

Työraportti 98-15

Vesinäytteiden otto ja analysointi Kivetyt matalista porakonereistä PR1 ja PR2 sekä pohjavesiputkista PVP1 ja PVP2 vuonna 1997

Marja Tuominen

Helmikuu 1998

POSIVA OY

Mikonkatu 15 A, FIN-00100 HELSINKI

Puhelin (09) 2280 30

Fax (09) 2280 3719

Työraportti 98-15

Vesinäytteiden otto ja analysointi Kivetytyn matalista porakonereistä PR1 ja PR2 sekä pohjavesiputkista PVP1 ja PVP2 vuonna 1997

Marja Tuominen

Maa ja Vesi Oy

Helmikuu 1998

Posivan työraporteissa käsitellään käynnissä olevaa
tai keskeneräistä työtä. Esitetyt tulokset ovat alustavia.

Raportissa esitetyt johtopäätökset ja näkökannat
ovat kirjoittajien omia, eivätkä välttämättä
vastaa Posiva Oy:n kantaa.

TEKIJÄ-
ORGANISAATIO:

Maa ja Vesi Oy
Itälahdenkatu 2
00210 Helsinki

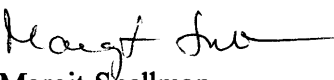
TILAAJA:

Posiva Oy
Mikonkatu 15 A
00100 Helsinki

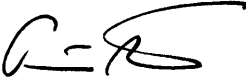
TILAUSNUMERO:

9735/97/MVS

POSIVAN
TARKASTAJA:


Margit Shellman Posiva Oy

POSIVAN
HYVÄKSYJÄ:


FM Timo Äikäs Posiva Oy


KONSULTIN
YHTEYSHENKILÖ:

DI Marja Tuominen Maa ja Vesi Oy


TYÖRAPORTTI 98-15

VESINÄYTTEIDEN OTTO JA ANALYSOINTI
KIVETYN MATALISTA PORAKONEREI'ISTÄ
PR1 JA PR2 SEKÄ POHJAVESIPUTKISTA
PVP1 JA PVP2 VUONNA 1997

TEKIJÄ:


Marja Tuominen
Kemisti

TARKASTAJA
JA HYVÄKSYJÄ


Jukka Ikäheimo
Hydrogeologi

VESINÄYTTEIDEN OTTO JA ANALYSOINTI KIVETYN MATALISTA PORAKONEREI'ISTÄ PR1 JA PR2 SEKÄ POHJAVESIPUTKISTA PVP1 JA PVP2 VUONNA 1997

TIIVISTELMÄ

Posiva Oy:n käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituspaikan valintaprosessiin liittyen yksityiskohtaisia sijoituspaikkatutkimuksia on jatkettu vuonna 1997 Kuhmossa, Äänekoskella, Eurajoella ja Loviisassa. Vuoden 1997 tutkimuksissa tavoitteena on pohjavesikemian osalta selvittää mm. maa- ja kallioperän pintaosissa tapahtuvia reaktioita sekä vallitsevia olosuhteita. Näitä tietoja käytetään geokemiallisessa mallinnuksessa.

Maaperän pohjavesitutkimuksia varten Posiva Oy on asennuttanut kullekin tutkimusalueelle matalia siiviläputkilla varustettuja pohjavesiputkia sekä porauttanut matalia porakonereikiä.

Tämä toimeksianto koski vesinäytteiden ottoa ja analysointia Äänekosken Kivetyssä matalista porakonerei'istä PR1 ja PR2 sekä pohjaveden havaintoputkista PVP1 ja PVP2. Näytteet otettiin syyskuussa 1997.

Näytteenotossa kiinnitettiin erityistä huomiota vesinäytteiden edustavuuteen. Vettä pumpattiin ennen näytteenottoa useita tunteja, jotta veden laatu tasaantui. Veden laatua seurattiin pumppauksen aikana pH-, sähkönjohtavuus-, happi- ja lämpötilamittauksilla.

Näytteistä tutkittiin varsin laajan tutkimusohjelman mukaan fysikaalis-kemiallisten parametrien lisäksi monia isotooppeja kahdeksassa laboratoriossa Suomessa ja ulkomailla. Osa analyyseistä ja näytteiden suodatus tehtiin kenttälaboratorion typpi-atmosfäärissä, jotta pystyttiin välttämään ilman hapen ja hiilidioksidin vaikutus tiettyihin redox- ja karbonaattiherkkiin parametreihin.

Avainsanat: paikkatutkimukset, pohjavesi, näytteenotto

**HYDROGEOCHEMICAL STUDIES AT KIVETTY DURING 1997:
DRILLED HOLES PR1 AND PR2 AND GROUND WATER PIPES PVP1 AND PVP2**

ABSTRACT

Posiva Ltd has carried out site characterisation studies in order to determine the suitability of Finnish crystalline bedrock for the final disposal of spent nuclear fuel. In 1997 the detailed site investigations continued at Kuhmo, Äänekoski, Eurajoki and Loviisa. The final site will be selected in 2000.

Hydrogeochemical characterisation and geochemical modelling require information about groundwater located near the ground level. To fulfill these requirements, new shallow percussion boreholes and ground water pipes have been made.

This technical report describes sampling procedures and presents results of the groundwater samples taken during autumn 1997 by Soil and Water Ltd. at the Kivetty investigation site in Äänekoski. Samples were taken from percussion borehole wells PR1 and PR2, and ground water pipes PVP1 and PVP2.

In sampling special attention was made to take representative samples. Water was pumped so long as it took for the quality of the samples to stabilize. This was monitored by measuring pH, conductivity, temperature and dissolved oxygen in field during the pumping.

The groundwater samples were analysed in eight laboratories in Finland and abroad. Some analyses were made in the field laboratory in nitrogen atmosphere in order to avoid the direct contact with oxygen and carbon dioxide. The analytical programme was quite extensive including the most relevant physico-chemical parameters and also many isotopes.

Keywords: site investigation, groundwater, sampling

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO 5

2. TOIMEKSIANNON SISÄLTÖ 5

3. NÄYTTEENOTTO 5

4. NÄYTTEIDEN ANALYSOINTI 7

4.1 KENTTÄANALYYSIT 7

4.2 LABORATORIOANALYYSIT 7

5. ANALYYSITULOKSET 8

6. TULOSTEN ARVIOINTI 9

6.1 KATIONI/ANIONISUHTEET 9

6.2 LABORATORION LAADUNVARMISTUS 9

6.3 NÄYTTEIDEN EDUSTAVUUS 10

7. YHTEENVETO 10

8. KIRJALLISUUS 11

LIITTEET

1. Näytepisteiden koordinaatit 12

2. Näytepisteiden sijainti 13

3. Näytteenottohavainnot 14

4. Näytteiden esikäsittely 15

5. Analyysiohjelma 17

6. Analyysimenetelmät 18

7. Analyysitulokset 20

8. Referenssiveden analyysitulokset 21

9. DOC-tulokset (Keskuslaboratorio Oy) 22

10. Sulfaattitulokset (Helsingin kaupunki, Ympäristökeskus) 23

11. Sr-tulokset (VTT) 24

12. Rn-222 tulokset (Säteilyturvakeskus) 25

13. C-13/C-14 tulokset (Uppsala Universitet) 26

14. Sr-87/Sr-86 tulokset (US Geological Survey) 27

15. H-3, H-2 ja O-18 (H₂O) tulokset (Institut för energiteknik) 28

16. O-18 ja S-34 (SO₄) tulokset (University of Waterloo) ja esikäsittely 30

1. JOHDANTO

Posiva Oy:n käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituspaikan valintaprosessi on edennyt yksityiskohtaisten paikkatutkimusten toiseen vaiheeseen, joka käynnistyi vuoden 1997 alussa ja päättyy vuonna 2000. Lopullinen sijoituspaikka valitaan vuonna 2000.

