

# Suomen pohjavesiseurantojen näytteenoton ja analyysitulosten vertailu

**Tarja Hatakka, Mirjam Orvomaa ja Juhani Gustafsson**



SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN  
RAPORTTEJA 17 | 2009

# Suomen pohjavesiseurantojen näytteenoton ja analyysitulosten vertailu

**Tarja Hatakka, Mirjam Orvomaa ja Juhani Gustafsson**

Helsinki 2009

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS



S Y K E

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN RAPORTTEJA 17 | 2009  
Suomen ympäristökeskus SYKE  
Asiantuntijapalveluosasto

Karttaluvat:  
Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/08 (SYKE) ja  
Geologian tutkimuskeskus, kallioperäkartta

Taitto: Liisa Lamminpää

Julkaisu on saatavana vain internetistä:  
[www.ymparisto.fi/julkaisut](http://www.ymparisto.fi/julkaisut)

ISBN 978-952-11-3554-5 (PDF)  
ISSN 1796-1726 (verkkokj.)

## SISÄLLYS

<b>1 Johdanto</b> .....	5
<b>2 Seuranta</b> .....	8
2.1 INFORM .....	8
2.2 Ympäristöhallinnon valtakunnallinen pohjavedenseuranta .....	14
2.3 Geologian tutkimuskeskuksen pohjavedenseuranta .....	14
<b>3 Näytteenotto ja analyysimenetelmät</b> .....	15
3.1 Näytteenottomenetelmät .....	15
3.1.1 INFORM-interkalibroitinäytteenotto .....	16
3.1.2 Ympäristöhallinnon pohjavesiseurannassa käytettävät näytteenottomenetelmät .....	17
3.1.3 GTK:n näytteenottomenetelmät .....	18
3.2 Analyysimenetelmät .....	19
3.2.1 INFORM analyysimenetelmät .....	19
3.2.2 Ympäristöhallinnon analyysimenetelmät .....	19
3.2.3 Analyysimenetelmät GTK .....	20
3.3 Vertailu .....	21
<b>4 Hydrologiset olosuhteet syksyllä 2006</b> .....	30
<b>5 Tulokset</b> .....	32
5.1 Näytepaikkamediaanit .....	35
5.2 Alueelliset mediaanit .....	36
5.2.1 VHA mediaanit .....	36
5.2.2 Pohjavesimuodostumaryhmät .....	38
5.3 Maalaji-mediaanit .....	40
5.4 Suodatetut ja suodattamattomat .....	42
5.5 Mittaustulokset ja pitoisuudet kartalla .....	44
<b>6 Johtopäätökset</b> .....	92
<b>Lähteet</b> .....	94
<b>Liitteet</b> .....	95
Liite 1 Ympäristöhallinnon seurantapaikat .....	95
Liite 2 GTK näytteenottoaikojen kuvaukset .....	105
Liite 3 Tunnuslukutaulukot .....	114
Liite 4 Kenttälomake INFORM .....	140
Liite 5 Kenttälomake YH: esimerkki UUS .....	141
Liite 6 Kenttälomake GTK .....	142
<b>Kuvailulehdet</b> .....	143
Kuvailulehti .....	143
Presentationsblad .....	144
Documentation page .....	145



# 1 Johdanto

Vuonna 2005 päätettiin yhteispohjoismaisesta pohjaveden laadun tutkimuksesta. INFORM -projektin (Intercalibration of Fennoscandian Reference Monitoring of Groundwater in Finland, Sweden and Norway) tarkoituksena oli vertailla pohjaveden laatua Pohjoismaissa sekä olemassa olevien pohjaveden taustapitoisuusseurantoja Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa. Yhteistyötahoina olivat Ruotsin geologinen tutkimuskeskus (SGU – Sveriges geologiska undersökning), Norjan Geologian tutkimuskeskus (NGU – Norges geologiske undersøkelse), Geologinen tutkimuskeskus (GTK) ja Suomen ympäristökeskus (SYKE). Projektin johtajana toimi Jan Cramer NGU:sta.

Tämä pohjaveden taustapitoisuusseurantaverkkojen interkalibrointi antaa mahdollisuuden jatkossa paremmat valmiudet vertailla pohjoismaisten pohjavesimuodostumien luontaisia taustapitoisuuksia näytteenottomenetelmiä sekä tuottaa vertailukelpoista aineistoa eri seurantaparametrien osalta. Projekti oli osa laajempaa Suomen, Ruotsin ja Norjan välistä yhteistyötä, jonka lähtökohtana on ollut vesipolitiikan puitedirektiivin toimeenpanoon liittyvä tiedonvaihto.

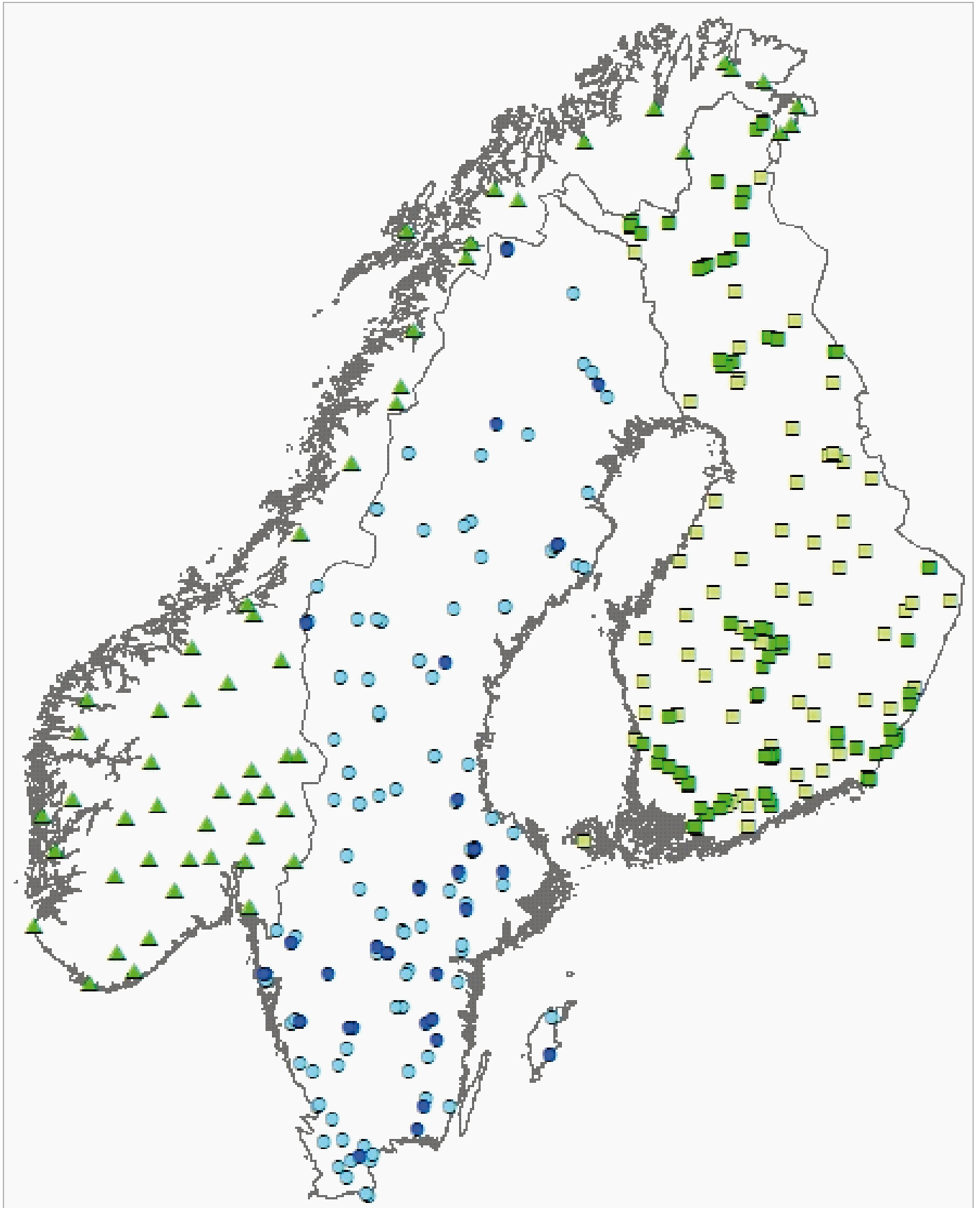
SYKEssä järjestettiin keväällä 2006 projektin valmisteluseminaari, jossa eri tahot esittelivät omia taustapitoisuusseurantoja ja näytteenottomenetelmiä. Seminaarin tuloksena päätettiin yhteisistä näytteenottomenetelmistä, näytteenottoaikkojen valintakriteereistä, pohjavesimuodostumien jakamisesta eri geologisiin ryhmiin ja näytteiden analysointipalvelujen kilpailuttamisesta.

Suomessa ympäristöhallinnon pohjaveden pinnankorkeuden vaihtelujen ja pohjaveden laadun taustapitoisuuksien seuranta aloitettiin vuonna 1975. Geologian tutkimuskeskus on tutkinut pohjaveden ominaisuuksia vuodesta 1969 lähtien. Ruotsissa vastaavanlainen pohjaveden taustapitoisuuden seuranta on aloitettu vuonna 1966 ja Norjassa vuonna 1995.

Vesipolitiikan puitedirektiivi (2000/60/EY) sisältää velvoitteet pohjaveden seurannan järjestämiselle. Pohjaveden osalta seurantaohjelmiin tulee liittää riittävästi seuranta-aikkoja, jotta vesien tilasta saadaan yhtenäinen ja monipuolinen kokonaiskuva. Direktiivin mukaan seurantaohjelman tulee sisältää sekä määrällisen että kemiallisen tilan seuranta. Jotta ihmistoiminnan vaikutukset pohjaveden määrälliseen tilaan ja laatuun voidaan luotettavasti arvioida, tulee olla riittävä tietämys pohjaveden luontaisista pinnankorkeuden vaihteluista ja kemiallisesta koostumuksesta.

Uusi pohjavesidirektiivi (2006/118/EY) velvoittaa jäsenvaltioita määrittämään ja vahvistamaan pohjaveden hyvän kemiallisen tilan arviointiperusteet. Direktiivi antaa peruseriaatteen raja-arvojen määrittämiselle. Lisäksi hyvän kemiallisen tilan raja-arvojen määrittämismetodia on kehitetty EU:n 6. puiteohjelmaan kuuluvassa BRIDGE (Background criteria for the identification of groundwater thresholds) – tutkimusprojektissa. Kyseisen tutkimusprojektin tuloksia on hyödynnetty komission työryhmän valmistelemissa ohjeissa, jotka valmistuvat vuoden 2008 loppuun mennessä.

Kansallisten raja-arvojen määrittämisessä tulee ottaa huomioon pohjaveden luonnolliset taustapitoisuudet niiden aineiden osalta jotka esiintyvät pohjavedessä sekä luonnollisesti että ihmistoiminnan seurauksena. Tämä selvitys antaa hyvää kuvaa



Kuva 1. Pohjoismaiden pohjavesiseurantojen havaintoverkosto. Yhteensä n. 275 asemaa, joiden kattavuus noin 1 asema/3900 km<sup>2</sup>. Ruotsin alueella vaaleat ympyrät ovat pohjaveden vertailu-asemia ja tummat ympyrät varsinaista seuranta-asetverkkoa. Suomen vaaleat neliöt kuvaavat ympäristöhallinnon seuranta-asemia ja tummat Geologian tutkimuskeskuksen havaintoverkkoa. Norjassa kolmiot kuvaavat NGU:n seuranta-asetverkkoa.



olemassa olevien pohjaveden taustapitoisuusaineistoista ja niiden kattavuudesta. Lisäksi tutkimuksen toisena tavoitteena ollut seurannan interkalibrointi tuo ilmi mahdolliset erot pitoisuustasoissa, jotka saattavat johtua eri näytteenottomenetelmistä, näytteiden käsittelystä tai kansallisesti käytettävistä määritysmenetelmistä. Tulosten perusteella voidaan myös luotettavasti vertailla samantyyppisten pohjavesimuodostumien luontaista pohjaveden laatua eri pohjoismaissa.

Vuonna 2006 pohjaveden taustapitoisuuden seuranta tehtiin Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa yhteensä noin 275 seurantapaikalla, joka tarkoittaa 1 seurantapaikkaa 3900 km<sup>2</sup> kohti. Suomessa pohjaveden määrällisen ja kemiallisen tilan seuranta tehtiin vuonna 2006 yhteensä noin 100 paikassa. Pohjaveden seurantapaikkojen tiheys Manner-Suomessa on maapinta-alaan (sisältävät myös sisävedet, mutta ei Ahvenanmaata) suhteutettuna noin 1 kohde 3368 km<sup>2</sup> kohti. Tähän selvitykseen valittiin kustakin maasta 30 havaintopaikkaa. Suomessa paikat jaettiin tasaaan ympäristöhallinnon ja Geologian tutkimuskeskuksen kanssa. Kummankin havaintoverkostosta valittiin 15 havaintopaikkaa mukaan INFORM-projektin interkalibrointinäytteenottoon.

