

Pohjaveden kulkeutuminen Kaakkolammen kaatopaikalla

- Antti Pasanen, Anu Eskelinen, Jouni Lerssi, Juha Mursu
- Geologian tutkimuskeskus, Kuopio



GTK
gtk.fi

Tutkimuksen tavoite

- Tutkimuksen tavoitteena on selvittää reitit, joita pitkin Kaakkolammen vanhan kaatopaikan vedet voivat kulkeutua Hirvasjärven Kuikkalahteen
- Samalla arvioidaan syitä kaatopaikalle tulevan veden määrälle
- Tutkimuksessa on selvitetty maaperän hydrogeologista rakennetta sekä pohjaveden ominaisuuksia
 - Näiden perusteella on tulkittu mahdolliset virtausreitit
- Virtaukseen Kuikkalahteen vaikuttavat virtausreittien lisäksi kaatopaikalle tulevat vedet, jonka vuoksi vettä purkautuu kaatopaikan ulkopuolelle.

Tutkimusmenetelmät

- Geofysikaaliset menetelmät
 - VLF-R (Very Low Frequency with Resistivity)
 - Lähdekenttänä ovat VLF-radioasemat (suurvaltojen kommunikointi sukellusveneiden kanssa)
 - Mitataan toisilleen kohtisuoria magneetti- ja sähkökentän komponentteja, joiden perusteella voidaan luoda kuva maaperän sähkönjohtavuudesta ja vaihekulmasta sekä mallintaa kallioperän pinnankorkeus ja ruhjevyöhykkeet
 - Syvyysulottuvuus n. 100 m.

VLF-R—mittaukset; Kaksikerros-inversio. Linja 5

2-layer inversion

File 2-layer Edit

Freq (kHz)

23.4

R1 mean (Ohm)

415.086

2-layer

Update

Lagres

1

R1 wght

1

T1 wght

1

R2 wght

1

Flength

1

Iter #

10

Options

Edit Thic

Auto limits

R min (Ohm)

10

R max (Ohm)

50000

T max (m)

90

Edit Freq

Rho1

Thic

Rho2

Edit Roughness

Rho1

Thic

Rho2

Reset to mean

Rho1

Thic

Rho2

Freq = 23.400 (kHz)

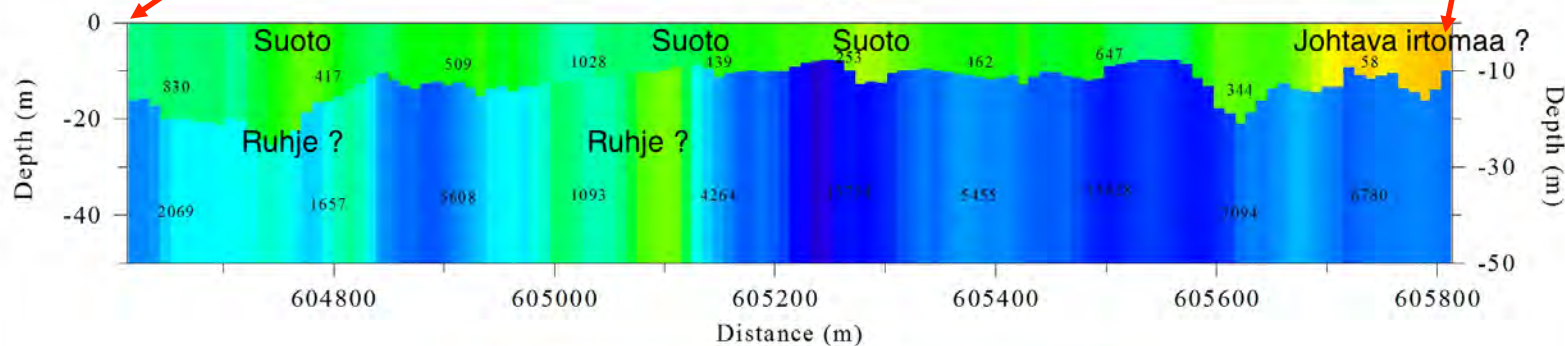
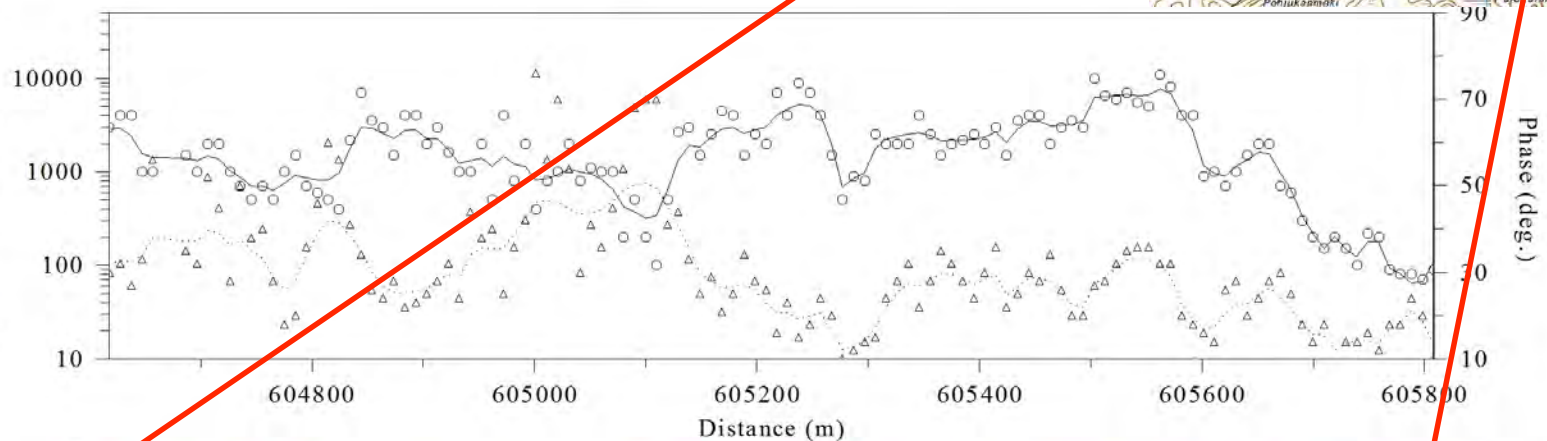
RMS d = 7.36 %

