



Työraportti 98-02

# Vesinäytteiden otto ja analysointi Hästholmenin matalista porakonereistä L10 ja PR1 sekä pohjavesiputkista PVP1 ja PVP2 vuonna 1997

Marja Tuominen

Tammikuu 1998

Työraportti 98-02

# Vesinäytteiden otto ja analysointi Hästholmenin matalista porakonereistä L10 ja PR1 sekä pohjavesiputkista PVP1 ja PVP2 vuonna 1997

**Marja Tuominen**

Maa ja Vesi Oy

Tammikuu 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-98-02

VESINÄYTTEIDEN OTTO JA ANALYSOINTI  
HÄSTHOLMENIN MATALISTA  
PORAKONEREI'ISTÄ L10 JA PR1 SEKÄ  
POHJAVESIPUTKISTA PVP1 JA PVP2 VUONNA 1997

TEKIJÄ:

  
Marja Tuominen  
Kemisti

TARKASTAJA:

  
Jukka Ikäheimo  
Hydrogeologi

## VESINÄYTTEIDEN OTTO JA ANALYSOINTI HÄSTHOLMENIN MATALISTA PORAKONEREI'ISTÄ L10 JA PR1 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 Loviisan Hästholmenin matalista porakonerei'istä PR1 ja L10 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 ajan pH-, sähkönjohtavuus-, happi- ja lämpötilamittauksilla. Näytteenotossa ongelmaksi osoittautui erityisesti porakonerei'issä veden vähyys. Tähän vaikutti osaltaan erittäin kuiva kesä.

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 vaikutus tiettyihin redox-herkkiin parametreihin.

Avainsanat: paikkatutkimukset, pohjavesi, näytteenotto

## HYDROGEOCHEMICAL STUDIES AT HÄSTHOLMEN DURING 1997: DRILLED HOLES PR1 AND L10 AND GROUND WATER PIPES PVP1 AND PVP2

### ABSTRACT

Posiva Ltd has carried out the site investigation 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.

The groundwater characterisation and geochemical modelling requires information about groundwater located near the surface of earth. To fulfill these requirements new shallow drilled 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 Hästholmen investigation site in Loviisa. Samples were taken from drilled borehole wells PR1 and L10, 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. The analytical programme was quite extensive including the most relevant physico-chemical parameters and also many isotopes.

Keywords: site investigation, groundwater, sampling

**SISÄLLYSLUETTELO**

<b>1. JOHDANTO .....</b>	<b>6</b>
<b>2. TOIMEKSIANNON SISÄLTÖ .....</b>	<b>6</b>
<b>3. NÄYTTEENOTTO .....</b>	<b>7</b>
<b>4. NÄYTTEIDEN ANALYSOINTI.....</b>	<b>8</b>
4.1 KENTTÄANALYYSIT .....	8
4.2 LABORATORIOANALYYSIT .....	9
<b>5. ANALYYSITULOKSET .....</b>	<b>9</b>
<b>6. TULOSTEN ARVIOINTI.....</b>	<b>10</b>
6.1 KATIONI/ANIONISUHTEET .....	10
6.2 LABORATORION LAADUNVARMISTUS.....	10
6.3 NÄYTTEIDEN EDUSTAVUUS .....	11
<b>7. YHTEENVETO .....</b>	<b>11</b>
<b>8. KIRJALLISUUS .....</b>	<b>12</b>

**LIITTEET**

1. Näytepisteiden koordinaatit	13
2. Näytepisteiden sijainti	14
3. Näytteenottohavainnot	15
4. Näytteiden esikäsittely	16
5. Analyysiohjelma	18
6. Analyysimenetelmät	19
7. Analyysitulokset	21
8. Referenssiveden analyysitulokset	22
9. DOC-tulokset (Keskuslaboratorio Oy)	23
10. Sulfaattitulokset (Helsingin kaupunki, Ympäristökeskus)	24
11. Sr-tulokset (VTT)	25
12. Rn-222 tulokset (Säteilyturvakeskus)	26
13. C-13/C-14 tulokset (Uppsala Universitet)	27
14. Sr-87/Sr-86 tulokset (US Geological Survey)	28
15. H-3, H-2 ja O-18 (H <sub>2</sub> O) tulokset (Institut för energiteknik)	29
16. O-18 ja S-34 (SO <sub>4</sub> ) 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 Hästholmenilta vuonna 1997. Työ sisälsi seuraavat tehtävät:

