

Pohjois-Savon liitto tukee
maakunnan
menestystä



Pohjavesitutkimusmenetelmien kehittäminen Kopsan ja Terrafamen alueilla

Antti Pasanen, Tatu Lahtinen, Kaisa Turunen & Arto Pullinen



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

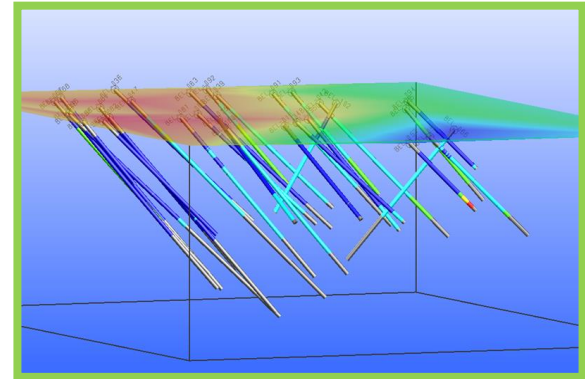
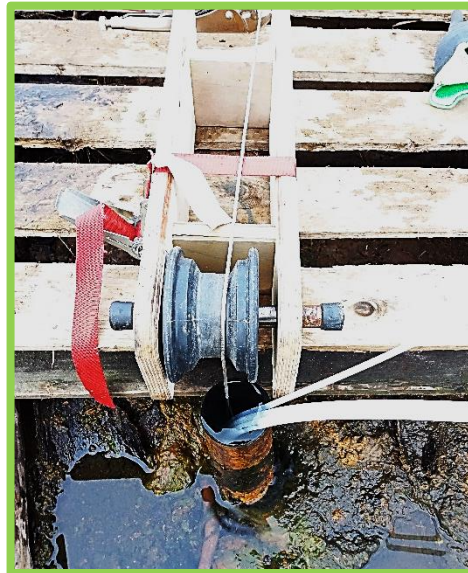
Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Pohjaveden seurannan ja mittausmenetelmien kehittäminen

- Tutkimuksia on tehty Kopsan malminetsintäalueella ja Terrafamen kaivoksella.
 - Uusien ja aikaisemmin hyväksi havaittujen tutkimus- ja näytteenottomenetelmien testaus ja pilotointi kaivosympäristössä.





Tutkimuksen tavoitteet

- Kallioperän hydrogeologia on heikosti tunnettu useilla kaivosalueilla.
 - Tutkimuksessa pilotoidaan ja sovelletaan huokoisen väliaineen mittausmenetelmiä rikkonaiseen kallioperään.
- Pohjaveden virtaama louhokseen.
- Louhosveden virtaama pohjaveteen.
- Haitta-aineiden kulkeutuminen ja reaktiot.
- Pohjavesitutkimusoppaan laatiminen.

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Taustatutkimusten merkitys korostuu

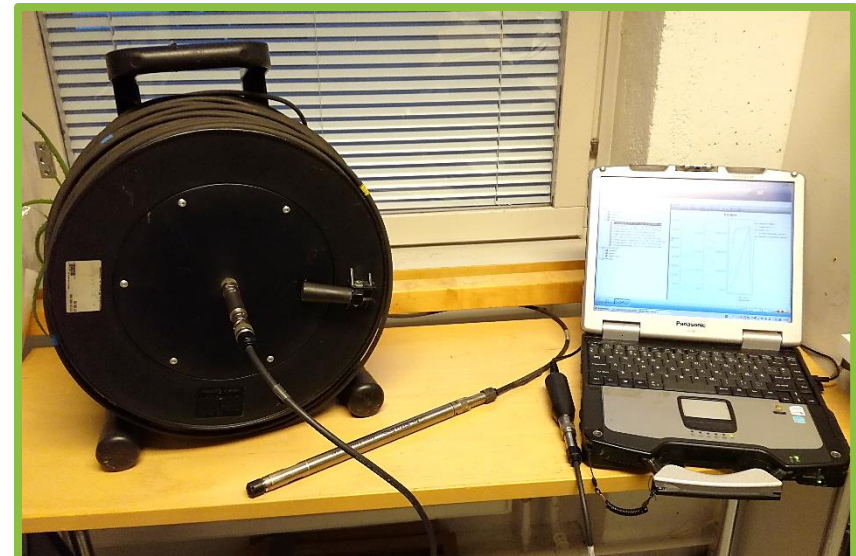
- Velvoitetarkkailuun kuuluvat pohjavesiputket yleensä kunnossa, mutta tarkkailun ulkopuolisten putkien ja etenkin kairanreikien kunto voi olla monenkirjavaa
 - Löytyykö reikää maastosta?
 - Onko se tukossa?
 - Malminetsintäreikien käyttö.