RMS m = 0.06 %

VLF-R measurement

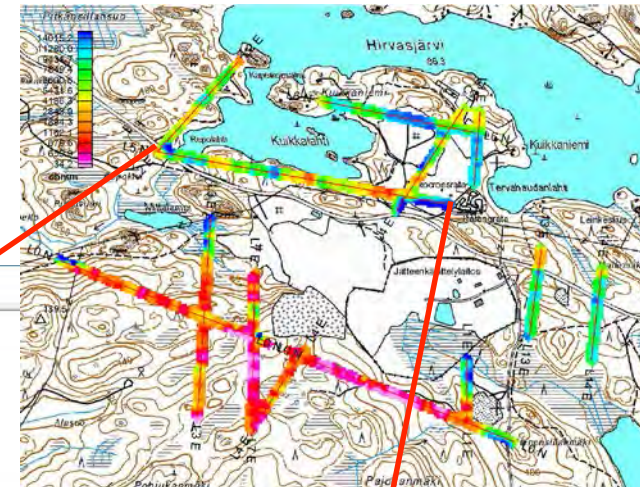
Savonlinna Kaakkolampi Line 5

Apparent resistivity (Ohmm)



1.00 2.00 3.00 4.00

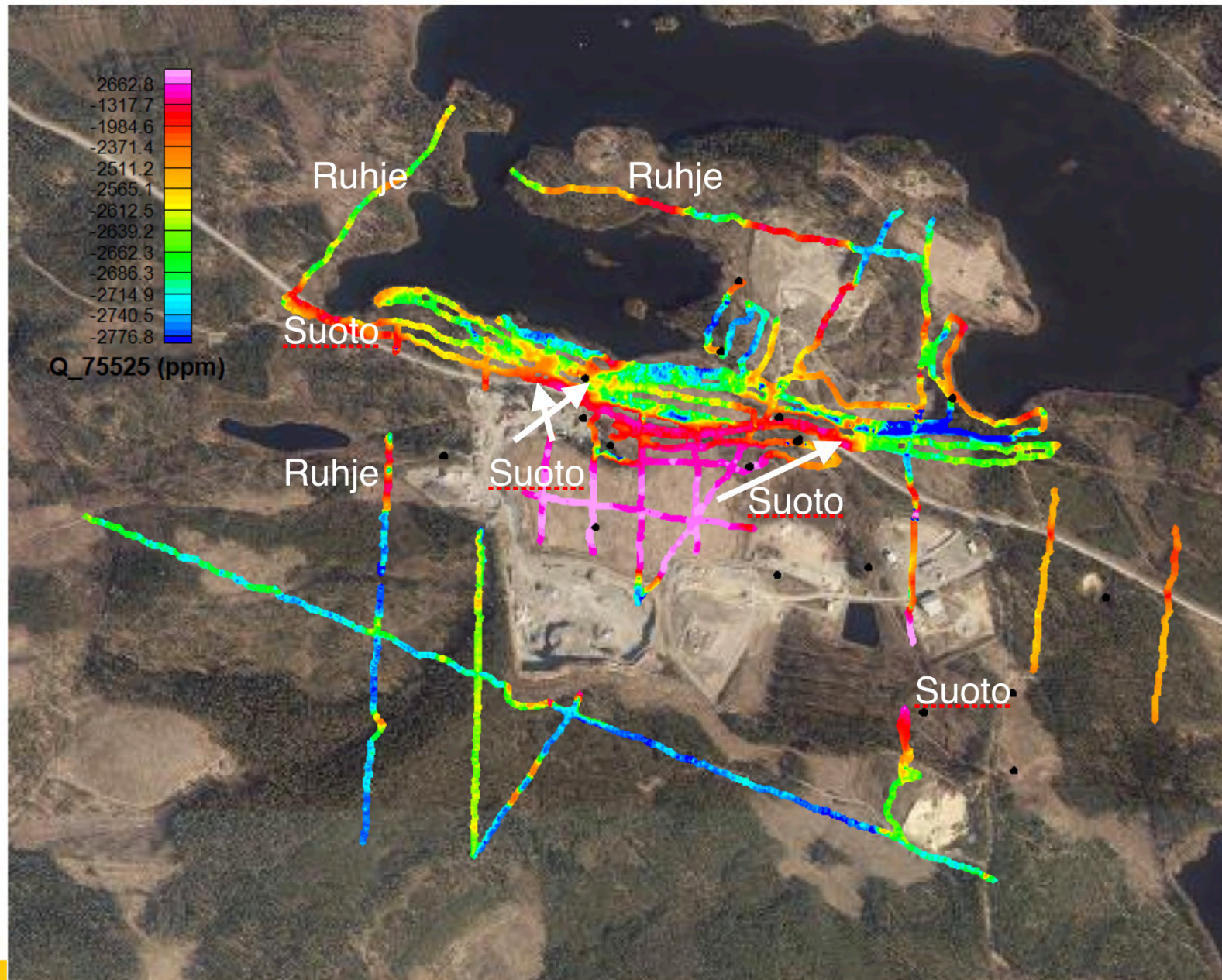
log10 Resistivity (Ohmm)



Tutkimusmenetelmät

- Geofysikaaliset menetelmät (jatkuu)
 - GEM2
 - Monitaajuuksinen sähkömagneettinen mittalaite
 - Lähetin ja vastaanotin samassa
 - Saadaan kuva maaperän sähkönjohtavuudesta ja pystytään kartoittamaan kaatopaikan suotovesien kulkeutumista
 - Syvyysulottuvuus n. 10 m.