Sijoituspaikkatutkimuksissa alusta alkaen mukana olleiden tutkimusalueiden, (Kuhmon Romuvaara, Äänekosken Kivetty ja Eurajoen Olkiluoto) lisäksi tutkimukset aloitettiin vuoden 1997 alussa myös Loviisan Hästholmenin saarella.

Posiva Oy:n vuoden 1997 tutkimuksissa tavoitteena on pohjavesikemian osalta selvittää mm. suotautumisvyöhykkeen pohjavesikemian olosuhteet. Maa- ja kallioperän pintaosissa tapahtuu runsaasti erilaisia reaktioita. Geokemiallinen mallinnus tarvitsee lähtötiedoikseen aineistoa pohjavesikemian olosuhteista maaperän suotautumisvyöhykkeessä ja kallioperän pintaosissa.

Maaperän pohjavesitutkimuksia varten Posiva Oy on asennuttanut kullekin tutkimusalueelle matalia siiviläputkilla varustettuja pohjavesiputkia sekä porauttanut matalia porakonereikiä.

2. TOIMEKSIANNON SISÄLTÖ

Posiva Oy tilasi Maa ja Vesi Oy:ltä (tilaus 9735/97/MVS 22.8.1997) vesinäytteiden ottamisen Kivetystä vuonna 1997. Työ sisälsi seuraavat tehtävät:

- vesinäytteenotto kahdesta porakonerei'ästä (PR1 ja PR2) sekä kahdesta pohjaveden havaintoputkesta (PVP1 ja PVP2)
- vesinäytteiden suodatus, kestäväointi ja pullotus kentällä
- joidenkin analyysien suorittaminen kenttälaboratoriossa
- sopiminen vesinäytteiden analysoinnista ulkopuolisten laboratorioiden kanssa Posivan ohjeiden mukaisesti
- vesinäytteiden analysointi omassa laboratoriossa tai toimittaminen sovittuihin laboratorioihin analysoitaviksi ja toimiminen yhdysorganisaationa ulkopuolisten laboratorioiden suhteen
- kaikkien analyysitulosten käsittely ja raportointi.

3. NÄYTTEENOTTO

Näytteenottopaikkojen koordinaatit ja syvyudet on esitetty liitteessä 1 sekä kartta näytepisteiden sijainnista liitteessä 2.

Ennen näytteenottoa tilaajan edustaja oli suorittanut näytepisteiden esipumppauksen näytteenottoa edeltävällä viikolla pohjaveden edustavuuden ja riittävyyden arvioimiseksi.

Näytteenotosta vastasi kenttäestari Tuomo Hapuli. Kenttäanalyysit ja suodatukset suoritti laboratoriomestari Helena Korhonen. Näytteenottohavainnot on esitetty liitteessä 3.

Näytteet otettiin 17.-18.9.1997 välisenä aikana. Taulukossa 1 on esitetty eri analyysieihin otettujen näytteiden näytteenottopäivät eri näytteenottopisteistä. Näytteet eri määrityksiin pyrittiin pääsääntöisesti ottamaan kerralla. Sulfaatti-isotooppimäärityksiä varten tarvittava näyte (50 litraa) otettiin eri päivänä kuin muut näytteet.

Taulukko 1. Eri näytteiden näytteenottoajankohta sekä näytteenoton yhteydessä pumpattu vesimäärä.

Paikka		Tavalliset näytteet		Näytteet SO ₄ :n Isotooppimäärityksiin	
Näytepiste	Syv. (m)	pvm	Pumpattu vesimäärä (l)	pvm	Pumpattu vesimäärä (l)
KI-PR1	19	18.9.	860	18.9.	*
KI-PR2	19	17.9.	280	18.9.	120
KI-PVP1	4	18.9.	170	18.9.	*
Ki-PVP2	5,5	17.9	760	17.9.	*

* Näytteet otettu samanaikaisesti tavallisten näytteiden kanssa

Näytteet otettiin konsultin uoppopumpulla Grundfoss MP1. Ennen näytteenottoa vettä pumpattiin usean tunnin ajan, kunnes veden laadun todettiin tasaantuneen. Veden laatua seurattiin kenttämittauksilla (vedenpinnan korkeus, veden sähkönjohtavuus, pH, lämpötila ja liuennut happi). Mittaustulokset on esitetty liitteessä 3.

Pumppausteho säädettiin sopivaksi seuraamalla vedenpinnan korkeutta. Vesinäytteet varsinaisia analyysiejä varten pyrittiin ottamaan vasta, kun vesi oli kirkastunut ja veden pH-arvo ja sähkönjohtavuus olivat tasaantuneet. Näin ei kuitenkaan tapahtunut PR1:n kohdalla, vaan vesi jäi hieman sameaksi ja kellertäväksi eikä pH tasaantunut, vaan vaihteli välillä 4,0 – 5,7. Vettä pumpattiin ensimmäisenä päivänä 1150 l (9 tunnin ajan), mutta näytettä ei voitu ottaa. Näytteet otettiin seuraavana päivänä, jolloin vettä pumpattiin 860 l.

Näytteitä kerättiin esitypetettyihin, kolmella hanalla varustettuihin lasisiin keräysastioihin niiden määritysten osalta, jotka vaativat typpisuojausta tai esikäsitteilyä typpi-atmosfäärissä. Näytteenottoletku asetettiin keräysastian pohjalla olevaan hanaan ja näytevettä juoksutettiin astian läpi usean tilavuuden verran ennen näytteenottoa. Muut näytteet otettiin suoraan näytteenottolinjasta näytepulloihin, jotka huuhdeltiin aluksi useaan kertaan näytevedellä. Liitteessä 4 on esitetty näytteiden esikäsitteily eri määrityksiin.

4. NÄYTTEIDEN ANALYSOINTI

Näytteiden analyysiohjelma on esitetty liitteessä 5. Analyysimenetelmät, niiden kirjallisuusviitteet ja määritysrajat sekä analyysien suorituspaikat on esitetty liitteessä 6.

Pääosa analyyseistä tehtiin suodatetusta näytteestä. Näytteiden suodatuksessa käytettiin 0,45 µm membraania (Schleicher & Schuell). Suodatuksessa käytettiin apuna Milliporen vakuumpumppua. Kaikki suodatukset sulfaatin isotooppimäärityksiä lukuun ottamatta tehtiin kenttälaboratoriossa. Sulfaatin isotooppimäärityksiin suodatukset tehtiin vasta laboratoriossa.

Näytteiden kestäväointi tehtiin myös kenttälaboratoriossa heti suodatuksen jälkeen.

4.1 Kenttäanalyysit

Näytteenottopisteellä veden laatua seurattiin pumppauksen aikana kenttämittauksilla. Kun näyteveden laatu oli todettu tasaiseksi, ensimmäinen näyte otettiin. Ensimmäisestä näytteestä määritettiin Kivetyt tutkimusalueen kenttälaboratorioon sijoitetussa typpikaapissa pH, alkaliteetti ja asiditeetti. Alkaliteetti- ja asiditeettimäärityksessä näyte suodatettiin ja titrattiin typpikaapissa. Määritys tehtiin tilaajan automaattisella titraattorilla (Mettler DL50) kolmena rinnakkaismäärityksenä tilaajan toimittamien ohjeiden (Ruotsalainen et al. 1994) mukaisesti.

Näiden määritysten jälkeen näytteet otettiin muita kenttälaboratoriossa tehtyjä analyysejä varten. Kaikista näytteistä määritettiin ammoniumin ja kokonaisraudan pitoisuus. NH₄-pitoisuus määritettiin ioniselektiivisellä elektrodilla tilaajan toimittamalla laitteella ja ohjeella. Kokonaisraudan määritys tehtiin niin ikään tilaajan ohjeiden mukaan (määritys ferroziinilla spektrofotometrisesti). Mittaukset tehtiin konsultin kenttäkäyttöisellä spektrofotometrillä (HACH DR2000).