Eri pohjoismaissa näytteet otettiin samalla yhteisesti valitulla näytteenottomenetelmällä kaikista selvitykseen valituista havaintopaikoista laaditun ohjeistuksen mukaisesti. Lisäksi otettiin rinnakkaiset näytteet myös omien käytössä olevien menetelmien mukaisesti. Näytteet pyrittiin ottamaan samaan aikaan kaikissa maissa. Vertailukelpoisten tulosten saamiseksi näytteet analysoitiin eri parametrien osalta samoissa laboratorioissa. Tulokset koottiin yhteiseen tietokantaan Norjan geologiseen tutkimuskeskukseen (NGU).

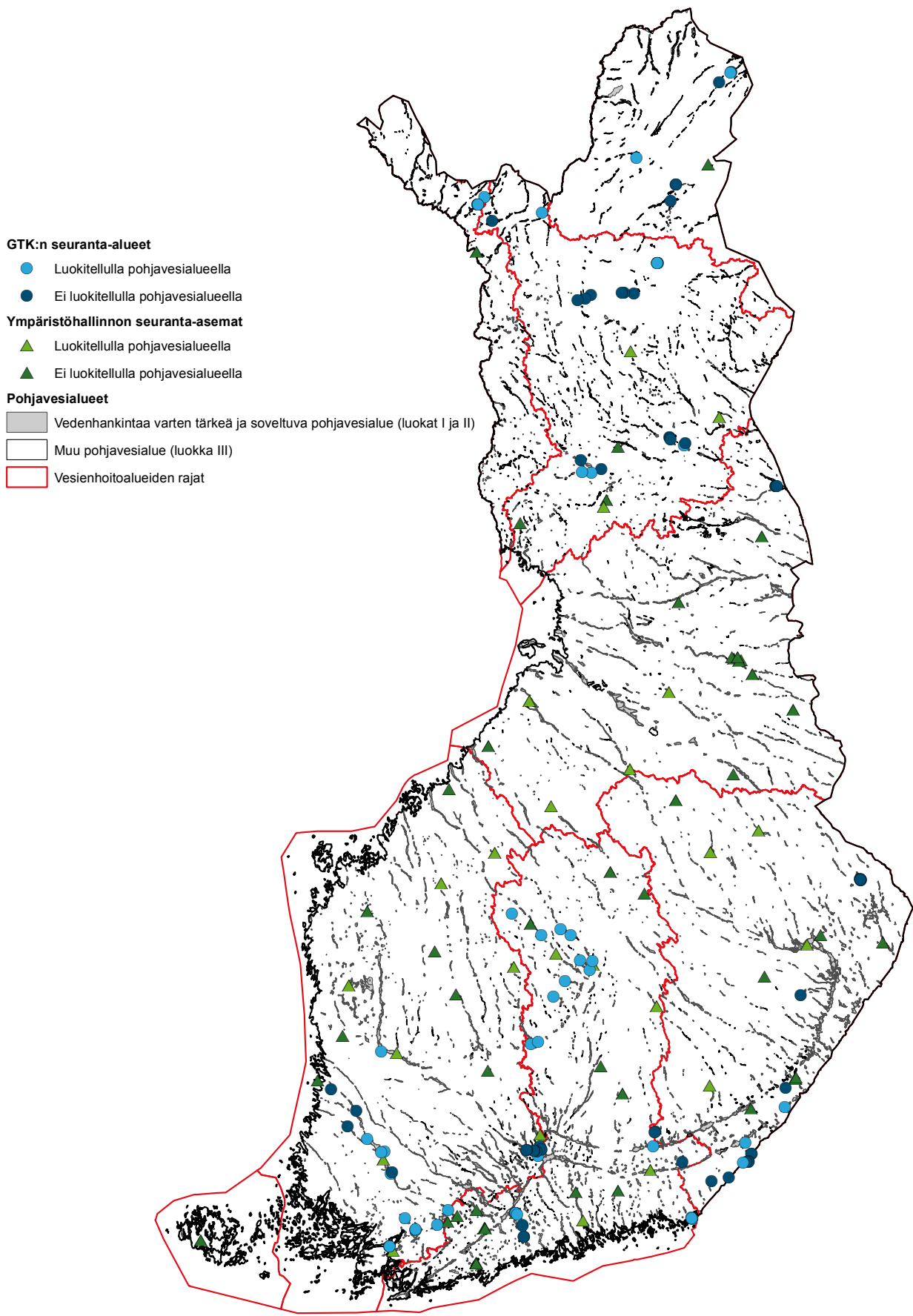
## 2 Seuranta

Ympäristöhallinnon seuranta-asetat, joita oli noin 50 (kuva 2), sijaitsivat luonnontilaisilla lajittuneiden maalajien (hiekkä ja sora) alueilla ja moreenimailla erikokoisissa muodostumissa, joista noin puolet oli luokitelluilla pohjavesialueilla. Seuranta-asetat sijaitsivat ympäri Suomea eri hydrologisiin provinsseihin, joiden kallioperä vaihtelee suuresti. Geologian tutkimuskeskus seurasi pohjaveden laatua 47 alueella eri puolilla maata (kuva 2), joista useimmissa oli ihmisen toimintaa, joka oli mahdollisesti vaikuttanut pohjavesien tilaan. Seurantapisteet sijaitsivat sekä sora että moreeni alueilla, joista noin puolet oli luokiteltuja pohjavesialueita. Osa seurantapisteistä oli kallioporakaivoja erilaisilta kallioperäalueilta.

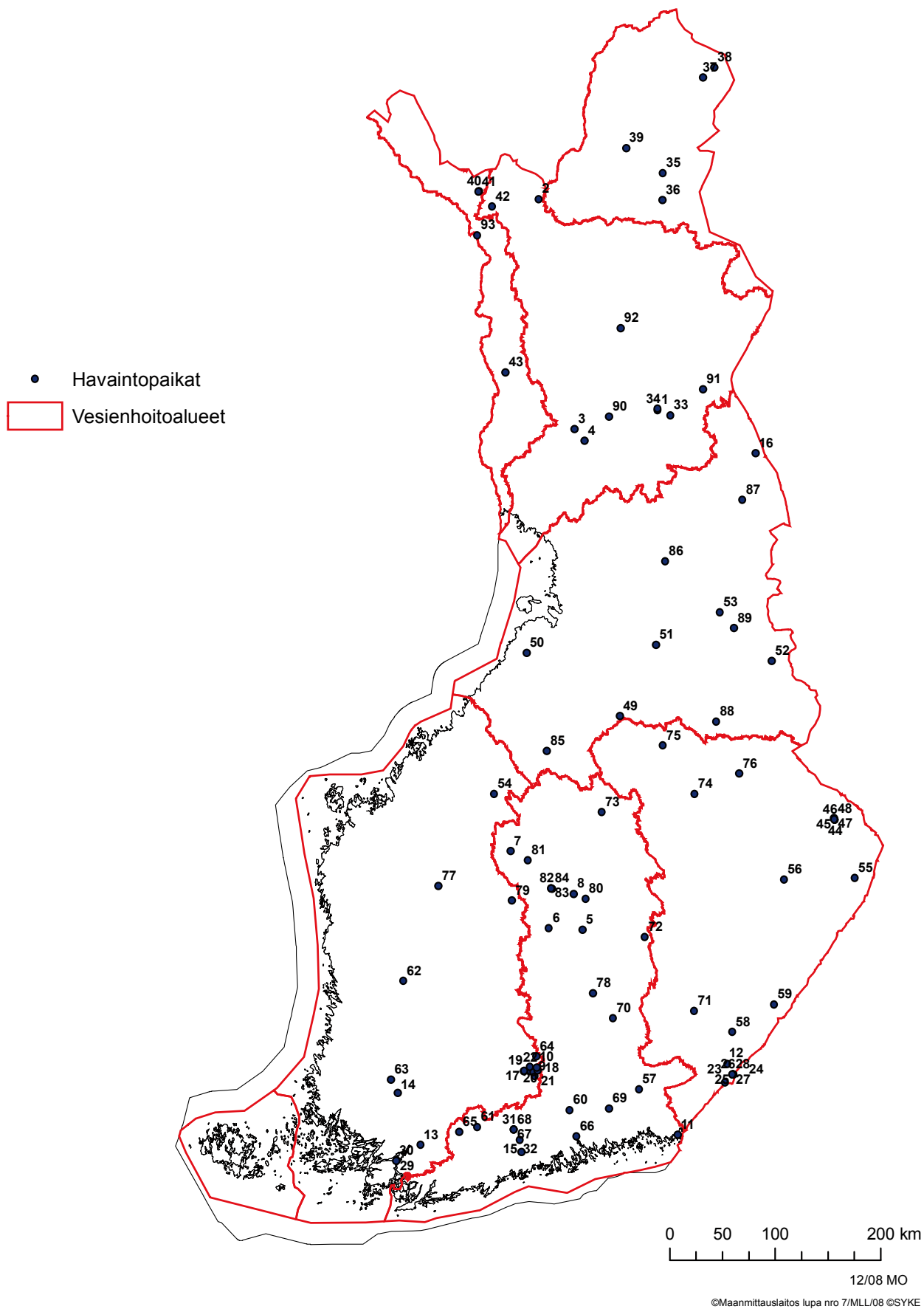
### 2.1

## INFORM

Selvitykseen valittiin ympäristöhallinnon ja GTK:n seurantaverkostoista havaintopaikkoja, jotka muodostivat melko kattavan havaintoverkoston eri puolilta Suomea (kuva 3). Ainoastaan länsirannikolle muodostui katvealue johtuen näytteenottovuoden hydrologisista olosuhteista, joka esti edustavien näytteiden saannin. Havaintopaikkoja oli yhteensä 90 kpl, joiden keskimääräinen kattavuus oli noin 1 havaintopaikka / 3760 km<sup>2</sup>. Taulukossa 1 esitetään näytteenottopaikkojen jakautuminen vesienhoitoalueittain. Eniten havaintopaikkoja oli Kymijoen- Suomenlahden ja Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueilla. Kuvassa 4 sekä taulukossa 1 esitetään myös seurantapaikkojen näytteenottopaikkatyyppien jakautuminen vesienhoitoalueittain. Noin puolet näytteenottopaikoista oli lähteitä (49 kpl) ja neljännes havaintoputkia (22 kpl). Porakaivoista ja kallioporakaivoista otettiin näytteitä lähinnä Lapin havaintopisteissä (13 kpl).



Kuva 2. Pohjavedenseurantapistteet Suomen valtakunnallisessa pohjavedenseurantaverkostossa v. 2006.



Kuva 3. Tutkimuskohteet INFORM interkalibrointi selvityksessä. Numerointi vastaa liitteenä olevia paikkakuvauksia.

Taulukko I. INFORM näytteenottoaika- ja kaivojen jakautuminen vesienhoitoalueittain

	Lähteet ja lähdekaivot	Havaintoputket ja kaivot	YHTEENSÄ
<b>Vuoksen vesienhoitoalue VHA 1</b>			<b>15</b>
GTK	4	3	7
SYKE	5	3	8
<b>Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalue VHA 2</b>			<b>26</b>
GTK	7	2	9
SYKE	8	9	17
<b>Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalue VHA 3</b>			<b>19</b>
GTK	7	6	13
SYKE	4	2	6
<b>Oulujoen-Iijoen vesienhoitoalue VHA 4</b>			<b>11</b>
GTK	1		1
SYKE	10		10
<b>Kemijoen vesienhoitoalue VHA 5</b>			<b>10</b>
GTK	4	3	7
SYKE	3		3
<b>Tornionjoen kansainvälisen vesienhoitoalueen Suomen osuus VHA 6</b>			<b>4</b>
GTK	1	2	3
SYKE	1		1
<b>Teno-, Näätä- ja Paatsjoen kansainvälisen vesienhoitoalueen Suomen osuus VHA 7</b>			<b>5</b>
GTK	1	4	5
SYKE			
<b>YHTEENSÄ</b>			
GTK	25	20	45
SYKE	31	14	45

