



Työraportti 98-16

# **Vesinäytteiden otto ja analysointi Romuvaaran matalista porakonereistä PR2 ja PR3 sekä pohjavesiputkista PVP1 ja PVP15 vuonna 1997**

**Marja Tuominen**

**Helmikuu 1998**

**POSIVA OY**

Mikonkatu 15 A, FIN-00100 HELSINKI

Puhelin (09) 2280 30

Fax (09) 2280 3719

**Työraportti 98-16**

# **Vesinäytteiden otto ja analysointi Romuvaaran matalista porakonereistä PR2 ja PR3 sekä pohjavesiputkista PVP1 ja PVP15 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

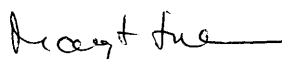
00100 Helsinki

TILAUSNUMERO:

9735/97/MVS

POSIVAN

TARKASTAJA:



Margit Snellman

Posiva Oy

POSIVAN

HYVÄKSYJÄ:



FM Timo Äikäs

Posiva Oy

KONSULTIN

YHTEYSHENKILÖ:

DI Marja Tuominen

Maa ja Vesi Oy

TYÖRAPORTTI 98-16

VESINÄYTTEIDEN OTTO JA ANALYSOINTI  
ROMUVAARAN MATALISTA  
PORAKONEREI'ISTÄ PR2 JA PR3 SEKÄ  
POHJAVESIPUTKISTA PVP1 JA PVP15 VUONNA 1997

TEKIJÄ:

  
Marja Tuominen

Kemisti

TARKASTAJA JA

HYVÄKSYJÄ

  
Jukka Ikäheimo

Hydrogeologi

## VESINÄYTTEIDEN OTTO JA ANALYSOINTI ROMUVAARAN MATALISTA PORAKONEREPISTÄ PR2 JA PR3 SEKÄ POHJAVESIPUTKISTA PVP1 JA PVP15 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 Kuhmon Romuvaarassa matalista porakonereistä PR2 ja PR3 sekä pohjaveden havaintoputkista PVP1 ja PVP15. Näytteet otettiin syyskuussa.

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 kentälaboratorion tyypiatmosfäärissä, jotta pystyttiin välttämään ilman hapen ja hiilidioksidin vaikutus tiettyihin redox- ja karbonaattiherkkiin parametreihin.

Avainsanat: paikkatutkimukset, pohjavesi, näytteenotto

**HYDROGEOCHEMICAL STUDIES AT ROMUVAARA DURING 1997:  
DRILLED HOLES PR2 AND PR3 AND GROUND WATER PIPES PVP1 AND PVP15****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 Romuvaara investigation site in Kuhmo. Samples were taken from percussion borehole wells PR2 and PR3, and ground water pipes PVP1 and PVP15.

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 .....	8
6.1	KATIONI/ANIONISUHTEET .....	8
6.2	LABORATORION LAADUNVARMISTUS .....	9
6.3	NÄYTTEIDEN EDUSTAVUUS .....	9
7.	YHTEENVETO .....	10
8.	KIRJALLISUUS.....	10

**LIITTEET**

1.	Näytepisteiden koordinaatit	11
2.	Näytepisteiden sijainti	12
3.	Näytteenottohavainnot	13
4.	Näytteiden esikäsittely	14
5.	Analyysiohjelma	16
6.	Analyysimenetelmät	17
7.	Analyysitulokset	19
8.	Referenssiveden analyysitulokset	20
9.	DOC-tulokset (Keskuslaboratorio Oy)	21
10.	Sulfaattitulokset (Helsingin kaupunki, Ympäristökeskus)	22
11.	Sr-tulokset (VTT)	23
12.	Rn-222 tulokset (Säteilyturvakeskus)	24
13.	C-13/C-14 tulokset (Uppsala Universitet)	25
14.	Sr-87/Sr-86 tulokset (US Geological Survey)	26
15.	H-3, H-2 ja O-18 (H <sub>2</sub> O) tulokset (Institut för energiteknik)	27
16.	O-18 ja S-34 (SO <sub>4</sub> ) tulokset (University of Waterloo) ja esikäsittely	29