- vesinäytteenotto kahdesta porakonerei'ästä (L10 ja PR1) 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 sovituihin laboratorioihin analysoitaviksi ja toimiminen yhdysorganisaationa ulkopuolisten laboratorioiden 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 kenttämestari Tuomo Hapuli. Kenttäanalyysit ja suodatuksot suoritti laboratoriomestari Helena Korhonen. Näytteenottohavainnot on esitetty liitteessä 3.

Näytteet otettiin 3.-11.9.1997 välisenä aikana. Taulukossa 1 on esitetty eri analyyseihin otettujen näytteiden näytteenottopäivät eri näytteenottopisteistä. Näytteet eri määrityksiin pyrittiin pääsääntöisesti ottamaan kerralla, mutta useimmissa tapauksissa veden vähyys rajoitti näytteenottoa (erityisesti porakonerei'istä). Porakonereiässä PR1 vesi loppui kokonaan 3.9., joten näytteenotto jouduttiin siirtämään seuraavalle viikolle. Myös muissa pisteissä sulfaatti-isotooppimäärityksiä varten tarvittava näyte (10-50 litraa) jouduttiin ottamaan eri päivänä kuin muut näytteet.

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

Näytteenottopaikka		Tavalliset näytteet		Näytteet SO <sub>4</sub> :n isotooppimäärityksiin	
Näytepiste	Syvyys (m)	pvm	Pumpattu vesimäärä (l)	pvm	Pumpattu vesimäärä (l)
HH-PR1	29,5	8.9.1997	55	11.9.1997	55
HH-L10	10,5	3.9.1997	180	-	-
HH-PVP1	4,5	4.9.1997	1100	8.9.1997	600
HH-PVP2	4,5	4.9.1997	700	8.9.1997	300

Porakonereiästä L10 ei saatu näytettä SO<sub>4</sub> isotooppimäärityksiin, koska reiässä tehtiin räjäytyskokeita juuri ennen aiottua näytteenottoa.

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. Koska porakonerei'issä antoisuus oli vähäinen, jouduttiin pumppausteho



säätämään erittäin pieneksi. Vesinäytteet varsinaisia analyysejä varten pyrittiin ottamaan vasta kun, vesi oli kirkastunut. Näin ei kuitenkaan tapahtunut PVP putkien kohdalla pitkänkään pumppauksen jälkeen. Kun veden pH-arvon ja sähkönjohtavuuden todettiin tasaantuneen, näytteet otettiin.

Näytteitä kerättiin esitypetettyihin, kolmella hanalla varustettuihin lasisiin keräyspulloihin niiden määritysten osalta, jotka vaativat typpisuojausta tai esikäsitelyä 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 esikäsitely 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 lukuunottamatta 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 Hästholmenin 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 mukaisesti.

Näiden määritysten jälkeen näytteet otettiin muita kenttälaboratoriossa tehtyjä analyysejä 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 kenttättyöohjeen (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 vesija 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 /1/. 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.

Porakonerei'istä L10 ja PR1 otetut näytteet olivat kirkkaita ja lähes väritömiä. Näytteiden DOC- ja rautapitoisuudet olivat pieniä. Veden kokonaisionivahvuus oli PR1:ssä 7,3 mekv/l ja L10:ssä 5,2 mekv/l.

Pohjaveden havaintoputkissa PVP1 ja PVP2 vesi oli selvästi kellertävää ja sameaa. Vedessä todettiin lievä rikkivedyn haju (suomainen haju). Vesi oli selvästi hapanta (pH alle 6) sekä makeaa. PVP1:ssä kokonaisionivahvuus oli 3,0 mekv/l ja PVP2:ssa 3,4 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 mittaukset tehtiin standardiohjeiden mukaan lämpökaapissa temperoiduista näytteistä. 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-tuloksista havaitaan, että kentällä mitattu tulos on hieman matalampi kuin laboratoriossa mitattu. Syy tähän lienee hiilidioksidin karkaaminen näytteestä. Laboratoriossa mittaukset tehtiin 1- 3 päivän kuluttua näytteenotosta, koska näytteenotto kesti useamman päivän.