Porakonereista otetuista näytteistä määritettiin kenttälaboratoriossa lisäksi Fe²⁺ ja sulfidi. Rauta määritettiin Posivan kenttätöyöohjeen (Ruotsalainen et al. 1994) mukaan (määritys ferroziinilla spektrofotometrisesti). Sulfidi määritettiin spektrofotometrisesti standardin SFS 3038 mukaan.

4.2 Laboratorioanalyysit

Maa ja Vesi Oy:n määritysmenetelmät ovat SFS-standardeja tai muita vesi- ja ympäristöhallituksen hyväksymiä menetelmiä. Analyysien laadun varmistamiseksi on kaikista määrityksistä tehty rinnakkaismääritykset. Lisäksi määrityksissä on käytössä kontrolliaineet, joiden avulla voidaan seurata tulosten oikeellisuutta. Tämän lisäksi valmistettiin erillinen makean veden referenssivesi tilaajan toimittamien ohjeiden mukaan (Ruotsalainen et al. 1994). Referenssivesi analysoitiin aina yhdessä näytteiden kanssa.

5. ANALYYSITULOKSET

Analyysitulokset on esitetty yhteen koottuna taulukkomuodossa liitteessä 7. Referenssiveden analyysitulokset on esitetty liitteessä 8. Alikonsulteilla teetettyjen analyysien alkuperäiset tulokset on esitetty liitteissä 9 - 16.

Liitteessä 15/1 on esitetty tritiumanalyysien tulokset. Tulosten lähettämisen jälkeen kävi ilmi, että tuloksia laskettaessa ei oltu otettu huomioon taustapitoisuutta, joten korjatut tulokset on esitetty liitteessä 15/2.

Porakonereistä PR1 otettu näyte oli hieman samea ja kellertävä. Näytteen DOC oli 14,1 mg/l ja rautapitoisuus oli 0,39 mg/l. Vesi oli selvästi hapanta (pH alle 5) ja makeaa (sähkönjohtavuus oli 3,0 mS/m). Veden kokonaisuionivahvuus oli 0,65 mekv/l.

Porakonereistä PR2 otettu näyte oli kirkas ja väritön. Näytteen DOC (1,4 mg/l) ja rautapitoisuus (0,015 mg/l) olivat selvästi matalammat ja pH (6.2) oli korkeampi kuin porakonereissä PR1. Veden kokonaisuionivahvuus oli 1,1 mekv/l.

Myös pohjaveden havaintoputkissa PVP1 ja PVP2 vesi oli kirkasta ja väritöntä. Molemmissa putkissa veden DOC ja rautapitoisuus olivat matalat. PVP1:ssä kokonaisuionivahvuus oli 0,73 mekv/l ja PVP2:ssa 1,2 mekv/l.

Liitteen 7 tuloksissa on esitetty kenttä- että laboratorioanalyysien tulokset. Kentällä mitatut sähkönjohtavuus ja pH tulokset eroavat jonkin verran laboratoriossa mitatuista tuloksista. Näytevesi oli näytteenoton yhteydessä kylmää (lämpötila alle 10 °C). Laboratoriossa pH- ja sähkönjohtavuusmittaukset tehtiin standardiohjeiden mukaan lämpökaapissa temperoiduista näytteistä. Erityisesti PR1:stä ja PVP1:stä otettujen näytteiden pH tulokset poikkeavat merkittävästi toisistaan. Toisaalta jo pumppauksen aikana havaittiin pH:n suuret vaihtelut. Ero kentällä ja laboratoriossa mitattujen tulosten välillä johtunee näytteenoton ajoituksesta (alkaliteetti- ja asiditeettimäärityksiin otettu näyte otettiin silloin, kun pH oli korkeimmillaan ja laboratorioon otettu näyte otettiin myöhemmin, jolloin pH oli selvästi laskenut).

Sähkönjohtavuuden kohdalla kenttämittaustulokset on korjattu laskennallisesti lämpötilaan 25 °C. Standardin SFS-EN 27888 mukaan käytettäessä lämpötilakorjausta tuloksen muuttamiseksi vastaamaan lämpötilaa 25 °C, on tulos aina epätarkempi kuin referenssilämpötilassa mitattu tulos.

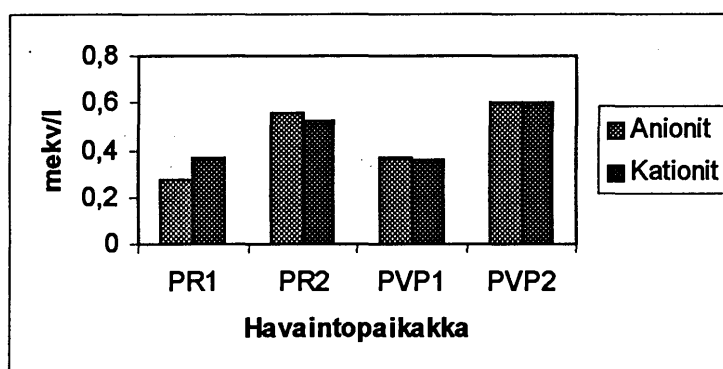
pH-tuloksissa on hiilidioksidin karkaaminen näytteen kuljetuksen aikana saattanut vaikuttaa laboratoriossa mitattuihin tuloksiin.

6. TULOSTEN ARVIOINTI

6.1 Kationi/anionisuhteet

Laboratorioanalyysien tuloksia on arvioitu laskemalla analyysitulosten (mekv/l) kationi/anioni-suhteita ja kationien ja anionien määrän suhteellista eroa (varaustasapaino). Analyysitulosten voi olettaa olevan oikein, kun kationi/anioni-suhde on lähellä arvoa 1. Anionien ja kationien suhteellinen ero on hyväksyttävällä tasolla, jos se on alle 5 % (Ruotsalainen ja Snellman 1996).

Näytteiden kationien ja anionien määrä (mekv/l) on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Kationien ja anionien määrä eri havaintopaikoissa.

Porakonereiässä PR1:n veden kationi/anioni-suhde oli 1,35 ja varaustasapaino 15 %. Porakonereiässä PR2 vastaavat arvot olivat 0,93 ja 3,4 %.

Havaintoputken PVP1 kohdalla kationi/anioni-suhde oli 0,99 ja varaustasapaino 0,4% ja havaintoputken PVP2 osalta 1,00 ja 0,2 %.

Näiden perusteella voidaan katsoa analyysitulosten olevan oikeat porakonereiästä PR2 ja havaintoputkista PVP1 ja PVP2 otetuissa näytteissä, mutta ei porakonereiästä PR1 otetussa näytteessä. PR1:ssä ilmeisesti korkea DOC on vaikuttanut tulokseen.

6.2 Laboratorion laadunvarmistus

Maa ja Vesi Oy:n laboratorioissa on käytössä standardin SFS-EN 45001 mukainen laboratorion laatujärjestelmä. Tästä johtuen useimmissa määrittelyissä on käytössä erilaisia kontrolli-, nolla- ja rinnakkaismäärittelyksiä. Sertifioitu standardiaine on käytössä mm. metallimäärittelyissä. Posiva Oy:n näytteitä analysoitaessa on aina määritetty em. laaduntarkkailunäytteet. Lisäksi laboratorio osallistuu 4-6 kertaa vuodessa SYKE:een ja muiden tutkimuslaitosten järjestämiin vertailukokeisiin.

Useimmissa määrittelyissä analysointivirhe kontrollinäytteille on alle 5 %.

6.3 Näytteiden edustavuus

Mahdolliset virhelähteet analyysituloksissa ovat seuraavat:

- 1) kontaminaatio näytteenottolaitteissa (pumppu)
- 2) kontaminaatio näytteenottoastioista, näytepulloista, säilöntäkemikaaleista ja pipeteistä
- 3) kontaminaatio näytteiden suodatinlaitteista tai suodatinkalvoista
- 4) kontaminaatio laboratoriossa
- 5) analyysivirhe

Näytepullot olivat kaikki uusia, ennen käyttämättömiä. Useaan määritykseen käytettiin hapolla pestyjä näytepulloja. Lisäksi näytepullot huuhdeltiin useaan kertaan ennen näytteenottoa näytevedellä. Näytteiden suodattamiseen käytetty imupullo pestiin aina ennen näytteenottoa suolahapolla, huuhdeltiin useaan kertaan ioninvaihdetulla vedellä ja näytevedellä. Suurimmaksi virhelähteeksi jäänevät siis kohdat 1) ja 4).

