GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS
Yksikkö
Kuopio

50401-10119

Päivitetty 19.10.2016 (15.09.2016)

Vedenlaatumittaukset Sotkamon Nuasjärven purkuputken ympäristössä kesäkuussa 2016

Jari Mäkinen

Jouni Lerssi

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS **KUVAILULEHTI**

15.09.2016 / 50401-10119

Tekijät
Mäkinen Jari, Lerssi Jouni

Raportin laji
15.09.2016 / 50401-10119, Päivitetty 19.10.2016

Toimeksiantaja
Kainuun ELY-keskus

Raportin nimi
Vedenlaatumittaukset Nuasjärven purkuputken ympäristössä kesäkuussa 2016

Tiivistelmä
Terrafame Oy:n kaivosalueelta kulkeutuu vesiä Nuasjärveen sekä purkuputken että Jormasjoen kautta. Asian selvittämiseksi GTK toteutti Nuasjärvellä vedenlaatumittauksia kesäkuussa 2016. Mittauksissa hyödynnettiin sähkönjohtavuutta ja lämpötilaa mittaavaa CastAway-laitetta ja sähkömagneettista mittausta (GEM2) kaivosveden levinneisyyden kartoittamiseksi. Lisäksi syvänteiden vedenlaatua, sähkönjohtavuuden ja happipitoisuuden vaihtelua mitattiin YSI600-sensorilla kolmesta syvännepisteestä. Tutkimus sisälsi myös vesinäytteiden ottoa sulfaatin ja metallien pitoisuuksien selvittämiseksi.

Purkuputki syöttää elektrolyyttipitoista vettä Nuasjärveen ja pääosin vesi sekoittuu hyvin tuulisella säällä. Kuitenkin elektrolyyttipitoista vettä on aivan pohjan yläpuolella vaihtelevan paksuisena ja pohjan muotoja myötäilevänä kerroksena. Kohonneita elektrolyyttipitoisuuksia on purkuputken välittömässä läheisyydessä vahvimmillaan n. 1,5 m vyöhykkeenä, mutta kerros ohenee nopeasti etäisyyden kasvaessa. Sähköä johtavaa vettä on kertynyt purkuputken läheisten syvänteiden alusveteen. Purkuputkesta tulevien päästöjen kulkeutuminen ja suunta vaihtelee sulan aikaan pohjavirtauksien mukaan, joka puolestaan määräytyy vallitsevien tuulien suunnasta ja voimakkuudesta. Voidaan myös päätellä, että talviaikana purkuputkesta tulevat päästöt kulkeutuvat topografisia painanteita pitkin läheisiin syvänteisiin. Veden ominaissähkönjohtavuus kohoaa sekä purkuputken että Jormasjokisuun ympäristössä.Tutkimustulokset osoittavatkin, että Nuasjärven vedenlaatuun järven eteläosassa vaikuttaa merkittävästi myös Jormasjoen kautta tuleva kuormitus.

Nuasjärven alusveden laatua tulisi kartoittaa uudelleen joko syys- tai kevätkierron jälkeen. Ominaissähkönjohtavuuden alueellista ja vertikaalista jakaumaa sekä alusveden happipitoisuutta purkuputken ympäristössä tulisi selvittää myös lopputalvesta jäältä. Näin voitaisiin hahmottaa syyskierron toteutuminen sekä päästöjen päävirtaussuunta talviaikaan. Tutkimuksessa tulisi myös arvioida Jormasjoesta tulevan veden vaikutusta Nuasjärven vedenlaatuun.

Asiasanat (kohde, menetelmät jne.) Nuasjärvi, Terrafame Oy, purkuputki, vedenlaatu, Cast Away, GEM-2, sähkönjohtavuus			
Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä) Suomi, Sotkamo, Nuasjärvi			
Karttalehdet			
Muut tiedot			
Arkistosarjan nimi		Arkistotunnus GTK/744/03.02/2016	
Kokonaissivumäärä	Kieli	Hinta	Julkisuus
Yksikkö ja vastuualue		Hanketunnus	
Allekirjoitus/nimen selvennys Jari Mäkinen Jouni Lerssi Jouni Pihlaja		Allekirjoitus/nimen selvennys	

Sisällysluettelo

Kuvailulehti

1 Johdanto 5

2 Menetelmät 5

3 Tulokset 6

3.1 Cast Away mittaukset 6

3.2 YSI-mittaukset 7

3.3 Vesianalyysit 7

3.4 GEM-2 mittaustulokset ja tulkinta 7

4 Johtopäätökset 8

5 Tulevia tutkimuksia 8

6 LIITE 1 27

1 JOHDANTO

Tutkimuksessa tehtiin vedenlaatumittauksia ja vesinäytteenottoa keskittyen Terrafame Oy:n kaivosalueelta tulevan purkuputken välittömään läheisyyteen Nuasjärven itä- ja eteläosassa. Vertailun vuoksi muutamia vedenlaatumittauksia tehtiin myös Nuasjärven länsiosasta Rehjan alueelta (Kuva 1, Taulukko 1). Tutkimus oli Kainuun ELY-keskuksen tilaama ja tarkoituksena oli selvittää vedenlaatua purkuputken ympäristössä ja läheisissä syvänteissä. Keväällä suoritetuissa mittauksissa oli ilmennyt, että täyskierto ei ulottunut läheisiin syvänteisiin ja elektrolyyttejä runsaasti sisältävää vettä oli jäänyt alusveteen. Tämä tutkimus tehtiin pääosin 13. - 14.06.2016. Muutamia Cast Away-tarkistusmittauksia tehtiin 21.06.2016. Mittausajankohtaa edeltävinä viikkoina tuulet olivat olleet suhteellisen voimakkaita ja jolloin veden kierto olisi odotusten mukaan ollut tehokkainta. Tutkimuspäivinä tuulisuus kuitenkin laantui n. 0 – 3 m/s, joten työskentely voitiin suurimmaksi osaksi tehdä suotuisissa olosuhteissa.

2 MENETELMÄT

Suurin osa vedenlaatumittauksista tehtiin Cast Away-sondilla (Kuva 2, http://www.sontek.com/productsdetail.php?CastAway-CTD-11), joka mittaa vesirungosta lämpötilan, ominaissähkönjohtavuuden ja syvyyden. Tarkoituksena oli mitata ominaissähkönjohtavuuden vaihteluja ja näin kuvata elektrolyyttipitoisuuksia (mm. sulfaatti) vedessä. Puuskittainen tuuli kuitenkin vaikeutti ajoittain työskentelyä, jolloin kaikki luotaukset eivät ulottuneet pohjaan asti. Lisäksi vedenlaatumittauksia tehtiin YSI600-sondilla (https://www.ysi.com/products/multiparameter-sondes) kolmesta syvännepisteestä, joista kaksi oli seurantapisteiden kohdalla (NJ23 ja NJ35, Kuva 1). Vesinäytteitä otettiin viidestä pisteestä, joista kolme sijoittui YSI-mittauspisteiden kohdalle (Kuva 1). Vesinäytteitä otettiin kolmelta syvyydeltä: 1m, keskisyvyys ja n. 1 m pohjan yläpuolelta. Vedestä tehtiin alkuainemääritykset (Totaali ja liukoinen, LIITE 1, Labtium Oy).

Sähkömagneettiset GEM-2 mittaukset tehtiin purkuputkesta laskettavan kaivosveden leviämisen kartoittamiseksi. GEM-2 on uuden sukupolven digitaalinen, taajuusalueessa toimiva, laajakaistainen sähkömagneettinen mittalaite (kuva 10). Laitteella kartoitetaan sähkönjohtavuutta. Laite toimii 300 – 96000 Hz:n taajuusalueella, josta 3 – 10(5) –taajuutta voidaan mitata samanaikaisesti. Laitteen kelaväli (lähetin-vastaanotin) on 1.66 m. Laitteen syvyysulottuvuus on suurimmillaan noin 10 m, riippuen maankamaran sähkönjohtavuudesta, kohteen koosta ja sähkömagneetisista häiriötekijöistä (esim. sähkölinjat yms.). Mittauksessa lähetetään lähetinkelalla 3 – 5 eritaajuuksista sähkömagneettista primääriaaltoa. Primääriaalto indusoi maankamaraan pyörrevirtoja, joista aiheutuu sekundäärikenttä, joka mitataan vastaanotinkelalla. Mittaus on jatkuvaa, joten normaalikävelyvauhdilla pisteväliksi saadaan 5-15 cm. Paikkatieto tallettuu bluetooth GPS:stä mittaustuloksiin. Laite soveltuu erinomaisesti mm. (metalli)esineiden etsintään, ympäristö-kontaminaatioiden kartoittamiseen, maankamaran pintaosien kartoitukseen ja jään paksuuden mittaamiseen.

Tässä tutkimuksessa GEM-2 mittalaitteella mitattiin 15.6. 2016 12 profiilia Terrafame Oy:n Nuasjärven purkuputken suun ympäristössä. (kuva 9). Tarkoituksena oli selvittää voidaanko GEM-2 laitteella paikallistaa ja rajata putkesta purkautuvan hyvin sähköä johtavan kaivosveden levinneisyys. Käytetty taajuuskombinaatio oli: 1475, 5825, 22225 ja 75525 Hz (up4). Mittaukset kestivät päivän ja ne suoritti Jouni Lerssi. Mittausvenettä vetävää moottorivenettä ohjasivat Jari Mäkinen ja Matti Partanen.

3 TULOKSET

3.1 Cast Away mittaukset

Vesirungon mittauksia Cast Away-sondilla tehtiin 220 pisteestä, joista kolme Rehjanselällä, kaksi Rimpilänsalmen kohdalla ja loput purkuputken ulostulon ympäristössä tai järven etelärannassa (Kuva 1). Yleispiirteenä oli, että harppauskerros oli Rehjanselällä n. 14 - 15 m syvyydessä kun taas purkuputken lähistöllä olevissa syvänteissä n. 17,5 m syvyydessä. Rehjan puolella alusvesi on vaihtunut kevätkierrossa eikä ole kontaminoitunut kuten purkuputken lähellä olevissa syvänteissä.

Nuasjärven itäpuolella purkuputken lähistöllä veden pintaosa < 5 m syvyyteen asti oli melko homogeeninen, sillä suurimmassa osassa havaintoja ominaissähkönjohtavuus vaihteli välillä 60 – 70 µS/cm eikä suuria vertikaalisia vaihteluita esiintynyt. Ominaissähkönjohtavuus veden pintaosassa kasvoi kuitenkin siirryttäessä kohti Jormasjokisuuta ja sen itäpuoleista rantaa (Kuva 3). Mittauksista voi selkeästi päätellä, että tällä alueella oleva kohonnut sähkönjohtavuus johtui Jormasjoelta tulevasta kuormituksesta. Kohonneet arvot Jormasjokisuun itäpuolella johtunevat luoteistuulista, jotka suuntasivat Jormasjoesta tulleen veden virtausta kohti itää.