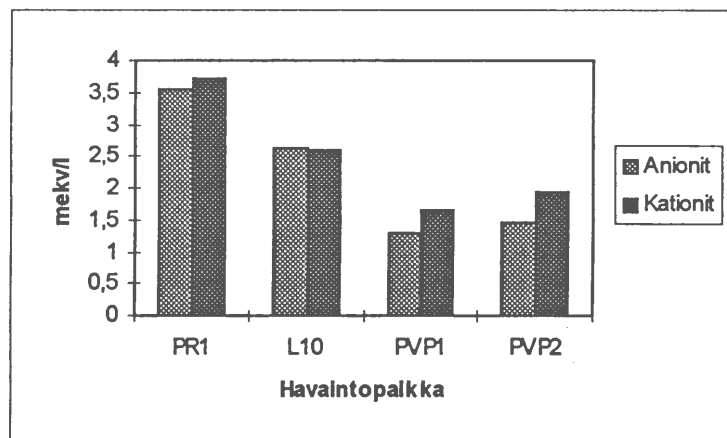
Sulfaatti-isotooppitulokset on esitetty liitteessä 16. O-18 määritys voitiin tehdä vain PR1:stä otetusta näytteestä. PVP-putkien näytteet sisälsivät määritystä häiritseviä yhdisteitä. Näissä näytteissä rautapitoisuus (3-6 mg/l) sekä DOC (20-21 mg/l) olivat korkeat. Sulfaatin isotoopit määritettiin BaSO<sub>4</sub>-

sakasta. Saostuksessa on ilmeisesti sulfaatin lisäksi saostunut epäpuhtauksia, mikä häiritsi määrittystä. S-34 määrittäminen voitiin kuitenkin suorittaa.

## 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.

Porakonereikä PR1:n veden kationi/anioni-suhde oli 1,04 ja varaustasapaino 2,2 %. Porakonereikä L10:n vedessä vastaavat arvot olivat 0,98 ja 0,8 %. Tämän perusteella voidaan katsoa analyysitulosten olevan oikeat.

Havaintoputkien PVP1 ja PVP2 kohdalla tulokset eivät olleet yhtä hyviä, koska kationien määrä oli selvästi anioneja suurempi. PVP1:n kationi/anioni-suhde oli 1,26 ja varaustasapaino 11,7 % ja PVP2:n kohdalla vastaavat arvot olivat 1,31 ja 13,3 %.

Molemmissa PVP-putkissa veden pH oli matala (alle 6) ja toisaalta DOC-pitoisuus oli korkea (20-21 mg/l). Tämä viittaa siihen, että näytteet sisältävät mahdollisesti orgaanisia happoja eli anioneja, joiden määrää ei pystytä laskemaan. Myöskin silikaatin osuus on jätetty huomiotta.

### 6.2 Laboratorion laadunvarmistus

Maa ja Vesi Oy:n laboratoriossa on käytössä standardin SFS-EN 45001 mukainen laboratorion laatuvarmistusjärjestelmä. 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 määrittelyyn 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 syyskuussa 1997 vesinäytteitä Hästholmenin matalista porakonereistä PR1 ja L10 sekä pohjaveden havaintoputkista PVP1 ja PVP2.

Näytteenotossa kiinnitettiin huomiota erityisesti näytteiden edustavuuteen. Pohjaveden edustavuutta arvioitiin veden kirkkauden lisäksi mittaamalla pumppauksen aikana veden sähkönjohtavuutta, pH-arvoa, lämpötilaa ja liuenneen hapen pitoisuutta. Kun veden arvioitiin mittaustulosten perusteella olevan riittävän edustavan, vesinäytteet otettiin. Porakonerei'istä otetut näytteet olivat kirkkaita, mutta PVP-putkista otetut näytteet jäivät sameiksi ja kellertäviksi.

