

# Aijalan Cu, Zn, Pb-kaivoksen aiheuttama metallikuormitus vesistöön ja kuormituksen mahdollinen hallinta

Kaisa Martikainen, MUTKU-päivät 2017

Pro Gradu, Helsingin yliopisto, Geotieteiden ja maantieteen laitos

Ohjaajat: Veli-Pekka Salonen ja Kirsti Korkka-Niemi

Tukijat: MUTKU ry, Maa- ja vesitekniikan tuki ry

# Esityksen sisältö

1. Aijalan kaivostoiminnan vaiheet ja sulfidien hapettuminen
2. Aiemmat tutkimukset ja gradun tavoitteet
3. Näytteenotto / näytteiden tutkiminen
4. Jako osavaluma-alueisiin
5. Metallikuormitus
6. Johtopäätökset

# Sijainti



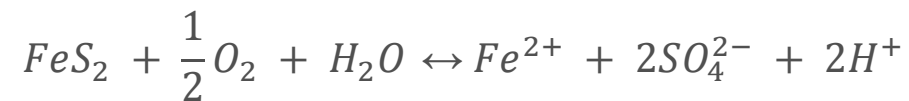
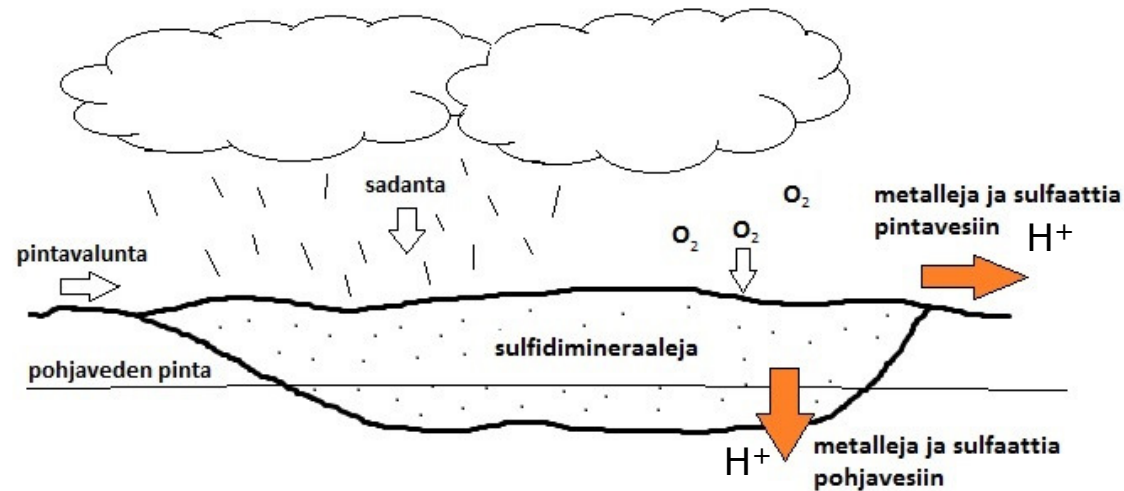
(Google 2015)

## Kaivostoiminnan vaiheet

- Aijala on yksi 120:sta Suomessa toimineesta kuparimalmikaivoksesta
- Kaivoksella rikastettiin malmia vuosina 1949-1958 ja 1964-1974
- Kaivoksella rikastettiin myös Metsämontun Zn-Pb (v.51-58, 64-74) ja Telkkälän Ni-Cu (v.69-70) malmeja
- Rikastushiekka on läjitetty 18 hehtaarin kokoiselle alueelle (2 milj. tonnia)
- Rikastushiekka sisältää:  
Cu 1200, Zn 5000, Pb 1100 (mg/kg)
- Merkittävimmät mineraalit ovat kuparikiisu ja rikkikiisu