Siirryttäessä pohjanläheiseen kerrokseen tilanne muuttuu monimutkaisemmaksi, sillä ominaissähkönjohtavuus kohoaa sekä purkuputken että Jormasjokisuun ympäristössä (Kuvat 4 ja 5). Jormasjoen ympäristössä koko vesirunko < 5 m syvyydeltä on sekoittunut tuulten vaikutuksesta mutta purkuputken läheisyydessä ominaissähkönjohtavuus kohoaa yleensä vasta pohjanläheisessä osassa ja voimistuu syvyyden lisääntyessä (Kuva 6). Purkuputken välittömässä läheisyydessä alusveden ominaissähkönjohtavuus on kohonnut n. 1,0 – 1,5 m vahvuudelta, mutta siirryttäessä kauemmaksi kerros ohenee n. 0,5 m vahvuiseksi, myötäillen pohjan muotoja (Syvyys 5 – 10 m). Suurimmillaan ominaissähkonjohtavuus oli 259 µS/cm, n. 100 m putken itäpuolella. Kohonnutta alusveden sähkönjohtavuutta esiintyy myös purkuputken pohjoisosassa kohti syvännettä (Kuva 5). Turbulenttisten virtausten vuoksi pohjalta saattaa kulkeutua elektrolyyttipitoista vettä ylemmäksi, jolloin ominaissähkönjohtavuuden vertikaalivaihtelu voi olla useampihuippuista (piste 2, Kuva 7). Virtausten vuoksi ominaissähkönjohtavuusarvot voivat vaihdella lateraalisuunnassa myös ajan suhteen. Kuvassa 7 tulee esille, kuinka yhden vuorokauden aikana lähes samoissa kohdissa pohjanläheisen veden ominaissähkönjohtavuus voi muuttua merkittävästi (pisteet 3 ja 4).

3.2 YSI-mittaukset

YSI-mittausten mukaan tilanne syvänteissä NJ23 ja NJ35 on saman tyyppinen; eli alusvesi n. 17 m alapuolella sisältää runsaasti elektrolyyttejä, koska ominaissähkönjohtavuus oli enimmillään 438 µS/cm (Kuva 8). Alusvesi on kuitenkin hapellinen (n. 9 mg/l), jolloin redox-potentiaali (ORP) on positiivinen. Samalla kuitenkin pH laskee syvänteissä. Alin pH-lukema oli 6,0. Täyskierto on siten ulottunut purkuputken länsi- ja luoteispuoleisiin syvänteisiin n. 17 m syvyyteen saakka.

Pisteessä NJX vedenlaatu on lähes muuttumaton koko vesirungon mitalta (n. 17 m), mutta lievää ominaissähkönjohtavuuden kasvua välillä 7 – 12 m (66 µS/cm) on havaittavissa. Pisteessä ominaissähkönjohtavuus on pintaosassa (< 7 m) ja syvemmällä (> 12 m) tasolla 61 - 62 µS/cm (Kuva 8). Todennäköisesti kysymyksessä on lounaassa n. 1,5 km etäisyydellä olevasta purkuputkesta peräisin oleva laimentunut vesimassa.

3.3 Vesianalyysit

Kokonaisuudessaan alkuaine-, anioni ja DOC-pitoisuudet olivat kaikkialla Nuasjärvellä alhaisemmat kuin Jormasjoen jokisuulta otetussa näytteessä. Kuitenkaan mitään merkittäviä haitta-ainepitoisuuksia ei näytteissä esiintynyt. Pisteiden NJ23 ja NJ35 kohdalla kerrostuneisuus näkyi selvästi veden koostumuksessa. Nikkeli, sinkki ja sulfaattipitoisuudet olivat syvänteissä enimmillään 5 ja 6 µg/l (totaali) sekä 57 mg/l (Liite 1). Vesinäytteet n. 150 m etäisyydellä purkuputkesta (2016_10) eivät myöskään sisältäneet merkittäviä määriä nikkeliä, sinkkiä (< 5 µg/l) tai sulfaattia (21 mg/l), joten vesi purkuputken läheisyydessä n. 10 m syvyyteen saakka sekoittuu tuulisella säällä hyvin. Mainittakoon, että pisteestä 2016_10 otettu syvin näyte edustaa n. 0,5 m pohjan yläpuoleista vettä.

3.4 GEM-2 mittaustulokset ja tulkinta

Seuraavassa esitetään mittauksissa saadut vasteet väripintakarttoina korkeimman taajuuden (75525 Hz) imaginäärikomponentin osalta sekä korkeimman taajuuden komponenteista (reaali ja imaginääri) laskettu näennäinen sähkönjohtavuus (kuvat 11 – 16). Mittauslinjat on esitetty ohuena mustana viivana. Reaalikomponenteissa näkyvät hyvät pinnanläheiset anomalian aiheuttajat (mm. kaapelit, putket, metalliesineet…). Imaginäärikomponenteissa näkyvät laaja-alaisemmat ja heikommin sähköäjohtavat anomalian aiheuttajat (mm. putkesta purkautuva kaivosvesi). Kvalitatiivinen tulkinta on merkitty karttoihin. Korkeilla taajuuksilla tietoa saadaan maankamaran (veden) pintaosista (≈ 0 - 4 m) ja matalilla taajuuksilla maankamaran syvemmistä osista (≈ 4 – 10 m) sekä pohjasedimentistä. Purkuputken ympäristön syvänteen sähköä johtavampi kerros näkyy parhaiten korkean taajuuden (75525 Hz) imaginäärikomponentissa (kuvat 11, 12 ja 13). Matalammat taajuudet tunkeutuvat syvemmälle. Tämän vuoksi vasteista lasketussa sähkönjohtavuudessa (kuvat 14, 15 ja 16) näkyy pohjasedimentin vaikutus (sähkönjohtavuuden kasvu) matalamman veden alueilla.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Nuasjärven eteläosassa, purkuputken läheisissä syvänteissä oleva alusvesi ei ole vaihtunut kevään 2016 täyskierron aikana, mutta toksisia alkuainepitoisuuksia vedessä ei esiintynyt. Alusvesi ei ollut myöskään hapetonta.

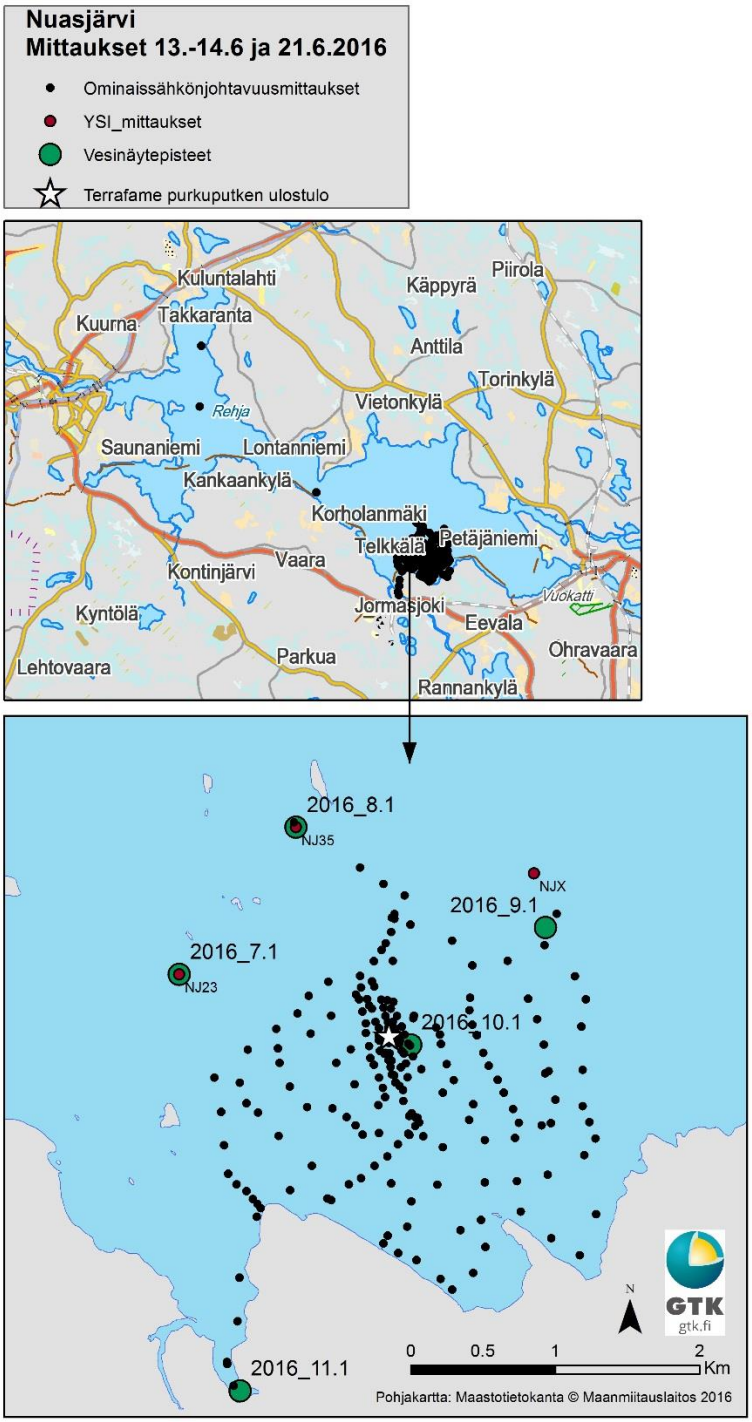
Terafame Oy:n kaivosalueelta tuleva purkuputki syöttää elektrolyyttipitoista vettä Nuasjärveen, ja pääosin vesi sekoittuu hyvin tuulisella säällä. Kuitenkin elektrolyyttipitoista vettä on aivan pohjan yläpuolella vaihtelevan paksuisena ja pohjan muotoja myötäilevänä kerroksena. Kohonneita elektrolyyttipitoisuuksia on purkuputken välittömässä läheisyydessä vahvimmillaan n. 1,5 m mutta kerros ohenee nopeasti etäisyyden kasvaessa. Purkuputkesta tulevien päästöjen kulkeutuminen ja suunta vaihtelee sulan aikaan pohjavirtauksien mukaan, joka puolestaan määräytyy vallitsevien tuulien suunnasta ja voimakkuudesta. Voidaan myös päätellä, että talviaikana purkuputkesta tulevat päästöt kulkeutuvat topografisia painanteita pitkin läheisiin syvänteisiin.

GEM-2 tulosten perusteella voidaan sanoa, että purkuputkesta purkautuva hyvin sähköä johtavan kaivosveden levinneisyys voidaan kartoittaa monitaajuisilla sähkömagneettisilla GEM-2 –mittauksilla (ks. kuvat 11 – 16).