Näytteenotossa ongelmaksi muodostui porakonereikien veden vähyys (antoisuus heikko). Näytteenotto edelsi pitkä kuiva kausi ja pohjaveden pinta oli yleisesti matalalla. Pääosa näytteistä otettiin typpisuojauksessa, jotta vältyttiin ilman hapen veden laatua muuttavilta vaikutuksilta (hapettuminen, keraaostus ym.). Suurin osa analyyseistä tehtiin typpi-atmosfäärissä suodatuista näytteistä.

Näytteitä tutkittiin yhteensä kahdeksassa laboratoriossa kotimaassa ja ulkomailla.

Porakonereiästä PR1 otetun vesinäytteen ionivahvuus oli 7,3 mekv/l ja porakonereiästä L10 5,2 mekv/l. Pohjaveden havaintoputkessa PVP1 ionivahvuus oli 3,0 mekv/l ja PVP2:ssa 3,4 mekv/l.

Analyysitulosten virhearvioinnissa käytettiin kationi/anioni-suhdetta. Suhteeksi saatiin porakonereiässä PR1 1,04, porakonereiässä L10 0,98, pohjaveden havaintoputkessa PVP1 1,26 ja pohjaveden havaintoputkessa PVP2 1,31. Tämän perusteella voidaan olettaa porakonereiästä otettujen analyysitulosten olevan oikeat. PVP putkissa kationien määrä oli selvästi korkeampi, mihin voi osaksi olla syynä orgaanisten happojen ja silikaatin (molemmat anioneja) määrän huomiotta jättäminen.

## 8. KIRJALLISUUS

Ruotsalainen, Paula ja Snellman, Margit. Hydrogeochemical baseline characterization at Romuvaara, Kivetty and Olkiluoto. Posiva Oy, 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

14.1.1998

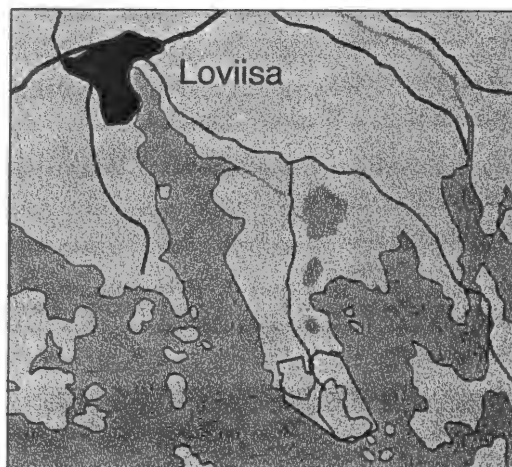
**POSIVA OY**  
**HÄSTHOLMEN, LOVIISA****NÄYTEPISTEIDEN KOORDINAATIT JA SYVYYDET**

<b>NRO</b>	<b>SYVYYS</b> <b>m</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
L10/1	10,5	6695441,233	464154,401	7,53
PR1	29,5	6695262,053	464110,552	12,47
PVP1	4,5	6694912,452	464299,022	3,84
PVP2	4,5	6694905,529	464306,353	3,38



#### MERKINTÖJEN SELITYKSET

- ♀ Porakonereikä (PR, L)
- ♂ Pohjavesiputki (PVP)