## 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 Romuvaarasta vuonna 1997. Työ sisälsi seuraavat tehtävät:

- vesinäytteenotto kahdesta porakonerei'ästä (PR2 ja PR3) sekä kahdesta pohjaveden havaintoputkesta (PVP1 ja PVP15)
- vesinäytteiden suodatus, kestäväointi ja pullotus kentällä
- joidenkin analyysien suorittaminen kenttälaboratoriossa
- sopiminen vesinäytteiden analysoinnista ulkopuolisten laboratoriorien kanssa Posivan ohjeiden mukaisesti
- vesinäytteiden analysointi omassa laboratoriossa tai toimittaminen soveltaviin laboratorioihin analysoitaviksi ja toimiminen yhdysorganisaationa ulkopuolisten laboratoriorien suhteen
- kaikkien analyysitulosten käsittely ja raportointi.

## 3. NÄYTTEENOTTO

Näytteenottopaikkojen koordinaatit ja syvyydet 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 30.9.-2.10.1997 välisenä aikana. Taulukossa 1 on esitetty eri analyysihin otettujen näytteiden näytteenottopäivät sekä ko. päivinä pumpattu vesimäärä 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 näytteenotto-päivänä pumpattu vesimäärä.**

Paikka		Tavalliset näytteet		Näytteet SO <sub>4</sub> :n Isotooppimäärityksiin	
Näytepiste	Syv. (m)	Pvm	Pumpattu ve- simäärä (l)	pvm	Pumpattu vesimäärä (l)
RO-PR2	24	1.10.	2360	2.10.	1200
RO-PR3	30	2.10.	1870	2.10.	*
RO-PVP1	5,3	30.9.	1070	2.10.	780
RO-PVP15	4,3	30.9.	560	1.10.	1400

\* näytteet otettu samanaikaisesti tavallisten näytteiden kanssa

Näytteet otettiin konsultin uppopumpulla 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. Porakonereiästä PR3 otettu näyte jäi hieman kellertäväksi.

Näytteitä kerättiin esitypetettyihin, kolmella hanalla varustettuihin lasisiin keräysastioihin niiden määritysten osalta, jotka vaativat typpisuojausta tai esikäsittelyä typpi-atmosfäärissä. Näytteenottoletku asetettiin keräysastian pohjalla olevaan hanaan ja näytevetä 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 esikäsittely eri määrityksiin.



## 4. NÄYTTEIDEN ANALYSOINTI

Näytteiden analyysiohjelma on esitetty liitteessä 5. Analyysimenetelmät, niiden kirjallisuusviitteet ja määritysrajat sekä analyysien suorituspaiikat 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 Romuvaaran 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 analyyskejä varten. Kaikista näytteistä määritettiin ammoniumin ja kokonaisraudan pitoisuus. NH<sub>4</sub>-pitoisuus määritettiin ioniselektiivisellä elektrodilla tilaajan toimittamalla laitteella ja ohjeella. Kokonaisraudan määritys tehtiin niin ikään tilaajan ohjeiden mukaan (määritys ferrosiinilla spektrofotometrisesti). Mittaukset tehtiin konsultin kenttäkäyttöisellä spektrofotometrillä (HACH DR2000).

Porakonereistä otetuista näytteistä määritettiin kenttälaboratoriossa lisäksi Fe<sup>2+</sup> ja sulfidi. Rauta määritettiin Posivan kenttätöyöohjeen (Ruotsalainen et al. 1994) mukaan (määritys ferrosiinilla 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 referenssi- vesi 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.

Porakonereiästä PR2 otettu näyte oli kirkas ja väritön. Näytteen DOC oli 3,2 mg/l ja rautapitoisuus oli 3,4 mg/l. Vesi oli hapanta (pH 6,1) ja makeaa (sähkönjohtavuus oli 6,1 mS/m). Veden kokonaisuionivahvuus oli 1,6 mekv/l.

Porakonereiästä PR3 otettu näyte oli kirkas ja kellertävä. Näytteen DOC oli 5,8 mg/l ja rautapitoisuus 0,21 mg/l. Vesi oli hapanta (pH 6,0) ja makeaa (sähkönjohtavuus oli 3,7 mS/m). Veden kokonaisuionivahvuus oli 0,73 mekv/l.