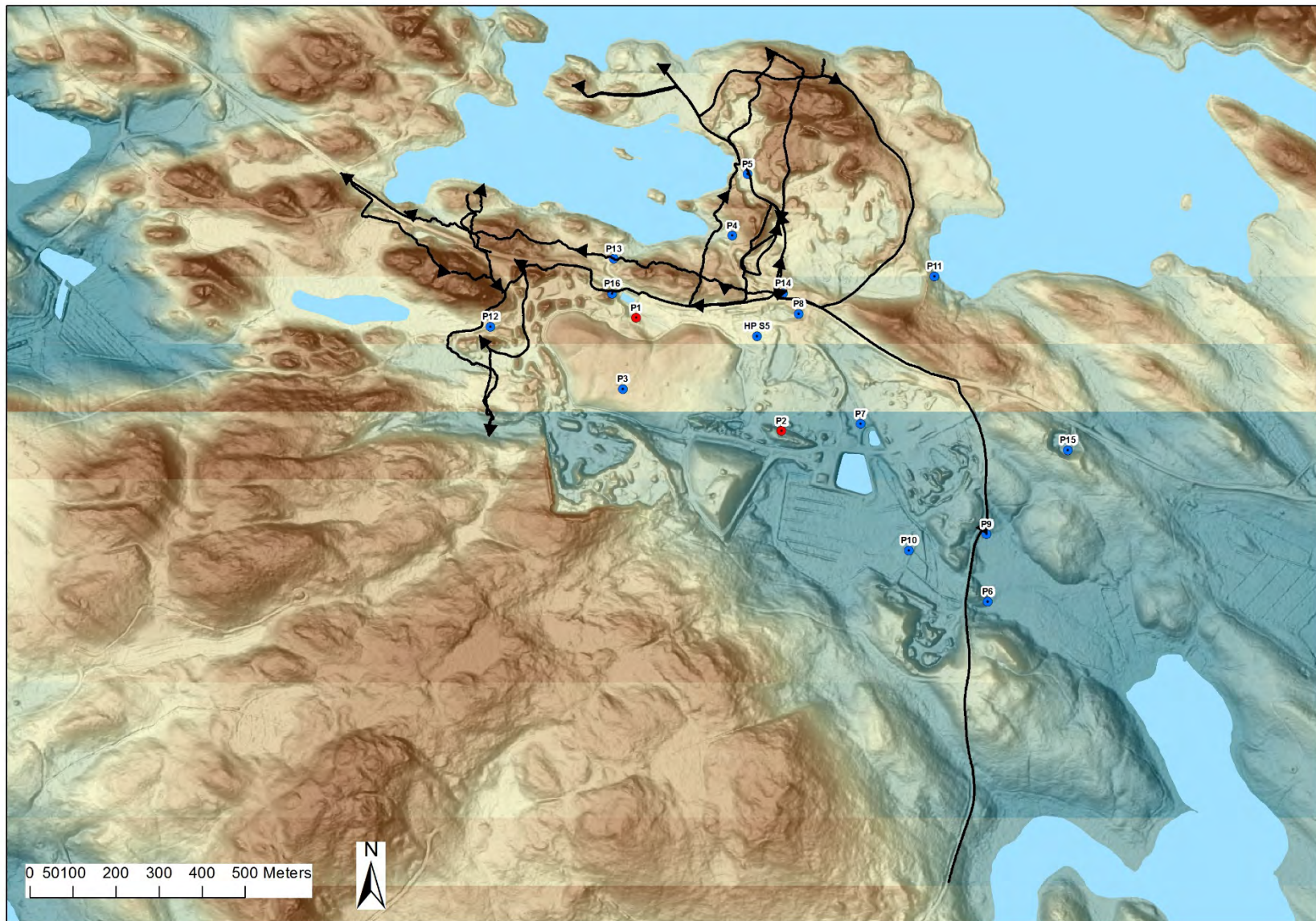
GEM-2-mittaukset; Imaginäärikomponentti taajuudella 75525 Hz; tulkinta.
MML:n ilmakuva.