## Sulfidien hapettuminen



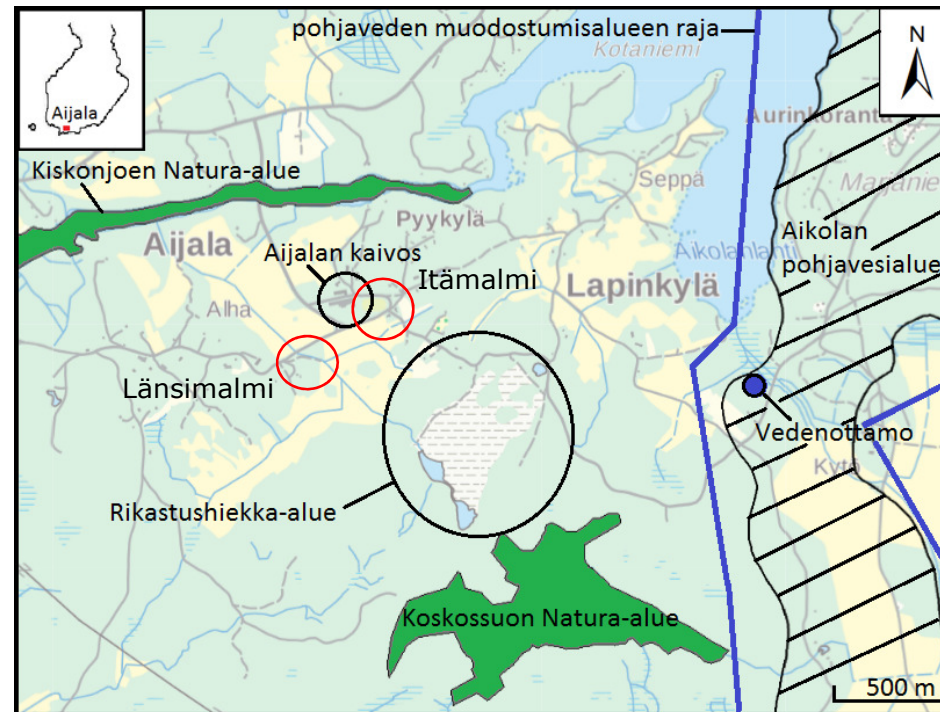
## Aiemmat tutkimukset

- GTK on tehnyt alueella tutkimuksia 90-luvulla (Sipilä 1994, Sipilä 1996)
- Alueelle on tehty kunnostussuunnitelma, mutta toimenpiteisiin ei ole ryhdytty (Sipilä 1996)
- Turun yliopisto on ottanut näytteitä Geokemian harjoitustyöt -kurssin yhteydessä noin 20 vuoden ajan
- Raportti "*Suljettujen ja hylättyjen kaivosten kaivannaisjätealueiden kartoitus*", jossa tutkittiin olemassa olevien aineistojen perusteella hylättyjen kaivosten tilannetta vuonna 2013 (Räisänen et al. 2013).
  - rikastusjäte on luokiteltu tavanomaiseksi kaivannaisjätteeksi, joka on vaaraominaisuuksiltaan mahdollisesti ympäristöään pilaavaa jätettä
  - rikastushiekka-alueen nykytila tulisi selvittää ja kunnostustarve olisi arvioitava

# Gradun tavoitteet

1. Selvittää Aijalan kaivoksen rikastushiekka-alueelta vesistöön tapahtuvan metallikuormituksen nykytilanne
2. Esittää perusteltuja vaihtoehtoja jatkotoimenpiteille