5 TULEVIA TUTKIMUKSIA

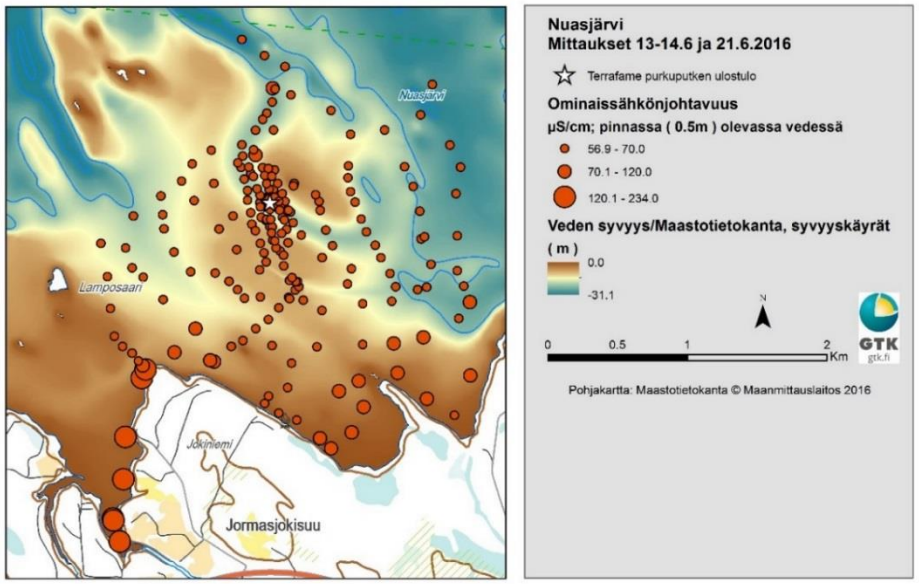
Pohjan lähellä olevan veden laatua tulisi kartoittaa uudelleen joko syys- tai kevätkierron jälkeen. Erityisesti tulisi ottaa huomioon myös Rehjanselän käyttäytyminen täyskierron aikana suhteessa Nuasjärven itäosaan ja sen syvänteisiin. Tarkentavia GEM-2 lisämittauksia olisi tarve tehdä purkuputken pään lähiympäristössä (kuva 17).

Ominaissähkönjohtavuuden alueellista ja vertikaalista jakaumaa purkuputken ympäristössä tulisi selvittää myös lopputalvesta jäältä. Detaljin kuvan avulla voisi hahmottaa päästöjen päävirtaussuuntaa talviaikaan. Tutkimuksessa tulisi myös arvioida Jormasjoesta tulevan veden vaikutusta vedenlaatuun.

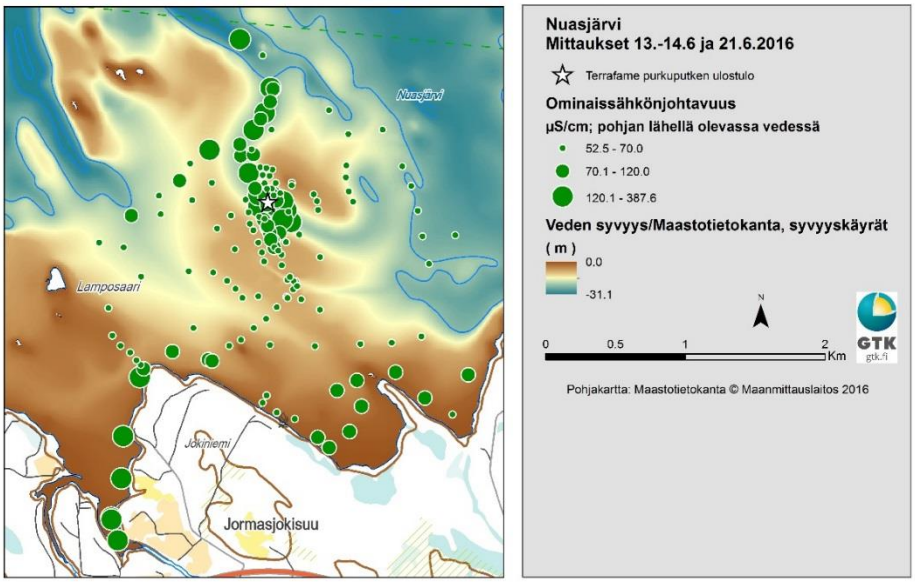


Kuva 1. Tutkimusalue ja tutkimuspisteet. Tunnukset 2016_7.1 jne. ovat vesinäytteiden tunnuksia (Taulukko 1, Liite 1). YSI-mittaustulokset kuvassa 8.

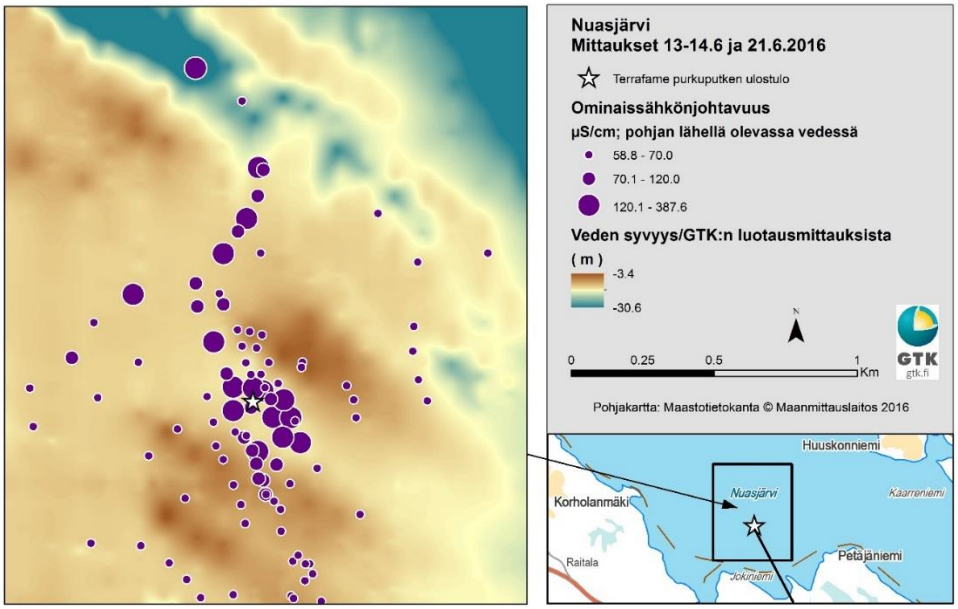
Kuva 2. Cast Away-sondi, joka mittaa veden lämpötilan, ominaissähkönjohtavuuden ja syvyyden.



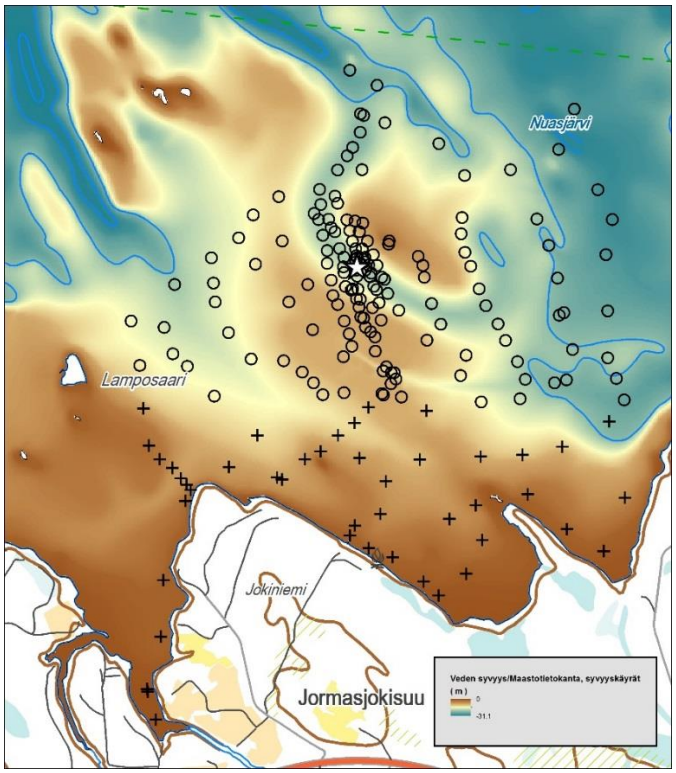
Kuva 3. Ominaissähkönjohtavuus n. 0,5 m syvyydessä.

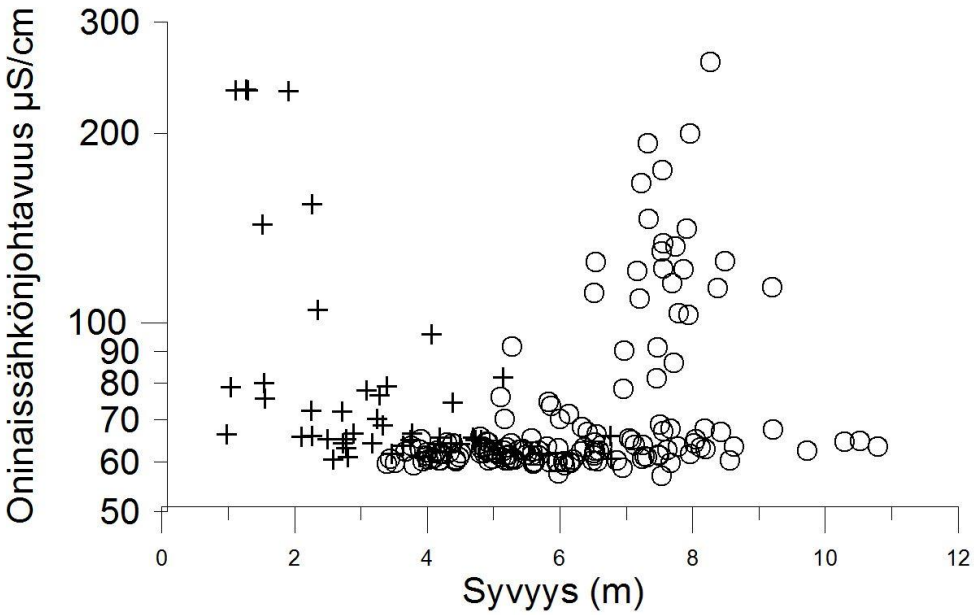


Kuva 4. Ominaissähkönjohtavuus pohjan lähellä olevassa vedessä.

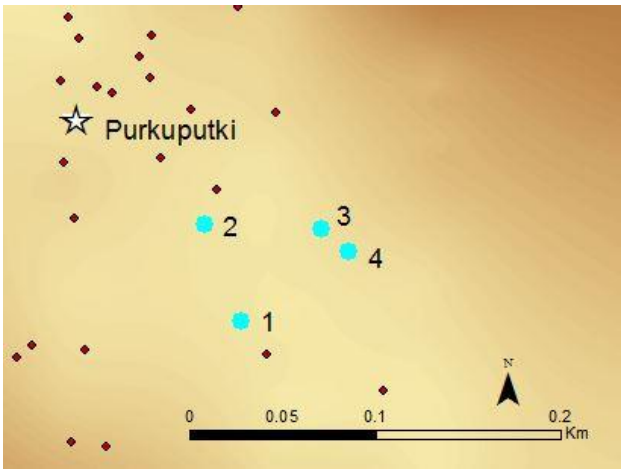


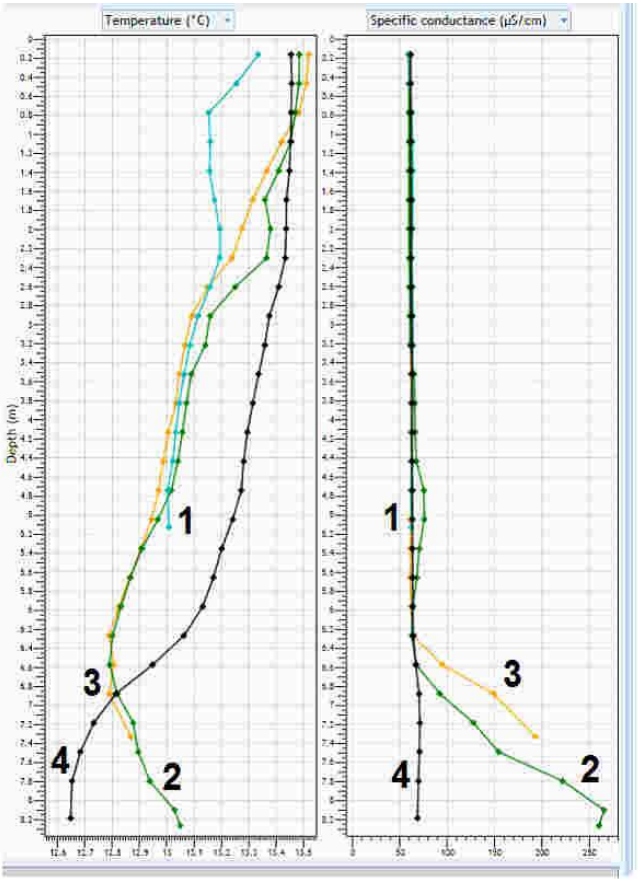
Kuva 5. Ominaissähkönjohtavuus pohjan lähellä olevassa vedessä purkuputken lähistöllä.