Porakonereiästä PR1 otetun näytteen kohdalla on mahdollista, että näyte ei ollut edustava, koska veden pH ei tasaantunut näytteenoton aikana.

7. YHTEENVETO

Maa ja Vesi Oy otti syyskuussa 1997 vesinäytteitä Kivetyyn matalista porakonereiästä PR1 ja PR2 sekä pohjaveden havaintoputkista PVP1 ja PVP2.

Näytteenotossa pyrittiin kiinnittämään huomiota erityisesti näytteiden edustavuuteen. Pohjaveden edustavuutta arvioitiin veden kirkkauden lisäksi mittaamalla pumppauksen aikana veden sähkönjohtavuutta, pH-arvoa, lämpötilaa ja liunneen hapen pitoisuutta. Kun veden arvioitiin mittaustulosten perusteella olevan riittävän edustavan, vesinäytteet otettiin. Porakonereiästä PR2 ja pohjaveden havaintoputkista PVP1 ja PVP2 otetut näytteet olivat kirkkaita, mutta PR1:stä otettu näyte jäi sameaksi ja kellertäväksi eikä pH tasaantunut pitkänkään pumppauksen aikana.

Pääosa näytteistä otettiin typpisuojuuksessa, jotta välttyttiin ilman hapen veden laatua muuttavilta vaikutuksilta (hapettuminen, keraosaostus ym.). Suurin osa analyyseistä tehtiin typpi-atmosfäärissä suodatetuista näytteistä.

Näytteitä tutkittiin yhteensä kahdeksassa laboratoriossa kotimaassa ja ulkomailla.

Porakonereiästä PR1 otetun vesinäytteen ionivahvuus oli 0,65 mekv/l ja porakonereiästä PR2 1,1 mekv/l. Pohjaveden havaintoputkessa PVP1 ionivahvuus oli 0,73 mekv/l ja PVP2:ssa 1,2 mekv/l.

Analyysitulosten virhearviointissa käytettiin kationi/anioni-suhdetta. Suhteeksi saatiin porakonereiässä PR1 1,35, porakonereiässä PR2 0,93, pohjaveden havaintoputkessa PVP1 0,99 ja pohjaveden havaintoputkessa PVP2 1,00. Tämän perusteella voidaan olettaa porakonereiästä PR2 ja havaintoputkista PVP1 ja PVP2 otettujen näytteiden analyysitulosten olevan oikeat. PR1:ssä kationien määrä oli selvästi korkeampi, mihin voi osaksi olla syynä silikaatin ja mahdollisten orgaanisten happojen (molemmat anioneja) määrän huomiotta jättäminen.

8. KIRJALLISUUS

Ruotsalainen, Paula ja Snellman, Margit. Hydrogeochemical baseline characterization at Romuvaara, Kivetty and Olkiluoto. Posiva Work report 96-91e (1996).

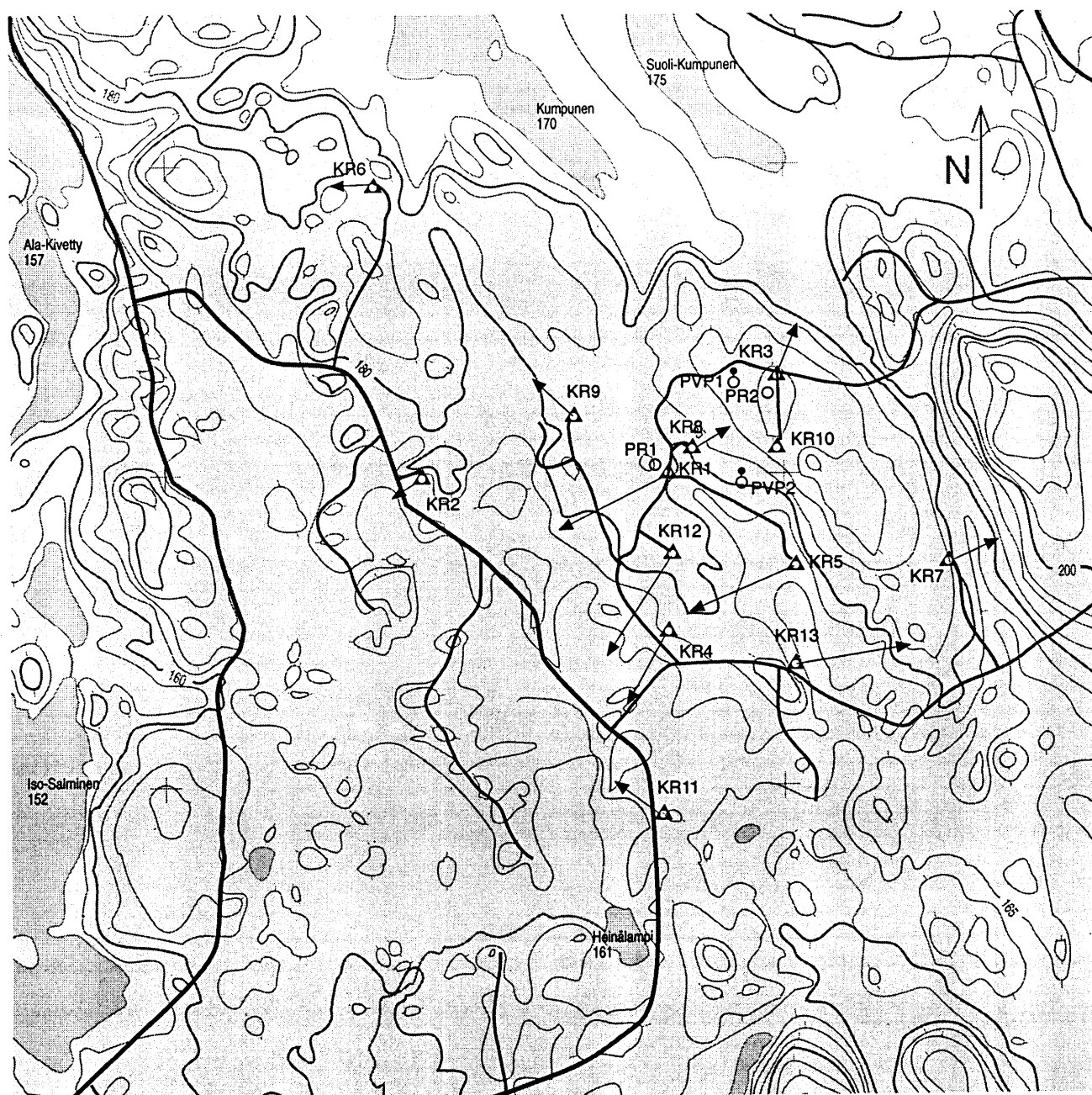
Ruotsalainen, P., Snellman, M., Helenius, J., Keinonen, M., Vaahtera, V., Kuusela, H., ja Oksa, M. TVO:n vesinäytteenoton kenttäohje. Teollisuuden Voima Oy, Paikkatutkimukset, Työraportti PATU-94-28 (1994).

