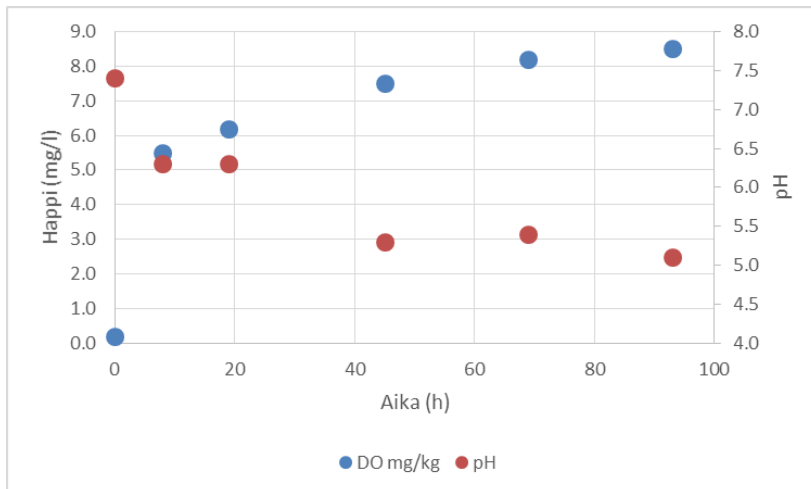
Junttiselkä, talvikerrostunut,  
syväne, 7,5 m:  
-1,3 pH yks., viive 2+ vrk.  
Runsaasti punertavaa  
sakkaa

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

# Alavesien hapetuskokeet, Salminen ja Kivijärvi



Salminen, 4,0 m:  
Alku-pH 4,5, -1,5 pH yks.  
Nopea muutos.  
Runsaasti punertavaa  
sakkaa