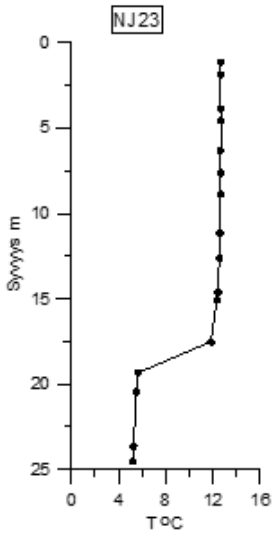


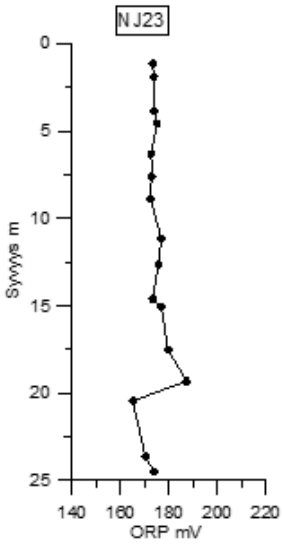
Kuva 6. Ominaissähkönjohtavuus pohjan lähellä olevassa vedessä syvyyden funktiona. Jormasjoen jokisuu ja järven eteläosa (risti) ja purkuputken ympäristö (pallo).

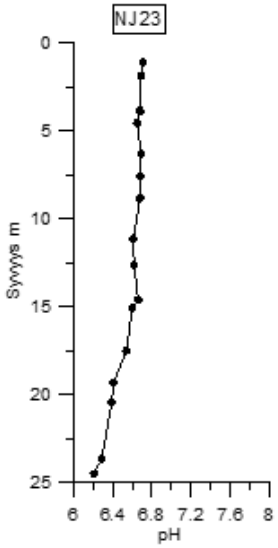


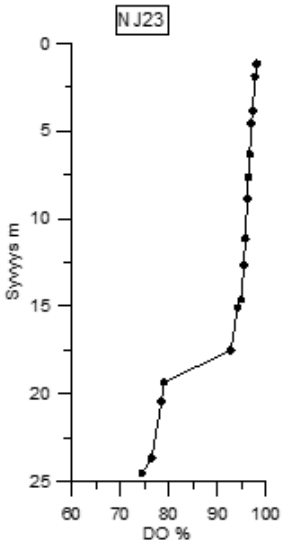


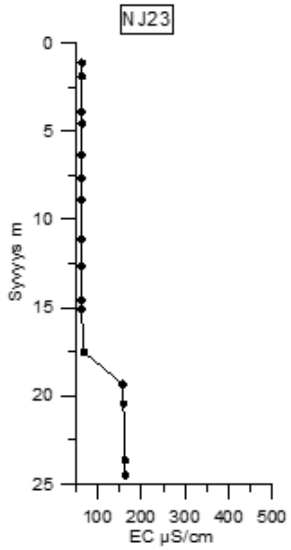
Kuva 7. Neljän purkuputken lähellä olevan mittauspisteen lämpötila (vas) ja ominaissähkönjohtavuus (oik) vesirungossa. Kohonnutta ominaissähkönjohtavuutta n. 1,5 vahvuisessa pohjakerroksessa. Pisteessä 2 on ominaissähkönjohtavuuden vaihtelu kaksihuippuista: kohoamista n. 5 m syvyydellä ja kasvua uudestaan n. 6,5 m syvyydeltä alkaen. Pisteiden 1, 2 ja 3 mittaukset on tehty 13.06.2016 ja pisteen 4 mittaus seuraavana päivänä 14.06.2016. Tulosten mukaan pisteiden 3 ja 4 kohdalla elektrolyyttejä sisältävä vesi on korvautunut puhtaammalla vedellä yhden vuorokauden aikana.