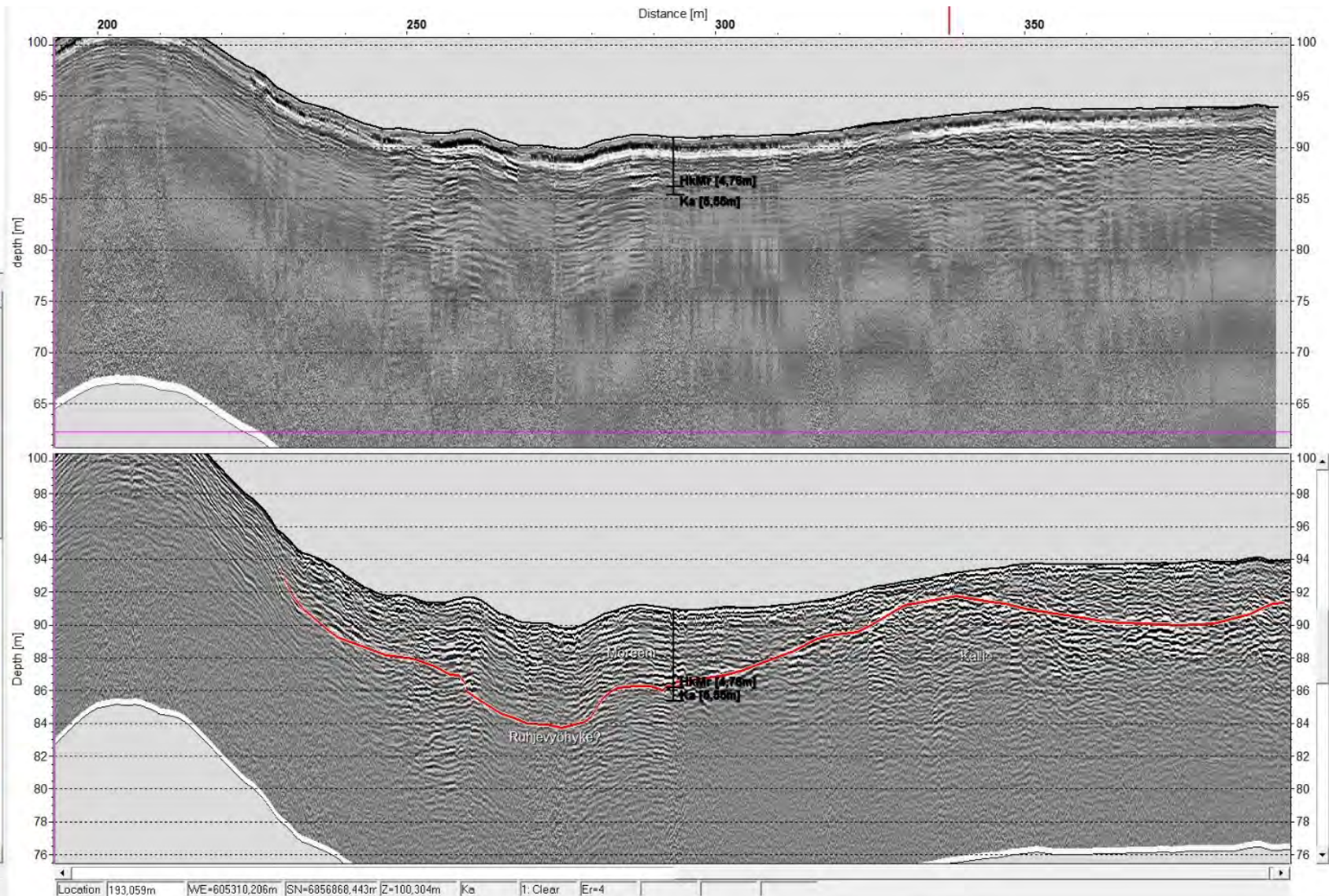
Tutkimusmenetelmät

- Geofysikaaliset menetelmät (jatkuu)
 - Maatutkaluotaus
 - Ns. Heijastusmenetelmä, jossa saadaan leikkauskuva maaperän sisäisestä rakenteesta
 - Lähetin ja vastaanotin samassa
 - Pystytään tulkitsemaan maalajiyksiköt, kallionpinta sekä pohjavedenpinta
 - Syvyysulottuvuus max. 30 m