Marja Tuominen




13/02/98

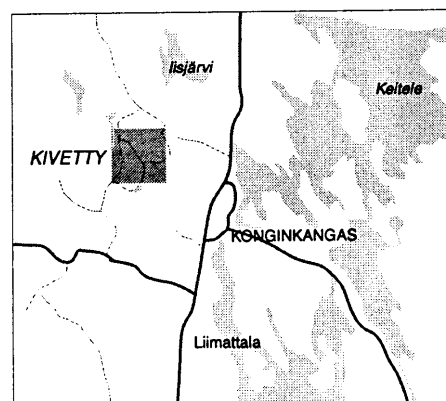
**POSIVA OY
KIVETTY, ÄÄNEKOSKI****NÄYTEPISTEIDEN KOORDINAATIT JA SYVYYDET**

NRO	SYVYYS m	X	Y	Z
PR1	19	6969051,9	3433601,1	180,1
PR2	19	6969271,5	3433981,9	197,6
PVP1	4	6969305,1	3433888,8	192,5
PVP2	5,5	6968974,6	3433848,8	178,8



MITTAKAAVA 1:20 000

- MERKINTÖJEN SELITYKSET**
-  Kallionäyttekairaus (KR)
 -  Porakonekairaus (PR)
 -  Pohjavesiputki (PVP)



MTU

23.11.1997

LIITE 4/1

NÄYTTEIDEN ESIKÄSITTELY

NÄYTTEENOTTOPISTEELLÄ TEHTÄVÄT MÄÄRITYKSET

1. pH-mittaus
2. sähkönjohtavuusmittaus
3. liuennut happi-mittaus
4. lämpötilan mittaus (vesi ja ilma)

KENTTÄLABORATORIOSSA TEHTÄVÄT MÄÄRITYKSET

1. alkaliteetti
2. asiditeetti
3. Fe²⁺ ja kok. Fe
4. NH₄
5. S²⁻

LABORATORIOON TOIMITETTAVAT NÄYTTEET

MÄÄRITYS	SUODATUS	PULLO	KESTÄVÖINTI
C-13 ja C-14	X	Pyrex, 250 ml ¹⁾ + 1000 ml happopesty	
Na, K, Ca, Mg, Fe, Mn	X	PE, 500 ml ,happopesty	2,5 ml väk. HNO ₃
Al, P(kok.)	X	PE, 250 ml, happopesty	2,5 ml 4 M H ₂ SO ₄
Sr	X	PE, 100 ml, happopesty	0,5 ml väk. HNO ₃
Rb, Li, Cs	X	PE, 100 ml, happopesty	0,5 ml väk. HNO ₃
B(kok.)	X	PE, 250 ml, happopesty	
pH, Si, F, Br, Cl, SO ₄ , NO ₃ , PO ₄	X	PE, 2 x 1000 ml	
N(kok.)	X	PE, 250 ml	
S(kok.)	X	PE, 500 ml	
DOC	X	PE, 250 ml ,happopesty	pakastetaan
Sähk.joht. ,tiheys		PE, 500 ml	
S ²⁻	X	3 x Winkler-pullo	0,5 ml sinkkiasetaatti +0,5 ml NaOH
H-3		hiostulp. lasipullo, 250 ml + 1000 ml	
H-2, O-18		seerumputki, 2 x 10 ml	
Rn-222		nestetuikepullo, 10 ml	
Sr-87/Sr-86	X	PE, 2 x 500 ml happopesty	5 ml väk. HNO ₃ pakastetaan
S-34(SO ₄)	X	SO ₄ -pitoisuus näytteessä 5 mg/l eli max. 5 l. Kts. erillinen ohje	
O-18(SO ₄)	X	SO ₄ -pitoisuus näytteessä 100 mg/l eli max. 50 l. Kts. erillinen ohje	

1) jos alkaliteetti on alle 0,2 mekv/l, näytettä otetaan 1000 ml

MTU

23.11.1997

LIITE 4/2

VARANÄYTTEET

3 x 500 ml, suodatettua näytettä, pakastetaan

1 x 250 ml, suodatettua näytettä (anionit), pakastetaan

3 x 500 ml, ei suodatettua näytettä, pakastetaan

1 x 500 ml, ei suodatettua näytettä, happopesty pullo (TOC), pakastetaan

3 x 500 ml, suodatettua näytettä, säilötään väk. HNO₃ (5 ml/500 ml), pakastetaan, happopesty pullo

3 x 500 ml, suodatettua näytettä, säilötään väk. HNO₃ (5 ml/500 ml), pakastetaan

1 x 500 ml, suodatettua näytettä, säilötään väk. HCl (5 ml/500 ml), pakastetaan, happopesty pullo

ANALYYSIOHJELMA

MUUTTUJA	PR	PVP	Kenttä	Labra
lämpötila	1	1	x	
pH	1	1	x	x
sähkönjohtavuus	1	1	x	x
tiheys	1	1		x
O ₂	1	1	x	
Fe(kok)	1	1	x	x
Fe ²⁺	1		x	
alkaliteetti	1	1	x	
asiditeetti	1	1	x	
Br	1	1		x
Cl	1	1		x
F	1	1		x
SO ₄	1	1		x
S ²⁻	1			x
NH ₄	1	1	x	
NO ₃	1	1		x
PO ₄	1	1		x
S(kok)	1	1		x
P(kok)	2	2		x
N(kok)	1	1		x
B(kok)	2	2		x
DOC	1	1		x
Na	1	1		x
K	1	1		x
Ca	1	1		x
Mg	1	1		x
Sr	1	1		x
Al	1	1		x
Mn	1	1		x
Rb	2	2		x
Li	2	2		x
Cs	2	2		x
SiO ₂	1	1		x
H-2	1	1		x
H-3	1	1		x
O-18(H ₂ O)	1	1		x
Rn-222	1	1		x
Sr-87/Sr-86	1	1		x
S-34(SO ₄)	1	1		x
O-18(SO ₄)	1	1		x
C-13(DIC)	1	1		x
C-14(DIC)	1	1		x

1 = prioriteetti 1 (näyte otettu ja analysoitu), 2 = prioriteetti 2 (näyte otettu ja kestävyitys, ei analysoitu)

POSIVA OY/PAIKKATUTKIMUKSET

ANALYYSIMENETELMÄT, NIIDEN MÄÄRITYSRAJAT JA ANALYYSIEN SUORITUSPAIKAT

Analyyysi	Menetelmä	Määrittäysraja	Suorituspaikka
Alkaliteetti	titraattori/1/	0,01 mmol/l	kentällä
Asiditeetti	titraattori/1/	0,01 mmol/l	kentällä
pH	potentiom. (SFS 3021)		kentällä/MV
Sähkönjoht.	elektrokem. (SFS 3022)		kentällä/MV
Happi	elektrokem. (SFS 3007)	0,1 mg/l	kentällä
Sulfidi	spektrof. (SFS 3038)	0,01 mg/l	kentällä
Kok.Fe	spektrof. (ferrozin)/1/	0,01 mg/l	kentällä
Fe(II)	spektrof. (ferrozin)/1/	0,01 mg/l	kentällä
NH ₄	ionisel.elekt./1/	0,1 mg/l	kentällä
Tiheys	pygometri		MV
Kok.Fe	AASF (SFS 3047)	0,01 mg/l	MV
Al	spektrof. (SFS 5736)	0,01 mg/l	MV
Na	AASF (SFS 3017)	0,002 mg/l	MV
K	AASF (SFS 3017)	0,01 mg/l	MV
Ca	AASF (SFS 3018)	0,01 mg/l	MV
Mg	AASF (SFS 3018)	0,001 mg/l	MV
Mn	AASF/AAFG (SFS 3048)	0,01 mg/l/ 0,001 mg/l	MV
SiO ₂	spektrof./3/	1 mg/l	MV
SO ₄	IC	0,1 mg/l	HKYL
Kok.S	ISO/DIS10304-2 nefelom. (SFS 5738, /2/)	0,3 mg/l	MV
PO ₄	spektrof. (SFS 3025)	0,002 mg/l	MV
NO ₃	spektrof. (SFS 3030)	0,2 mg/l	MV
Kok.N	autoanal. (SFS 3031)	0,01 mg/l	MV
Cl	titrim./2/	0,1 mg/l	MV
Br	spektrof./4/	0,01 mg/l	MV
F	potent. (SFS 3027)	0,1 mg/l	MV
DOC	SFS-ISO 8245	1 mg/l	KCL
Sr	ICP-AES	0,002 mg/l	VTT(USGS)