Myös pohjaveden havaintoputkissa PVP1 ja PVP15 vesi oli kirkasta ja väritöntä. Molemmissa putkissa veden DOC (1,2 ja 1,9 mg/l) ja rautapitoisuudet (0,015 ja 0,028 mg/l) olivat matalat. PVP1:ssä kokonaisuionivahvuus oli 0,57 mekv/l ja PVP15:ssä 1,5 mekv/l.

Liitteen 7 tuloksissa on esitetty kenttä- että laboratorioanalyysien tulokset. Kentällä mitatut sähkönjohtavuus ja pH tulokset eroavat jonkin verran laboratorioissa mitatuista tuloksista. Näytevesi oli näytteenoton yhteydessä kylmää (lämpötila alle 10 °C). Laboratorioissa pH- ja sähkönjohtavuusmittaukset tehtiin standardiohjeiden mukaan lämpökaapissa temperoiduista näytteistä. 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.

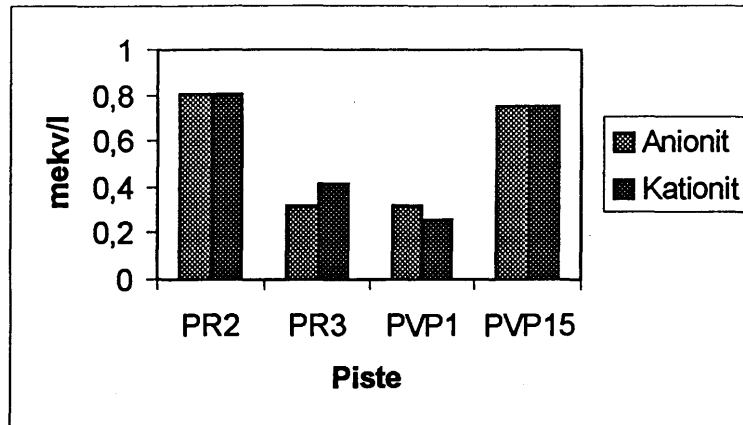
pH-tuloksissa on hiilidioksidin karkaaminen näytteen kuljetuksen aikana saattanut vaikuttaa laboratorioissa mitattuihin tuloksiin.

## 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.**

Porakonereissä PR2:n veden kationi/anioni-suhde oli 0,99 ja varaustasapaino 0,4 %. Porakonereissä PR3 vastaavat arvot olivat 1,3 ja 14 %.

Havaintoputken PVP1 kohdalla kationi/anioni-suhde oli 0,85 ja varaustasapaino 8,3 % ja havaintoputken PVP15 osalta 0,99 ja 0,4 %.

Näiden perusteella voidaan katsoa analyysitulosten olevan oikeat porakonereistä PR2 ja havaintoputkesta PVP15 otetuissa näytteissä, mutta porakonereien PR3 ja havaintoputken PVP1 tuloksissa on jonkin verran epävarmuutta.

## 6.2 Laboratorion laadunvarmistus

Maa ja Vesi Oy:n laboratoriossa 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 analysoidessa 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).

## 7. YHTEENVETO

Maa ja Vesi Oy otti syys-lokakuussa 1997 vesinäytteitä Romuvaaran matalista porakonereistä PR2 ja PR3 sekä pohjaveden havaintoputkista PVP1 ja PVP15.

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 edustavaa, vesinäytteet otettiin. Porakonereistä PR2 ja pohjaveden havaintoputkista PVP1 ja PVP15 otetut näytteet olivat kirkkaita, mutta PR3:stä otettu näyte jäi kellertäväksi.

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.

Porakonereistä PR2 otetun vesinäytteen ionivahvuus oli 1,6 mekv/l ja porakonereistä PR3 0,73 mekv/l. Pohjaveden havaintoputkessa PVP1 ionivahvuus oli 0,57 mekv/l ja PVP15:ssä 1,5 mekv/l.