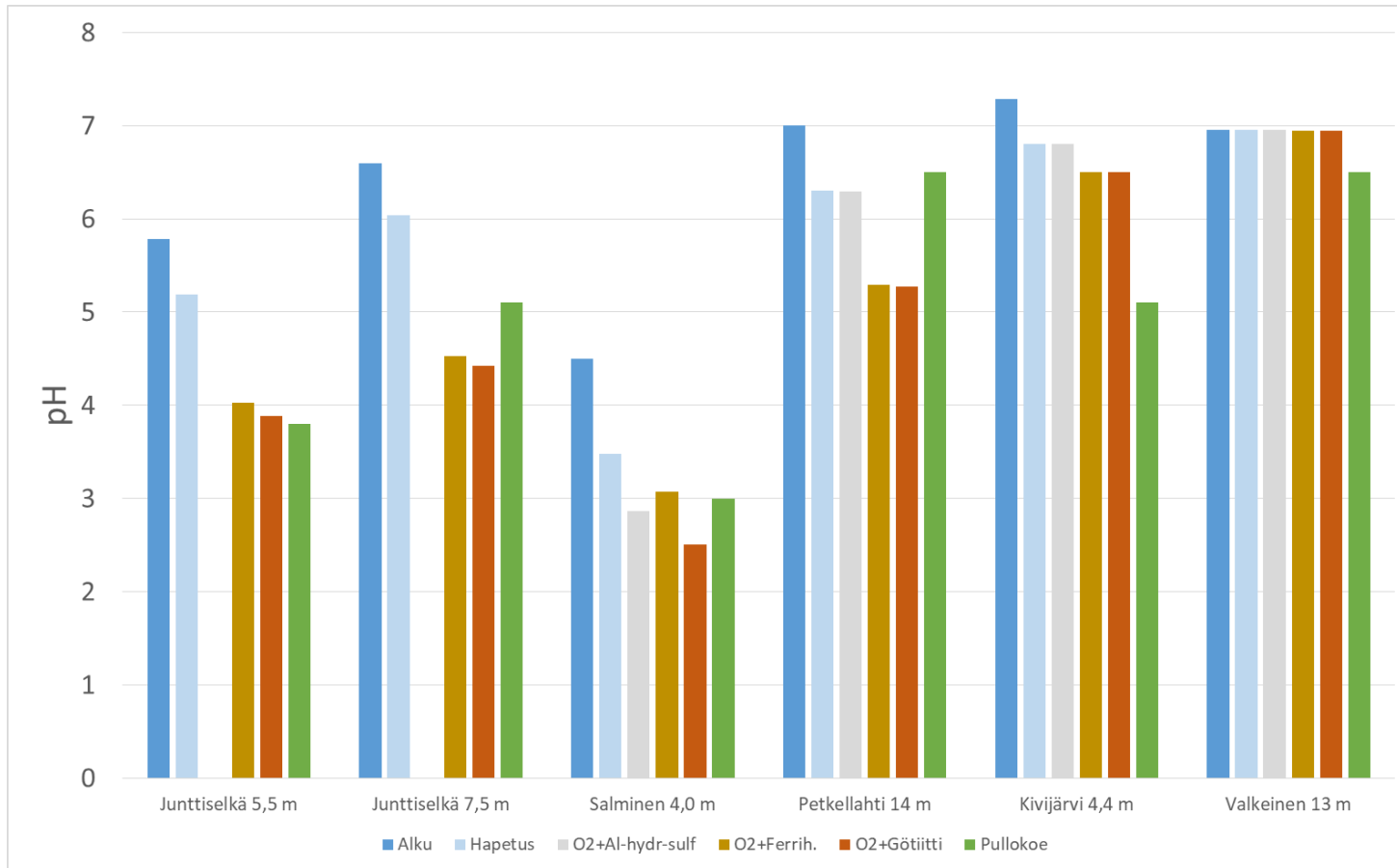


Kivijärvi, 4,4 m:  
-2,3 pH yks. (1. vrk. -1.1 pH  
yks. + 2. vrk -1,0 pH yks).  
Punertavaa sakkaa

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma



# Pullokokeiden simulointi mallintamalla



Varsin hyvä vastaavuus, merkittävimmät erot  
Petkellahti ja Kivijärvi

Tommi Kauppila

4.12.2018

Kestävää kasvua -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

# Sekoitetaan ylävettä (mixolimnion) alaveteen (monimolimnion)

- Sekoitetaan 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 20, 30, 40, 50, 60, ja 70 % päällysvettä alusveteen
- Jokainen sekoitus tehdään erikseen – ei lisätä päällysvettä aiemmin sekoitettuun veteen
- PHREEQC ja Minteq.v4 tietokanta
- Annetaan saostua:
  - Basaluminiitti
  - Götiitti
- Petkellahti, Junttiselkä ja Salminen esitelty mallinnusseminaarissa