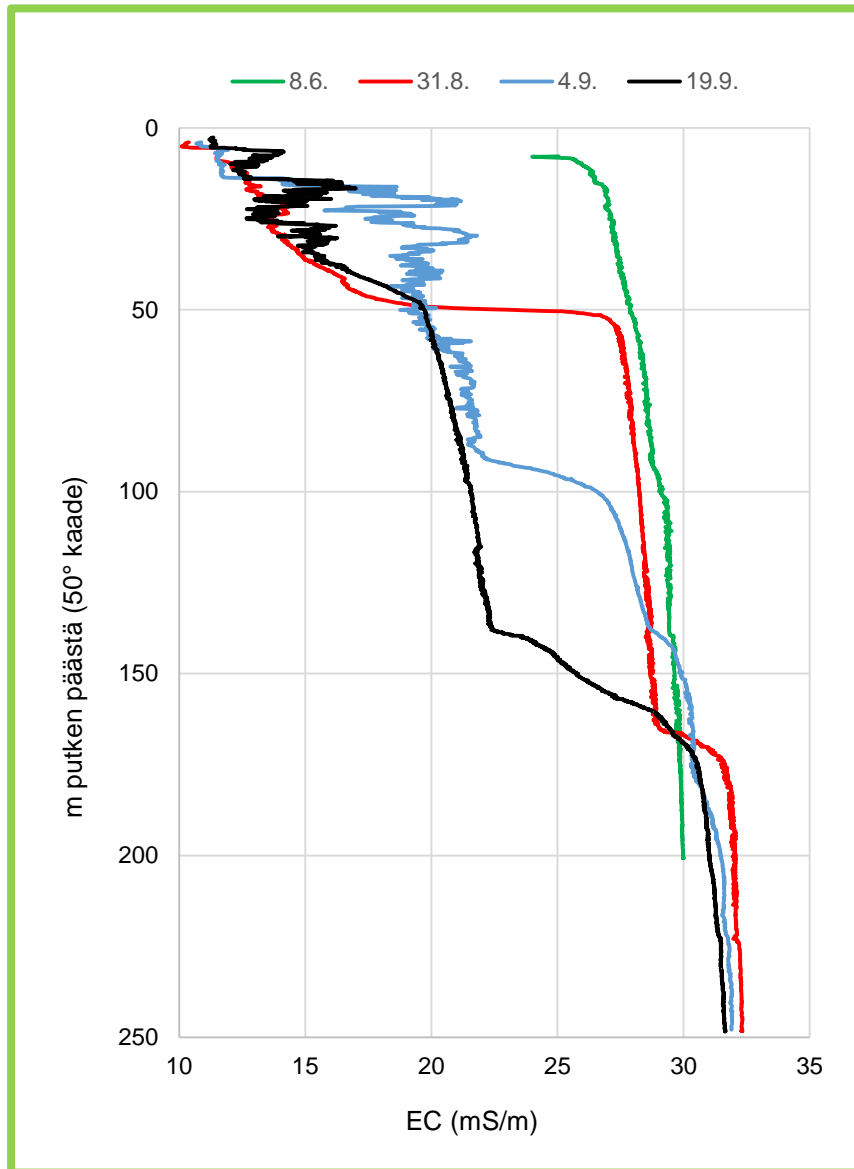


Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Sähkönjohtavuusluotaus

- Eniten tutkittu pohjavesitutkimusmenetelmä KaivosVV –hankkeessa
- Toistaiseksi vähän käytetty mutta yleistymässä
- Etuja on runsaasti...
 - ✓ Mittaus on helppoa ja nopeaa (~2m/min)
 - ✓ Pelkkä CDT-anturi riittää
 - ✓ Soveltuu hyvin vinoihin reikiin
 - ✓ Tulokset monipuolisia menetelmän yksinkertaisuuteen nähden