Analyysitulosten virhearvioinnissa käytettiin kationi/anioni-suhdetta. Suhteeksi saatiin porakonereissä PR2 0,99, porakonereissä PR3 1,3, pohjaveden havaintoputkessa PVP1 0,85 ja pohjaveden havaintoputkessa PVP15 0,99. Tämän perusteella voidaan olettaa porakonereistä PR2 ja havaintoputkesta PVP15 otettujen näytteiden analyysitulosten olevan oikeat. PR3:ssä kationien määrä oli selvästi korkeampi, mihin voi osaksi olla syynä silikaatin ja mahdollisten orgaanisten happojen (molemmat anioneja) määrän huomiotta jättäminen. Toisaalta PVP1:ssä anionien määrä oli suurempi.

## 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).

**MAA JAVESI**

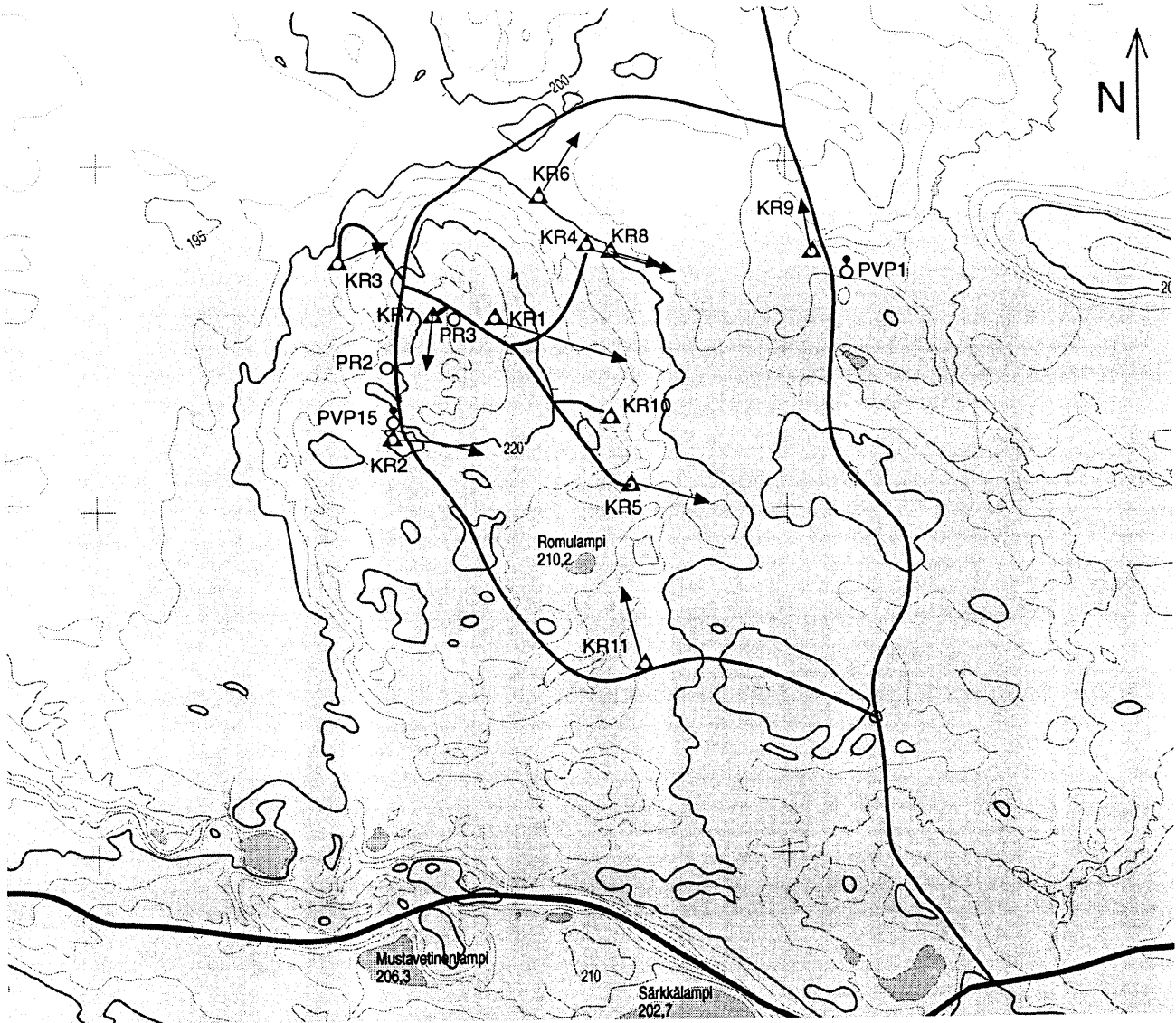
Jaakko Pöyry Group




Marja Tuominen

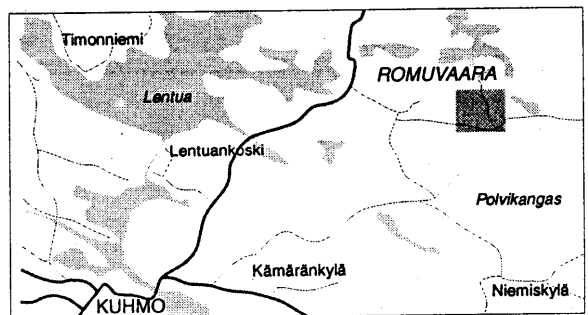
12/03/98

**POSIVA OY**  
**ROMUVAARA, KUHMO****NÄYTEPISTEIDEN KOORDINAATIT JA SYVYYDET**

<b>NRO</b>	<b>SYVYYS</b> <b>m</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
PR2	24	7124409,31	496852,10	219,41
PR3	30	7124542,57	497075,47	227,25
PVP1	5,3	7124698	498148	187,23
PVP15	4,3	7124247	496858	219,29



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



## ROMUVAARA

POSIVA OY/Romuvaara  
KENTTÄHAVAINNOT

## LIITE 3

Piste	pvm	klo	Vedenp. m	Virtaama l/min	pH	Sähkönjoht mS/m	Happi mg/l	Lämp. °C	Lisätietoja
PR2	30.9.1997	13:35	4,19	9,2	6,10	3,77	1,2	5,5	
		14:27	5,33	4,5					