Marja Tuominen

LIITE 6 2(2)

³ H				IFE
² H (H ₂ O)	massaspektrom.	0,2 o/oo		IFE
	Finnigan MAT Delta E			
¹⁸ O (H ₂ O)	massaspektrom.	1,0 o/oo		IFE
	Finnigan MAT 251			
²²² Rn	nestetuikelask.	1 Bq/l		STUK
⁸⁶ Sr/ ⁸⁷ Sr	massaspektrom.			USGS
³⁴ S (SO ₄)				WU
¹⁸ O (SO ₄)		0,5 o/oo		WU
¹³ C/ ¹⁴ C	massaspektrom.			UY

MV	=	Maa ja Vesi Oy
KCL	=	Keskuslaboratorio Oy
HKYL	=	Helsingin kaupunki, Ympäristökeskus
STUK	=	Säteilyturvakeskus
VTT	=	Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Kemianteeniikka
IFE	=	Institutt för Energiteknikk, Norja
WU	=	University of Waterloo, Kanada
USGS	=	U.S. Geological Survey, USA
UY	=	Uppsala Universitet, Ruotsi

- /1/ Ruotsalainen, P., Snellman, M., Helenius, J., Keinonen, M., Vaahtera, V., Kuusela, H., Oksa, M., 1994. TVO:n vesinäytteenoton kenttätyöohje. TVO/PATU, työraportti 94-28
- /2/ Vesianalyysitoimikunnan mietintö 1968:B 19
- /3/ Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th ed., 1992.
- /4/ Fishman, M.J. and Skougstad, M.W., Indirect Spectrophotometric Determination of Traces of Bromide in Water, Anal. Chem., 35 (1963) 146-149.



MAA JA VESI OY

YMPÄRISTÖLABORATORIO

Itälahdenkatu 2
00210 HELSINKI

Puhelin (90) 682 661
Telefax (90) 682 6600

Pohjavesitutkimus

Näytteet: 97-834-01..04
Otettu: 18.9.97

Posiva Oy
972108E3

97-0834-01 Kivetty PR 1, syv. 19 m
97-0834-02 Kivetty PR 2, syv. 19 m
97-0834-03 Kivetty PVP1, syv. 4 m
97-0834-04 Kivetty PVP2, syv. 5.5 m

Näyte:	KI-PR1	KI-PR2	KI-PVP1	KI-PVP2
Otettu:	17.9.	17.9.	18.9.	17.9
Lämpötila 'C	8.2	9.8	9.2	9.8
pH (K)	4.0	6.4	4.6	5.3
pH (KL)	5.5	6.2	5.7	5.7
pH (L)	4.9	6.2	5.6	5.6
Sähk. joht. (K) 25 'C mS/m	2.5	4.6	3.2	5.2
Sähk. joht. (L) 25 'C mS/m	3.0	5.3	3.6	5.8
Happi (K) O2 mg/l	2.9	7.1	7.9	3.4
Tiheys	0.9961	0.9960	0.9958	0.9960
Fe II (KL) mg/l	0.20	<0.01		
Rauta, kok. (KL) mg/l	0.54	0.012	0.014	0.010
Rauta, kok. (L) mg/l	0.39	0.015	0.023	<0.01
Alkaliteetti (KL) mmol/l	0.12	0.40	0.23	0.43
Asiditeetti (KL) mmol/l	0.43	0.22	0.43	1.3
Bromidi Br mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	0.012
Kloridi Cl mg/l	1.3	0.75	0.75	0.75
Fluoridi F mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Sulfaatti SO4 mg/l	5.2 (E)	4.5 (E)	4.6 (E)	4.5 (E)
Sulfidi (KL) S mg/l	<0.01	<0.01		
Ammonium (KL) NH4 mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Nitraatti NO3 mg/l	<0.20	2.2	0.94	3.1
Fosfaatti PO4 mg/l	0.044	0.062	0.015	0.017
Kokonaisriikki S mg/l	<2	<2	<2	<2
Kokonaistypppi N mg/l	0.30	0.75	0.33	0.94
DOC mg/l	14.1 (B)	1.4 (B)	2.1 (B)	1.8 (B)
Natrium Na mg/l	1.5	2.8	1.5	3.0
Kalium K mg/l	1.2	2.0	1.5	2.1
Kalsium Ca mg/l	1.8	4.4	3.8	5.7
Magnesium Mg mg/l	0.52	1.4	0.73	1.3
Strontium mg/l	0.01 (G)	0.01 (G)	0.02 (G)	0.04 (G)
Strontium mg/l	0.018 (H)	0.015 (H)	0.024 (H)	0.039 (H)
Alumiini Al mg/l	0.98	<0.01	0.042	0.036
Mangaani Mn mg/l	0.072	0.0083	0.014	0.24
Pii SiO2 mg/l	10.9	12.1	8.0	14.5
H-3 TU	24 (A)	23 (A)	16 (A)	14 (A)
H-2 (H2O) o/oo smow	-91.7 (D)	-95.0 (D)	-96.3 (D)	-98.8 (D)
O-18 (H2O) o/oo smow	-11.9 (D)	-12.4 (D)	-12.5 (D)	-12.9 (D)
Radon-222	37 (F)	130 (F)	170 (F)	140 (F)
Sr-87/Sr-86	0.73803 (H)	0.80667 (H)	0.73803 (H)	0.76487 (H)
C-13 o/oo PDB	-24.00 (C)	-23.53 (C)	-26.44 (C)	-24.01 (C)
C-14 pM	112.1 (C)	113.3 (C)	112.3 (C)	115.1 (C)
O-18 (SO4)	2.91 (A)	-0.22 (A)	0.68 (A)	2.40 (A)
S-34 (SO4)	5.55 (A)	5.51 (A)	6.43 (A)	7.70 (A)

(A) WU (B) KCL (C) UU (D) IFE (E) HKYL (F) STUK (G) VTT (H) USGS
(K) kentällä (KL) kenttälaboratoriossa (L) laboratoriossa

REFERENSSIVESI**1 VALMISTUS**

Referenssivesi valmistettiin pääosin tilaajan toimittaman ohjeen mukaan (Posiva Oy:n vesinäytteenoton kenttätöyöohje 1994, Ruotsalainen et al. 1994). Koska kaikkia liuoksen valmistamiseen tarvittavia kemikaaleja ei ollut käytävissä liuokseen tehtiin seuraavia muutoksia:

Liuoksen pH säädettiin NaOH:lla 8,2:een, joten Na-määritys jätettiin pois (tulos olisi ollut epätarkka natriumin suhteen).

Silikaatista valmistettiin erillinen liuos. Liuos tehtiin valmiista ampullista, jonka pitoisuus oli 1 g/l SiO₂. Liuos laimennettiin 1:100. Valmiin liuoksen silikaattipitoisuus oli siten 10,0 mg/l.

2 TULOKSET

Seuraavassa taulukossa on esitetty referenssiveden analyysitulokset. Referenssivesi analysoitiin aina silloin, kun Posivan näytteitä analysoitiin.