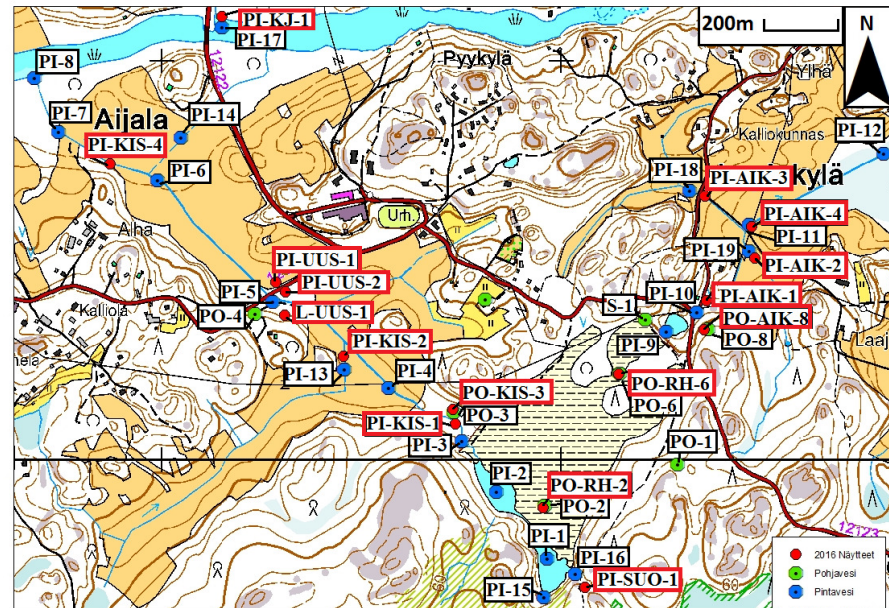
# Tutkimusalue





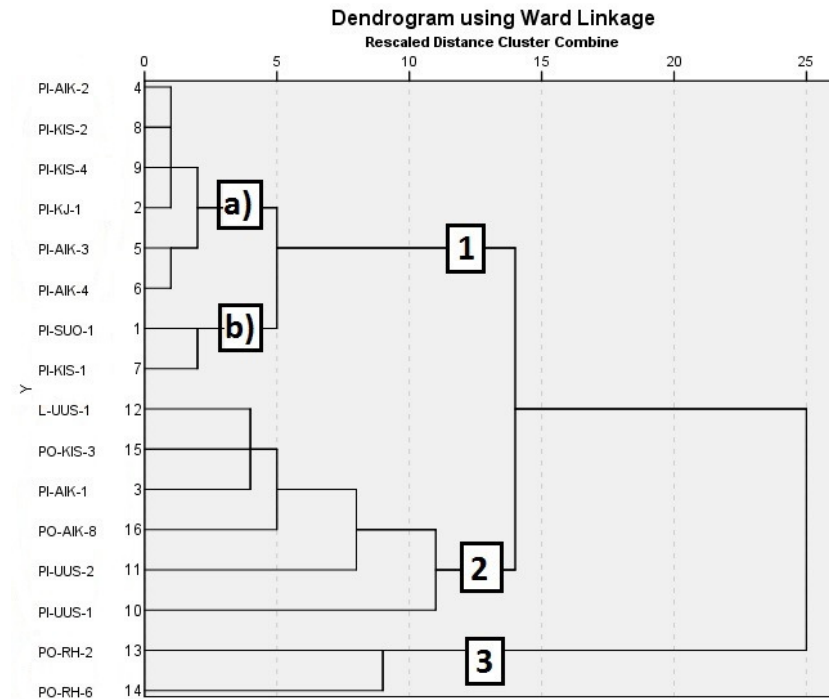
# Näytteenotto

- Aiemmat tutkimustulokset koottiin yhteen
- Näytteitä otettiin entuudestaan tutkituista paikoista
- Uusia näytteitä otettiin länsimalmin kaivoskuilun projisoituman päältä
- Kentällä tutkittiin
  - pH, sähkönjohtavuus, redox-potentiaali, lämpötila
- Laboratoriossa tutkittiin
  - pH, alkaliniteetti
  - pääionikoostumus
  - kattavasti raskasmetallit (mm. As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, U, V ja Zn)



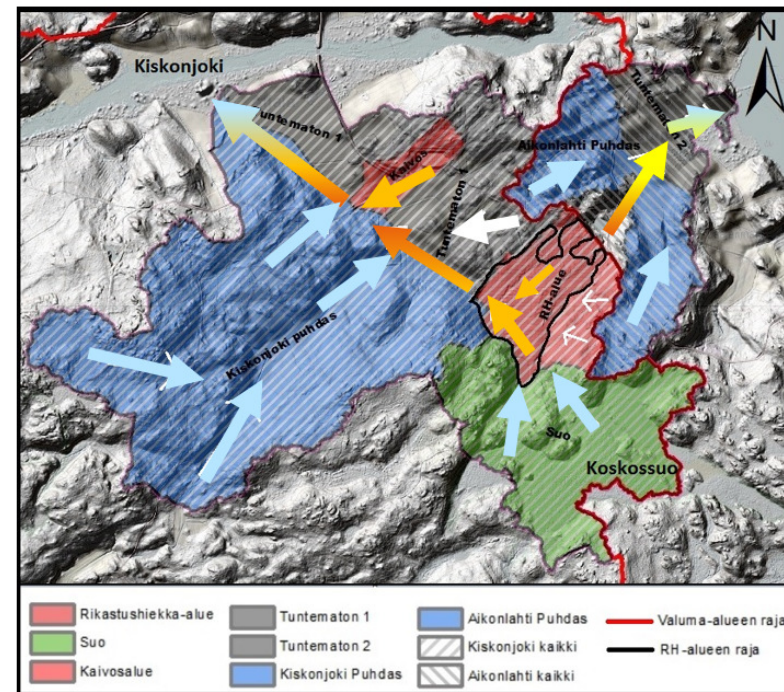
## Tulosten tarkastelu

- Sulfaatista ja sen kanssa korreloivista muuttujista tehtiin klusterianalyysi SPSS-ohjelmalla
- Vedet voidaan kemiallisilta ominaisuuksiltaan jakaa:
  - 1a) puhtaimmat pintavedet
  - 1b) "suovaikutus"
  - 2) kontaminoituneet pinta- ja pohjavedet
  - 3) erittäin kontaminoituneet pohjavedet