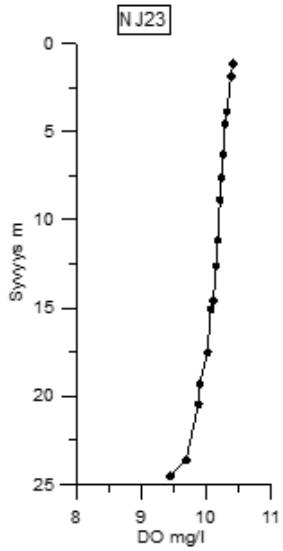

NJ23
Syvyys m
T °C
0 4 8 12 16
0 5 10 15 20 25

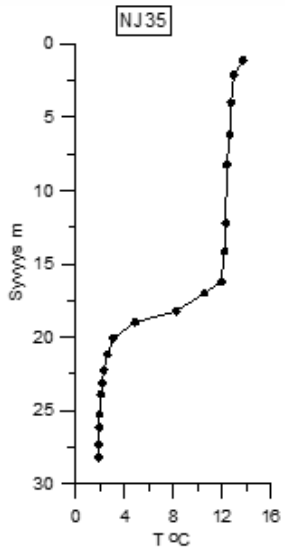

NJ23
Syvyys m
ORP mV
140 160 180 200 220
0 5 10 15 20 25

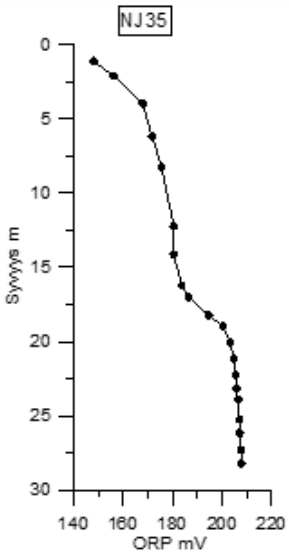

NJ23
Syvyys m
pH
6 6.4 6.8 7.2 7.6 8
0 5 10 15 20 25

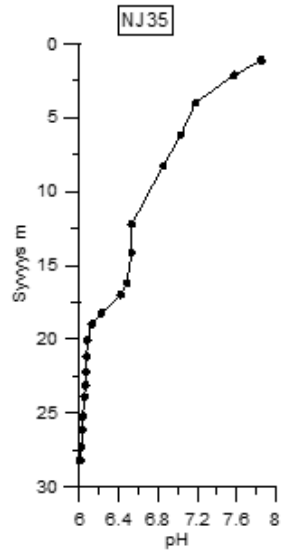

NJ23
Syvyys m
DO %
60 70 80 90 100
0 5 10 15 20 25

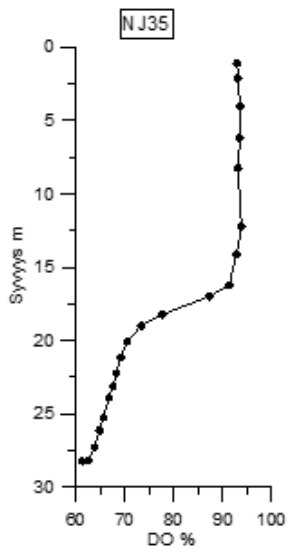

NJ23
Syvyys m
EC µS/cm
100 200 300 400 500
0 5 10 15 20 25

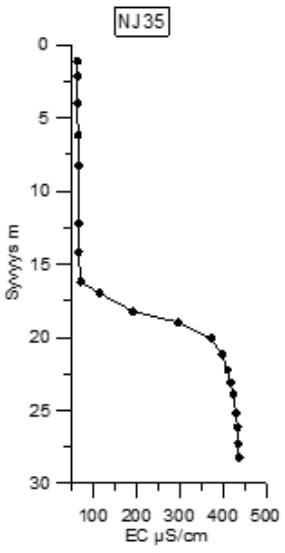

NJ23
Syvyys m
DO mg/l
8 9 10 11
0 5 10 15 20 25

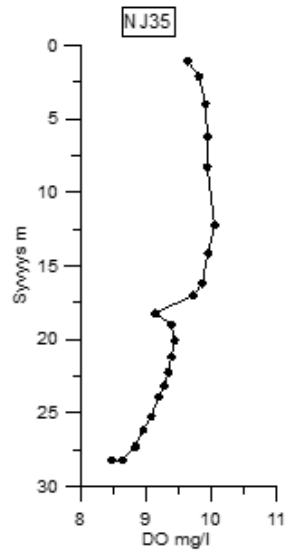

NJ35
Syvyys m
0
5
10
15
20
25
30
0
4
8
12
16
T °C

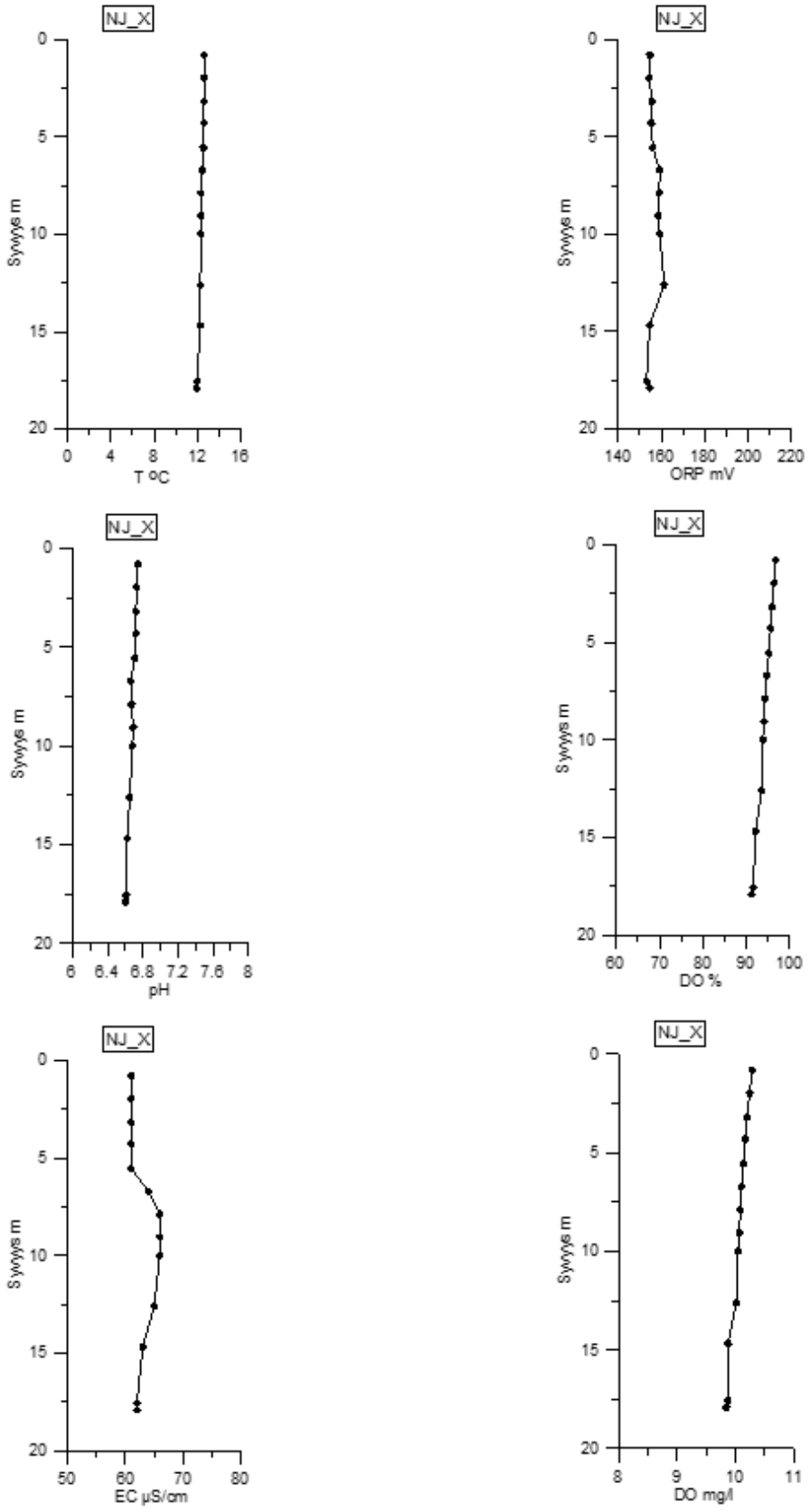

NJ35
Syvyys m
0
5
10
15
20
25
30
140
160
180
200
220
ORP mV


NJ35
Syvyys m
0
5
10
15
20
25
30
6
6.4
6.8
7.2
7.6
8
pH

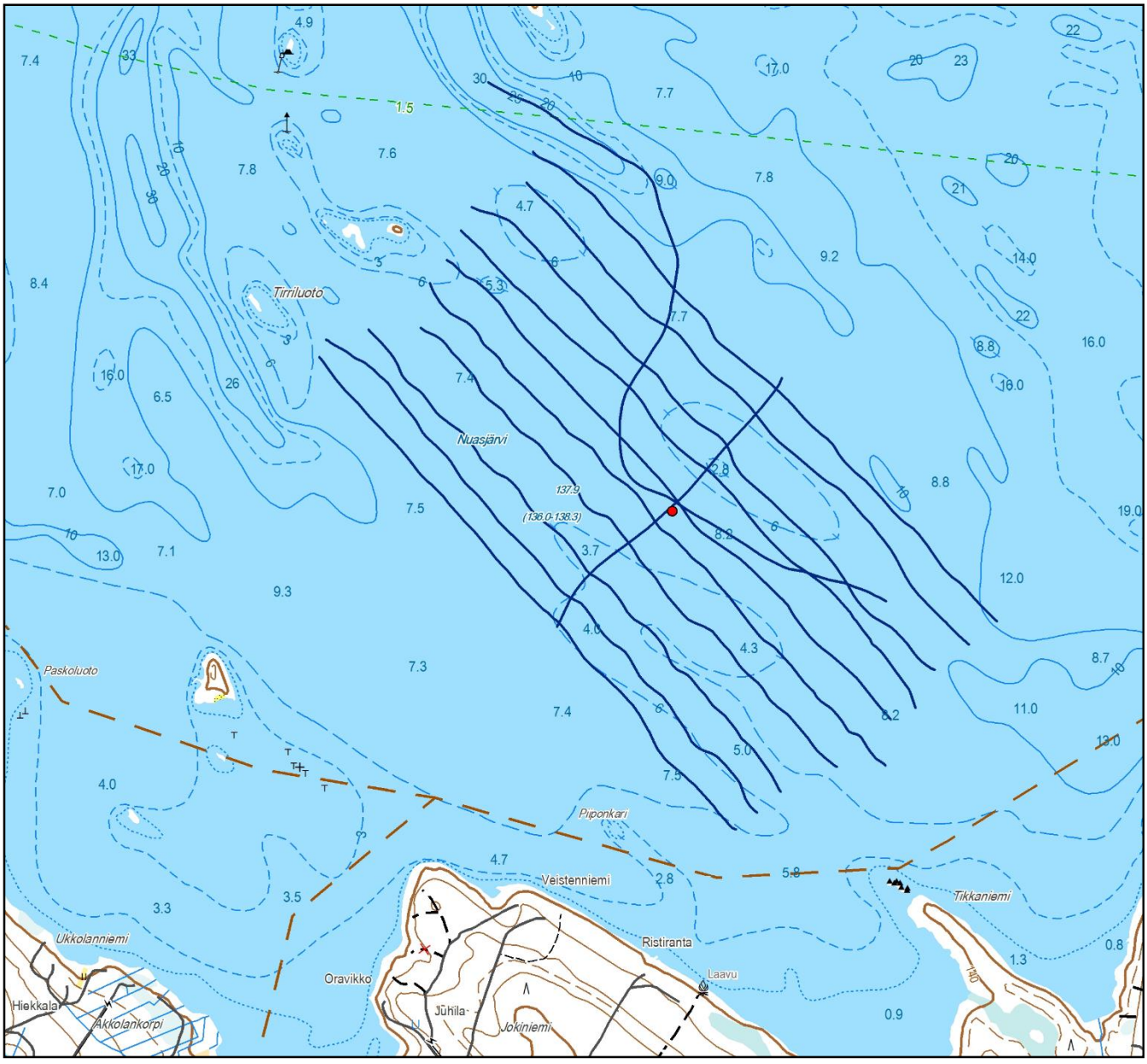

NJ35
Syvyys m
0
5
10
15
20
25
30
60
70
80
90
100
DO %


NJ35
Syvyys m
0
5
10
15
20
25
30
100
200
300
400
500
EC µS/cm


NJ35
Syvyys m
0
5
10
15
20
25
30
8
9
10
11
DO mg/l

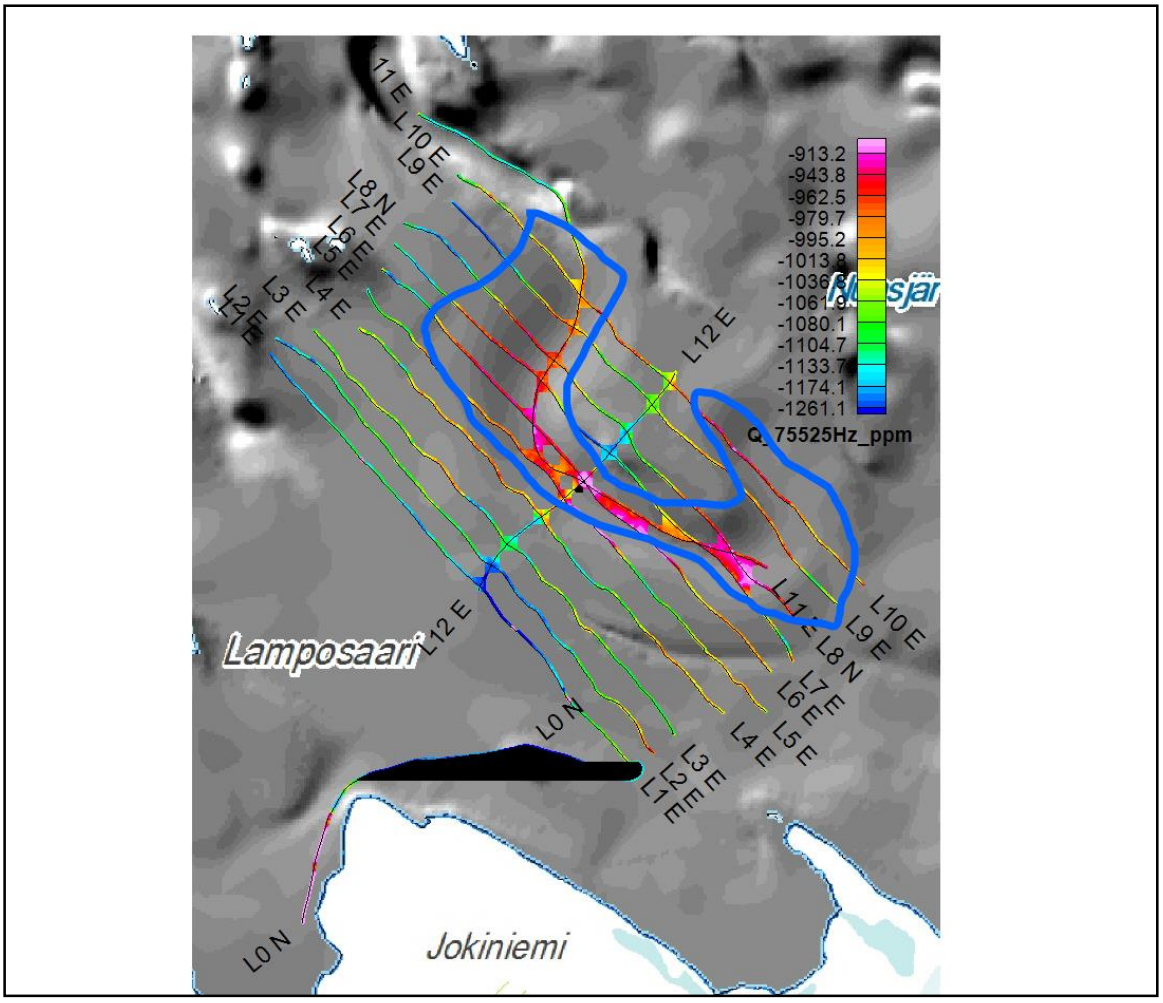


Kuva 8. YSI-mittausprofiilit. Mittauspisteet kuvassa 1.