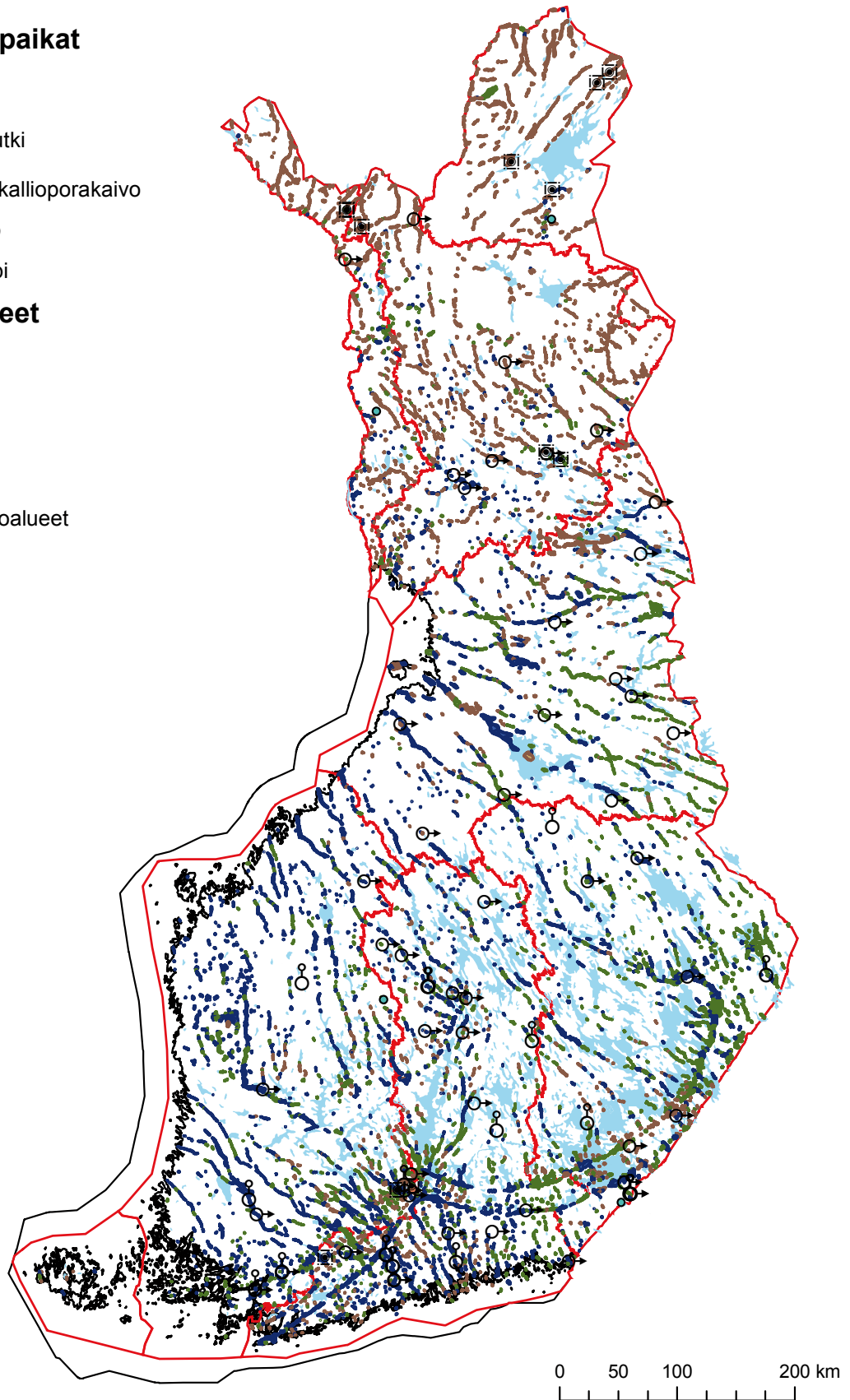
Havaintopaikkojen akviferit jaettiin INFORM selvityksessä geologisiin perustein eri luokkiin. Selvityksessä mukana olleet Suomen havaintopisteet sijaitsivat kolmen eri akviferiluokan alueilla: glasiofluviaalisen aineksen muodostumilla, moreenimuodostumilla ja kalliomurtumissa (kuva 5). Yli puolet havaintopisteistä sijoittui glasiofluviaalisen aineksen muodostumiin ja neljännes moreenimuodostumiin.

## Näytteenottoapaikat

- ➔ lähde
- havaintoputki
- ☒ porakaivo/kallioporakaivo
- lähdekaivo
- suppalampi

## Pohjavesialueet

- I-luokka
- II-luokka
- III-luokka
- Järvet
- Vesienhoitoalueet



10/08 MO  
©Genimap Oy, Lupa L4659/02 ©Maanmittauslaitos lupa nro 7/MYY/07 ©SYKE

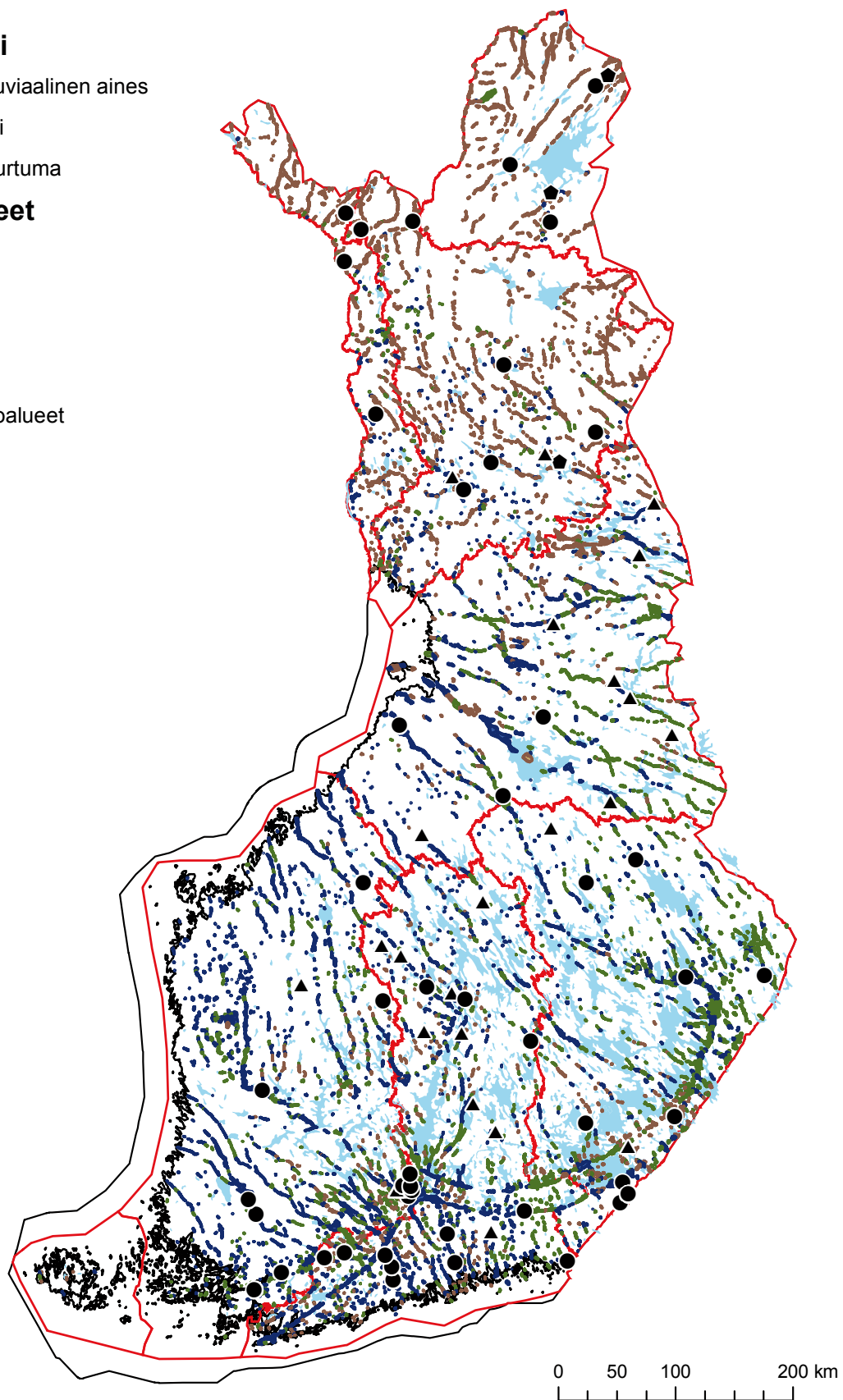
Kuva 4. Havaintopaikan näytteenottoaika.

## Akviferityyppi

- S2 glasiofluviaalinen aines
- ▲ S6 moreeni
- ◆ R3 kalliomurtuma

## Pohjavesialueet

- I-luokka
- II-luokka
- III-luokka
- Järvet
- Vesienhoitoalueet



10/08 MO  
©Genimap Oy, Lupa L4659/02 ©Maanmittauslaitos lupa nro 7/MYY/07 ©SYKE

Kuva 5. Havaintopaikan akviferityyppi.

## 2.2

### **Ympäristöhallinnon valtakunnallinen pohjavedenseuranta**

Ympäristöhallinnon seurantaverkosta alettiin rakentaa vuonna 1973 ja varsinainen seurantatyö alkoi vuoden 1975 aikana. Seurannalla on kiinteä yhteys muuhun hydrologiseen seurantaan. Pohjavesiasemaverkosto käsittää nykyisin kuutisenkymmentä havaintoasemaa eri puolella Suomea. Pohjaveden korkeushavainnot tehdään maahan asennetuista havaintoputkista (n. 10 putkea asemaa kohden) kaksi kertaa kuukaudessa. Havaintajat ovat pääsääntöisesti paikallisia asukkaita, jotka lähettävät havaintotiedot suoraan SYKEen, jossa havainnot tallennetaan POVET-tietojärjestelmään. Havainnot muutetaan korkeuksiksi merenpinnasta N60-järjestelmässä ja niistä lasketaan kenttäkeskiarvo.

Ympäristöhallinnon seurantaverkon tulokset on raportoitu vuosien 1975–1999 väliseltä ajalta raportissa ”Pohjaveden korkeuden ja laadun vaihteluista Suomessa 1975–1999” (Soveri ym. 2001). Ympäristöhallinnon pohjavesitietojärjestelmään on tallennettu seuranta-asemien pohjaveden pinnankorkeustiedot vuodesta 1975 alkaen ja pohjaveden laatutietoja on tallennettu pääsääntöisesti vuodesta 2002 alkaen. Ympäristöhallinnon seurantapaikoista on otettu vuoden 2008 loppuun mennessä yhteensä 7865 pohjavesinäytettä.

## 2.3

### **Geologian tutkimuskeskuksen pohjavedenseuranta**

GTK:n pohjavesiseuranta alkoi vuonna 1969, kun pohjavesinäytteitä alettiin kerätä ja analysoida säännöllisesti lähteistä, lähdekaivoista ja maaperän kaivoista Lammin ja Hämeenkosken alueilla. Seurantaverkosta laajennettiin 1990-luvulla, ja vuonna 2006 GTK:n pohjaveden seurantapaisteita oli kaikkiaan 50 kpl eri puolilla Suomea. GTK:n seuranta-alueita on ollut sekä luonnontilaisissa ympäristöissä että valuma-alueilla, joissa on ollut erityyppistä ihmistoimintaa. Vuoden 2007 alusta alkaen GTK:n lopetti systemaattisen pohjavesiseurannan. GTK:n seurantapaikoista oli vuoden 2007 loppuun mennessä otettu yhteensä noin 4625 pohjavesinäytettä. Vuoden 2008 loppuun asti tutkittiin pohjaveden laatua vain kahdella Ympäristön yhdenmetyt seurannan tutkimusalueella (Ympäristöministeriö 1995). Satunnaisia tutkimuksia tehdään jatkossakin liittyen pohjaveden prosessitutkimuksiin.



## 3 Näytteenotto ja analyysimenetelmät

Syksyn 2006 pohjavesinäytteidenottokierroksella otettiin näytteet eri menetelmillä selvityksessä mukana olleissa havaintopaikoissa. INFORM-interkalibrointinäytteet (B2-näytteet) otettiin samalla tavoin Ruotsissa, Norjassa ja Suomessa käyttäen Ruotsin SGU:n pohjavesiseurannan rutiininäytteenottomenetelmää. SYKEN seurantanäytteet (FIN-SYKE-B1-näytteet) ja GTK:n seurantanäytteet (FIN-GTK-B1-näytteet) otettiin käyttäen SYKEN seurantapisteissä SYKEN seurantanäytteiden rutiininäytteenottomenetelmää, ja vastaavasti GTK:n näytepisteissä GTK:n rutiininäytteenottomenetelmiä. GTK:n näytepisteistä otettiin myös näytteet kunkin laitoksen omilla näytteenottomenetelmillä ruotsalaisten pulloihin. Geologian tutkimuskeskus otti B2-näytepisteistä näytteet käyttäen omia näytteenottomenetelmiä omiin pulloihinsa. Näillä pystytään vertaamaan interkalibrointinäytteiden ja kunkin laitoksen oman näytteenoton vaikutuksia näytteiden alkuainepitoisuuksiin.

Näytteiden analysoinnissa käytettiin INFORM-interkalibrointinäytteiden anioni- ja kationinäytteiden määrittämisessä Geologian tutkimuskeskuksen laboratoriota Suomessa. SYKEN seurantanäytteet analysoitiin alueellisten ympäristökeskusten laboratorioissa sekä SYKEN laboratorioissa analysoitavista parametreista riippuen. GTK:n seurantanäytteet analysoitiin GTK:n laboratorioissa. INFORM-näytteiden Hg-määritykset tehtiin Ruotsissa IVL:n laboratorioissa (Svenska miljöinstitutet/ Institutet för vatten och luftvårdsforskning), TOC-määritykset Norjassa (NGU/ Trondheim Analysesenteret) ja TCE- ja TECEE-määritykset Suomen ympäristökeskuksen ympäristölaboratoriossa.

### 3.1

#### Näytteenottomenetelmät

Pohjavesinäytteet otetaan sekä SYKEN että GTK:n seurantaohjelman mukaan pääsääntöisesti neljä kertaa vuodessa. Näytteenottorutiinit ja analyysivalikoimat poikkeavat hieman toisistaan (esim. GTK määrittää kentällä pH:n, sähkönjohtavuuden ja happipitoisuuden sekä tekee CO<sub>2</sub>-titrauksen). Ympäristöhallinnon kohteissa ei ole tehty radonmäärityksiä eikä otettu isotooppinäytteitä. Näytteenottorutiinit ovat myös poikenneet toisistaan: useat GTK:n kohteista ovat suuria lähteitä tai kaivoja, joista näyte on otettu suoraan vesitilasta näytteenottoastiaan; ympäristöhallinnon näytteet on pyritty ottamaan ylivuotona lähteestä purkautuvasta vedestä.