		15:00	4,84		5,96	3,79	1,3	5,2	Näytteet kenttäanalyyseihin
		20:00	4,78	4					Pump.yht. 1540 l (30.9.)
	1.10.1997	8:55	4,19	4,5	6,32	3,84		4,8	
		12:35	5,84	4	5,96	3,79	1,3	5,2	
		14:50	4,84						Näytteet
		18:45	4,78	4					Pump.yht. 2360 l (1.10.)
	2.10.1997	9:05	4,2	4					
		11:00		4					sähkökatkos
		11:35							
		13:40	4,91	4					SO4-isotoopp.
		14:02	4,91	4	5,91	3,71	1,4	4,9	Pump.yht. 1200 l (2.10.)
PR3	30.9.1997	17:10	1,2	5	5,59	2,15	3,0	6,1	
		18:30	1,98	5					Pump.yht. 400 l (30.9.)
	2.10.1997	8:35	1,23	6					
		11:00	3,25	6					
		11:10	2,23	5	5,75	2,93	3,1	7,2	
		11:55	2,23	5					
		12:45	2,07	5					Näytteet
		14:48	2,19	4,8	5,82	2,89	3,1	7,3	Pump.yht. 1865 l (2.10.)
PVP1	30.9.1997	9:05	1,29	2,4					
		13:50	2,71	2,4	5,70	1,7	4,3	8,7	
		16:30	2,97	2,4	5,75	1,69	4,1	8,8	Näytteet Yht.pump. 1069 l (30.9.)
	2.10.1997	8:35	1,28	2,5	5,71	1,62	6	7	
		9:45	2,3	2,4	5,60	1,58	6	7,2	
		11:25	1,35						Sähkökatkos n. klo 11
		13:47	2,99	2,2	5,54	1,51	6,2	7	SO4-isotoopp.
		14:30	3,18	2,2	5,6	1,51	6,2	7,1	Yht.pumpattu 780 l (2.10.)
PVP15	30.9.1997	14:30	3,56	2,5	6,46	3,74	1,3	5,1	Rikkivedyn (suomainen) haju
		18:15	3,52	2,6	6,60	3,8	1,2	5,4	Näytteet Pump.yht. 560 l (30.9.)
		1.10.1997	9:35	3,56	2,5	6,65	3,01	1,3	5,2
	1.10.1997	13:00	3,44	2,6					
		18:05	3,34	2,6	6,70	3,89	1,2	5,4	SO4-isotoopp.
		18:33							Pump.yht. 1400 l (1.10.)