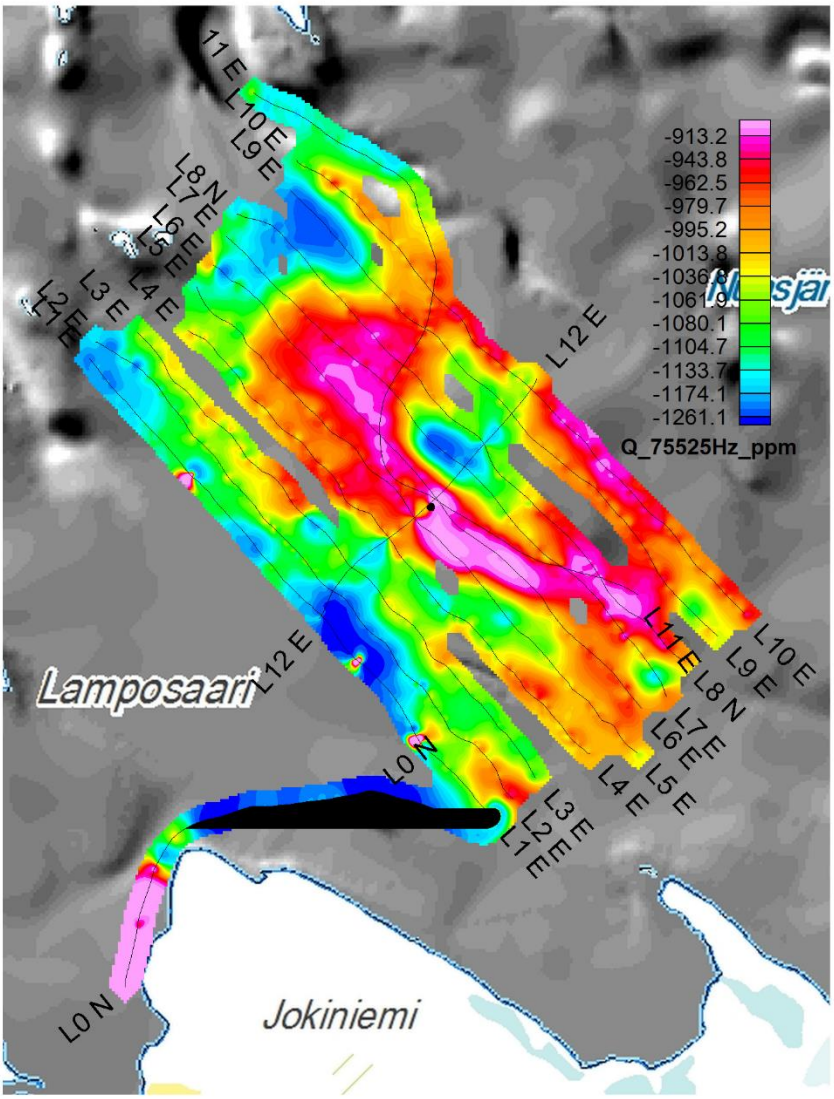


Kuva 9 Tutkimuksessa mitatut GEM-2 linjat. Purkuputken pää merkitty punaisella ympyrällä.

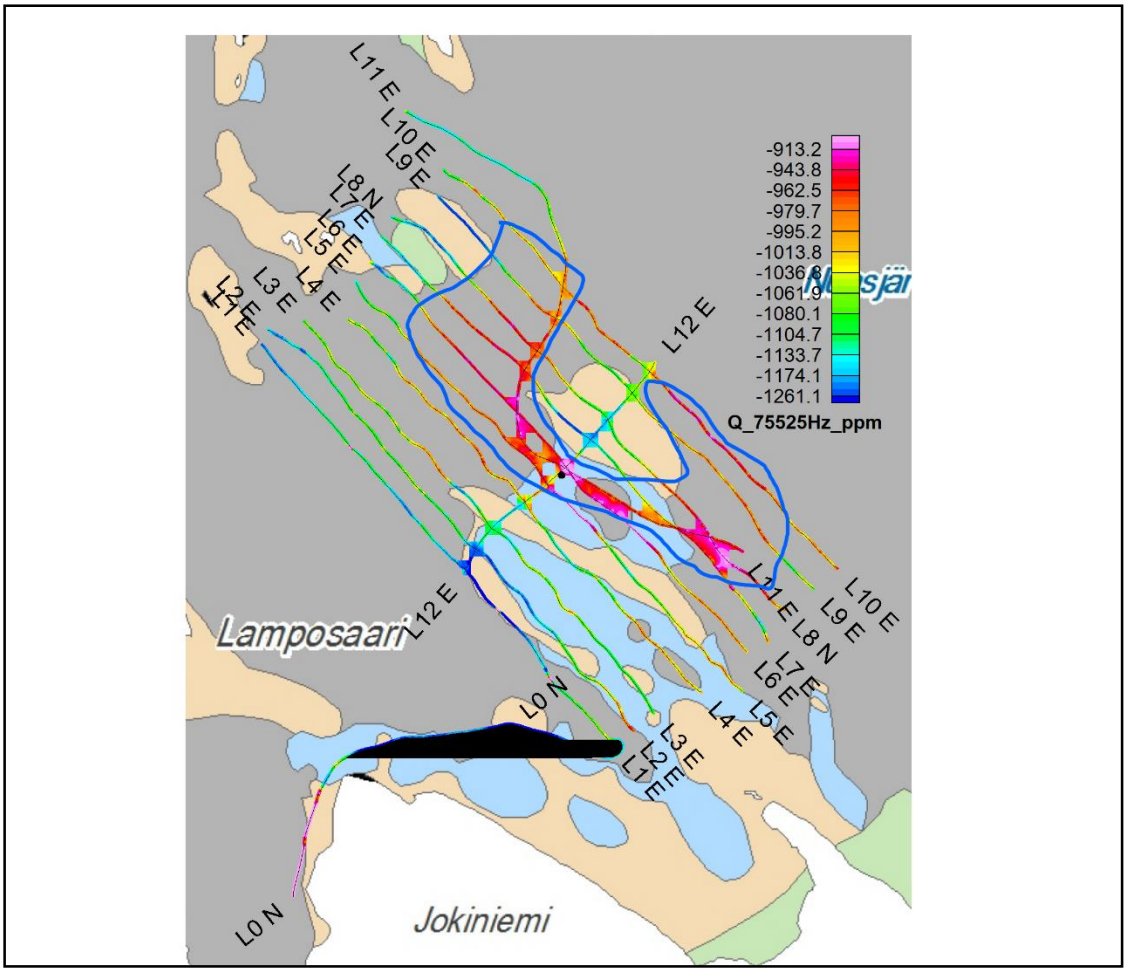
Kuva 10. GEM-2 mittausta veneessä.



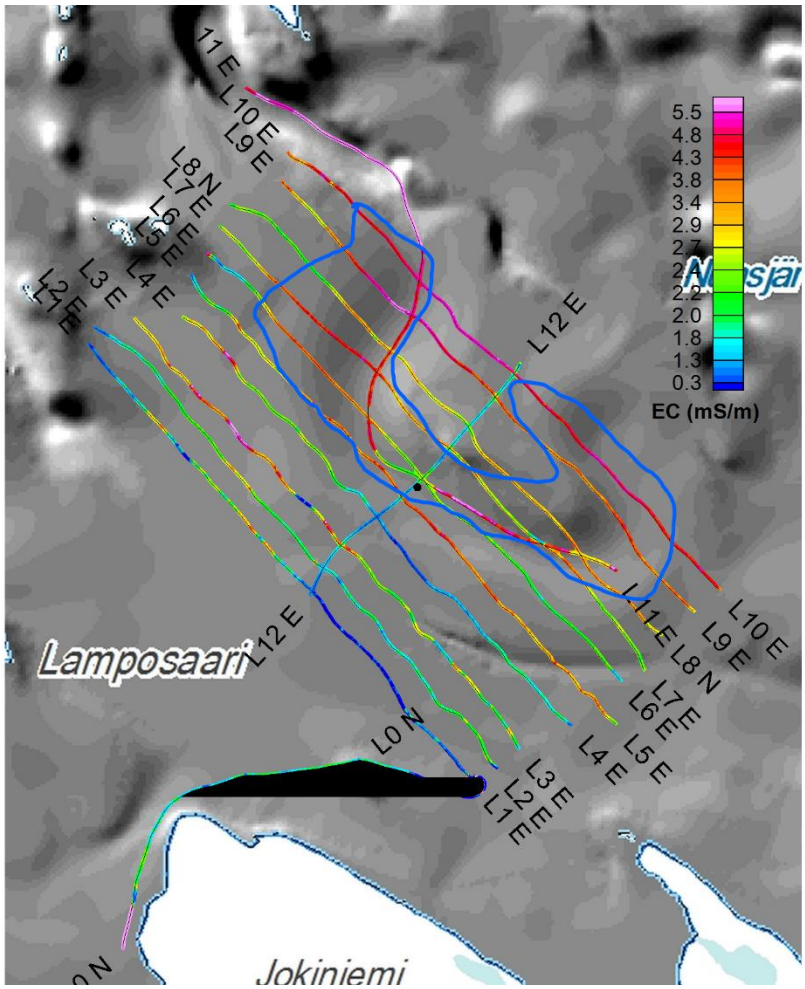
Kuva 11. Imaginäärikomponenttivaste taajuudella 75525 Hz. Anomaalinen alue rajattu sinisellä.



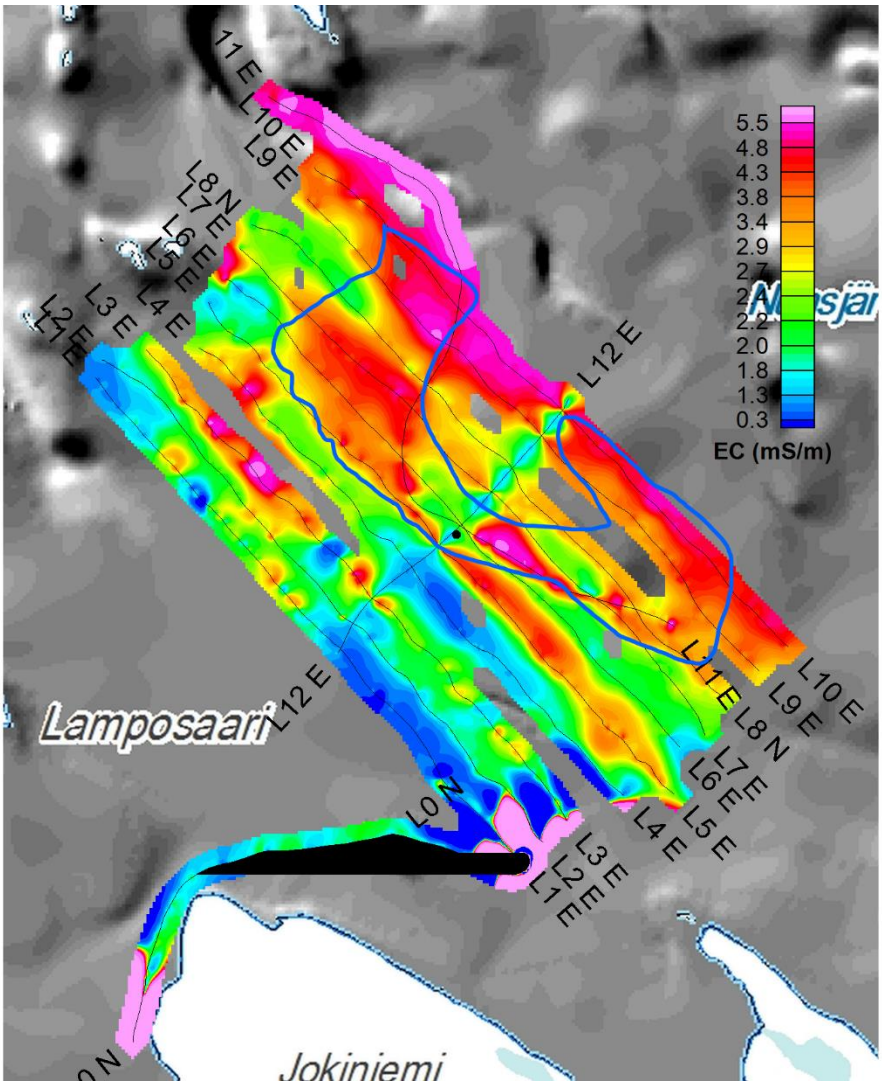
Kuva 12. Imaginäärikomponenttivaste taajuudella 75525 Hz. Laajennettu gridi.