## HÄSTHOLMEN

## LIITE 3

POSIVA OY/Hästholmen  
KENTTÄHAVAINNOT

Piste	pvm	klo	Vedenpinta	Virtaama	pH	Sähkönjoht	Happi	Lämp.	Lisätietoja
			m	l/min		mS/m	mg/l	°C	
L10	3.9.1997	11:50	3,54	2					Vesi kirkasta
			4,60	1,34					
			5,50	0,55					
		12:22	5,63	0,42					
		12:24	5,69						
		12:30	5,82	0,32					
		13:08	5,94			28,3			
		13:12	5,98	0,4		22,3			
		13:24	6,15						
		18:20	6,78		6,83	20,1	3,2		Näytteet
									Pump.yht. 180 l
	11.9.1997								Putki räjäytetty
PR1	4.9.1997	8:03	26,50	0,7	7,12	26,7		9,1	Vesi kirkasta
		8:25		1					
		8:40	28,60			25,4			
		10:15	28,60			25,0			Vesi loppui, ei näytteitä
									Pump. yht. 130 l
	8.9.1997	7:35	22,17	0,25	7,19	22,7	6,9	9,3	
		9:30	24,40		7,22	24,7	6,6	9,4	
		10:30	26,00		7,3	25,5	6,4	10,2	Näytteet
									Pump.yht 55 l
	11.9.1997		21,55						SO4-isotoopp.
PVP1	4.9.1997	11:38	2,04	2,0	5,42	9,1	3,4	9,7	Vesi sameaa, kellertävää
		11:49			5,45	8,9			Sameus vähentynyt
		12:00	2,27	3,0					
		16:45		2,5	5,1	8,5	1,4	9,4	Näytteet
									Pump.yht. 1100 l
	8.9.1997	12:00	2,07	5,2	5,48	8,3		8,9	
		12:38	2,52	5,2					
		13:40	2,6	5,2					
		13:55	2,61			8,1			SO4-näytteet
									Pump.yht. 600 l
PVP2	4.9.1997	13:47	1,66	2,5	5,77	9,74	0,4	9,5	Lievä riikkivedyn haju,
		16:45	1,8	2,4	5,52	9,4	0,5	9,1	vesi kellertävää
		17:45			5,31	9,2	0,7	9,0	Näytteet
									Pump.yht. 700 l
	8.9.1997	12:10	1,67	2,7	5,07	9,4	1,1	9,3	
		12:40	1,73	2,7					
		13:55	1,81			9,2			SO4-näytteet



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

**LABORATORIOON TOIMITETTAVAT NÄYTTEET**

MÄÄRITYS	SUODATUS	PULLO	KESTÄVÖINTI
C-13/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 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	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 <sub>2</sub>	spektrof./3/	1 mg/l	MV
SO <sub>4</sub>	IC	0,1 mg/l	HKYL
Kok.S	ISO/DIS10304-2 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)

Marja Tuominen

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, Kemiantekniikka
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.

Posiva Oy  
 972108E2 Hästholmen  
 97-0798-01 L10=PR2, syv. 10.5 m  
 97-0809-01 PR1, syv. 29.5 m  
 97-0809-02 PVP1, syv. 4.5 m  
 97-0809-03 PVP2, syv. 4.5 m

Näyte:		HH-L10	HH-PR1	HH-PVP1	HH-PVP2
Otettu:		3.9.	8.9.	4.9.	4.9.
Lämpötila	'C	9.0	10.2	9.4	9.0
pH (K)		6.8	7.3	5.1	5.3
pH (KL)		7.0	7.6	5.8	5.9
pH (L)		7.1	7.6	5.9	5.9
Sähk.joht (K)	25'C mS/m	29.5	36.2	12.3	13.5
Sähk.joht (L)	25'C mS/m	25.3	33.4	11.6	12.1
Happi (K)	O2 mg/l	3.2	6.4	1.4	0.7
Tiheys		0.9973	0.9975	0.9974	0.9975
Fe II (KL)	mg/l	<0.01	0.057		
Rauta, kok. (KL)	Fe mg/l	<0.01	0.060	3.1	5.5
Rauta, kok. (L)	Fe mg/l	0.023	0.025	3.8	6.2
Alkaliteetti (KL)	mmol/l	2.00	2.92	0.49	0.60
Asiditeetti (KL)	mmol/l	0.12	0.090	1.3	1.3
Bromidi	Br mg/l	0.014	0.018	0.021	0.020
Kloridi	Cl mg/l	5.0	6.0	6.8	6.8
Fluoridi	F mg/l	2.3	2.3	4.8	4.5
Sulfaatti	SO4 mg/l	12 (H)	17 (H)	18 (H)	21 (H)
Sulfidi (KL)	S mg/l	<0.01	<0.01		
Ammonium (KL)	NH4 mg/l	<0.1	<0.1	0.13	0.17
Nitraatti	NO3 mg/l	7.0	<0.2	<0.2	<0.2
Fosfaatti	PO4 mg/l	0.016	0.010	0.029	0.032
Kokonaisrikki	S mg/l	4.2	5.8	6.4	7.4
Kokonaistyyppi	N mg/l	1.6	0.070	0.39	0.45
DOC	mg/l	3.4 (B)	2.4 (B)	20 (B)	21 (B)
Natrium	Na mg/l	11	23	7.1	7.1
Kalium	K mg/l	2.9	3.8	2.0	1.7
Kalsium	Ca mg/l	25	32	11	12
Magnesium	Mg mg/l	9.1	11.5	2.3	2.8
Strontium	Sr mg/l	0.14 (E)	0.17 (E)	0.04 (E)	0.05 (E)
Strontium	Sr mg/l	0.128 (F)	0.165 (F)	0.041 (F)	0.036 (F)
Alumiini	Al mg/l	<0.01	<0.01	3.5	3.6
Mangaani	Mn mg/l	0.0092	0.74	0.099	0.14
Silikaatti	SiO2 mg/l	8.3	21	26	26
H-3 (H2O)	TU	43 (A)	36 (A)	40 (A)	42 (A)
H-2 (H2O)	smow	-78.8 (A)	-86.6 (A)	-81.3 (A)	-79.9 (A)
O-18 (H2O)	smow	-10.0 (A)	-10.9 (A)	-10.3 (A)	-10.4 (A)
Radon	Rn-222 Bq/l	290 (D)	73 (D)	160 (D)	140 (D)
Sr-87/Sr-86		0.72505 (F)	0.72818 (F)	0.74769 (F)	0.74751 (F)
S-34 (SO4)			5.73 (G)	5.99 (G)	8.47 (G)
O-18 (SO4)			5.52 (G)		
C13 (DIC)	PDB o/oo	-19.77 (C)	-19.88 (C)	-25.54 (C)	-24.56 (C)
C14 (DIC)	pM %	78.5	73.1	110.7	109.8