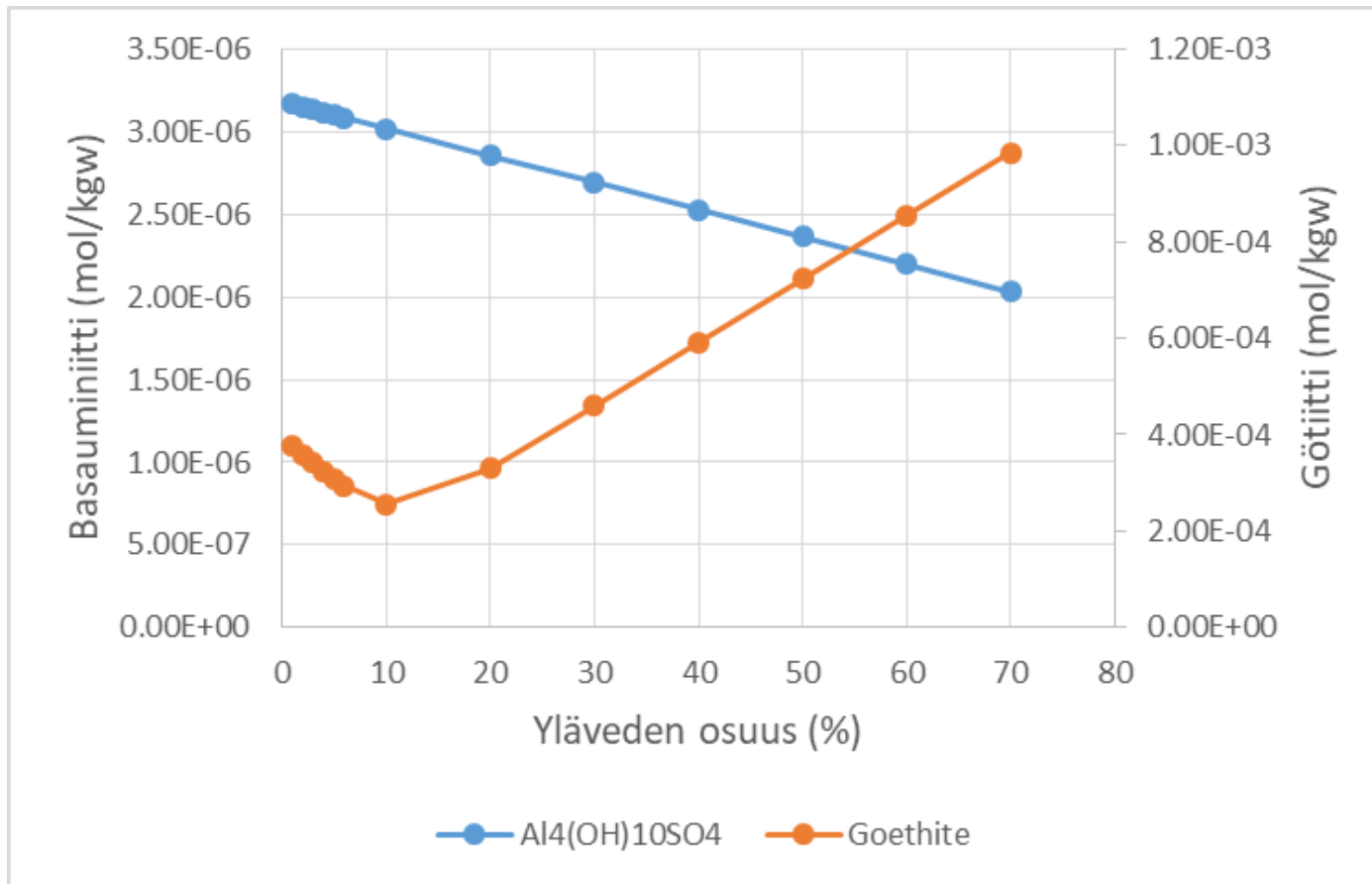


# Kivijärvi

- Ylävesi:
  - Alkaliniteetti n. 2200  $\mu\text{M}/\text{kgw}$
  - pH 6.1; pe 8.4 (Eh +495 mV)
  - Fe 8.6  $\mu\text{M}/\text{kgw}$  (Fe+2: 0.09, Fe+3: 8.5) ; Al 6.3  $\mu\text{M}/\text{kgw}$ ; Mn 13.1  $\mu\text{M}/\text{kgw}$  ; NO<sub>3</sub>- 7.15  $\mu\text{M}/\text{kgw}$
  - SO<sub>4</sub>-2 9485  $\mu\text{M}/\text{kgw}$
- Alavesi:
  - Alkaliniteetti n. 25220  $\mu\text{M}/\text{kgw}$
  - pH 7.3; pe 0.5 (Eh +29 mV)
  - Fe 4247  $\mu\text{M}/\text{kgw}$  (Fe+2: 4247, Fe+3: 0.5) ; Al 12.9  $\mu\text{M}/\text{kgw}$ ; Mn 919  $\mu\text{M}/\text{kgw}$  ; NO<sub>3</sub>- 7.2  $\mu\text{M}/\text{kgw}$
  - SO<sub>4</sub>-2 58840  $\mu\text{M}/\text{kgw}$