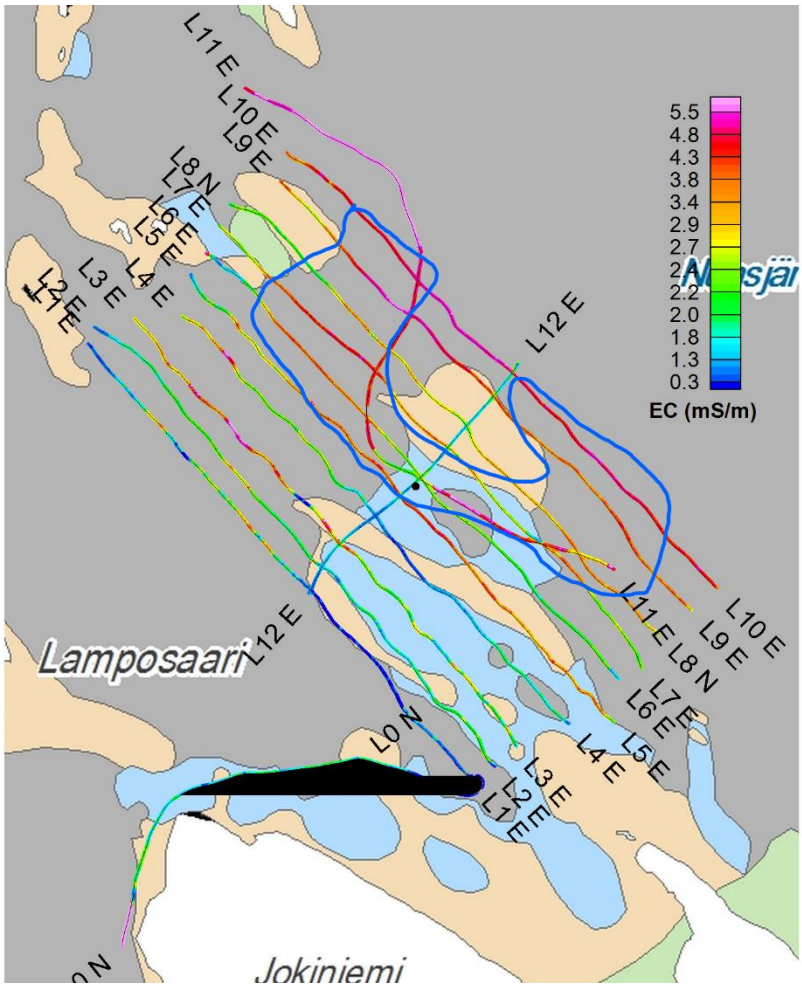
Kuva 13. Imaginäärikomponenttivaste taajuudella 75525 Hz pohjamaalaji taustakuvana. Anomaalinen alue rajattu sinisellä.



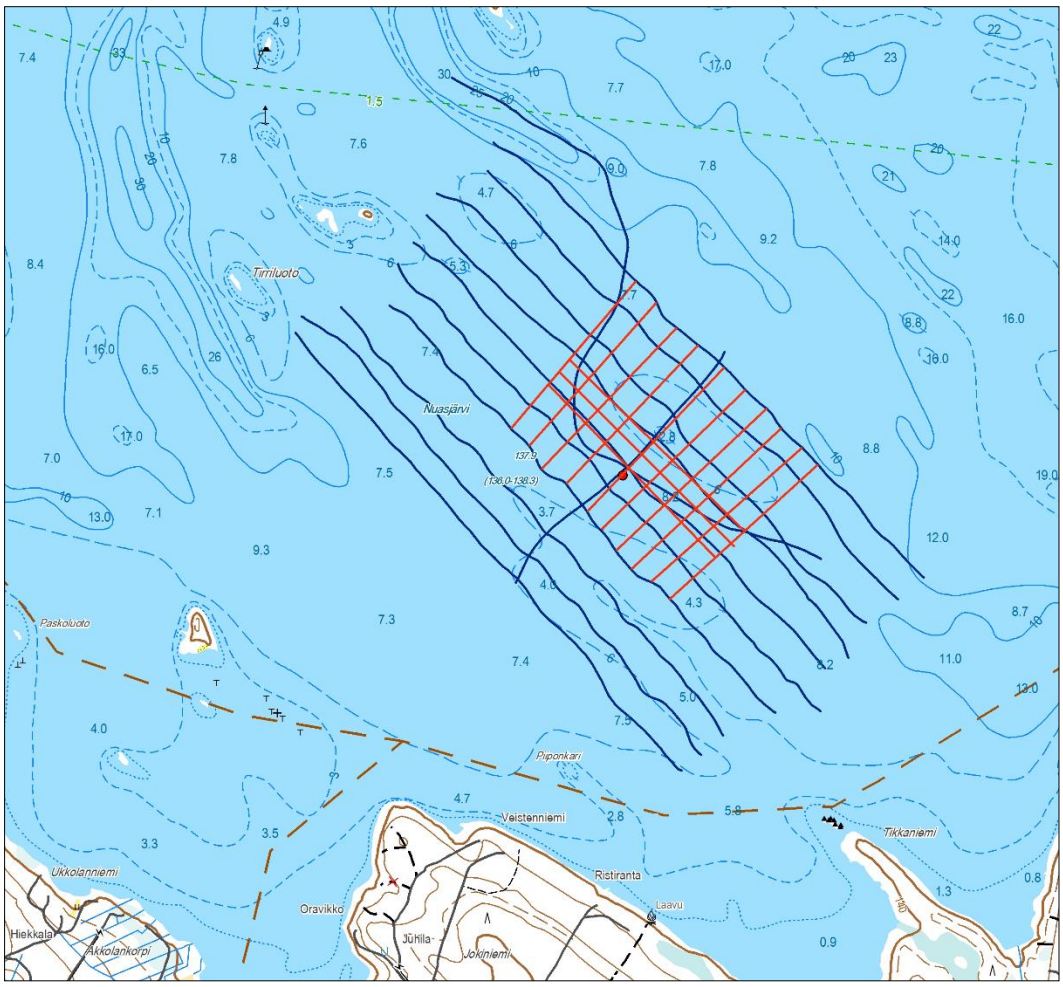
Kuva 14. Vasteista laskettu sähkönjohtavuus. Anomaalinen alue rajattu sinisellä.



Kuva 15 Vasteista laskettu sähkönjohtavuus. Laajennettu gridi.



Kuva 16. Vasteista laskettu sähkönjohtavuus pohjamaalaji taustakuvana. Anomaalinen alue rajattu sinisellä.



Kuva 17. Ehdotus mahdollisiksi lisämitauksiksi; merkitty kuvaan punaisella.

Taulukko 1. Vesinäytteenottopisteiden (LIITE 1) ja YSI-sondimittauspisteiden koordinaatit

Vesinäyte	YSI-mittaus	Y_KKJ	X_KKJ	X_Euref	Y_Euref
2016_7.1	NJ23	3552340	7117850	552147	7114870
2016_8.1	NJ35	3553150	7118870	552956	7115890
2016_9.1		3554880	7118174	554686	7115194
2016_10.1		3553945	7117361	553751	7114382
2016_11.1		3552761	7114960	552567	7111982
	NJX	3554800	7118551	554606	7115571

19.10.2016

6 LIITE 1

139M, monialkuainemääritys ICP-MS-tekniikalla, liukoinen, SFS-EN ISO 17294-2;

139P, monialkuainemääritys ICP-OES-tekniikalla, liukoinen, SFS-EN ISO 11885;

142L, liuenneen orgaanisen hiilen (DOC) määritys, SFS-EN 1484;

143R, anionien määritys IC-tekniikalla; SFS-EN-ISO 10304-1;

150M, monialkuainemääritys märkäpoltetusta vesinäytteestä ICP-MS-tekniikalla, totaali, SFS-EN ISO 17294-2;

Näytepisteiden 2016-7.1, 2016-8.1, 2016-9.1, 2016-10, 2016-11.1 sijainti kuvassa 1 ja taulukossa 1. Kussakin sarjassa näytteet 2016-7.1, 2016-7.2 ja 2016-7.3 edustavat 1 m syvyyttä, keskivedensyvyyttä ja 1 m pohjan yläpuoleista vettä.

Suorite	139M	139M	139M	139M	139M	139M	139M	139M	139M	139M	139M	139M	139M	139M	139M	139M
Parametri	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	I	Li	Mn	Mo	Ni
Määritysraja	>0.01	>1	>0.05	>5	>0.05	>0.05	>0.5	>0.02	>0.02	>0.2	>0.1	>2	>0.1	>0.02	>0.02	>0.05
Näytetunnus	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
VE_JEM$-2016-7.1	<0.01	79.7	0.48	<5	7.67	<0.05	3.36	<0.02	0.02	0.38	0.63	3.99	1.12	11.5	<0.02	1.42
VE_JEM$-2016-7.2	<0.01	81.9	0.40	<5	7.89	<0.05	2.47	<0.02	0.02	0.38	0.63	3.22	1.17	12.7	<0.02	1.47
VE_JEM$-2016-7.3	<0.01	91.0	0.39	<5	9.69	<0.05	1.59	0.02	0.06	0.36	0.65	3.48	2.58	95.7	<0.02	2.71
VE_JEM$-2016-8.1	<0.01	80.4	0.33	<5	7.54	<0.05	1.58	<0.02	0.02	0.38	0.60	2.97	1.07	11.1	<0.02	1.43
VE_JEM$-2016-8.2	<0.01	82.9	0.32	<5	7.91	<0.05	1.65	<0.02	0.02	0.39	0.63	2.96	1.09	12.6	<0.02	1.40
VE_JEM$-2016-8.3	<0.01	86.0	0.40	<5	9.24	<0.05	2.39	<0.02	0.07	0.41	0.65	2.87	1.97	63.3	<0.02	1.80
VE_JEM$-2016-8.4	<0.01	81.4	0.30	<5	8.02	<0.05	1.33	<0.02	0.04	0.39	0.60	2.90	1.49	33.7	<0.02	1.57
VE_JEM$-2016-9.1	<0.01	79.3	0.28	<5	7.66	<0.05	1.19	<0.02	0.02	0.39	0.60	2.75	1.07	13.8	<0.02	1.36
VE_JEM$-2016-9.2	<0.01	81.6	0.29	<5	7.76	<0.05	1.13	<0.02	0.02	0.39	0.60	2.86	1.14	12.6	<0.02	1.40
VE_JEM$-2016-9.3	<0.01	79.6	0.30	<5	7.83	<0.05	1.17	<0.02	0.03	0.38	0.60	2.73	1.04	31.3	<0.02	1.40
VE_JEM$-2016-10.1	<0.01	80.7	0.28	<5	7.73	<0.05	1.12	<0.02	0.02	0.38	0.60	2.73	1.09	13.5	<0.02	1.37
VE_JEM$-2016-10.2	<0.01	78.3	0.27	<5	7.64	<0.05	1.08	<0.02	0.02	0.38	0.60	2.74	1.12	13.7	<0.02	1.39
VE_JEM$-2016-10.3	<0.01	81.5	0.25	<5	7.89	<0.05	0.82	<0.02	0.02	0.39	0.60	2.80	1.24	21.6	<0.02	1.41
VE_JEM$-2016-11.1	<0.01	97.0	0.23	<5	10	<0.05	1.01	0.06	0.1	0.27	1.02	3.53	4.48	45.9	<0.02	7.30