Maatutkaluotaus linjakartta



Maatutkaluotaus



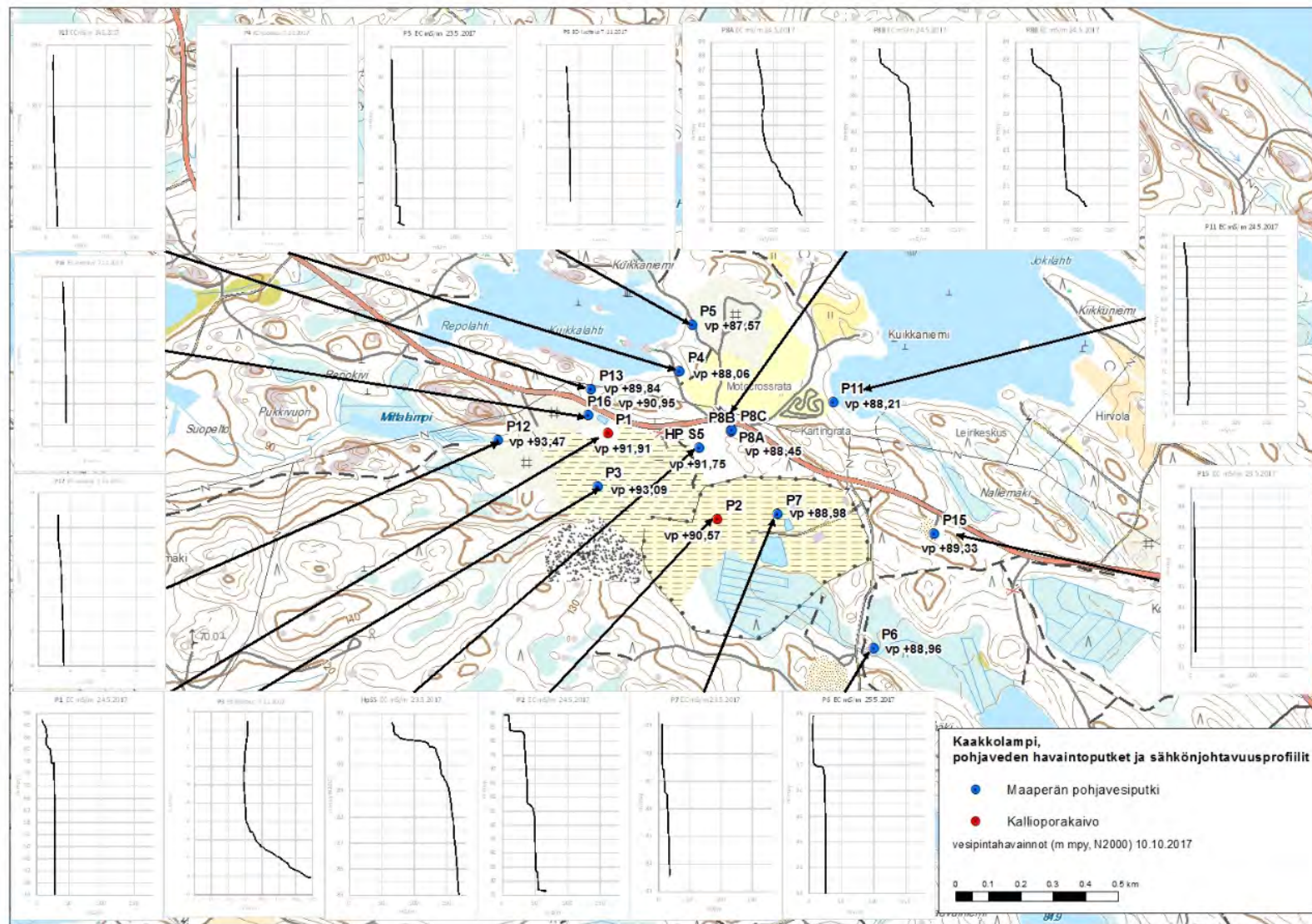
Tutkimusmenetelmät

- Geologiset menetelmät
 - Ilmakuvatulkinta, karttatulkinta ja korkeusmallitulkinta
 - Arvio pohjaveden liikesuunnista ja pohjaveden liikettä estävistä tekijöistä mm. kalliopaljastumat
 - Kairausten tulkinta
 - Saadaan varma tieto maalajeista ja kallionpinnan syvyydestä

Tutkimusmenetelmät

- Hydrogeologiset menetelmät
 - Sähkönjohtavuus- ja lämpötilaprofilointi pohjavesiputkissa
 - Saadaan kuva veden näennäisestä sähkönjohtavuudesta ja lämpötilasta syvyyden funktiona
 - Arvio pohjavesiputken veden laadusta
 - Ei kuitenkaan kerro suoraan kaatopaikan vaikutuksesta. Menetelmällä ei pystytä erottelemaan kaatopaikkavesiä muista vesistä.

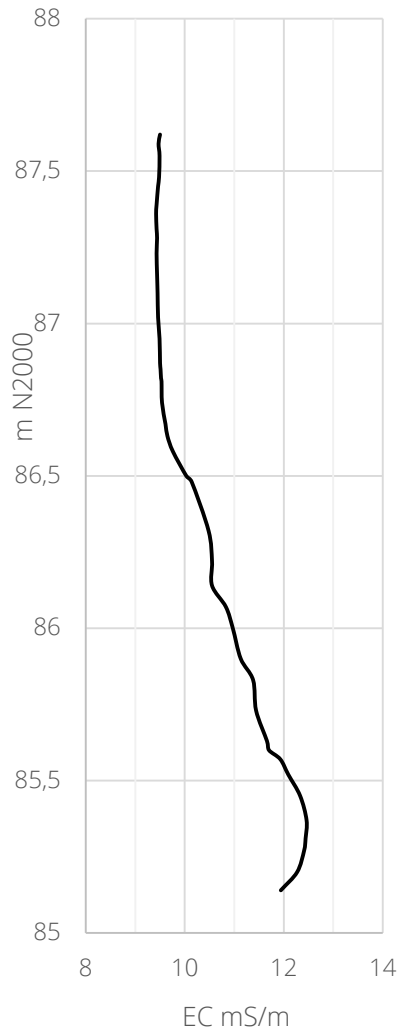
Havaintoputkien sähköjohtavuusprofilointi