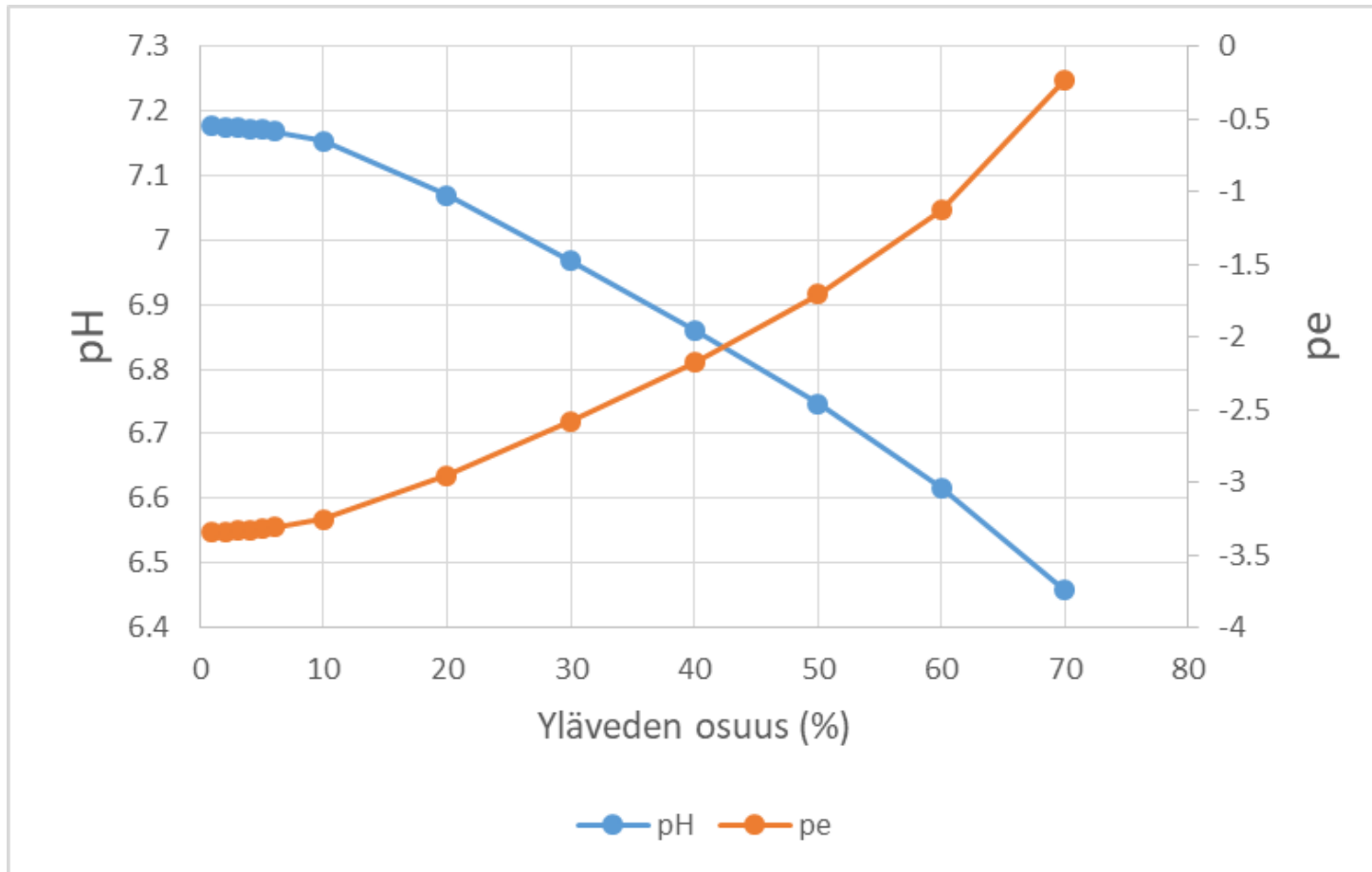


# Raudan saostuminen lisääntyy vähittäin 10% sekoitussuhteesta alkaen

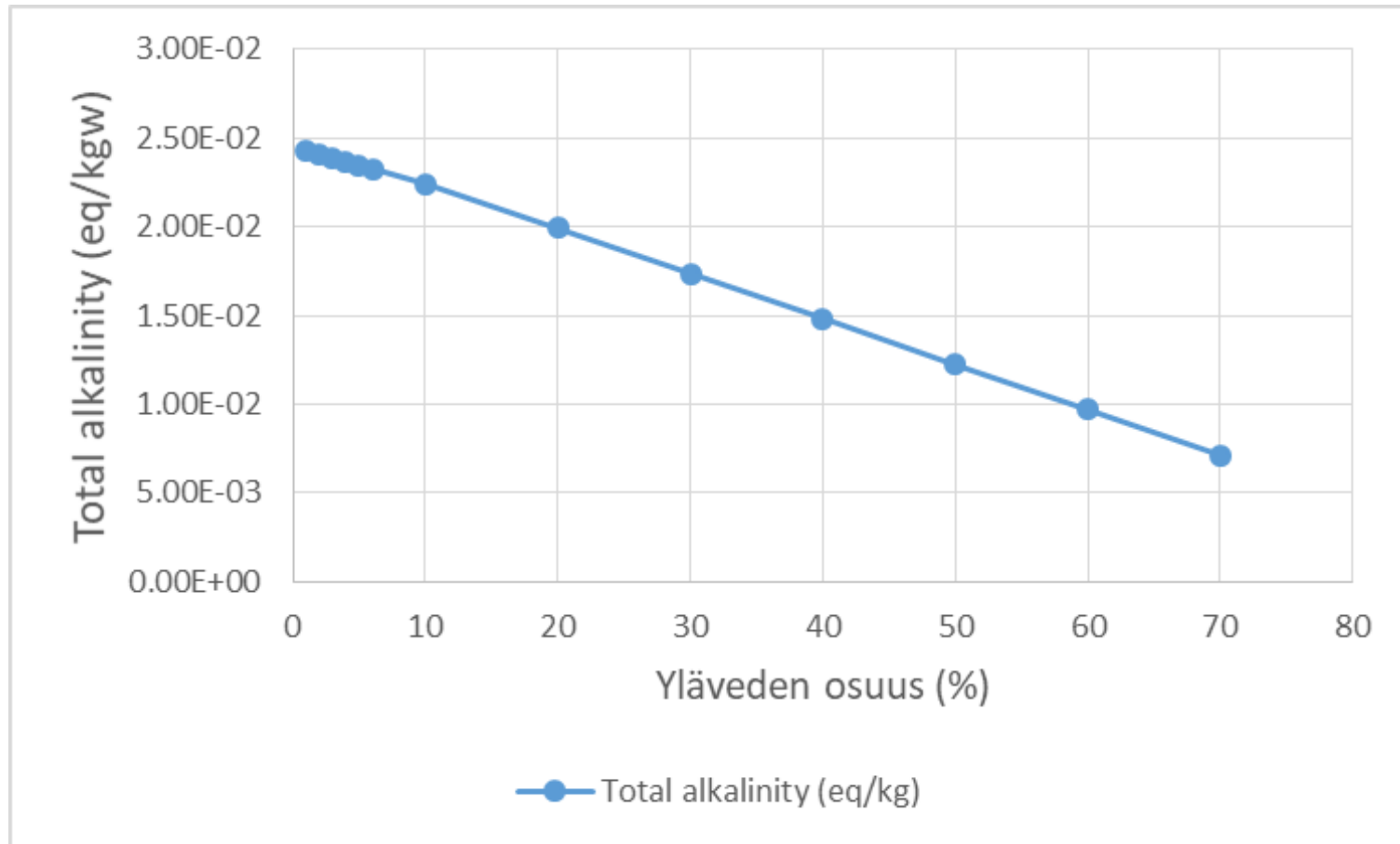


työtä -ohjelma

# Olut muuttuvat vähemmän pelkistäviksi ja pH laskee hieman (pH 6,45)



# Alkaliniteetti vähenee, mutta ei kulu loppuun



# Johtopäätökset

- Kaikki kohdejärvet happamoituvat hieman hapetettaessa
  - Vanhojen kaivosalueiden järvet varsin vähän
  - Junttiselkä voimakkaasti
  - Kivijärvi pystyy vastustamaan happamoitumista
- Pelkkä spesiaatio ei selitä kuin osan laskevasta pH:sta
  - Vaaditaan saostumisreaktioita
- Raudan määrä, alhainen alkaliniteetti ja lähtö-pH vaikuttavat lopputulokseen
- Raudan saostuminen pullokoikeissa saattoi olla kaksivaiheista – liukoista rautaa org. aineksesta?
- Happamoitumisen vaaraa voi selvittää etukäteen