19.10.2016

Suorite	139M	139M	139M	139M	139M	139M	139M	139M	139M	139M	139M	139P	139P	139P	139P	139P
Parametri	P	Pb	Rb	Sb	Se	Sr	Th	Tl	U	V	Zn	Ca	Fe	K	Mg	Na
Määritysraja	>20	>0.05	>0.01	>2	>0.5	>0.1	>2	>0.01	>0.01	>0.05	>0.2	>0.1	>0.03	>0.01	>0.05	>0.2
Näytetunnus	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
VE_JEM$-2016-7.1	<20	0.06	1.33	<2	<0.5	15.5	<2	<0.01	0.05	0.59	5.4	5.2	0.33	0.48	1.41	4.5
VE_JEM$-2016-7.2	<20	0.06	1.34	<2	<0.5	16.0	<2	<0.01	0.05	0.46	4.6	4.8	0.25	0.47	1.31	4.2
VE_JEM$-2016-7.3	<20	0.06	1.89	<2	<0.5	25.0	<2	<0.01	0.05	0.89	11.6	11.9	0.38	0.65	2.28	11.1
VE_JEM$-2016-8.1	<20	0.05	1.32	<2	<0.5	15.5	<2	<0.01	0.05	0.33	3.2	4.5	0.24	0.48	1.24	4.0
VE_JEM$-2016-8.2	<20	0.06	1.35	<2	<0.5	15.8	<2	<0.01	0.05	0.53	4.0	5.0	0.29	0.47	1.38	4.3
VE_JEM$-2016-8.3	<20	0.08	1.61	<2	<0.5	20.5	<2	<0.01	0.05	0.60	5.2	8.8	0.34	0.54	1.69	8.0
VE_JEM$-2016-8.4	<20	0.06	1.5	<2	<0.5	18.3	<2	<0.01	0.05	0.38	5.2	6.9	0.28	0.51	1.52	6.2
VE_JEM$-2016-9.1	<20	0.06	1.3	<2	<0.5	15.3	<2	<0.01	0.05	0.93	6.0	4.8	0.26	0.44	1.32	4.2
VE_JEM$-2016-9.2	<20	0.06	1.36	<2	<0.5	16.2	<2	<0.01	0.05	0.99	5.0	4.9	0.25	0.43	1.33	4.3
VE_JEM$-2016-9.3	<20	0.06	1.3	<2	<0.5	15.3	<2	<0.01	0.05	1.14	5.5	4.8	0.29	0.46	1.34	4.2
VE_JEM$-2016-10.1	<20	0.06	1.33	<2	<0.5	15.8	<2	<0.01	0.05	1.07	4.4	4.6	0.23	0.52	1.3	4.2
VE_JEM$-2016-10.2	<20	0.06	1.33	<2	<0.5	15.7	<2	<0.01	0.05	1.03	6.5	5.0	0.3	0.56	1.39	4.5
VE_JEM$-2016-10.3	<20	0.06	1.42	<2	<0.5	16.7	<2	<0.01	0.05	0.75	5.5	5.3	0.25	0.54	1.37	4.8
VE_JEM$-2016-11.1	<20	<0.05	3.02	<2	<0.5	35.2	<2	<0.01	0.06	0.18	23.9	18.2	0.27	0.91	3.43	20.5

Suorite	139P	139P	142L	143R	143R	143R	143R	143R	150M	150M	150M	150M	150M	150M	150M	150M
Parametri	S	Si	DOC	Br	Cl	F	NO3	SO4	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Bi	Cd
Määritysraja	>1	>0.1	>0.2	>0.1	>0.2	>0.1	>0.2	>0.1	>0.1	>10	>0.2	>10	>1	>0.5	>5	>0.2
Näytetunnus	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
VE_JEM$-2016-7.1	6.3	2.6	2.6	<0.1	0.78	<0.1	0.38	19	1	87	14.2	<10	8.8	0.81	630	3.9
VE_JEM$-2016-7.2	6.8	2.6	4.4	<0.1	0.77	<0.1	0.38	19	0.38	106	2.69	<10	8.9	<0.5	106	3.1
VE_JEM$-2016-7.3	19.0	2.9	4.0	<0.1	0.92	<0.1	0.58	54	0.19	119	1.48	<10	10.1	<0.5	68	2.8
VE_JEM$-2016-8.1	6.9	2.6	2.3	<0.1	0.77	<0.1	0.38	18	0.14	98	0.77	<10	8.3	<0.5	54	2.7
VE_JEM$-2016-8.2	6.2	2.6	4.8	<0.1	0.77	<0.1	0.38	19	<0.1	101	0.46	<10	8.1	<0.5	43	2.4
VE_JEM$-2016-8.3	13.9	2.6	3.4	<0.1	0.9	<0.1	0.49	57	<0.1	100	<0.2	<10	9.8	<0.5	36	2.4
VE_JEM$-2016-8.4	10.4	2.6														
VE_JEM$-2016-9.1	6.6	2.6	2.3	<0.1	0.76	<0.1	0.37	18	<0.1	100	<0.2	<10	7.6	<0.5	40	1.4
VE_JEM$-2016-9.2	7.1	2.6	3.9	<0.1	0.77	<0.1	0.37	19	<0.1	93	<0.2	<10	7.3	<0.5	29	1.4
VE_JEM$-2016-9.3	6.2	2.6	2.8	<0.1	0.76	<0.1	0.38	17	<0.1	119	<0.2	<10	8.1	<0.5	26	1.3
VE_JEM$-2016-10.1	6.6	2.6		<0.1	0.77	<0.1	0.37	18	<0.1	104	<0.2	<10	8.2	<0.5	23	<0.2
VE_JEM$-2016-10.2	6.4	2.5	3.3	<0.1	0.76	<0.1	0.37	19	<0.1	107	<0.2	<10	7.9	<0.5	21	<0.2
VE_JEM$-2016-10.3	7.6	2.6	2.9	<0.1	0.76	<0.1	0.37	21	<0.1	107	<0.2	<10	7.7	<0.5	18	<0.2
VE_JEM$-2016-11.1	34.1	2.9	3.7	<0.1	1	<0.1	0.51	93	0.12	108	<0.2	<10	9.5	<0.5	18	<0.2

19.10.2016

Suorite	150M	150M	150M	150M	150M	150M	150M	150M	150M	150M	150M	150M	150M	150M	150M	150M
Parametri	Co	Cr	Li	Mn	Mo	Ni	P	Pb	Rb	Sb	Se	Sr	Th	Tl	U	V
Määritysraja	>0.1	>1	>0.5	>0.5	>0.2	>5	>100	>1	>0.5	>10	>0.5	>0.5	>10	>0.2	>0.05	>0.2
Näytetunnus	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
VE_JEM$-2016-7.1	1.94	1.81	3.15	27	82.3	7.18	124	2.77	1.31	<10	31.8	16.7	<10	1.87	0.05	1.95
VE_JEM$-2016-7.2	0.75	<1	1.72	41	10.1	<5	139	1.02	1.51	<10	0.51	17.7	<10	0.52	0.06	0.68
VE_JEM$-2016-7.3	0.41	<1	2.65	145	5.22	5.01	147	<1	2	<10	<0.5	25.8	<10	<0.2	0.06	0.39
VE_JEM$-2016-8.1	<0.1	<1	1.06	33	2.14	<5	156	<1	1.4	<10	<0.5	16.5	<10	<0.2	0.06	<0.2
VE_JEM$-2016-8.2	<0.1	<1	0.61	34	0.22	<5	135	<1	1.43	<10	<0.5	16.0	<10	<0.2	0.06	<0.2
VE_JEM$-2016-8.3	<0.1	<1	3.18	169	<0.2	<5	126	<1	2.34	<10	<0.5	32.1	<10	<0.2	0.06	<0.2
VE_JEM$-2016-8.4																
VE_JEM$-2016-9.1	<0.1	<1	<0.5	35	<0.2	<5	147	<1	1.43	<10	<0.5	15.9	<10	<0.2	0.05	<0.2
VE_JEM$-2016-9.2	<0.1	<1	<0.5	35	<0.2	<5	134	<1	1.36	<10	<0.5	15.2	<10	<0.2	0.05	<0.2
VE_JEM$-2016-9.3	<0.1	<1	<0.5	64	<0.2	<5	129	<1	1.45	<10	<0.5	15.8	<10	<0.2	0.06	<0.2
VE_JEM$-2016-10.1	<0.1	<1	<0.5	37	<0.2	<5	143	<1	1.44	<10	<0.5	16.1	<10	<0.2	0.06	<0.2
VE_JEM$-2016-10.2	<0.1	<1	<0.5	37	<0.2	<5	122	<1	1.45	<10	<0.5	16.3	<10	<0.2	0.06	<0.2
VE_JEM$-2016-10.3	<0.1	<1	<0.5	59	<0.2	<5	123	<1	1.4	<10	<0.5	15.5	<10	<0.2	0.05	<0.2
VE_JEM$-2016-11.1	<0.1	<1	3.58	61	<0.2	7.19	121	<1	2.99	<10	<0.5	33.9	<10	<0.2	0.07	<0.2

Suorite	150M	150P	150P	150P	150P	150P	150P	150P
Parametri	Zn	Ca	Fe	K	Mg	Na	S	Si
Määritysraja	>5	>0.1	>0.05	>0.5	>0.05	>1	>1	>0.1
Näytetunnus	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
VE_JEM$-2016-7.1	<5	4.7	0.30	0.53	1.2	4.1	6.5	2.4
VE_JEM$-2016-7.2	<5	5.2	0.49	0.65	1.2	4.5	6.5	2.5
VE_JEM$-2016-7.3	7.45	12.2	0.54	0.76	2.1	11.5	18.9	2.9
VE_JEM$-2016-8.1	<5	5.2	0.48	0.60	1.3	4.3	6.3	2.5
VE_JEM$-2016-8.2	<5	5.0	0.47	0.56	1.2	4.3	6.0	2.5
VE_JEM$-2016-8.3	6.04	18.8	0.52	0.88	2.4	17.5	29.1	2.7
VE_JEM$-2016-8.4								
VE_JEM$-2016-9.1	<5	5.2	0.49	0.68	1.3	4.4	6.3	2.5
VE_JEM$-2016-9.2	<5	5.4	0.49	0.50	1.3	4.5	6.6	2.5
VE_JEM$-2016-9.3	<5	5.0	0.56	0.58	1.2	4.1	6.0	2.6
VE_JEM$-2016-10.1	<5	5.2	0.48	0.65	1.3	4.4	6.2	2.5
VE_JEM$-2016-10.2	<5	5.3	0.47	0.50	1.4	4.5	6.5	2.5
VE_JEM$-2016-10.3	<5	5.8	0.53	0.69	1.4	5.0	7.3	2.6
VE_JEM$-2016-11.1	20.1	19.2	0.38	0.95	3.2	19.8	32.2	2.8