(A) IFE (B) KCL (C) UU (D) STUK (E) VTT (F) USGS  
 (G) WU (H) HKYL  
 (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 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



15.9.1997

Tehtävä: Z5703-252

Sivut: 1(1)

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

Vastaanotimme Teiltä 9.9.-97 kuusi suodatettua ja pakastettua vesinäytettä, joista olemme määrittäneet orgaanisen hiilen TOC:na ja saaneet seuraavat tulokset:

Näyte	TOC SFS-ISO 8245	Analysointi pvm.
777-01, Olkiluoto PR3, 27.7.97	6,0 mg/l	10.9.1997
777-02, Olkiluoto PR4, 28.7.97	14 mg/l	10.9.1997
798-01, Loviisa 210, 3.9.97	3,4 mg/l	10.9.1997
809-01, Loviisa PVP1, 8.9.97	2,4 mg/l	10.9.1997
809-02, Loviisa PVP2, 8.9.97	20 mg/l	10.9.1997
809-03, Loviisa PR1, 8.9.97	21 mg/l	10.9.1997

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

Oy Keskuslaboratorio-Centrallaboratorium Ab  
Ympäristönsuojelu/ympäristöanalytiikka

*Jouni Valtanen*

Jouni Valtanen  
Vanhempi tutkija

OY KESKUSLABORATORIO-CENTRALLABORATORIUM AB THE FINNISH PULP AND PAPER RESEARCH INSTITUTE

PL 70, 02151 ESPOO  
PB 70, 02151 ESBO  
P.O. Box 70, FIN-02151 ESPOO, FINLAND

Tekniikantie 2  
Espoo - Otaniemi  
Tekniikkavägen 2  
Esbo - Örnäs

Tel.:  
(09) 43711  
+358-9-43711

Telefax:  
(09) 464305  
+358-9-464305





Maa ja Vesi Oy  
Jaakko Pöyry Group

PL 14  
00211 HELSINKI

Näyttenumero	Näyte	Näytteenottoaika	Ottopvm	Saap.pvm	Tutk.al.pvm
1)	1997-05909-1	Vesi 798-01		970909	970910
2)	1997-05909-2	Vesi 809-01		970909	970910
3)	1997-05909-3	Vesi 809-02		970909	970910
4)	1997-05909-4	Vesi 809-03		970909	970910

Analyysi	Menetelmä	Yksikkö	Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Näyte 4
Sulfaatti, SO <sub>4</sub>	ISO/DIS 10304-2	mg/l	12	17	18	21

Lisätietoja antaa: Kemisti Inkeri Kuningas 7312 2667

  
Laboratoriopäällikkö Seppo Ahonen



989-01 = L10  
809-01 = PR1  
809-02 = PVP1  
809-03 = PVP2

Tilaaaja Maa ja Vesi  
Marja Tuominen  
PL 14  
00211 HELSINKI

Tilaus Marja Tuominen, 9.9.1997

Näyte Kuusi tilaajan toimittamaa liuosnäytettä, jotka oli merkitty "777-01", "777-02", "798-01", "809-01", "809-02" ja "809-03". Näytteet toimitettiin laboratorioon 9.9.1997.