Ympäristöhallinnolla on hajautettu analyysipalvelu, jossa näytteet jaetaan usean laboratorion analysoitavaksi. GTK käyttää puolestaan hyvin keskitettyä analysointia. Myös laboratorioden toiminnassa on eroja, joilla saattaa olla suuri merkitys varsinkin pitkien aikasarjojen trenditarkasteluissa. Laboratorioiden valinnassa on mahdollisuuksia, sillä nykyajan logistiikka takaa sen, että kestäväidyt näytteet voidaan analysoida melkein missä vain. Ravinnemäärityksissä lähin laboratorio saattaa kuitenkin olla paras vaihtoehto. Nämä tekijät on otettava huomioon suunniteltaessa yhdistetyn verkon analyysipalveluja.

## INFORM-interkalibrointinäytteenotto

INFORM-interkalibrointinäytteet (B2-näytteet) otettiin käyttäen ruotsalaisten SGU:n pohjaveden seurannassa käyttämiä menetelmiä. Näytteenottoon tarvittavat pullo tulivat kullekin näytteenottotaholle keskitetysti Ruotsista SGU:sta, lukuun ottamatta elohopean määrittämiseen tarvittavaa näytepulloa, joka tuli IVL-laboratoriosta, TOC-analyysiin menevän näytteen näytepulloa, joka tuli Norjasta (NGU/Trondheim Analysesenteret) sekä TCE- ja TECEE-näytepulloa, joka toimitettiin Suomen ympäristökeskuksen ympäristölaboratoriosta.

Taulukossa 2 on esitelty INFORM-interkalibroinnissa käytetyt näytepullot, niiden koot ja materiaalit.

Taulukko 2. INFORM-interkalibroinnissa käytetyt näytepullot kokoineen ja materiaaleineen sekä näytteiden esikäsittely- ja säilytysmenetelmät.

Osanäyte	Analyysi	Pullo	Esikäsittely kentällä	Säilytys
1	PH, EC, Alk	150 ml Polyeteeni	Ei	viileä&pimeä
2	Anionit	100 ml Polyeteeni	Suodatus 5,0 mm	viileä&pimeä
3	Kationi- ja metallimääritykset	50 ml LDPE	Suodatus 0,45 mm	viileä&pimeä
4	Hg	100 ml Teflon	Ei	viileä&pimeä
5	TOC	100 ml Polyeteeni	Ei	viileä&pimeä
6	TCE (3-, 4-kloorieteeni)	250 ml Lasi	Ei	viileä&pimeä

Osanäyte 1 pH:n, sähkönjohtavuuden ja alkaliniteetin mittauksia varten otettiin 150 ml:n polyteenipulloon. Pullo huuhdeltiin ensin pari kertaa näytevedellä, täytettiin sitten piripintaan ja suljettiin tiiviisti.

Osanäyte 2, josta määritettiin veden sisältämät anionit, otettiin 100 ml:n polyteenipulloon. Näyte suodatettiin 5,0 mm ennakkoon happopestyllä suodattimella siten, että suodatuksessa käytettävä ruisku huuhdeltiin ensin pari kertaa näytevedellä, jonka jälkeen näytevettä suodatettiin pulloon pieni määrä. Tällä huuhdeltiin näytepullo ja vasta sitten se täytettiin suodattamalla piripintaan asti. Pullo suljettiin tiiviisti.

Metalli- ja kationimäärityksiä varten otettiin osanäyte 3 50 ml:n LDPE-muovipulloon, joka oli laboratoriossa täytetty ionivaihdetulla vedellä. Näyte suodatettiin 0,45 mm suodattimella, joka huuhdottiin ensin suodattamalla sen läpi ensin 10 ml 0,05M typpihappoa ja sen jälkeen 10 ml ionivaihdettua vettä. Suodatuksessa käytetty ruisku oli ennakkoon happopesty ja se huuhdeltiin pari kertaa ionivaihdetulla vedellä ja pari kertaa näytevedellä ennen varsinaista suodatusta. Näytepullo tyhjennettiin ionivaihdetusta vedestä ja huuhdeltiin pienellä määrällä suodatettua näytevettä. Pullo suodatettiin täyteen näytevettä ja korkki suljettiin tiiviisti.

Elohopeanäyte, osanäyte 4, otettiin 100 ml:n teflonpulloon, joka oli laboratoriossa täytetty ionivaihdetulla vedellä. Näytepullo tyhjennettiin ja täytettiin näytevedellä piripintaan. Pullo suljettiin tiiviisti jättämättä sinne ilmatilaa. Näytepullo säilytettiin muovipussissa ennen näytteenottoa ja se suljettiin sinne myös näytteenoton jälkeen.

TOC-näyte, osanäyte 5, otettiin 100 ml:n polyteenipulloon. Pullo huuhdeltiin kaksi kertaa näytevedellä ennen täyttöä piripintaan. Pullo suljettiin tiiviisti jättämättä sinne ilmatilaa.

Osanäyte 6 tri- ja tetrakloorieteenin määrittämistä varten otettiin 250 ml:n lasipulloon. Lasipulloa ei huuhdeltu ennen näytteenottoa, vaan pullo täytettiin suoraan näytevedellä varovasti kuohuntaa välttämällä piripintaan ja suljettiin jättämättä ilmatilaa.

Kaikki näytepullot merkittiin asianmukaisesti näytepaikan koodilla ja näytteenottopäivämäärällä. Kaikki näytteet säilytettiin pimeässä ja viileässä, ja ne toimitettiin analysoiviin laboratorioihin kunkin laboratorion ohjeiden mukaisesti viipymättä. Kationi- ja metallimäärityksiin menevät näytteet koottiin keskitetysti Geologian tutkimuskeskukseen, jossa ne kestävästi väkevällä Suprapur-typpihapolla 0,25 ml

HNO<sub>3</sub> / 50 ml vettä. Näytteet toimitettiin analysoitaviksi Geologian tutkimuskeskuksen laboratorioon.

Näytteenoton yhteydessä näytevedestä mitattiin lämpötila, sähkönjohtavuus, pH ja happipitoisuus. Kustakin näytestä täytettiin kenttähavaintolomakkeet kts. liite 6. Lähteistä mitattiin virtaama.

INFORM-interkalibrointinäytteiden otossa käytetty ruisku oli näytteenottajakohdainen. Samaa ruiskua käytettiin kaikkien saman näytteenottajan käymissä näytekohteissa samoin kuin kaikissa saman näytesteen suodatettavissa osanäytteissä. Ruisku huuhdeltiin näytekohteiden välillä pari kertaa ionivaihdetulla vedellä ja pari kertaa näytekohteen vedellä ennen varsinaista näytteenottoa. Näytteenottokohteiden välillä ruisku säilytettiin suljetussa muovipussissa.

INFORM-näytteiden otossa otettiin kussakin maassa kaksi 0- eli sokeaa näytettä näytteenoton laadun varmistamiseksi. 0-näyte tehtiin ionivaihdetusta vedestä ja käsiteltiin samoin kuin osanäyte 3. Myös elohopeanäytteiden mukana kulki IVL-laboratoriosta laitettu laadunvarmistusnäyte koko näytteenotto prosessin ajan.

### 3.1.2

#### Ympäristöhallinnon pohjavesiseurannassa käytettävät näytteenottomenetelmät

SYKE koordinoi ympäristöhallinnon pohjavesiseurantaa. Alueelliset ympäristökeskukset vastaavat seurannan käytännön toteutuksesta, mm. näytteenotosta. Ympäristöhallinnolla on suuntaa-antavat ohjeistukset pohjavesinäytteiden otolle seuranta-aseilla, mutta aluekeskuskohtaisia eroavaisuuksia esiintyy johtuen esimerkiksi erilaisesta näytteenottokalustosta.



Kuva 6. Uudenmaan ympäristökeskuksen näytteenottokalustoa.

Kuva 7. Näytteenottopullot ympäristöhallinnon analyysivalikoimalle.



Suurin osa seuranta-asemien pohjavesinäytteistä otetaan lähteistä, jolloin ensin mitataan lähteen lämpötila. Jos lähteeseen on asennettu mittapato, otetaan vesinäyte ylivuodosta. Ellei mittapatoa ole, otetaan vesi suoraan lähteestä. Eri aluekeskuksien näytteenottokäytäntö vaihteli siitä otetaanko vesinäyte pulloon suoraan lähteestä vai muovikauhalla. Muovikauhalla otettaessa näyte kaadetaan näytepulloon suppilon/ suppiloon asetetulla muoviletkun avulla. Pullo huuhdellaan näytevedellä (paitsi sellaiset jossa reagenssiaine valmiina) ennen varsinaisen näytteen ottoa.

Jos näyte otetaan havaintoputkesta, mitataan ennen näytteenottoa pohjaveden pinnankorkeus, jonka jälkeen aloitetaan putken pumppaus. Useimmat aluekeskukset (9 kpl) käyttävät päänäytteenottopumppuna uppopumppuja, mutta myös imupumppuja (4 kpl) ja inertiapumppuja (1kpl) on käytössä. Havaintoputkia pumpataan keskimäärin 20 - 30 minuuttia, mutta eri aluekeskuksien välillä hajontaa on viidestä minuutista viiteen tuntiin. Pumppauksen teho on yleensä noin 7 - 10 l/min. Pumppauksen kesto riippuu putken antoisuudesta ja veden sameudesta. Riittävä veden kirkkaus näytteenottoa varten määritellään useimmiten silmämääräisesti, mutta muutamat aluekeskukset käyttävät sameusmittareita kuten esimerkiksi Hanna HI-93703-mittaria. Vesinäyte otetaan ja lämpötila mitataan pumpun letkupäähän asetetusta puhtaasta ja ohuemmasta letkusta valuvasta vedestä. Pullo huuhdellaan näytevedellä (paitsi sellaiset jossa reagenssiaine valmiina) ennen varsinaisen näytteen ottamista.

Jos pohjavesinäyte on otettava pohjavesinoutimella, suositellaan mahdollisuuksien mukaan käytettäväksi kertakäyttöisiä Bailer-putkinoutimia. Alueellisilla ympäristökeskuksilla on yleisimmin käytössä Ruttner- ja Limnos-noutimia. Myös kertakäyttöisiä (Bailer) putkinoutimia käytetään tarvittaessa. Joillakin aluekeskuksilla on myös itse tehtyjä noutimia käytössä. (Rintala ja Suokko 2008)

### 3.1.3

#### GTK:n näytteenottomenetelmät

GTK:n pohjavesinäytteet seurantakohteista on otettu yleensä 4 kertaa vuodessa. GTK:n pohjavesinäytteet ottaa aina sertifioitu näytteenottaja. Näytteenoton yhteydessä mitataan pohjavedenpinnantaso ja lähteiden virtaamat. Näytteenottaja havainnoi myös valuma-alueella mahdollisesti tapahtuneet muutokset ja kirjaa ne ylös havaintolomakkeeseen (kts. liite 4.). Vedestä mitataan näytteenoton yhteydessä pH, sähkönjohtavuus, happipitoisuus ja lämpötila sekä määritetään liuenneen hiilidioksidin määrä titraamalla. Anioni- ja fysikaaliskemiallisia määrittelyksiä varten käsittelemätön vesinäyte otetaan 500 ml polyeteenipulloon, joka huuhdellaan näytevedellä muutaman kerran ennen pullon täyttöö. Lähteissä pullo täytetään upottamalla se vesipinnan alapuolelle, kaivoista vesi nostetaan ämpärillä ja näytepullo täytetään kaatamalla ämpäristä vesi pulloon. Porakaivoista ja talviaikaan myös maaperän kaivoista vesinäyte otetaan useimmiten talouskäytössä olevasta hanasta, josta vettä juoksetetaan ennen näytteenottoa niin kauan, että veden lämpötila on tasaantunut. Havaintoputkista vesinäytteet otetaan erillisillä näytteenottopumpuilla. Kationi- ja raskasmetallimäärittelyksiä varten vesinäyte otetaan kertakäyttöisen polyeteeniruiskun kanssa ja suodatetaan 0,45 µm-huokoskokoisella suodattimella happopestyyn 100 ml polyeteenipulloon. Tämä vesinäyte kestäväidään saman päivän aikana siisteissä olosuhteissa lisäämällä pulloon 0,5 ml väkevää Suprapur-typpihappoa. Vesinäytteet kuljetetaan ja säilytetään viileässä ja pimeässä, ja toimitetaan Labtium oy:n laboratorioon (aiemmin Geologian tutkimuskeskuksen kemian laboratorio) analysoitaviksi mahdollisimman pian näytteenoton jälkeen. GTK:n pohjavesinäytteenottoa on esitelty GTK:n tutkimusraportissa nro. 155 (Lahermo ym. 2002).

GTK:n näytteenoton yhteydessä otetaan aina vähintään yksi 0- eli sokea näyte, joka kationi- ja metallimäärittelyyn. Näyte suodatetaan ionivaihdetusta vedestä samoin kuin normaalit näytteet ja se myös kestäväidään samoin.