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. Fe<sup>2+</sup> ja kok. Fe
4. NH<sub>4</sub>
5. S<sup>2-</sup>

## LABORATORIOON TOIMITETTAVAT NÄYTTEET

MÄÄRITYS	SUODATUS	PULLO	KESTÄVÖINTI
C-13 ja C-14	X	Pyrex, 250 ml <sup>1)</sup> + 1000 ml happopesty	
Na, K, Ca, Mg, Fe, Mn	X	PE, 500 ml ,happopesty	2,5 ml väk. HNO <sub>3</sub>
Al, P(kok.)	X	PE, 250 ml, happopesty	2,5 ml 4 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Sr	X	PE, 100 ml, happopesty	0,5 ml väk. HNO <sub>3</sub>
Rb, Li, Cs	X	PE, 100 ml, happopesty	0,5 ml väk. HNO <sub>3</sub>
B(kok.)	X	PE, 250 ml, happopesty	
pH, Si, F, Br, Cl, SO <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> , PO <sub>4</sub> ,	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 <sup>2-</sup>	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 <sub>3</sub> pakastetaan
S-34(SO <sub>4</sub> )	X	SO <sub>4</sub> -pitoisuus näytteessä 5 mg/l eli max. 5 l. Kts. erillinen ohje	
O-18(SO <sub>4</sub> )	X	SO <sub>4</sub> -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. HNO<sub>3</sub> (5 ml/500 ml), pakastetaan, happopesty pullo

3 x 500 ml, suodatettua näytettä, säilötään väk. HNO<sub>3</sub> (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 <sub>2</sub>	1	1	x	
Fe(kok)	1	1	x	x
Fe <sup>2+</sup>	1		x	
alkaliteetti	1	1	x	
asiditeetti	1	1	x	
Br	1	1		x
Cl	1	1		x
F	1	1		x
SO <sub>4</sub>	1	1		x
S <sup>2-</sup>	1			x
NH <sub>4</sub>	1	1	x	
NO <sub>3</sub>	1	1		x
PO <sub>4</sub>	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 <sub>2</sub>	1	1		x
H-2	1	1		x
H-3	1	1		x
O-18(H <sub>2</sub> O)	1	1		x
Rn-222	1	1		x
Sr-87/Sr-86	1	1		x
S-34(SO <sub>4</sub> )	1	1		x
O-18(SO <sub>4</sub> )	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**

Analyysi	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 <sub>4</sub>	ionisel.elekt./1/	0,1 mg/l	kentällä
Tiheys	pygnometri		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 <sub>2</sub>	spektrof./3/	1 mg/l	MV
SO <sub>4</sub>	IC ISO/DIS10304-2	0,1 mg/l	HKYL
Kok.S	nefelom. (SFS 5738, /2/)	0,3 mg/l	MV
PO <sub>4</sub>	spektrof. (SFS 3025)	0,002 mg/l	MV
NO <sub>3</sub>	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)

## LIITE 6 2(2)

$^3\text{H}$			IFE
$^2\text{H}$ ( $\text{H}_2\text{O}$ )	massaspektrom.	0,2 o/oo	IFE
	Finnigan MAT Delta E		
$^{18}\text{O}$ ( $\text{H}_2\text{O}$ )	massaspektrom.	1,0 o/oo	IFE
	Finnigan MAT 251		
$^{222}\text{Rn}$	nestetuikelask.	1 Bq/l	STUK
$^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$	massaspektrom.		USGS
$^{34}\text{S}$ ( $\text{SO}_4$ )			WU
$^{18}\text{O}$ ( $\text{SO}_4$ )		0,5 o/oo	WU
$^{13}\text{C}/^{14}\text{C}$	massaspektrom.		UY