- Kehitettävää kuitenkin riittää sekä tulosten tulkinnassa että laitteistoissa

- Mitä tulokset kertovat ja mitä kaikkea niistä voisi päätellä?
 - Ruhjeiset kohdat.
 - Suolainen pohjavesi.
- Anturit joutuvat kovalle koetukselle eikä niitä ole suunniteltu luotaukseen
- Luotaaminen on toistaiseksi käsin tehtävää, aivoja puuduttavaa hommaa

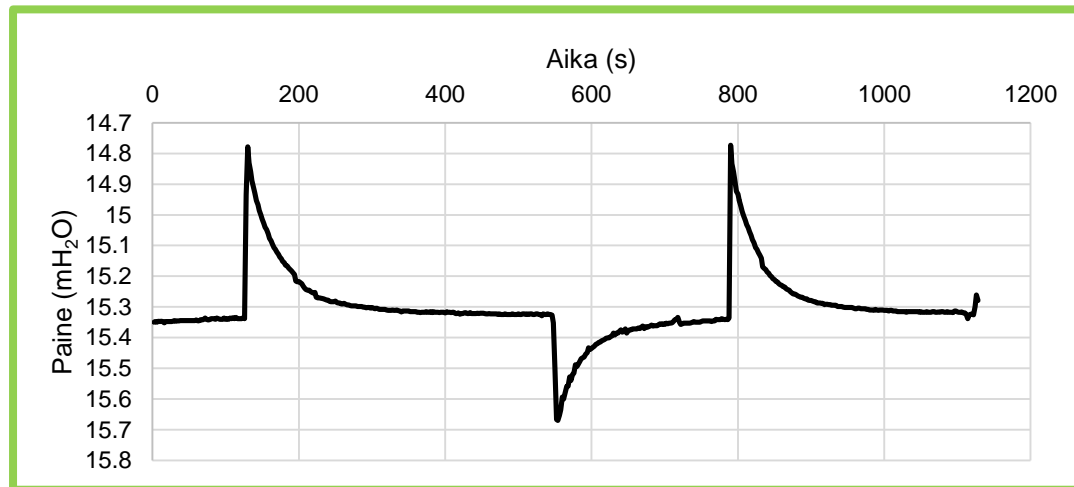
Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



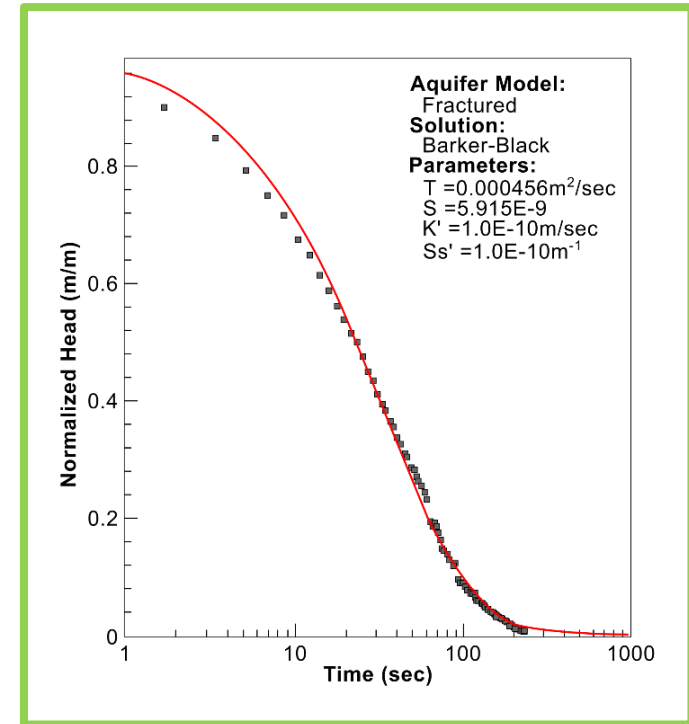
Slug-testi

- Tuttu ja turvallinen menetelmä joka toimii myös kaivosympäristössä.
- Isoissa rei'issä slugin koko voi kasvaa suureksi ja riittävän pinnanaleneman aikaansaanti voi silti olla haastavaa.
 - Helpoin ratkaisu on "Rising head" –tyylin testi ontolla putkella jonka toisessa päässä on takaiskuventtiili.
- Laskentayhtälön valinta vaikuttaa tuloksiin.