Lab.nro		777-03	798-01	834-05	863-05	906-03	Keskiarvo	Teor.pit.
Paikka		OL	HH	KI	RO	OL		
Alkaliteetti	mmol/l	2,099	2,121	2,177	2,193	2,188	2,1556	2,016
HCO ₃	mg/l	128	129	133	134	133	131	123
Mg	mg/l	4,32	4,32	4,32	4,32	4,36	4,33	4,3
Ca	mg/l	18,0	18,0	18,0	18,0	18,6	18,1	18
K	mg/l	3,64	3,64	3,64	3,81	3,81	3,71	3,9
SO ₄	mg/l	9,7	9,9		9,9	9,5	9,7	9,7
PO ₄	mg/l	0,405	0,418	0,418	0,417		0,415	0,406
F	mg/l	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,5
Cl	mg/l	37	37	37	37	37	37	40,8
SiO ₂	mg/l	10,2	10,0	10,0			10,1	10

OL = Olkiluoto, HH = Hästholmen, KI = Kivetty, RO = Romuvaara



Oy Keskuslaboratorio - Centrallaboratorium Ab
on Mittatekniikan keskuksen
akkreditoima testauslaboratorio n:o T 09



15.10.1997

Tehtävä: Z5703-263

Sivut: 1(1)

Maa ja Vesi Oy
Jaakko Pöyry Group
Marja Tuominen
PL 14
00211 HELSINKI

Vastaanotimme Teiltä 8.10.-97 kahdeksan vesinäytettä, joista olemme määrittäneet
orgaanisen hiilen TOC:na ja saaneet seuraavat tulokset:

Näyte	TOC SFS-ISO 8245	Analysointi pvm.
834-01	14,1 mg/l	10.10.1997
834-02	1,4 mg/l	10.10.1997
834-03	2,1 mg/l	10.10.1997
834-04	1,8 mg/l	10.10.1997
863-01	3,2 mg/l	10.10.1997
863-02	5,8 mg/l	10.10.1997
863-03	1,2 mg/l	10.10.1997
863-04	1,9 mg/l	10.10.1997

Laboratorion mittausepävarmuus TOC, (SFS-ISO 8245): alue 1-100 mg/l = 10 %

Oy Keskuslaboratorio-Centrallaboratorium Ab
Ympäristönsuojelu/ympäristöanalytiikka

Tarja Tapanila

Tarja Tapanila
Vanhempi tutkija



Maa ja Vesi Oy
Jaakko Pöyry Group
Marja Tuominen
PL 14
00211 HELSINKI

Näytenumero	Näyte	Näytteenottoaika	Ottopvm	Saap.pvm	Tutk.al.pvm
1)	1997-06278-1	Vesi, 834-01		970923	970924
2)	1997-06278-2	Vesi, 834-02		970923	970924
3)	1997-06278-3	Vesi, 834-03		970923	970924
4)	1997-06278-4	Vesi, 834-04		970923	970924

Analyysi	Menetelmä	Yksikkö	Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Näyte 4
Sulfaatti, SO ₄	ISO/DIS 10304-2	mg/l	5,2	4,5	4,6	4,5

Lisätietoja antaa: Kemisti Inkeri Kuningas 7312 2667


Laboratoriopäällikkö Seppo Ahonen



Tilaaaja Maa ja Vesi
Marja Tuominen
PL 14
00211 HELSINKI

Tilaus Marja Tuominen, 8.10.1997

Näyte Kahdeksan tilaajan toimittamaa liuosnäytettä, jotka oli merkitty "834-01", "834-02", "834-03", "834-04", "863-01", "863-02", "863-03" ja "863-04". Näytteet toimitettiin laboratorioon 8.10.1997.

Tehtävä Strontiumpitoisuuden määrittäminen näytteistä.

Suoritus ja tulokset Strontiumpitoisuudet määritettiin atomiemissiospektrometrisesti ICP-tekniikalla 13.10.1997.

Näyte	Strontium (Sr) mg/l
834-01	0,01
834-02	0,01
834-03	0,02
834-04	0,04
863-01	0,03
863-02	0,02
863-03	0,01
863-04	0,03

Espoo, 16.10.1997

VALTION TEKNILLINEN TUTKIMUSKESKUS
Kemiantekniikka
Analytiikka

Erikoistutkija


Sulo Piepponen

Apulaistutkija


Eeva-Liisa Kotilahti

27.11.1997

841/624/97

Maa ja Vesi Oy
Marja Tuominen
Itälahdenkatu 2
00210 HELSINKI

VESINÄYTTEIDEN RADONPITOISUUKSIEN MITTAUSTULOKSET

Saimme seuraavat tulokset toimittamillenne vesinäytteille:

	Näyte- numero	Näytteen- ottopvm	Kunta	Kaivotyyppi	²²² Rn Bq/l
PR 3	777-01	27.8.97	Eurajoki	porakaivo	69
PR4	777-02	28.8.97	Eurajoki	porakaivo	130
	L10	3.9.97	Loviisa	porakaivo	290
	PUP1	4.9.97	Loviisa	putkikaivo	160
	PUP2	4.9.97	Loviisa	putkikaivo	140
PR1	809-01	8.9.97	Loviisa	porakaivo	73
PR2	834-02	17.9.97	Äänekoski	porakaivo	130
PVP2	834-04	17.9.97	Äänekoski	putkikaivo	140
PR1	834-01	18.9.97	Äänekoski	porakaivo	37
PVP1	834-03	18.9.97	Äänekoski	putkikaivo	170
PVP1	863-03	30.9.97	Kuhmo	putkikaivo	11
PVP2	863-04	30.9.97	Kuhmo	putkikaivo	13
PR2	863-01	1.10.97	Kuhmo	porakaivo	82
PR3	863-02	2.10.97	Kuhmo	porakaivo	60
PVP1	97-906-01	16.10.97	Eurajoki	putkikaivo	39
PVP2	97-906-02	16.10.97	Eurajoki	putkikaivo	5

Erikoistutkija



Laina Salonen

JJ/LS

ÅNGSTRÖMLABORATORIET
 AVD FÖR JONFYSIK, ¹⁴C-LAB
 UPPSALA UNIVERSITET

Soil and Water Ltd
 Marja Tuominen
 Box 14
 FIN-00211 HELSINGFORS
 Finland

Uppsala 1997-11-13

Resultat av ¹⁴C datering av vatten.

1. CO₂ extraktion genom sursättning (6M HCl).
2. En erhållna CO₂-gasen grafiteras därefter Fe-katalytiskt före acceleratormätningen av ¹⁴C innehållet.

RESULTAT

Labnummer	Prov	δ ¹³ C ‰ PDB	¹⁴ C ålder BP	Absolut modern ‰ (pM)
Ua-12490	KI-PR1 834-01*	-24.00		112.1 ± 0.9
Ua-12491	KI-PR2 834-02	-23.53		113.3 ± 0.9
Ua-12492	KI-PVP1 834-03	-26.44		112.3 ± 0.9
Ua-12493	KI-PVP2 834-04	-24.01		115.1 ± 0.9
Ua-12494	RO-PR2 863-01	-22.37		104.7 ± 0.8
Ua-12495	RO-PR3 863-02	-20.85		111.2 ± 0.9
Ua-12496	RO-PVP1 863-03	-25.75		110.2 ± 0.7
Ua-12497	RO-PVP2 863-04	-14.80	1 225 ± 60	85.4 ± 0.6
Ua-12498	OL-PVP1 906-01	-23.90		103.7 ± 0.7
Ua-12499	OL-PVP2 906-02	-26.35		110.8 ± 0.8

*= Flaskan hade frysit sönder i vårt kylskåp men isen tinades och daterades.

Med vänlig hälsning

Göran Possnert

Göran Possnert / Maud Söderman

Postadress	Gatuadress	Telefon	Telefax
Box 534	Lägerhyddsvägen 1	018-4710000	018 555736
751 21 Uppsala	Uppsala	Direktval 4713059	
		E-post: Goran.Possnert@material.uu.se	

MEMORANDUM

November 28, 1997

TO: Marja Tuominen
Soil and Water

FROM: Zell Peterman

SUBJECT: Sr isotope analyses

Preliminary results for the sixteen samples submitted on the 1st and 20th of October follow:

Sample ID	Sr, mg/L	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$\delta^{87}\text{Sr}$
771-01 OL-PR3	0.0976	0.72386	20.7
777-02 OL-PR4	0.0487	0.73227	32.5
798-01 HH-L10	0.128	0.72505	22.3
809-01 HH-PR1	0.165	0.72818	26.8
809-02 HH-PVp1	0.0411	0.74769	54.3
809-03 HH-PVP2	0.0363	0.74751	54.0
834-01 KI-PR1	0.0178	0.73803	40.7
834-02 KI-PR2	0.0154	0.80667	137.4
834-03 KI-PVP1	0.0241	0.73803	40.6
834-04 KI-PVP2	0.0389	0.76487	78.5
863-01 RO-PR2	0.0283	0.72782	26.3
863-02 RO-PR3	0.0233	0.73493	36.3
863-03 RO-PVP1	0.0175	0.72346	20.1
863-04 RO-PVP2	0.0311	0.74883	55.9
906-01 OL-PVP1	0.0346	0.75264	61.3
906-02 OL-PVP2	0.0167	0.75114	59.1

I have not completed the final quality check yet, but will finish that next week.