MV	=	Maa ja Vesi Oy
KCL	=	Keskuslaboratorio Oy
HKYL	=	Helsingin kaupunki, Ympäristökeskus
STUK	=	Säteilyturvakeskus
VTT	=	Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Kemianteekniikka
IFE	=	Institut 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

LIITE 7 19

Pohjavesitutkimus

Näytteet: 97-863-01..04  
Otettu: 1.-2.10.97

Posiva Oy  
972108E4

97-0863-01 Romuvaara PR 2, syv. 24 m  
97-0863-02 Romuvaara PR 3, syv. 30 m  
97-0863-03 Romuvaara PVP 1, syv. 5.3 m  
97-0863-04 Romuvaara PVP15, syv. 4.3 m

Näyte:		RO-PR2	RO-PR3	RO-PVP1	RO-PVP15
Otettu:		1.10.	2.10.	30.9.	30.9
Lämpötila (K)	'C	5.2	7.3	8.7	5.4
pH (K)		6.0	5.8	5.7	6.6
pH (KL)		6.1	5.7	5.5	6.4
pH (L)		6.1	6.0	5.5	6.8
Sähk.joht. (K)	25 'C mS/m	6.2	4.5	2.5	6.2
Sähk.joht. (L)	25 'C mS/m	6.1	3.7	2.7	7.2
Happi (K)	O2 mg/l	1.3	3.1	4.3	1.2
Tiheys		0.9959	0.9958	0.9959	0.9955
Fe II (KL)	mg/l	2.2	<0.01		
Rauta, kok. (KL)	mg/l	3.0	0.13	0.030	0.023
Rauta, kok. (L)	mg/l	3.4	0.21 *)	0.015	0.028
Alkaliteetti (KL)	mmol/l	0.74	0.25	0.21	0.60
Asiditeetti (KL)	mmol/l	0.88	0.85	1.0	0.16
Bromidi	Br mg/l	0.010	0.034	<0.01	<0.01
Kloridi	Cl mg/l	0.25	0.25	0.25	0.25
Fluoridi	F mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Sulfaatti	SO4 mg/l	2.5 (A)	1.9 (A)	3.4 (A)	6.7 (A)
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	<0.20	0.88	<0.20
Fosfaatti	PO4 mg/l	0.036	0.014	<0.006	0.0077
Kokonaisrikki	S mg/l	<2	<2	<2	2.3
Kokonaistyyppi	N mg/l	0.17	0.24	0.28	0.053
DOC	mg/l	3.2 (C)	5.8 (C)	1.2 (C)	1.9 (C)
Natrium	Na mg/l	1.9	1.3	1.2	3.5
Kalium	K mg/l	0.65	0.99	0.78	1.7
Kalsium	Ca mg/l	7.9	3.3	2.5	6.6
Magnesium	Mg mg/l	1.4	1.1	0.57	2.6
Strontium	Sr mg/l	0.03 (G)	0.02 (G)	0.01 (G)	0.03 (G)
Strontium	Sr mg/l	0.028 (H)	0.023 (H)	0.017 (H)	0.031 (H)
Alumiini	Al mg/l	0.069 (A)	0.12 (A)	0.036	<0.01
Mangaani	Mn mg/l	0.80	0.71 *)	0.062	0.015
Pii	SiO2 mg/l	12	9.1	7.4	17
H-3	TU	20 (B)	24 (B)	33 (B)	21 (B)
H-2 (H2O)	o/oo smow	-100.4 (B)	-86.0 (B)	-103.4 (B)	-103.4 (B)
O-18 (H2O)	o/oo smow	-13.0 (B)	-10.6 (B)	-13.1 (B)	-13.3 (B)
Radon-222		82 (F)	60 (F)	11 (F)	13 (F)
Sr-87/Sr-86		0.72782 (H)	0.73493 (H)	0.72346 (H)	0.74883 (H)
C-13	o/oo PDB	-22.37 (D)	-20.85 (D)	-25.75 (D)	-14.80 (D)
C-14	pM	104.7 (D)	111.2 (D)	110.2 (D)	85.4 (D)
O-18 (SO4)		7.09 (E)	9.62 (E)	5.64 (E)	-7.23 (E)
S-34 (SO4)		10.63 (E)	12.17 (E)	8.82 (E)	-2.28 (E)

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

\*) määrittäminen tehtiin pakastetusta, typpihapolla säilötystä näytteestä.  
Alkuperäiset tulokset: Fe= 5,2 mg/l ja Mn =1,1 mg/l.