Pumppauskoe

- Kenttätöosuus melko yksinkertainen, mutta aikaa vaativa
- Parhaan testausmenetelmän valitseminen ei aina ole helppoa
 - Eri menetelmiä riittää: Constant-rate, variable-rate, recovery, step-drawdown, ...
- Tulosten tulkinnassa eri laskentayhtälöt vaikuttavat tuloksiin.



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Tulppaus eli Packer -menetelmä

- Hyvä menetelmä vedenjohtavuuden vaihtelun arviointiin rajatulta syvyydeltä.
- Vaatii erikoislaitteistoa
 - Pakkerit, kalvopumppu, pumpun säätölaitteisto, ...
 - Paljon kalustoa kentällä
 - Siirryttäessä kerroksesta toiseen letkuja joutuu joko jatkamaan tai kiskomaan ylös
- Haastava menetelmä kallioreikiä ajatellen
 - Reikien reunat saattavat olla epätasaisia ja sisältää esim. irtoavia kivenkappaleita.

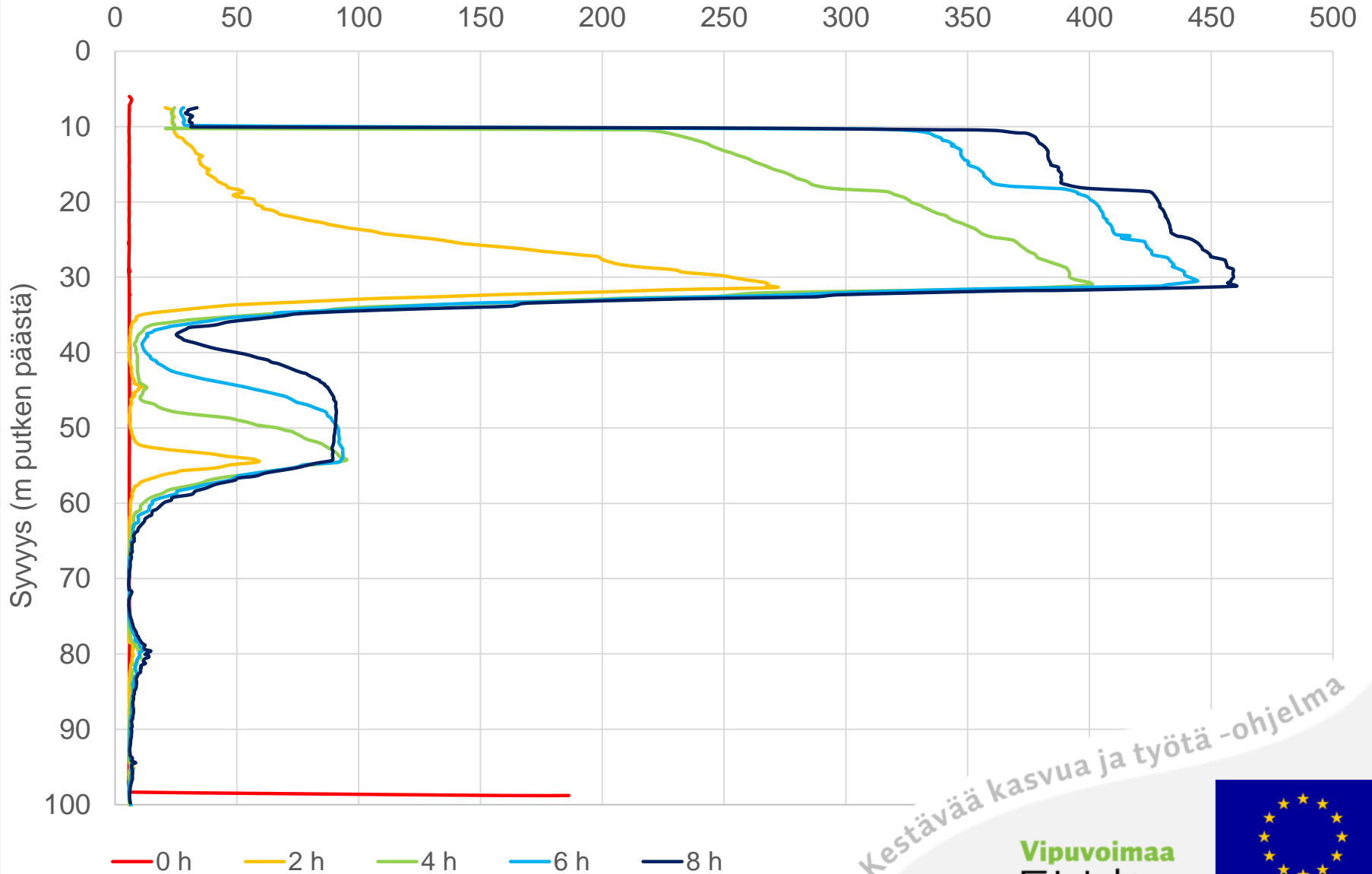


Vedenvaihtokoe



- Vaihdetaan pohjavesiputken vesi reilusti pienemmän sähkönjohtavuuden veteen ja seurataan sähkönjohtavuuden muutosta luotaamalla.
- Suurten vesimäärien (m^3 luokkaa) kuljetus on haastavaa
- Koe suoritettiin hyvällä menestyksellä pintavedellä jonka sähkönjohtavuus oli pienempi kuin pohjavedellä

Sähkönjohtavuus (mS/m)