### 3.2

## Analyysimenetelmät

INFORM-interkalibrointinäytteiden B2- näytteiden anioni-, kationi- ja metallimäärittelyt tehtiin Suomessa Geologian tutkimuskeskuksen laboratorioissa voimassa olevien standardien mukaisesti. TCE- ja TECEE-määrittelyt tehtiin Suomen ympäristökeskuksen ympäristölaboratorioissa. Elohopeapitoisuudet määritettiin Ruotsissa IVL:n laboratorioissa ja TOC-määrittelyt tehtiin Norjassa. Näiden lisäksi osa Suomen ympäristökeskuksen B1-näytteistä analysoitiin alueellisten ympäristökeskusten laboratorioissa.

### 3.2.1

#### INFORM analyysimenetelmät

Geologian tutkimuskeskuksen laboratorioissa tehdyissä määrittelyissä noudatettiin voimassa olevia standardeja. Osanäytteestä 1 mitattiin pH, sähkönjohtavuus (mS/m, +25 °C) ja alkaliniteetti (määrittelyraja 0,02 mmol/l) potentiometrisesti Mettler Toledo DL70 ES -automaattititraattorilla.

Osanäytteestä 2 määritettiin kloridin ( $\text{Cl}^-$ , 0,2 mg/L), fluoridin ( $\text{F}^-$ , 0,1 mg/L), nitraatin ( $\text{NO}_3^-$ , 0,2 mg/L) ja sulfaatin ( $\text{SO}_4^{2-}$ , 0,1 mg/L) pitoisuudet Dionex DX-120 - ionikromatografilla ja fosfaatin ( $\text{PO}_4^{3-}$ , 0,02 mg/L) pitoisuus Shimadzu UV-ISO-02 -spektrofotometrillä. Taulukosta 4 löytyvät yksittäisten aineiden määrittelymenetelmät ja -rajat.

Elohopeapitoisuudet määritettiin IVL-laboratorioissa (Svenska Miljöinstitutet Ab) Ruotsissa kaksoisamalgamointi atomifluorosenssispektrometrialla (Double amalgamation AFS). Määrittelyraja oli 0,05 ng/l.

TOC-määrittelyt tehtiin Norjassa Trondheim Analyserenterin laboratorioissa NS-EN 1484 menetelmällä: katalyyttinen poltto (680 °C), vapautuneen  $\text{CO}_2$ -määrän arviointi absorptio lähi-infrapuna aallonpituudella. Määrittelyraja oli 0,1 mg/l. Tri-kloorietyleeni (TCE) ja tetrakloorietyleeni (TECEE) määrittelyt tehtiin SYKEN ympäristölaboratorioissa headspace-kaasukromatografi-massaspektrometri menetelmällä. Määrittelyraja molemmille parametreille oli 0,1 µg/l.

### 3.2.2

#### Ympäristöhallinnon analyysimenetelmät

Pohjavesiasemien rutiiniseurannan, samoin kuin INFORM- hankkeen näytteiden kanssa samaan aikaan otetut B1-näytteet, analysoitiin pääsääntöisesti aluekeskusten yhteistyölaboratorioissa noudattaen olemassa olevia standardeja. Rutiiniseurannassa asemilta otetut metalli-näytteet analysoidaan SYKEN Hakuninmaan laboratorioissa. Joissakin aluekeskuksissa analysoidaan heti kentällä näytteenoton yhteydessä muutamia parametreja, kuten esimerkiksi pH ja sameus. Lämpötila mitataan kentällä. Happi-näyte kestäväidään heti näytteenoton yhteydessä kentällä. Normaaliseurannan näytteitä ei suodateta. Nolla- ja vertailunäytteitä otetaan satunnaisesti. Näytteet toimitetaan yhteistyölaboratorioihin samana päivänä, jossa kestäväointiä tarvitsevat näytteet käsitellään olemassa olevien standardien mukaisesti.

Analysoitavat parametrit:

Pohjavesiasemilta otetaan vesinäyte 4 kertaa vuodessa. Pääsääntöisesti säännöllisesti määrítettävien parametrien luettelo alla (47 kpl):

Taulukko 3. Ympäristöhallinnon analyysivalikoima vuoteen 2007 asti.

Alkaliniteetti (ALK)	Lyijy (Pb)
Alumiini (Al)	Lämpötila
Ammonium typpinä (NH <sub>4</sub> N)	Magnesium (Mg)
Antimoni (Sb)	Mangaani (Mn)
Arseeni (As)	Molybdeeni (Mo)
Barium (Ba)	Natrium (Na)
Beryllium (Be)	Nikkeli (Ni)
Boori (B)	Nitriitti-nitraatti typpinä (NO <sub>2</sub> 3N)
Elohopea (Hg)	Orgaaninen kokonaishiili (TOC)
Fluoridi (F)	pH
Fosfaatti fosforina (PO <sub>4</sub> P)	Piidioksidi (SiO <sub>2</sub> )
Hapen kyllästysaste (O <sub>2</sub> S)	Rauta (Fe)
Happi, liukoinen (O <sub>2</sub> D)	Rubidium (Rb)
Hopea (Ag)	Sameus (TURB)
Kadmium (Cd)	Seleeni (Se)
Kalium (K)	Sinkki (Zn)
Kalsium (Ca)	Strontium (Sr)
Kloridi (Cl)	Sulfaatti (SO <sub>4</sub> )
Koboltti (Co)	Sähkönjohtavuus (COND)
Kokonaisfosfori (PTOT)	Tallium (Tl)
Kokonaistyyppi (NTOT)	Torium (Th)
Kromi (Cr)	Uraani (U)
Kupari (Cu)	Vanadiini (V)
Litium (Li)	Vismutti (Bi)

Taulukosta 4 löytyvät yksittäisten aineiden määritysmenetelmät ja -rajat.

### 3.2.3

#### Analyysimenetelmät GTK

GTK:n B1-vesinäytteet analysoitiin Geologian tutkimuskeskuksen laboratoriossa voimassa olevien standardien mukaisesti. Analyysimenetelmät ovat samat kuin INFORM-B2-näytteiden analysoinnissakin, mutta GTK:n rutiiniseurannan näytteiden analysoinnissa käytetään korkeampia määritysrajoja. Käsittelemättömistä 500 ml:n näytepulloihin kerätyistä vesinäytteistä GTK:n laboratoriossa mitattiin pH, sähkönjohtavuus (mS/m, +25 °C) ja alkaliniteetti (määritysraja 0,02 mmol/l) potentiometrisesti Mettler Toledo DL70 ES -automaattititraattorilla. Veden kemiallinen hapen kulutus (KMnO<sub>4</sub>-luku, määritysraja 0,1 mg/L) määritettiin käsin titraamalla. Kloridin (Cl<sup>-</sup>, 0,2 mg/L), fluoridin (F<sup>-</sup>, 0,1 mg/L), nitraatin (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, 0,2 mg/L) ja sulfaatin (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, 0,1 mg/L) pitoisuudet määritettiin Dionex DX-120 -ionikromatografilla. Fosfaatin (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, 0,02 mg/L) pitoisuus määritettiin Shimadzu UV-ISO-02 -spektrofotometrillä. Väriluku (5 mg/L Pt) määritettiin vertaamalla vesinäytteen väriä platina-kobolttikloridiliuoksilla kalibroituun Hellige-komparaattorin värilevyihin. Taulukosta 4 löytyvät yksittäisten aineiden määritysmenetelmät ja -rajat.

## Vertailu

Näytteet otetaan sekä ympäristöhallinnon että GTK:n ohjelmissa pääsääntöisesti neljä kertaa vuodessa. Näytteenottorutiinit ja analyysivalikoimat poikkeavat hieman toisistaan (esim. GTK määrittelee kentällä pH:n, sähkönjohtavuuden ja happipitoisuuden sekä tekee CO<sub>2</sub>-titrauksen). Radonmääritykset ja isotooppinäytteet eivät ole kuuluneet ympäristöhallinnon seurantaohjelmaan. Näytteenottorutiinit ovat myös poikenneet toisistaan: useat GTK:n kohteista ovat suuria lähteitä tai kaivoja, joista näyte on otettu suoraan vesitilasta näytteenottoastiaan; ympäristöhallinnon näytteet on pyritty ottamaan ylivuotona lähteestä purkautuvasta vedestä.

Ympäristöhallinnolla on hajautettu analyysipalvelu, jossa näytteet jaetaan usean laboratorion analysoitavaksi. GTK käyttää puolestaan hyvin keskitettyä analysointia. Myös laboratorioden toiminnassa on eroja, joilla saattaa olla suuri merkitys varsinkin pitkien aikasarjojen trenditarkasteluissa. Laboratorioden valinnassa on mahdollisuuksia, sillä nykyajan logistiikka takaa sen, että kestäväidyt näytteet voidaan analysoida melkein missä vain. Ravinnemäärityksissä lähin laboratorio saattaa kuitenkin olla paras vaihtoehto. Nämä tekijät on otettava huomioon suunniteltaessa yhdistetyn verkon analyysipalveluja.

Yhden ja saman laboratorion käytössä on kuitenkin omat etunsa. Laboratorioden omasta laaduntarkkailusta ja laboratorioden välisistä interkalibrointiohjelmista huolimatta eri laboratorioissa tehtyjen samojen näytteiden analyysituloksissa saattaa olla tasoeroja. Siksi pitkäaikaisseurannoissa olisi usein hyvä käyttää samaa laboratoriota, tai laboratoriota vaihdettaessa teettää jonkin aikaa analyysit sekä aiemmin käytetyssä että tulevaan käyttöön aiotussa laboratorioissa, että voidaan varmistua analyysitulosten yhdenmukaisesta jatkuvuudesta.

GTK:n näytteenottomenetelmät poikkeavat INFORM-interkalibrointinäytteenoton menetelmistä lähinnä pullokokojen ja pullomateriaalien osalta. Anioninäytteiden osalta INFORM näytteistä suodatettiin näyteveden 5,0 µm suodattimella, mitä GTK:n vesinäytteille ei normaalisti tehdä. INFORM menetelmässä yhdellä näytteenottokierroksella käytetään vain yhtä ruiskua, jota huuhdellaan näytepaikkojen välillä. GTK:n näytteiden otossa ruiskuja käytetään vain kerran, ts. jokaiselle näytteelle käytetään omaa ruiskua.

Taulukko 4 sivut 22 - 29. Määritysmenetelmien vertailu

Taulukko 4. Määrittymenetelmien vertailu.

Määrittymenetelmien vertailu													
	Esikäsitteily			Määrittymenelmä			Alaraja			Lisätieto			
	SYKE	GTK	INFORM	SYKE	GTK	INFORM	SYKE	GTK	INFORM	SYKE	GTK	INFORM	B2 analysointi- laboratorio
Suure													
Adsorboituvat org. halogeenit	Adsorptio aktiivihii- leen			Titrimetrinen, potentio- metrinen			5 µg/l						
Alkaliniteetti				Titrimetrinen, pH, päätepiste pH 4.5, 4.2 // Titrimetrinen, Granin menetelmä	potentiometrinen Mettler Toledo DL70ES- automaattititraattori	potentiometrinen Mettler Toledo DL70ES- automaattititraattori	0,01 mmol/l // ei määri- tysrajaa	0,02 mmol/l	0,02 mmol/l	Titrimetrinen, Granin mene- telmä- ei tehdä Hakuninmaalla		osanäyte 1	
Alumiini		suodatus (0,45µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, massaspektrometri	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	0,2µg/l	1 µg/l	0,5 µg/l			osanäyte 3	
Ammonium typpinä				Spektrometria, FIA, kolorimetrinen									
Antimoni		suodatus (0,45µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, massaspektrometri	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	0,02 µg/l	0,02 µg/l	0,01 µg/l			osanäyte 3	
Arseeni		suodatus (0,45µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, massaspektrometri	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	0,05 µg/l	0,05 µg/l	0,02 µg/l			osanäyte 3	
Barium		suodatus (0,45µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, massaspektrometri	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	0,02 µg/l	0,04 µg/l	0,04 µg/l			osanäyte 3	



Määrittämenetelmien vertailu													
	Esikäsitteily			Määrittämentelmä			Alaraja			Lisätieto			
	SYKE	GTK	INFORM	SYKE	GTK	INFORM	SYKE	GTK	INFORM	SYKE	GTK	INFORM	B2 analysointi- laboratorio
Suure													
Bromi		suodatus (0,45µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)		ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000		5 µg/l	0,1 µg/l				osanäyte 3
Beryllium		suodatus (0,45µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, massaspektrometri	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	0,02 µg/l	0,1 µg/l	0,05 µg/l				osanäyte 3
Boori		suodatus (0,45µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, massaspektrometri	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	0,3 µg/l	0,5 µg/l	0,5 µg/l				osanäyte 3
Elohopea				Atomifluoresenssi, kyl- mäkaasu, amalgamointi		Kaksois amalgamointi, atomifluorosenssi spek- trometria	0,002 µg/l		0,05 ng/l				IVL Svenska Miljöinstitu- tet AB
Fluoridi	Suodatus			Ionikromatografia	Dionex DX-120 ionikro- matografi	Dionex DX-120 ionikro- matografi	20 µg/l	0,1 mg/l	0,1 mg/l				
Fosfaatti					Shimadzu UV-ISO-02 spektrofotometri	Shimadzu UV-ISO-02 spektrofotometri		0,02 mg/l	0,02 mg/l				osanäyte 2
Fosfaatti fosforina				Spektrometria, FIA, kolorimetrinen			2 µg/l						
Fosfori		suodatus (0,45µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)		ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000		10 µg/l	10 µg/l				
Hapen kylläs- tysaste				Titrimetrinen, potentio- metrinen			0 kyll%						
Happi, liukoinen				Titrimetrinen, potentio- metrinen			mg/l						