## Jako osavaluma-alueisiin

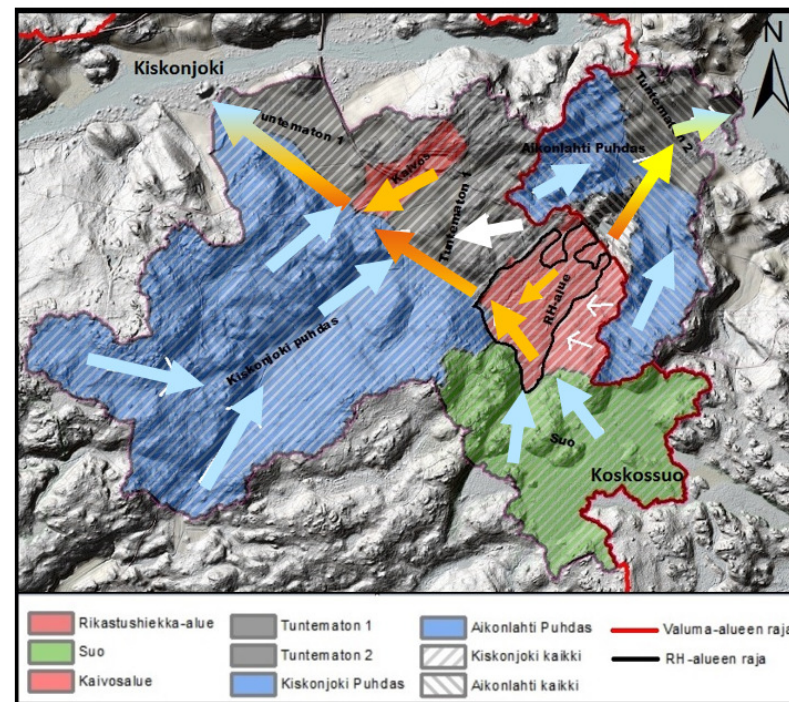
- 2 m korkeusmallin perusteella määritettiin osavaluma-alueet ArcGis-ohjelmalla
- Jokaiselle osavaluma-alueelle määritettiin keskimääräinen valunta vuosien 1990-2015 sadannan ja haihdunnan perusteella
- Valunta Koskossuolta rikastushiekka-alueelle noin 150 000 m<sup>3</sup>/vuosi (pH 4)
- Aijalan alueella liikkuu vesiä yhteensä noin 1 000 000 m<sup>3</sup>/vuosi



# Metallikuormitus Kiskonjokeen ja Aikolanlahteen

	Kiskonjoki		Aikolanlahti	
valunta	790 000	m <sup>3</sup> /v	170 000	m <sup>3</sup> /v
Fe	630	kg/v	38	kg/v
Zn	225	kg/v	47	kg/v
Cu	35	kg/v	0,2	kg/v
Pb	1	kg/v	0,02	kg/v