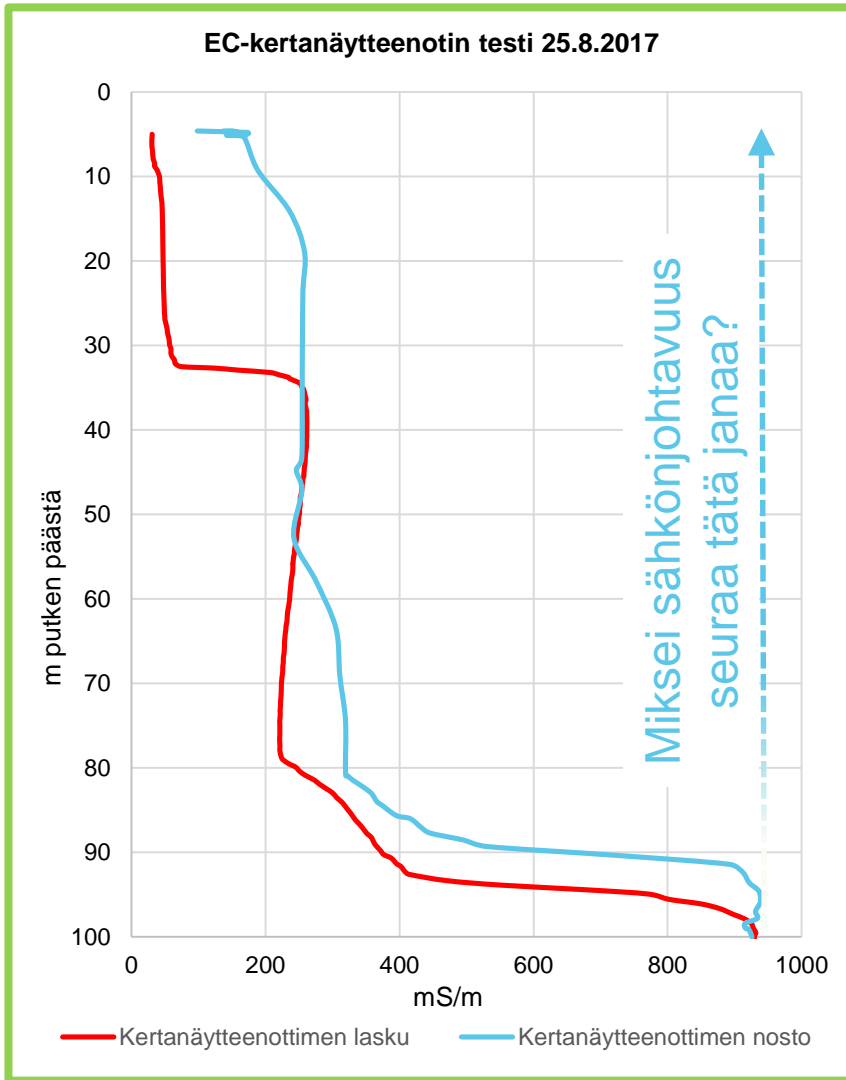


Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Kertanäytteenotin eli baileri



- Suosittu ja helppo näytteenottomenetelmä maaperäputkiin.
- Toimivuus syvissä ja vinoissa kairanrei'issä on kyseenalaista.
 - Syynä liian kevyt venttiilin kuula?

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Letkunäytteenotto

- Lasketaan tutkittavaan reikään hitaasti letku jonka alapäässä on takaiskuventtiili
 - Kun letku nostetaan säilyy putken vertikaalinen profiili letkun sisällä
 - Venttiilit jokaisen näytteenottovälin ylä- ja alapäähän
- Näytteenottovälien pitää olla riittävän pitkiä jotta saadaan riittävä näytekoko
 - Esim. 1m pätkä letkua, 1cm sisähalkaisijalla tuottaa VAIN 0.8dl vettä



Pohjavesitutkimusopas

- Selkeä ja johdonmukainen opas pohjavesitutkimukseen kaivosympäristössä
 - Käydään läpi kaikki edellä mainitut menetelmät lyhyesti mutta ytimekkäästi.
 - Tuodaan esille menetelmien hyvät ja huonot puolet nimenomaan kaivosympäristöjä ajatellen.
 - Käsitellään myös kenttätutkimusten ulkopuolelle jääviä seikkoja kuten mallinnusta, sekä tilasto- ja laboratorioanalytiikkaa.
- Julkisesti saatavilla alkuvuodesta 2018.

GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND Header 3

Date

3.3 Electrical conductivity profiling

What for?
Quickly and affordably assessing the chemical quality and/or flow regime in a well or a borehole. Narrowing down interesting sites for further study.

Pros

- ✓ Relatively quick measurements.
- ✓ Reasonable costs.