Määrittämenetelmien vertailu													
	Esikäsitely			Määrittämentelmä			Alaraja			Lisätieto			B2 analysointi- laboratorio
	SYKE	GTK	INFORM	SYKE	GTK	INFORM	SYKE	GTK	INFORM	SYKE	GTK	INFORM	
Suure													
Happi (veden kemiallinen hapen kulutus)					titraus käsin KMnO <sub>4</sub> -luku	titraus käsin KMnO <sub>4</sub> -luku		0,1 mg/l	0,002 µg/l			osanäyte 3	
Hopea		suodatus (0,45 µm), kestäväointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45 µm), kestäväointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, massaspektrometri	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	0,02 µg/l	0,01 µg/l	2 µg/l			osanäyte 3	
Jodi		suodatus (0,45 µm), kestäväointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45 µm), kestäväointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)		ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000		2 µg/l	0,003 µg/l			osanäyte 3	
Kadmium		suodatus (0,45 µm), kestäväointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45 µm), kestäväointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, massaspektrometri	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	0,01 µg/l	0,02 µg/l	0,01 mg/l			osanäyte 3	
Kalium		suodatus (0,45 µm), kestäväointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45 µm), kestäväointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, optinen emissiospektrometri // Atomiabsorptiospektrometria, liekki	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	0,1 mg/l	0,01 mg/l	0,01 mg/l		Atomiabsorptiospektrometria, liekki- ei tehdä Hakuninmaalla	osanäyte 3	
Kalsium		suodatus (0,45 µm), kestäväointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45 µm), kestäväointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, optinen emissiospektrometri // Atomiabsorptiospektrometria, liekki	ICP-AES, Thermo Jarrel Ash IRIS Advantage	ICP-AES, Thermo Jarrel Ash IRIS Advantage	0,1 mg/l	0,07 mg/l			Atomiabsorptiospektrometria, liekki- ei tehdä Hakuninmaalla	osanäyte 3	
Kiintoaine	Suodatus, lasikuitu < 70 g/m <sup>2</sup> , GF/C			Gravimetrinen, kuivatus 105 °C			1 mg/l						

Määrittymenettelmien vertailu													
	Esikäsitteily			Määrittymenelmä			Alaraja			Lisätieto			
	SYKE	GTK	INFORM	SYKE	GTK	INFORM	SYKE	GTK	INFORM	SYKE	GTK	INFORM	B2 analysointi- laboratorio
Suure													
Kloridi		pitoisuustason mukaan	pitoisuustason mukaan		Ionikromatografi tai ICP-MS	Ionikromatografi tai ICP-MS		2 mg/l	0,005 µg/l			osanäyte 3	
Kloridi	Suodatus			Ionikromatografia	Dionex DX-120 ionikromatografi	Dionex DX-120 ionikromatografi	0,1 mg/l	0,2 mg/l	2 mg/l			osanäyte 2	
Kloori		suodatus (0,45µm), kestäväointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestäväointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)		ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000		2 mg/l	0,2 mg/l			osanäyte 3	
Koboltti		suodatus (0,45µm), kestäväointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestäväointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, massaspektrometri	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	0,05 µg/l	0,02 µg/l	0,1 µg/l			osanäyte 3	
Kokonaisfosfori	Hajotus K2S2O8			Spektrometria, FIA, kolorimetrinen			2 µg/l						
Kokonaistyyppi	Hajotus K2S2O8-H3BO3			Spektrometria, FIA, kolorimetrinen			20 µg/l						
Kokonaistyyppi	Hajotus K2S2O8			Spektrometria, FIA, kolorimetrinen						ei Hakuninmaalla			
Kromi		suodatus (0,45µm), kestäväointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestäväointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, massaspektrometri	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	0,2 µg/l	0,2 µg/l	0,05 µg/l			osanäyte 3	
Kupari		suodatus (0,45µm), kestäväointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestäväointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, massaspektrometri	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	0,1 µg/l	0,04 µg/l	0,02 µg/l			osanäyte 3	
Litium		suodatus (0,45µm), kestäväointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestäväointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, massaspektrometri	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	0,02 µg/l	0,3 µg/l	0,005 µg/l			osanäyte 3	

Määrittämenetelmien vertailu													
	Esikäsitely			Määrittämentelmä			Alaraja			Lisätieto			B2 analysointi- laboratorio
	SYKE	GTK	INFORM	SYKE	GTK	INFORM	SYKE	GTK	INFORM	SYKE	GTK	INFORM	
Suure													
Lyijy		suodatus (0,45µm), kestävointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestävointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, massaspektrometri	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	0,01 µg/l	0,03 µg/l					osanäyte 3
Lämpötila							°C				kentällä	kentällä	kentällä
Magnesium		suodatus (0,45µm), kestävointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestävointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, optinen emissiospektro- metri // Atomiabsorp- tiospektrometri, liekki	ICP-AES, Thermo Jarrel Ash IRIS Advantage	ICP-AES, Thermo Jarrel Ash IRIS Advantage	0,1 mg/l	0,005 mg/l	0,005 mg/l		Atomiabsorptio- spektrometri, liekki- ei tehdä Hakuninmaalla		osanäyte 3
Mangaani	Hajotus K2S2O8	suodatus (0,45µm), kestävointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestävointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Spektrometria, FIA, kolorimetrisen // Atomi- absorptiospektrometri, liekki	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	5 µg/l // 0,1 µg/l	0,02 µg/l	0,02 µg/l		Atomiabsorptio- spektrometri, liekki- ei tehdä Hakuninmaalla		osanäyte 3
Molybdeeni		suodatus (0,45µm), kestävointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestävointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, massaspektrometri	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	0,1 µg/l	0,03 µg/l	0,01 µg/l				osanäyte 3
Natrium		suodatus (0,45µm), kestävointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestävointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, optinen emissiospektro- metri // Atomiabsorp- tiospektrometri, liekki	ICP-AES, Thermo Jarrel Ash IRIS Advantage	ICP-AES, Thermo Jarrel Ash IRIS Advantage	0,1 mg/l	0,4 mg/l	0,005 mg/l		Atomiabsorptio- spektrometri, liekki- ei tehdä Hakuninmaalla		osanäyte 3
Nikkeli		suodatus (0,45µm), kestävointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestävointi väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, massaspektrometri	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	0,2 µg/l	0,06 µg/l	0,02 µg/l				osanäyte 3
Nitraatti					Dionex DX-120 ionikro- matografi	Dionex DX-120 ionikro- matografi		0,2 mg/l	0,2 mg/l				osanäyte 2

Määrittämenetelmien vertailu													
	Esikäsitteily			Määrittämentelmä			Alaraja			Lisätieto			B2 analysointi- laboratorio
	SYKE	GTK	INFORM	SYKE	GTK	INFORM	SYKE	GTK	INFORM	SYKE	GTK	INFORM	
<b>Suure</b>													
Nitraatti typpinä				Spektrometria, FIA, kolorimetrisen			2 µg/l						
Nitriitti typpinä				Spektrometria, FIA, kolorimetrisen			1 µg/l						
Nitriitti-nitraatti typpinä				Spektrometria, FIA, kolorimetrisen			2 µg/l						
Orgaaninen kokonaishiili (TOC)				Infrapunaspektrometria		NS-EN 1484: katalyyttinen poltto (680°C), vapautuneen CO <sub>2</sub> -määrän arviointi absorptio lähi-infrapuna aallonpituudella	0,5 mg/l		0,1 mg/l				Trondheim Analyse-senteret, Norja
pH				Elektrometrinen tai ioniselektiivinen määrittä	potentiometrinen Mettler Toledo DL70ES-automaattititraattori	potentiometrinen Mettler Toledo DL70ES-automaattititraattori						osanäyte 1	
Piidioksidi		suodatus (0,45µm), kestävänti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestävänti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Spektrometria, FIA, kolorimetrisen	ICP-AES, Thermo Jarrel Ash IRIS Advantage	ICP-AES, Thermo Jarrel Ash IRIS Advantage	0,02 mg/l	0,6 mg/l	0,02 mg/l			osanäyte 3	
Rauta	Hajotus K2S2O8	suodatus (0,45µm), kestävänti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestävänti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Spektrometria, FIA, kolorimetrisen // Induktiivinen plasma, massaspektrometri	ICP-AES, Thermo Jarrel Ash IRIS Advantage	ICP-AES, Thermo Jarrel Ash IRIS Advantage	7 µg/l // 5 µg/l	0,03 mg/l	0,01 mg/l			osanäyte 3	
Rikki		suodatus (0,45µm), kestävänti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestävänti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)		ICP-AES, Thermo Jarrel Ash IRIS Advantage	ICP-AES, Thermo Jarrel Ash IRIS Advantage		0,1 mg/l	0,1 mg/l			osanäyte 3	
Rubidium		suodatus (0,45µm), kestävänti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestävänti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, massaspektrometri	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	0,01 µg/l	0,03 µg/l	0,01 µg/l			osanäyte 3	
Sameus				Nefelometrinen (FTU tai FNU)			0,05 FNU						

Määrittymenetelmien vertailu													
	Esikäsittely			Määrittymenelmä			Alaraja			Lisätieto			B2 analysointi- laboratorio
	SYKE	GTK	INFORM	SYKE	GTK	INFORM	SYKE	GTK	INFORM	SYKE	GTK	INFORM	
Suure													
Seleeni		suodatus (0,45µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, massaspektrometri	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	0,2 µg/l	0,5 µg/l	0,5 µg/l				osanäyte 3
Sinkki		suodatus (0,45µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, massaspektrometri	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	1 µg/l	0,1 µg/l	0,1 µg/l				osanäyte 3
Strontium		suodatus (0,45µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, massaspektrometri	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	0,02 µg/l	0,1 µg/l	0,05 µg/l				osanäyte 3
Sulfaatti	Suodatus			Ionikromatografia	Dionex DX-120 ionikro- matografi	Dionex DX-120 ionikro- matografi	0,5 mg/l	0,1 mg/l	0,1 mg/l				osanäyte 2
Sähkönjohtavuus				Konduktometrinen, 25 °C	potentiometrinen Mettler Toledo DL70ES- automaattititraattori +25°C	potentiometrinen Mettler Toledo DL70ES- automaattititraattori +25°C	0,32 mS/m	mS/m	mS/m				osanäyte 1
Tallium		suodatus (0,45µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, massaspektrometri	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	0,02 µg/l	0,02 µg/l	0,001 µg/l				osanäyte 3
Trikloorietyleeni (TCE)						headspace-kaasukro- matografi-massaspekt- rometri			0,1 µg/l				SYKE
Tetrakloorietyleeni (TECEE)						headspace-kaasukro- matografi-massaspekt- rometri			0,1 µg/l				SYKE
Tina			suodatus (0,45µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)			ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000			0,05 µg/l				osanäyte 3

Määrittymenetelmien vertailu													
	Esikäsitely			Määrittymenelmä			Alaraja			Lisätieto			
	SYKE	GTK	INFORM	SYKE	GTK	INFORM	SYKE	GTK	INFORM	SYKE	GTK	INFORM	B2 analysointi- laboratorio
Suure													
Torium		suodatus (0,45 µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45 µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, massaspektrometri	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	0,02 µg/l	0,02 µg/l	0,002 µg/l				osanäyte 3
Uraani		suodatus (0,45 µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45 µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, massaspektrometri	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	0,005 µg/l	0,01 µg/l	0,001 µg/l				osanäyte 3
Vanadiini		suodatus (0,45 µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45 µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, massaspektrometri	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	0,05 µg/l	0,02 µg/l	0,02 µg/l				osanäyte 3
Vismutti		suodatus (0,45 µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	suodatus (0,45 µm), kestävöinti väkevällä typpihapolla (Merck, suprapur)	Induktiivinen plasma, massaspektrometri	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	ICP-MS, Perkin Elmer SCIEX Elan 6000	0,02 µg/l	0,03 µg/l	0,01 µg/l				osanäyte 3
Väriiluku					vesinäytteen vertaus platina-koboltti-kloridi- liuoksilla kalibroituihin Hellige-kompraattorin värilevyihin			5 mg/l					
					ICP-MS= Induktiivisesti kytketty plasmamassa- spektrometri								
					ICP-AES= Induktiivisesti kytketty plasma-atomie- missiospektrometri								

## 4 Hydrologiset olosuhteet syksyllä 2006

Vuoden 2006 vesitilanne oli vaihteleva. Kesällä satoi poikkeuksellisen vähän ja vuoden lopulla taas ennätysellisen paljon. Koko vuoden yhteenlaskettu sademäärä oli kuitenkin hyvin lähellä keskimääräistä eri puolella Suomea.