- Kiskonjoen kuormitus on merkittävämpi kuin Aikolanlahden



# Metallikuormituksen kehitys Kiskonjokeen virtaavassa purossa

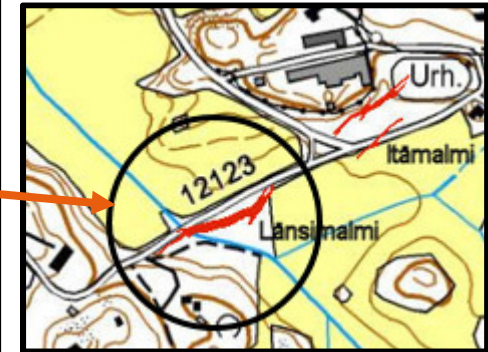
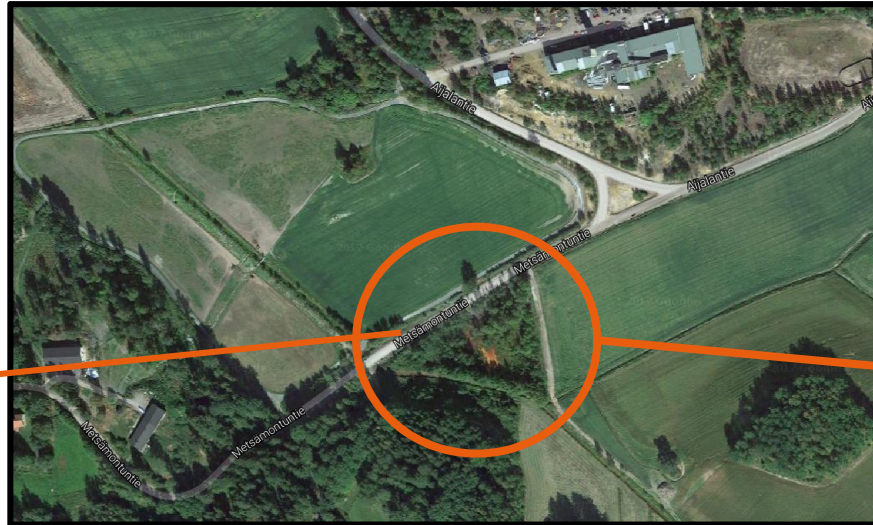
- Kehitystä viimeisen 30 vuoden ajalta on tutkittu
  - käyttämällä vuosien 1990-2015 keskimääräistä valuntaa (yläjuoksu noin 225 000 m<sup>3</sup>/vuosi, alajuoksu noin 790 000 m<sup>3</sup>/vuosi)
  - ottamalla huomioon kunkin vuoden metallipitoisuudet vedessä

<b>Cu</b>	<b>1992</b>	<b>2003</b>	<b>2016</b>	<b>Pb</b>	<b>1992</b>	<b>2005</b>	<b>2016</b>
	kg/vuosi	kg/vuosi	kg/vuosi		kg/vuosi	kg/vuosi	kg/vuosi
Yläjuoksu	50	45	5		10	105	5
Alajuoksu	225	165	35		5	500	0,5
<b>Fe</b>	<b>1992</b>	<b>2005</b>	<b>2016</b>	<b>Zn</b>	<b>1992</b>	<b>2005</b>	<b>2016</b>
	kg/vuosi	kg/vuosi	kg/vuosi		kg/vuosi	kg/vuosi	kg/vuosi
Yläjuoksu	4600	1800	1100		4400	2000	500
Alajuoksu	1000	2400	600		6500	2600	200

## Länsimalmin kaivosvaikutus?

- Mahdollinen hydraulinen yhteys länsimalmin kaivoskuiluun
- Kentällä havaittiin pohjaveden purkautumista

pH 2,6  
SO<sub>4</sub> 1500 mg/l  
Fe 220 mg/l  
Zn 37 mg/l  
Cu 12 mg/l



# Johtopäätökset

1. Koskossuolta tulee paljon valmiiksi hapanta valuntaa rikastushiekka-alueelle
2. Metallikuormitus Kiskonjokeen on ollut laskussa 90-luvulta lähtien, kuitenkin kuormitusta tulee vielä tapahtumaan satojen vuosien ajan
3. Piilevä kuormitusriski purojen pohjalla?
4. Länsimalmin kaivoskuilusta on todennäköisesti hydraulinen yhteys Kiskonjokeen virtaavaan puroon

## Suosittelut jatkotoimenpiteet

- Tutkimuksen perusteella ehdotetaan, että mahdollista länsimalmin kaivoskuilusta tapahtuvaa pohjaveden purkautumista tulisi tutkia tarkemmin
- Olisi myös syytä tutkia tarkemmin mahdollinen hydraulinen yhteys itämalmin kaivoskuiluun
- Rikastushiekka-alueen peittoratkaisuista ja pintavesien uudelleen-ohjaamisesta tulisi laatia tarkka riskiperäinen toimintasuunnitelma



## Tilanne gradun jälkeen

“Valtava monttu repesi maahan Kiskossa”, Salon Sanomat 9.2.2017

<http://www.sss.fi/2017/02/valtava-monttu-repesi-maahan-kiskossa/>



## Lähteitä

- Sipilä, P. 1994. Aijalan, Pyhäsalmen ja Makolan sulfidimalmikaivosten rikastamoiden jätealueiden ympäristövaikutukset. osa II: Aijala. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti KA 33/94/1.2, 26 s.
- Sipilä, P. 1996. Aijalan kaivoksen jätealueen kunnostussuunnitelma. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti KA61/97/2, 16 s.
- Räisänen, M-L., Tornivaara, A., Haavisto, T., Niskala, K. ja Sivola, M. 2013. Suljettujen ja hylättyjen kaivosten kaivannaisjätealueiden kartoitus, ympäristöministeriön raportteja 24/2013, 45 s



Kiitos!