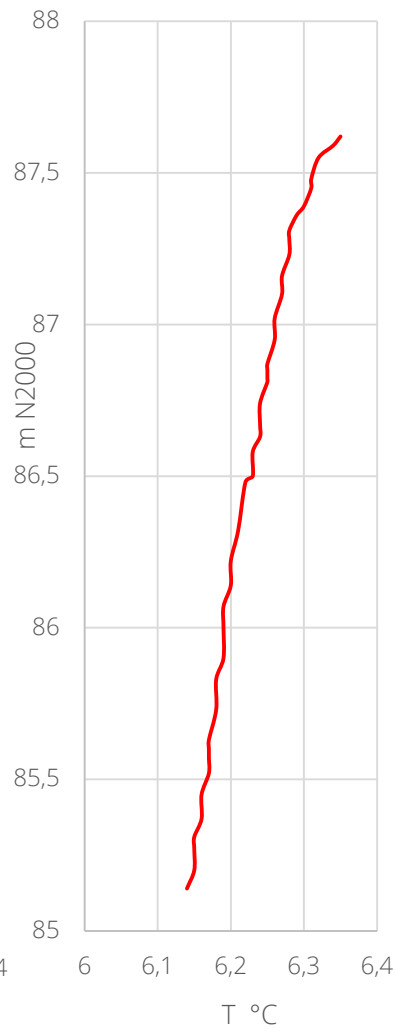
GTK
gtk.fi

Havaintoputkien sähköjohtavuusprofilointi

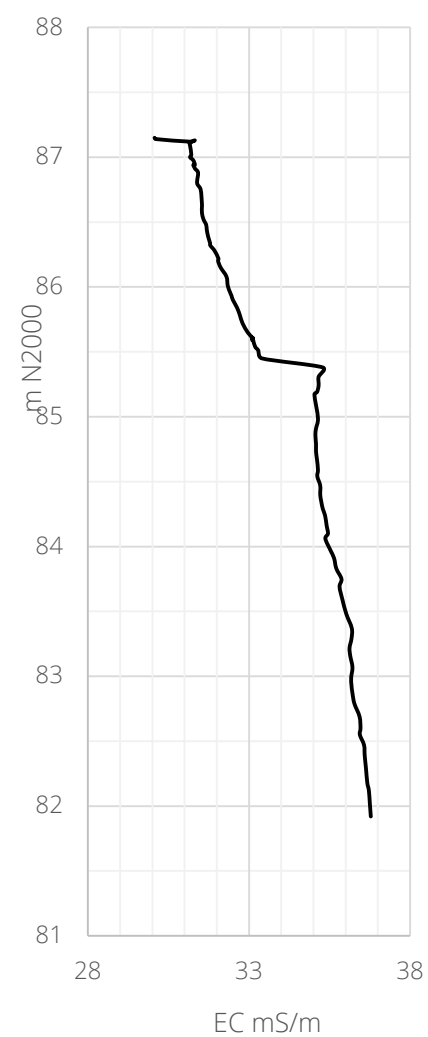
P4 EC-luotaus 7.11.2017



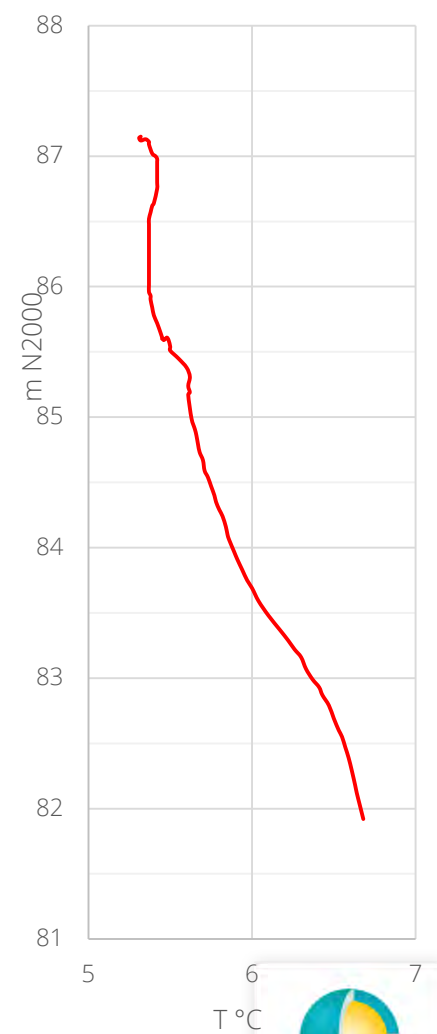
P4 T-luotaus 7.11.2017



P5 EC-luotaus 7.11.2017

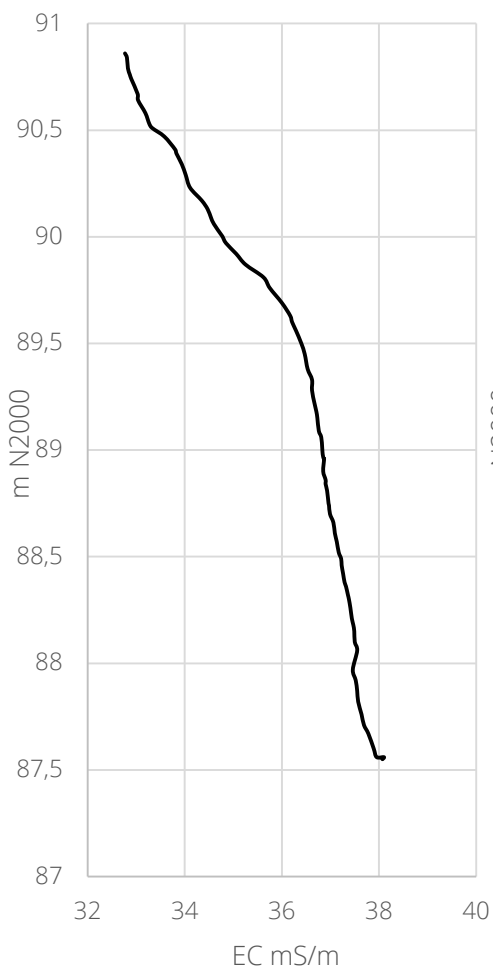


P5 T-luotaus 7.11.2017

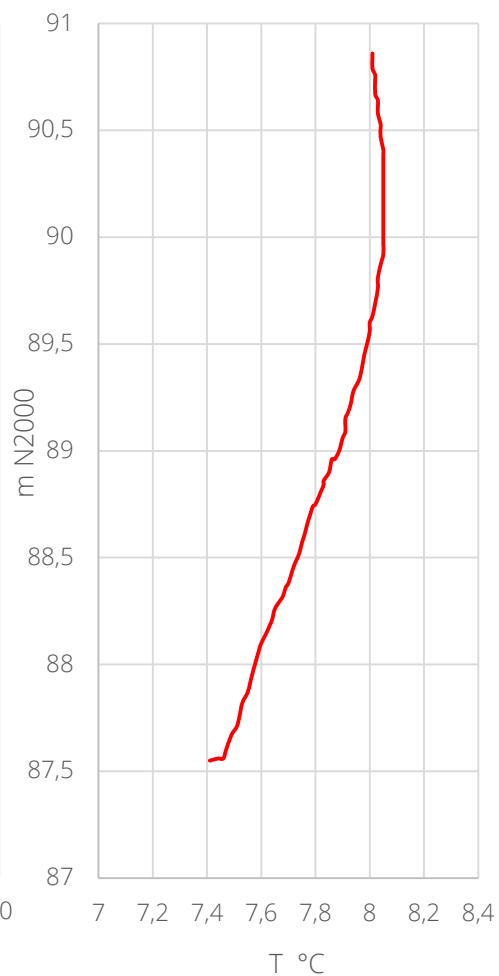


Havaintoputkien sähkönjohtavuusprofilointi

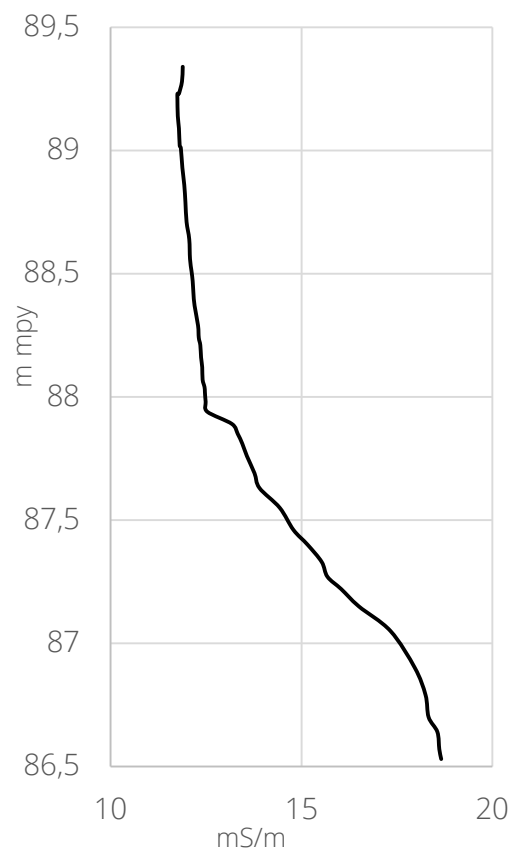
P16 EC-luotaus 7.11.2017



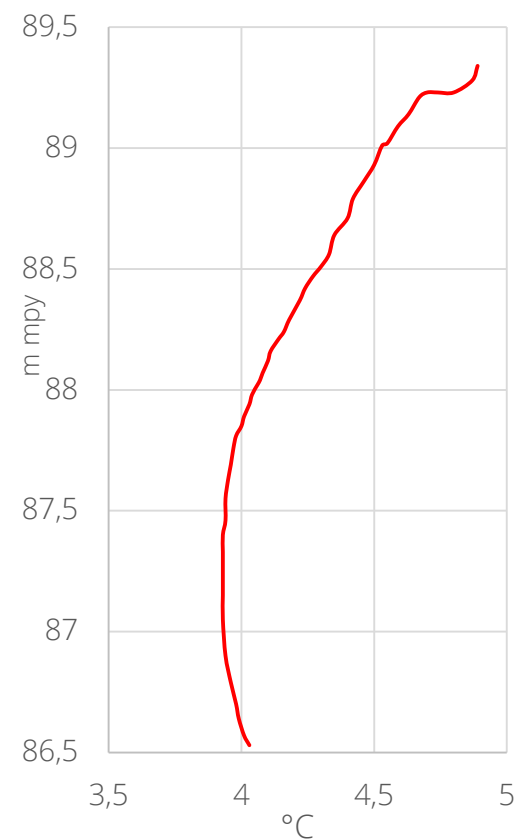
P16 T-luotaus 7.11.2017