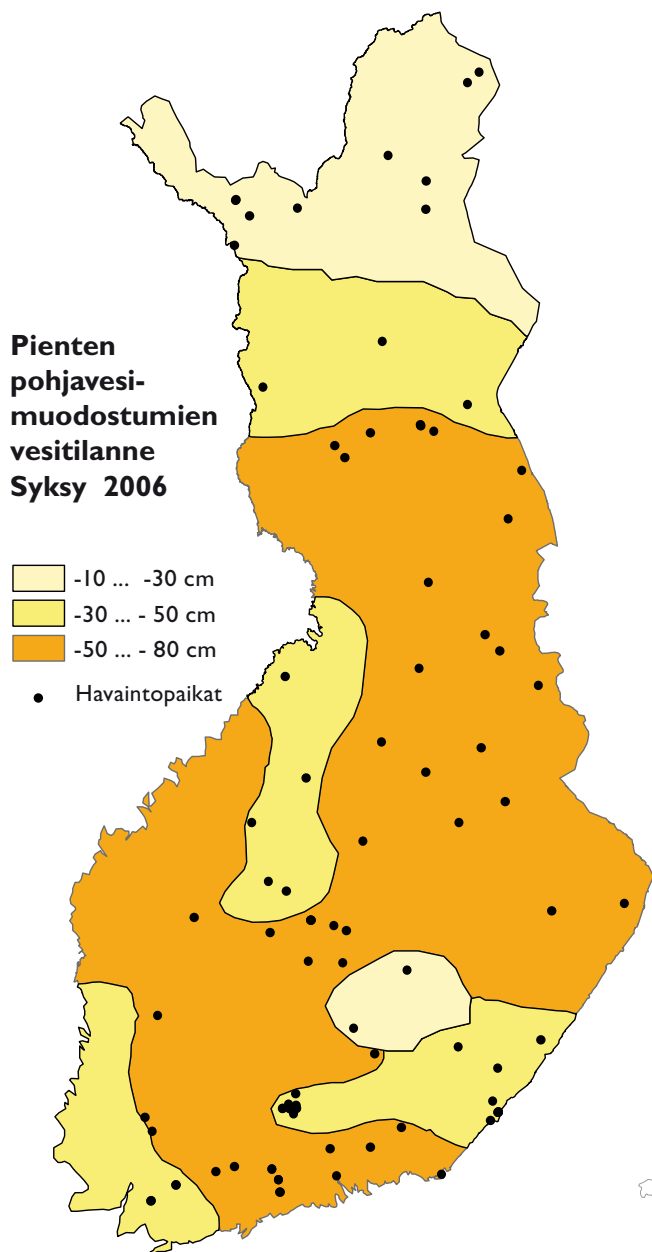
Alkuvuonna järvien vedenpinnat olivat maan pohjoisosassa keskiarvoa ylempänä, muualla tavanomaista alempana. Pohjaveden pinnat olivat keskiarvon tuntumassa. Talven aikana vedenpinnat laskivat ajankohdalle tyypillisesti. Keväiset virtaamahuiput olivat maan etelä- ja keskiosassa tavanomaisia suuruudeltaan ja ajoitukseltaan. Pohjanmaalla ja pohjoisessa jääpadot aiheuttivat paikallisia tulvia. Lapissa vedenpintojen keväthuiput olivat selvästi keskimääräistä aikaisempia, mutta suuruudeltaan tavanomaisia.

Kesällä sekä järvien että pohjavesien pinnat laskivat vähäisen sadannan ja suuren haihdunnan vuoksi poikkeuksellisen alas. Syyskuun lopussa pienten pohjavesimuodostumien vedenpinnat olivat monin paikoin 30 - 100 cm ajankohdan keskiarvoa alempana. Järvi-Suomessa pintavedet olivat yleisesti 30 - 70 cm alle keskiarvon.

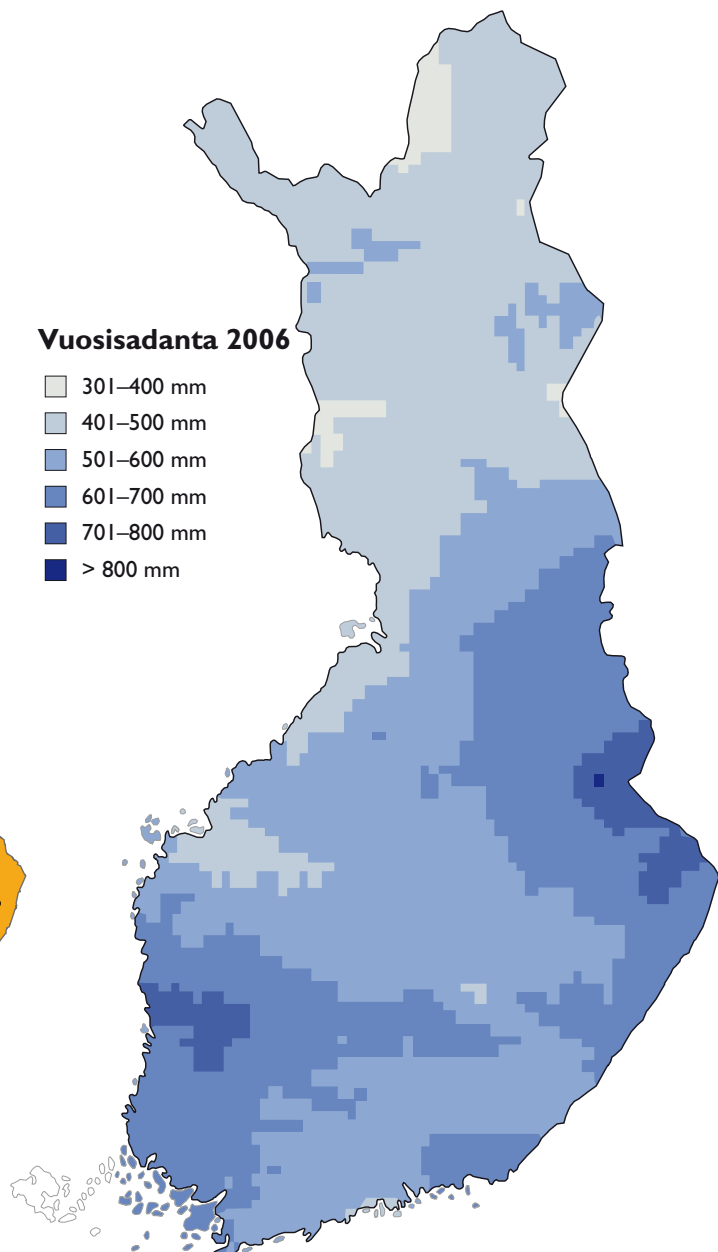
Syksyllä sateet käänsivät vedenpinnat nousuun. Joulukuu oli paikoin ennätyslämmin ja -sateinen. Joulukuun sateet ja lumien sulaminen aiheuttivat Lounais-Suomessa tulvia, jotka nousivat jopa tavanomaisia kevätkorkeuksia ylemmäksi. Vuoden päättyessä järvien vedenpinnat olivat lähes koko maassa selvästi keskimääräistä ylempänä. Lunta, jäätä ja routaa oli suurimmassa osassa maata keskimääräistä vähemmän.

Kuivan kesän ansiosta olivat pohjaveden pinnat monissa näytteenottopaikoissa alhaisia, jolloin INFORMin näytteenottoa jouduttiin siirtämään myöhemmäksi tietyissä osissa Suomea. Pitkähköksi venähtänyt näytteenottokausi oli syyskuusta marraskuuhun. Länsirannikon osalta kaikista havaintopaikoista ei saatu edustavia näytteitä, mikä johtui hydrologisista olosuhteista.





Kuva 8. Pienten pohjavesimuodostumien tilanne syksyllä 2006.



Kuva 9. Vuosisadanta vuonna 2006. (Ympäristö lehden tilastot palsta 1/2007).

## 5 Tulokset

Selvityksessä syys - marraskuussa v. 2006 otettujen näytteiden pohjaveden laadun tilastollisia tunnuslukuja on esitetty kuvissa 13 - 60 ja taulukoissa 5 - 8. Liitteissä 3.1 - 3.18 on pohjaveden pitoisuuksien tunnuslukuja esitetty maalajityypeittäin, kairotyypeittäin sekä alueellisesti ryhmiteltyinä. Lisäksi pohjaveden alumiini-, rauta- ja mangaanipitoisuudet on esitetty taulukoissa sekä suodattamattomien että suodatettujen näytteiden osalta erikseen, koska näissä parametreissa havaittiin selkeä näytteen suodattamisen suora vaikutus vesinäytteen alkuainepitoisuuteen. Suomen akviferit ovat tyypillisesti kalliokynnysten pilkkomia, ja pohjaveden laatu saattaa vaihdella merkittävästi maantieteellisesti hyvin lähekkäinkin sijaitsevissa maaperämuodotumissa ja siten myös kaivoissa. Ryhmittelyissä näytemäärät sekä alueellisesti että näytepaikoittain ja maalajityypeittäin jäävät joissakin ryhmissä hyvin pieneksi, joten näiden tulosten käyttöön taustapitoisuusarvoina tulee suhtautua varauksella, ja käyttää niitä vain suuntaa-antavina.

Kaikissa tässä tutkimuksessa mukana olleissa SYKEN ja GTK:n seurantakohteissa pohjaveden laatu vastasi pitkäaikaisseurannassa ko. kohteissa saatuja tuloksia ts. pohjaveden alkuainepitoisuudet olivat samaa suuruusluokkaa kuin mitä kohteiden pitkäaikaisseurannassa pitoisuudet ovat normaalisti olleet (kts. Soveri ym. 2001, Backman ym. 1999 sekä Hatakka ja Väisänen 2007). Syksyllä 2006 tutkimuksen näytteenottoa edelsi varsin pitkä kuivakausi lähes koko maassa pohjoisinta Suomea lukuun ottamatta, joten pohjavedenpinnat olivat näytteenottohetkellä normaalia alhaisemmat.

Tutkimuksessa käytetyistä näytteenottomenetelmistä ainoastaan suodattamisella näyttää olevan suoraa vaikutusta tuloksiin. Taulukossa 9 on esitetty pohjaveden laadun tunnuslukuja SYKEN ottamista suodatetuista B2-näytteistä sekä samoista kohteista otetuista suodattamattomista B1-näytteistä. Kuitenkin kuvissa esitetään sekä suodattamattomien että suodatettujen vesinäytteiden analyysitulokset samoilla kartoilla. Koko aineistossa suodattamattomia näytteitä oli yhteensä 30 kpl ja suodatettuja 64 kpl.

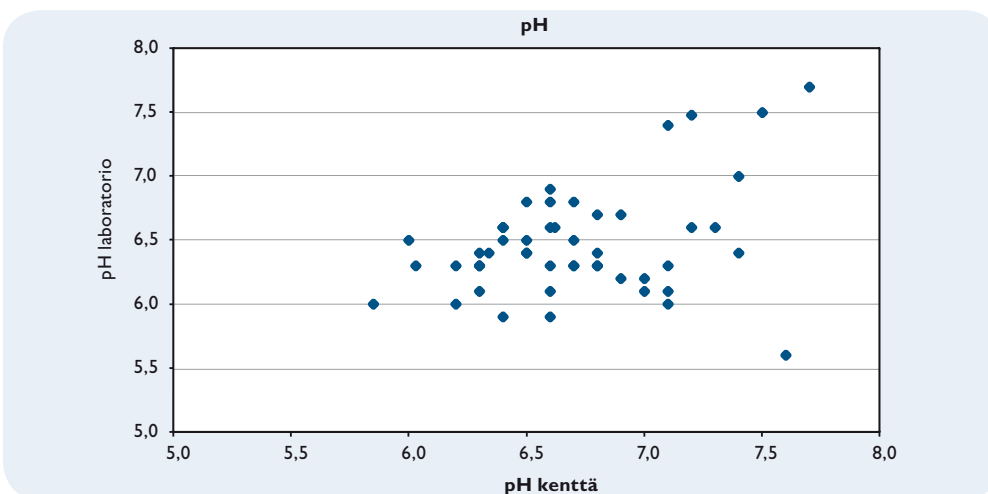
Suodattaminen vaikuttaa merkittävästi alumiinin, kromin, raudan, mangaanin ja lyijyn pitoisuuksiin. Lisäksi näissä näytteissä suodattamisen vaikutusta on havaittavissa myös molybdeenin, kuparin, nikkelin ja sinkin määrissä. Sinkkiä lukuun ottamatta pitoisuudet suodattamattomissa näytteissä ovat suuremmat kuin suodatetuissa näytteissä. Kaikille em. mainituille alkuaineille on tyypillistä, että ne sitoutuvat orgaaniseen ainekseen, ja kulkevat siten vedessä kiintoaineksen mukana. Kun vesinäyte suodatetaan, tässä tapauksessa 0,45 µm suodattimella, osa kiintoaineksesta jää suodattimeen, jolloin kiintoainekseen sitoutuneiden alkuaineiden pitoisuudet vedessä pienenevät. Geologian tutkimuskeskuksen pitkäaikaisissa tutkimuksissa on todettu sinkin määrän lisääntyvän noin 1 µg verran 100 ml vesinäytteen suodatusprosessissa. Sinkki lienee peräisin suodatuksessa käytetystä suodattimesta. Taulukoissa 5 - 8 ja liitteissä 3.1 - 3.18 pohjaveden pitoisuuksien tunnuslukuja ei ole esitetty erikseen suodattamattomista ja suodatetuista näytteistä lyijyn, molybdeenin, kuparin, nikkelin

ja sinkin osalta, koska käsitellyssä aineistossa pitoisuuksien erot edellä mainittujen parametrien osalta eivät tulleet selvästi esille johtuen lähinnä eri laboratorioden toisistaan poikkeavista määrittäysrajoista.