**REFERENSSIVESI****1 VALMISTUS**

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

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

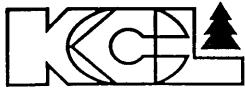
Silikaatista valmistettiin erillinen liuos. Liuos tehtiin valmiista ampullista, jonka pitoisuus oli 1 g/l SiO<sub>2</sub>. Liuos laimennettiin 1:100. Valmiin liuoksen silikaattipitoisuus oli siten 10,0 mg/l.

**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 <sub>3</sub>	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 <sub>4</sub>	mg/l	9,7	9,9		9,9	9,5	9,7	9,7
PO <sub>4</sub>	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 <sub>2</sub>	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)	1997-06472-1	Vesi, 863-01		031097	061097
2)	1997-06472-2	Vesi, 863-02		031097	061097
3)	1997-06472-3	Vesi, 863-03		031097	061097
4)	1997-06472-4	Vesi, 863-04		031097	061097
5)	1997-06472-5	Vesi, 863-05		031097	061097

Analyysi	Menetelmä	Yksikkö	Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Näyte 4	Näyte 5
Sulfaatti, SO <sub>4</sub>	ISO/DIS 10304-2	mg/l	2,5	1,9	3,4	6,7	9,9

Lisätietoja antaa: Kemisti Inkeri Kuningas 7312 2667

  
Laboratoriöpäällikkö 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 toimittamillemme vesinäytteille:

	Näyte- numero	Näytteen- ottopvm	Kunta	Kaivotyyppi	<sup>222</sup> 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
PVP1 <sup>5</sup>	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, <sup>14</sup>C-LAB  
 UPPSALA UNIVERSITET

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

Uppsala 1997-11-13

**Resultat av <sup>14</sup>C datering av vatten.**

1. CO<sub>2</sub> extraktion genom sursättning (6M HCl).
2. En erhållna CO<sub>2</sub>-gasen grafiteras därefter Fe-katalytiskt före acceleratormätningen av <sup>14</sup>C innehållet.

**RESULTAT**

Labnummer	Prov	Prov	$\delta^{13}\text{C} \text{‰ PDB}$	<sup>14</sup> 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-PVP1 <sup>5</sup>	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  
 Box 534  
 751 21 Uppsala

Gatuadress  
 Lägerhyddsvägen 1  
 Uppsala

Telefon  
 018-4710000  
 Direktval 4713059  
 E-post: Goran.Possnert@material.uu.se

Telefax  
 018 555736

## 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 1<sup>st</sup> and 20<sup>th</sup> 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-PVP15	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.


**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

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

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  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta\text{D}$ , and  $^3\text{H}$  isotopanalysis on 8 water samples.

Sample mrk.	IFE no.	$\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$	$\delta\text{D}_{\text{SMOW}}$	$^3\text{H}_{\text{Bq/l}}$
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

*Björg Andersen*  
 Björg Andresen  
 Section head

*Inger Johansen*  
 Inger 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

MTU

12/03/98

LIITE 16/1

**POSIVA OY/PAIKKATUTKIMUKSET**

ROMUVAARA/KUHMO

**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:

$\text{SO}_4$ -pitoisuus	esikäsitteily/näytemäärä
yli 50 mg/l	1 l vettä HDPE-astia
20-50 mg/l	4 l vettä, sulfaatti saostetaan $\text{BaCl}_2$ :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 $\text{SO}_4$ -pit. mg/l	Näytemäärä l	Esikäsitteily
PR2	863-01	2,5	13	ioninvaihto
PR3	863-02	1,9	26	ioninvaihto
PVP1	863-01	3,4	36	ioninvaihto
PVP15	863-02	6,7	18	ioninvaihto

PR2:n kohdalla ioninvaihdin meni tukkoon.

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



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	Sample Details			Reported
	Name	Weight	(34S)	Delta
	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