P13 EC mS/m 24.5.2017



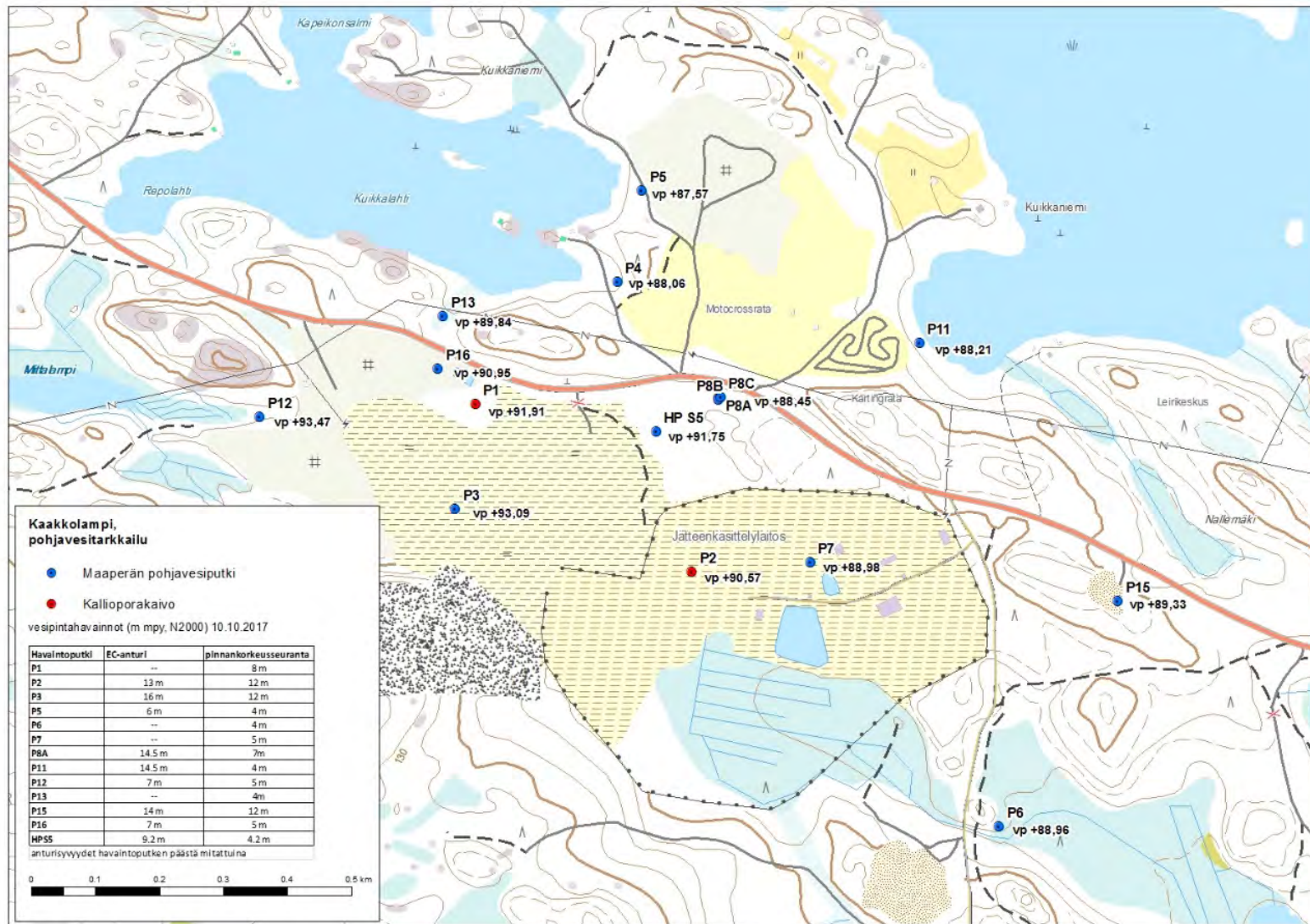
P13 T °C 24.5.2017



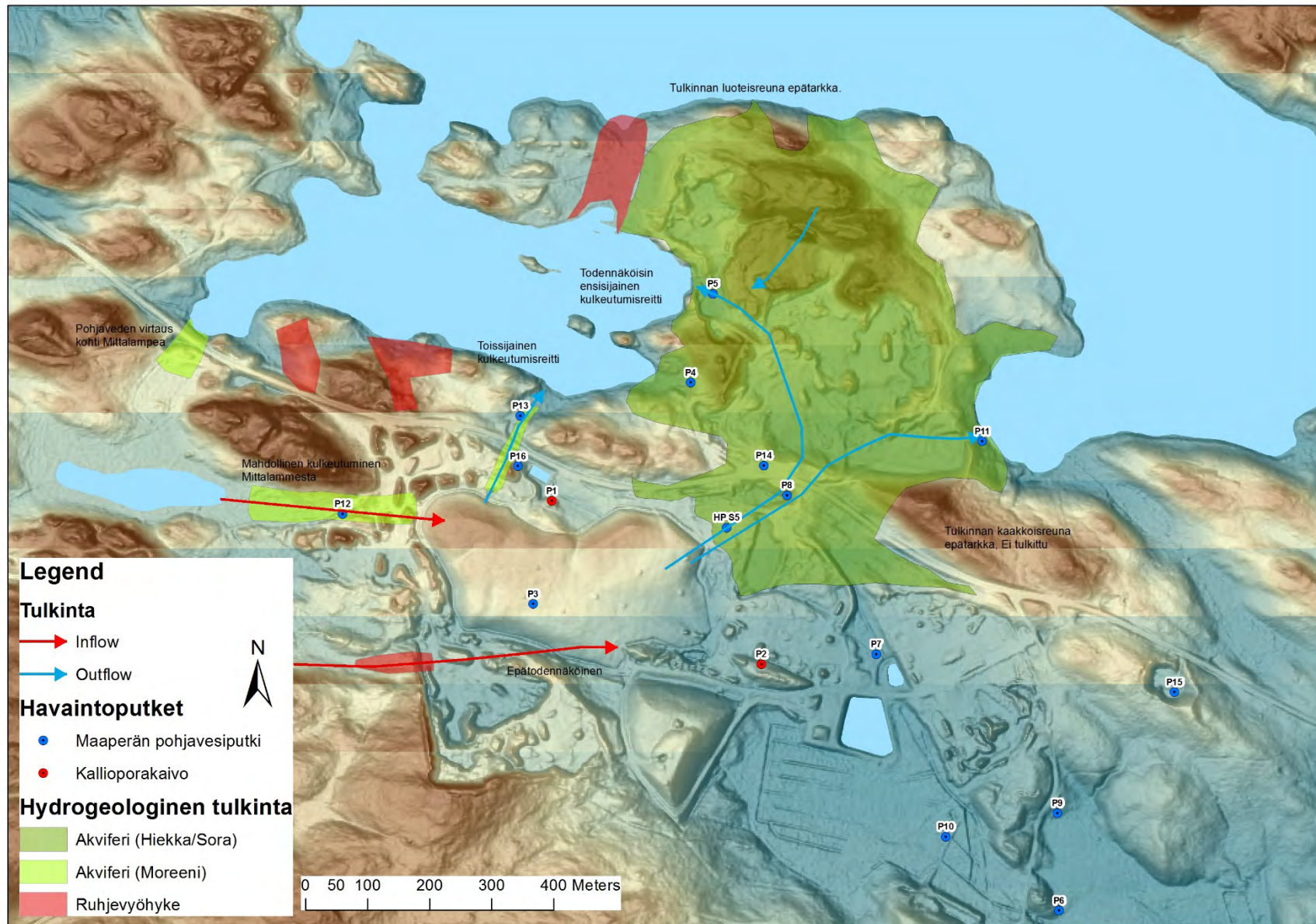
Tutkimusmenetelmät

- Hydrogeologiset menetelmät (jatkuu)
 - Pohjavedenpinnan monitorointi
 - Mittaukset profiloinnin yhteydessä
 - Pohjaveden virtausuunta
 - Jatkuvan monitoroinnin asentaminen marraskuussa 2017
 - tuloksia saadaan kesäkuussa 2018.
 - Sadannan vaikutus kaatopaikan vesitaseeseen.

Pohjaveden pinnankorkeuden ja sähkönjohtavuuden seurantaverkosto



Kokonaistulkinta



Johtopäätökset

- Kohonneet sähkönjohtavuudet havaintopisteillä P5 ja P16 viittaavat mahdollisiin kaatopaikkaveden kulkeutumisreitteihin Kuikkalahteen.
- Kulkeutuminen havaintopisteen P4 kautta on epävarmaa, mutta ei voida sulkea pois kairauksen mataluuden vuoksi.
 - Kulkeutumista ruhjevyöhykkeiden kautta Kuikkalahteen ei pystytä arvioimaan tässä tutkimuksessa
- Kaatopaikalle tulevan veden syytä ei pystytty selvittämään tässä tutkimuksessa
 - Kulkeutuminen mittalammen suunnasta on mahdollinen
 - Kulkeutumista ruhjevyöhykkeiden kautta ei pystytä arvioimaan