Tehtävä Strontiumpitoisuuden määrittäminen näytteistä.

Suoritus ja tulokset Strontiumpitoisuudet määritettiin atomiemissiospektrometrisesti ICP-tekniikalla 18.9.1997.

Näyte	Strontium (Sr) mg/l
777-01	0,10
777-02	0,05
798-01	0,14
809-01	0,17
809-02	0,04
809-03	0,05

Espoo, 23.9.1997

VALTION TEKNILLINEN TUTKIMUSKESKUS  
Kemiantekniikka  
Analytiikka

Erikoistutkija

  
Sulo Piepponen

Apulaistutkija

  
Eeva-Liisa Kotilahti

777-01 PR3, 01kiluoto  
-02 PR4, 01kiluoto  
798-01 L10, Hästholmen  
809-01 PR1  
809-02 PVP1  
809-03 PVP2

27.11.1997

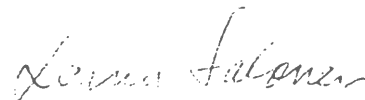
841/624/97

Maa ja Vesi Oy  
 Marja Tuominen  
 Itälahdenkatu 2  
 00210 HELSINKI

**VESINÄYTTEIDEN RADONPITOISUUKSIEN MITTAUSTULOKSET**

Saimme seuraavat tulokset toimittamillenne vesinäytteille:

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

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

Uppsala 1997-11-07

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	$\delta^{13}\text{C} \text{ ‰ PDB}$	<sup>14</sup> C ålder BP	Absolut modern ‰ (pM)
Ua-12468	777-01	-15.78	4 395 ± 60	57.5 ± 0.4
Ua-12469	777-02	-20.83	2 345 ± 65	74.3 ± 0.6
Ua-12470	798-01	-19.77	1 895 ± 60	78.5 ± 0.6
Ua-12471	809-01	-19.88	2 470 ± 60	73.1 ± 0.5
Ua-12472	809-02	-25.54		110.7 ± 0.7
Ua-12473	809-03	-24.56		109.8 ± 0.7

Med vänlig hälsning



Göran Possnert / Maud Söderman

777-01 PR3, Olkiluoto

-02 PR4, Olkiluoto

798-01 L10, Hästholmen

809-01 PR1 -"-

-02 PVP1 -"-

-03 PVP2 -"-

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 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	0.0976	0.72386	20.7
777-02	0.0487	0.73227	32.5
798-01	0.128	0.72505	22.3
809-01	0.165	0.72818	26.8
809-02	0.0411	0.74769	54.3
809-03	0.0363	0.74751	54.0
834-01	0.0178	0.73803	40.7
834-02	0.0154	0.80667	137.4
834-03	0.0241	0.73803	40.6
834-04	0.0389	0.76487	78.5
863-01	0.0283	0.72782	26.3
863-02	0.0233	0.73493	36.3
863-03	0.0175	0.72346	20.1
863-04	0.0311	0.74883	55.9
906-01	0.0346	0.75264	61.3
906-02	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: 1997-10-16

### Isotopanalysis, results

Please find the results of  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta\text{D}$ , and  $^3\text{H}$  isotopanalysis on 6 water samples.