Soil and Water Ltd
Box 14
00211 Helsinki
Finland
Attn.: Marja Tuominen

Institutt for energiteknikk
Institute for Energy Technology

Instituttveien 18
P.O. Box 40, N-2007 Kjeller
Tel.: +47 63 80 60 00
Fax: +47 63 81 55 53
Telex: 76 361 isotp n
Foretaksnr./
Enterprise No.: 959432538

Vår/Our ref.: IJo
Dir. Line : +47 63 80 61 40

Deres/Your ref.:

Dato/Date: 1997-11-19

Isotopanalysis, results

Please find the results of $\delta^{18}\text{O}$, δD , and ^3H isotopanalysis on 8 water samples.

Sample mrk.	IFE no.	$\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$	$\delta\text{D}_{\text{SMOW}}$	^3H Bq/l
834-01	971055	-11.9	-91.7	6.6
834-02	971056	-12.4	-95.0	6.3
834-03	971057	-12.5	-96.3	5.5
834-04	971058	-12.9	-98.8	5.3
863-01	971059	-13.0	-100.4	6.9
863-02	971060	-10.6	-86.0	6.5
863-03	971061	-13.1	-103.4	7.7
863-04	971062	-13.3	-103.4	6.1
Hus std	STD	-12.64		
GISP	STD		-188.7	

Hus Std have a mean value of -12.72 over 4 past years. GISP have a value of -189.7 given by IAEA. The invoice is enclosed.

Best regards

Bjorg Andresen
Bjorg Andresen
Section head

Ingar Johansen
Ingar Johansen
Dept. Engineer

Liite 15/2

KORJATUT TRITIUMTULOKSET

Sample mrk.	IFE no.	3H Bq/l
777-01 OL-PR3	970894	1.4
777-02 OL-PR4	970895	0.7
798-01 HH-L10	970896	1.5
809-01 HH-PR1	970897	0.6
809-02 HH-PVP1	970898	1.2
809-03 HH-PVP2	970899	1.5
834-01 KI-PR1	971055	2.9
834-02 KI-PR2	971056	2.7
834-03 KI-PVP1	971057	1.9
834-04 KI-PVP2	971058	1.7
863-01 RO-PR2	971059	2.4
863-02 RO-PR3	971060	2.9
863-03 RO-PVP1	971061	3.9
863-04 RO-PVP15	971062	2.5
906-01 OL-PVP1	971099	3.1
906-02 OL-PVP2	971100	2.0

Derk E. Stijfhoorn / Viggo Martini

Derk Stijfhoorn
Institute for energy technology
P.O. Box 40, N-2007 Kjeller, Norway
Phone: +47 63 80 6121
Fax: +47 63 81 5553
E-mail: des@ife.no

POSIVA OY/PAIKKATUTKIMUKSET

KIVETTY/ÄÄNEKOSKI

NÄYTTEIDEN ESİKÄSITTELY $^{18}\text{O}(\text{SO}_4)$ JA $^{34}\text{S}(\text{SO}_4)$ MÄÄRITYSTÄ VARTEN

Näytteet esikäsiteltiin Posiva Oy:n toimittamien ohjeiden mukaisesti. Näytteen esikäsitteily riippui sen sisältämästä sulfaattipitoisuudesta seuraavasti:

SO_4 -pitoisuus	esikäsitteily/näytemäärä
yli 50 mg/l	1 l vettä HDPE-astia
20-50 mg/l	4 l vettä, sulfaatti saostetaan BaCl_2 :lla
alle 20 mg/l	50 l vettä, ioninvaihto

Näytettä kerättiin 50 l kaikista näytteenottopisteistä, koska veden sulfaattipitoisuus ei ollut tiedossa. Näytteet otettiin HCl:llä pestyihin kanistereihin (HDPE, 2 x 20 l ja 1 x 10 l). Näytteistä poistettiin sulfidi seuraavasti: näytteenottoletkun päähän kiinnitettiin kuminauhan avulla sideharso, johon oli laitettu sinkkiasetaattia $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn} \times 2 \text{H}_2\text{O}$, Merck 8802, pro analysi) n. teelusikka/näytelitra. Näyteletku laitettiin keräysastian pohjalle ja näytteen annettiin hiljalleen kertyä astiaan. Sinkkiasetaattia lisättiin, kun se oli lähes liuennut.

Näytteet suodatettiin laboratoriossa 0,45 µm membraanilla (Schleicher & Schuell).

Seuraavassa on esitetty näytteiden sulfattipitoisuus ja esikäsitellyn näytteen määrä:

Näyte	Lab.nro	Näytteen SO_4 -pit. mg/l	Näytemäärä l	Esikäsitteily
PR1	834-01	5,2	15	ioninvaihto
PR2	834-02	4,5	13	ioninvaihto
PVP1	834-01	4,6	10	ioninvaihto
PVP2	834-02	4,5	7,0	ioninvaihto

Putkista PVP1 ja PVP2 otettujen näytteiden kohdalla ioninvaihdin meni Tukkuon.

LIITE 16/2

From: Mary Ellen Patton <mepatton@sciborg.uwaterloo.ca>
 To: SW-Hki.SWH(mtu)
 Date: Fri, Jan 23, 1998 10:59 pm
 Subject: 18O,SO4 results from 970556

Marja:

Below are the 18O,SO4 results from 970556.

Mary Ellen

Format:

Sample,Lab#, 18O, 18O repeat

834-01,87592,2.91,
 834-02,87593,-0.22,
 834-03,87594,0.68,
 834-04,87595,2.40,
 863-01,87596,7.08,7.09
 863-02,87597,9.62,
 863-03,87598,5.64,
 863-04,87599,-7.18,-7.29
 906-01,87600,Dirty,
 906-02,87601,1.32,

--
 -- : Mary Ellen Patton mepatton@uwaterloo.ca
 o (: Environmental Isotope Laboratory Telephone: 519-888-4567 ext4732
 ^ * : Department of Earth Sciences Facsimile: 519-746-0183
 _\ ' <---- : University of Waterloo
 _ () / () _ . - . : Waterloo, Ontario, Canada N2L 3G1

LIITE 16/3

From: "William Mark" <wamark@sciborg.uwaterloo.ca>
 To: SW-Hki.SWH(mtu)
 Date: Fri, Feb 6, 1998 4:49 pm
 Subject: results

Here are the sulfur results for your file. I hope they look alright.
 If you have any that you think should be repeated, I plan to switch
 the machine to sulphur again by the end of the month, so PLEASE let
 me know as soon as possible.

970556			SS98A28A
Data File Name			Reported
Sample Details			Delta
Name	Weight	(34S)	
	(mg)		
87592	1.111	5.63	834-01
87592	1.087	5.48	
87593	1.065	5.43	-02
87593	0.99	5.60	
87594	1.179	6.70	-03
87594	1.171	6.16	
87595	1.076	7.70	-04
87596	1.199	10.41	863-01
87596	1.059	10.85	
87597	1.078	12.17	-02
87598	1.074	8.82	-03
87599	1.203	-2.07	-04
87599	1.003	-2.48	
87600	1.124	3.73	906-01
87601	1.119	3.46	-02

Bye for now,

Bill Mark
 Isotope Technician
 Environmental Isotope Lab
 University of Waterloo
 Phone (519)-885-1211 Ext 6747
 FAX (519)-746-0183