- ✓ Simple equipment and operation.
- ✓ Small instrument size (especially with CDT-sondes), which makes jams unlikely and transporting the equipment more manageable.

Cons

- ✗ Only works if there is a measurable gradient between the well and the surrounding aquifer.
- ✗ Measures the properties of the water in the well/borehole, which might differ from the surrounding groundwater
- ✗ Can usually indicate if flow is happening, but does not measure it.


How to?
Measurement steps

1. Calibrate the instrument if needed.
2. Measure groundwater head
3. Connect the sonde to a laptop or central unit and start the measurement.
4. Lower the sonde into the well or borehole with a slow and even pace (~2m/min) until the well bottom is reached.
5. Repeat the measurement from bottom to top or end the measurement and retrieve the instrument.

Checklist for the field

- Groundwater level measurement device.
- Multiparameter- or CDT-sonde
- Calibration liquids & equipment.
- Laptop or central unit.
- Connection cable to connect the sonde to laptop or central unit.
- Spool with suitable length of wire or cable.
- Spare batteries.
- Free-wheel to ease deployment.

Geologian tutkimuskeskus | Geologiska forskningscentralen | Geological Survey of Finland



GTK
gk-11

KIITOS!



Erityiskiitokset:

Tuomas Lahti, Elina Salminen, Elina Lampinen ja Veli-Matti Hilla (Terrafame Oy)

Markus Latvala (Belvedere Mining Oy)

Anu Kivistö-Rahnasto ja Petro Oravilahti (Oulun yliopisto)

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