	Prøve mrk.	IFE nr.	Delta 18O	Delta 2H	$^3\text{H}$ Bq/l
OL-PR3	777-01	970894	-10.7	-85.9	5.0
OL-PR4	777-02	970895	-10.2	-81.3	4.2
HÅ-L10	798-01	970896	-10.0	-78.8	5.1
HÅ-PR1	809-01	970897	-10.9	-86.6	4.2
HÅ-PVP1	809-02	970898	-10.3	-81.3	4.7
HÅ-PVP2	809-03	970899	-10.4	-79.9	5.0
	Hus std	STD	-12.51		
	GISP	STD		-188.5	

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 Andresen*  
 Björg Andresen  
 Section head

*Ingår Johansen*  
 Ingår Johansen  
 Dept. Engineer

**KORJATUT TRITIUMTULOKSET (4.3.1998)**

Sample mrk.		IFE no.	3H Bq/l	TU
777-01	OL-PR3	970894	1.4	11.8
777-02	OL-PR4	970895	0.7	5.9
798-01	HH-L10	970896	1.5	12.7
809-01	HH-PR1	970897	0.6	5.1
809-02	HH-PVP1	970898	1.2	10.1
809-03	HH-PVP2	970899	1.5	12.7
834-01	KI-PR1	971055	2.9	24.5
834-02	KI-PR2	971056	2.7	22.8
834-03	KI-PVP1	971057	1.9	16.0
834-04	KI-PVP2	970158	1.7	14.4
863-01	RO-PR2	971059	2.4	20.3
863-02	RO-PR3	970160	2.9	24.5
863-03	RO-PVP1	970161	3.9	32.9
863-04	RO-PVP15	910162	2.5	21.1
906-01	OL-PVP1	971099	3.1	26.2
906-02	OL-PVP2	971100	2.0	16.9

MTU

24.11.1997

LIITE 16/1

## POSIVA OY/PAIKKATUTKIMUKSET

HÄSTHOLMEN, LOVIISA

NÄYTTEIDEN ESIKÄSITTELY  $^{18}\text{O}(\text{SO}_4)$  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 <sub>4</sub> -pitoisuus	esikäsitteily/näytemäärä
yli 50 mg/l	1 l vettä HDPE-astia
20-50 mg/l	4 l vettä, sulfaatti saostetaan BaCl <sub>2</sub> :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 (CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>Zn x 2 H<sub>2</sub>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). Koska kaikkien näytteiden sulfaattipitoisuus oli n. 20 mg/l, sulfatti saostettiin BaCl<sub>2</sub>:lla.

Seuraavassa on esitetty näytteiden sulfattipitoisuus ja esikäsitellyn näytteen määrä:

Näyte	Lab.nro	Näytemäärä ml	Näytteen SO <sub>4</sub> -pitoisuus mg/l
PR1	809-01	6,18	17
PVP1	809-01	6,19	18
PVP2	809-03	5,14	21

Porakonereistä L10 ei saatu näytettä sulfaatin isotooppimääriyksiin, koska reiässä tehtiin räjäytyksiä ennen näytteenottoa. Vesinäytteet muihin määriyksiin otettiin viikolla 36/97. Näytteenotto sulfaattimääriyksiä varten jouduttiin siirtämään viikolle 37/97, jolloin räjäytykset tehtiin.



Condensed Data output for File ISO#- 970467 Tuominen 97/10/07 LOCATION C - 1

LAB#	Sample	18Osmw	2H	3H	EH3	13C	18Opdb	34S	18Osc4
85404	777-01							?	?
85405	777-02							?	?
85406	809-1							?	5.52
85407	809-2							?	?
85408	809-3							?	?

Waterloon koodi Lab.nro Näyte

85404	777-01	OL-PR3
85405	777-02	OL-PR4
85406	809-01	HH-PR1
85407	809-02	HH-PVP1
85408	809-03	HH-PVP2

Data File Name		Tuominen	970467	BaSO4
Sample Details		SS97L11A		Dirty Samples
No. Name		Weight	Major Peak	Reported
		(mg)	Area (E-8)	Delta
			(S)	(34S)
73	85405	1.089	3.14	3.60
36	85405	1.1	3.57	3.46
74	85406	0.911	3.26	5.66
37	85406	0.806	3.09	5.80
38	85407	1.027	1.38	6.06
75	85407	1.557	1.15	5.92
77	85408	1.6	1.59	8.18
76	85408	1.261	2.71	8.77

Waterloon koodi Lab.nro Näyte

85404	777-01	OL-PR3
85405	777-02	OL-PR4
85406	809-01	HH-PR1
85407	809-02	HH-PVPI
85408	809-03	HH-PVP2