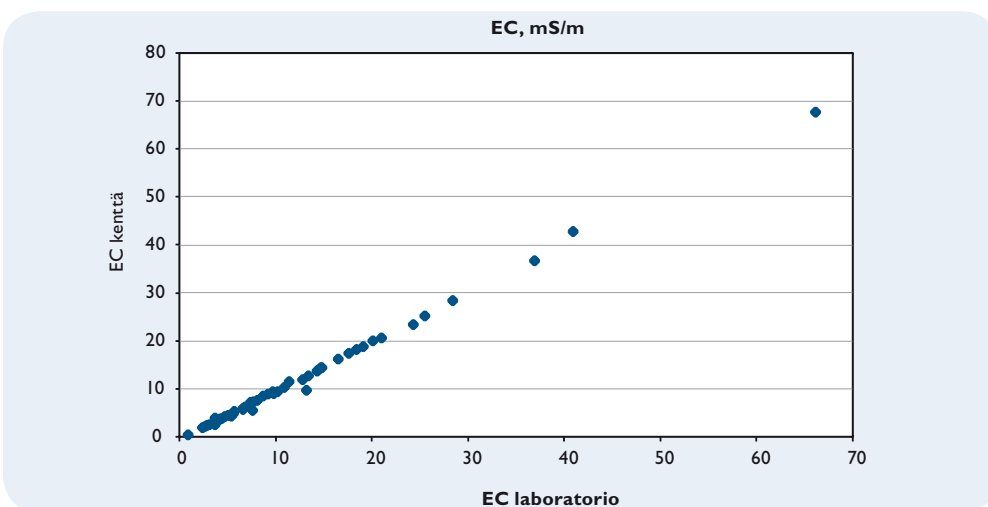
Laboratorioden toisistaan poikkeavat määrittäysrajat haittaavat aineiston tilastollista käsittelyä. Erityisesti tämä haittaa niiden parametrien tuloksia, jotka esiintyvät pohjavedessä hyvin pieninä pitoisuuksina. Keskiarvojen laskennassa alle määrittäysrajan olevat pitoisuudet on korvattu määrittäysraja-arvon puolikkaalla. Keskiarvoa ei ole laskettu, jos yli puolet ko. parametrin analyysituloksista on alle määrittäysrajan.

Taulukossa 5 on esitetty analyysitulosten mediaaniarvot eri kaivotyypeittäin ja taulukossa 8 mediaaniarvot näytekohteiden maalajityypeittäin. Maaperän pohjavesi ja kallioperän pohjavesi poikkeavat laadullisesti toisistaan (vrt. Lahermo ym. 2002). Tässä tutkimuksessa kalliopohjavesinäytteitä otettiin vain 4 havaintopaikasta, koska tutkimuksen pohjoismaisessa kokonaisvertailussa pohjavesinäytepaikkojen yhteismittaisuus toteutuu sitä paremmin, mitä vähemmän ulkoisia rakenteita vesinäytepaikassa on. Tämän vuoksi tässä tutkimuksessa otettiin näytteitä ensisijaisesti lähteistä.

GTK mittasi näytteenoton yhteydessä kentällä pH:n ja sähkönjohtavuuden. Kenttämittauksissa ja laboratoriomittauksissa saman näytteen pH arvot vaihtelevat jonkin verran (kuva 10), koska näytteenoton ja analysoinnin välisenä aikana vesinäytteessä oleva kaasutasapaino saattaa muuttua. Sähkönjohtavuusarvot sen sijaan poikkeavat vain vähän toisistaan kenttämittausten ja laboratoriomittausten tuloksissa (kuva 11).



Kuva 10. pH arvojen eroavaisuudet kenttä- ja laboratoriomittauksissa.



Kuva 11. Sähkönjohtavuusarvot kenttä- ja laboratoriomittauksissa.

Tutkimuksen näytepisteverkko oli varsin harva, joten merkittäviä johtopäätöksiä pohjaveden alkuainepitoisuusjakaumista alueellisesti ei sen perusteella voi tehdä. Fluoridin, arseenin ja uraanin esiintyminen pohjavedessä liittyy kiinteästi kallioperään (Juntunen ja Backman 1996, Lahermo ja Backman 2001 ja Backman ym. 2006), joten kuvissa 23, 31 ja 55 niiden pitoisuudet on esitetty kallioperäkartan päällä. Korkeimmat pohjaveden fluoridipitoisuudet ovat tässäkin tutkimuksessa Kaakkois-Suomen rapakivialueella.

Pohjaveden pitoisuuksia verrattiin sosiaali- ja terveysministeriön talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista annetussa asetuksessa 401/2001 vahvistettuihin talousveden laatuvaatimuksien ja -suositusten enimmäispitoisuuksiin. Lisäksi selvityksen tuloksia verrattiin valtioneuvoston asetuksella vesienhoidon järjestämisestä (1040/2006, muutos 341/2009) vahvistettuihin pohjaveden hyvän kemiallisen tilan arviointiin käytettäviin ympäristölaatunormeihin. Kuvissa 13 - 59 ovat STM:n asettamien raja-arvojen ylittävät pitoisuudet merkitty punaisella ja ympäristölaatunormien ylittävät pitoisuudet merkitty violeteilla ympyröillä.

Kuvissa 13 ja 14 on havaittavissa kuinka STM:n talousvedelle asettamat rajat pH-arvoille alittuu lähes puolissa näytepisteissä. Tämä johtuu siitä, että Suomen maaperä on luontaisesti hapan, joka puolestaan vaikuttaa suoraan maaperään varastoituneen pohjaveden happamuuteen. Ympäristölaatunormin ylityksiä löytyi kloridipitoisuuksien osalta ennalta tiedetyistä tiesuolan vaikutuskohteista. Neljän näytepisteen tulokset poistettiin vertailuista selvien antropogeenisten vaikutusten vuoksi useissa parametreissa. Kuvassa 21 on havaittavissa yksi näytepiste, jonka kloridipitoisuus on koholla tiesuolan vaikutuksen vuoksi.

Korkeimmat pohjaveden fluoridipitoisuudet (kuva 23), jotka ylittivät STM:n talousvedelle asettamat raja-arvot, todettiin Kaakkois-Suomen rapakivialueella. Myös alumiinipitoisuudet ylittävät talousveden raja-arvot viidessä näytepisteessä (kuva 30). Pohjaveden arseenipitoisuus (kuva 31) ylittyy sekä pohjaveden ympäristölaatunormien että talousveden raja-arvojen osalta yhdessä SYKEN näytepisteessä Haapajärvellä (paikkakuvaus 85).

Pohjaveden kobolttipitoisuudet ylittävät pohjavedelle asetetut ympäristölaatunormit Keski-Suomen alueella neljässä näytepisteessä (kuva 37). Ympäristölaatunormit ylittyvät myös kuparipitoisuuksien osalta viidessä näytepisteessä (kuva 39), joista neljä sijaitsee Pohjois-Suomessa.

Suomen pohjavesille on tunnusomaista korkeat rauta- ja mangaanipitoisuudet. Selvityksen mukana olleista näytepisteistä noin neljänneksessä ovat raudan ja mangaanin pitoisuudet koholla (kuva 40 ja 43). Pitoisuudet ylittävät STM:n talousvedelle asettamat laatusuositukset. Nikkelipitoisuudet ovat ympäristölaatunormeihin nähden koholla kolmessa näytepisteessä Keski-Suomessa (kuva 45). Myös sinkkipitoisuudet ylittävät ympäristölaatunormit viidessä näytepisteessä (kuva 57).

## Näytepaikkamediaanit

Taulukko 5. Pohjaveden laadun mediaanit näytepaikkojen mukaan jaoteltuna.

Alkuaine tai ominaisuus/ Element or property	Lähteet ja lähdekaivot Mediaani/ Median	Rengaskaivot ja havainto-putket Mediaani/ Median	Kalliopora-kaivot Mediaani/ Median	Koko aineisto Mediaani/ Median
Näytemäärä	17 - 54	2 - 36	0 - 4	30 - 94
pH, kenttä/ field	6,6	6,6	7,5	6,6
Sähkönj. kenttä, mS/m, 25 °C/ El. conductivity, field	8,2	8,9	19,7	9,0
Lämpötila °C, kenttä/ Temperature, field	5,7	6,7	-	6,0
Happi O <sub>2</sub> mg/l, kenttä/ field	9,7	7,8	-	9,5
pH, lab./ lab.	6,3	6,3	7,3	6,3
Sähkönj. lab., mS/m, 25 °C/ El. conductivity, lab.	4,9	6,6	19,5	5,6
Piihappo SiO <sub>2</sub> mg/l	12,8	11,6	13,7	12,7
Alkaliteetti mmol/l/ Alkalinity	0,27	0,32	1,5	0,29
Sulfaatti SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	4,8	7,9	8,6	6,1
Kloridi Cl <sup>-</sup> mg/l	1,5	2,6	4,9	2,0
Bromidi Br <sup>-</sup> µg/l	7,2	0,5	<0,1	6,9
Fluoridi F <sup>-</sup> mg/l	<0,1	<0,1	0,1	<0,1
Nitraatti NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	0,7	0,5	2,1	0,6
Kalsium Ca mg/l	3,9	5,4	25,0	4,4
Magnesium Mg mg/l	1,2	1,5	5,0	1,3
Natrium Na mg/l	2,6	2,7	6,2	2,7
Kalium K mg/l	0,92	1,2	3,1	1,1
Hopea Ag µg/l	0,020	0,020	0,005	0,02
Alumiini Al µg/l				
Kaikki näytteet	8,2	7,8	1,1	8,0
Suodatetut	7,2	6,7	1,1	6,5
Suodattamattomat	9,3	59,0	-	13,5
Arseeni As µg/l	0,05	0,08	0,07	0,06
Boori B µg/l	3,3	3,5	10,0	3,6
Barium Ba µg/l	5,3	6,2	36,5	6,0
Beryllium Be µg/l	<0,05	0,05	0,05	<0,05
Vismutti Bi µg/l	<0,01	0,01	0,01	0,01
Kadmium Cd µg/l	0,01	0,02	0,01	0,010
Koboltti Co µg/l	0,03	0,05	0,16	0,05
Kromi Cr µg/l	0,20	0,22	0,10	0,20
Cesium Cs µg/l	<0,005	0,005	-	<0,005
Kupari Cu µg/l	0,15	1,2	4,4	0,30
Rauta Fe mg/l				
Kaikki näytteet	0,01	0,02	0,05	0,02
Suodatetut	<0,03	<0,03	0,05	<0,03
Suodattamattomat	0,02	0,10	-	0,02
Jodi I µg/l	<2	<2	-	<2
Litium Li µg/l	0,63	0,32	3,1	0,62
Mangaani Mn µg/l				
Kaikki näytteet	1,3	1,5	165,4	1,5
Suodatetut	0,92	0,96	165,4	1,0
Suodattamattomat	5,0	5,0	-	5,0
Molybdeeni Mo µg/l	0,20	0,18	1,56	0,20
Nikkeli Ni µg/l	0,21	0,62	0,13	0,28
Fosfori P µg/l	<10	<10	<10	<10
Lyijy Pb µg/l	0,03	0,05	0,12	0,03
Rubidium Rb µg/l	0,92	1,2	1,2	1,0
Rikki S mg/l	2,3	2,8	3,0	2,6

Alkuaine tai ominaisuus/ Element or property	Lähteet ja lähdekaivot Mediaani/ Median	Rengaskaivot ja havaintoputket Mediaani/ Median	Kalliopora- kaivot Mediaani/ Median	Koko aineisto Mediaani/ Median
Näytemäärä	17 - 54	2 - 36	0 - 4	30 - 94
pH, kenttä/ field	6,6	6,6	7,5	6,6
Antimoni Sb µg/l	0,01	0,02	0,01	0,02
Seleen Se µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Pii Si mg/l	6,0	4,6	6,4	6,0
Tina Sn µg/l	<0,05	<0,05	-	<0,05
Strontium Sr µg/l	25,2	28,5	134,6	26,8
Torium Th µg/l	0,005	0,03	0,005	0,005
Tallium Tl µg/l	0,010	0,010	0,008	0,010
Uraani U µg/l	0,08	0,08	1,5	0,100
Vanadiini V µg/l	0,16	0,20	0,32	0,18
Sinkki Zn µg/l	1,5	3,3	5,1	2,1
TOC mg/l	0,9	0,60	-	0,80
TCEE µg/l	<0,1	<0,1	-	<0,1
TECEE µg/l	<0,1	<0,1	-	<0,1
Hg-tot. ng/l	0,130	0,002	-	0,060

## 5.2

### Alueelliset mediaanit

#### 5.2.1

#### VHA mediaanit

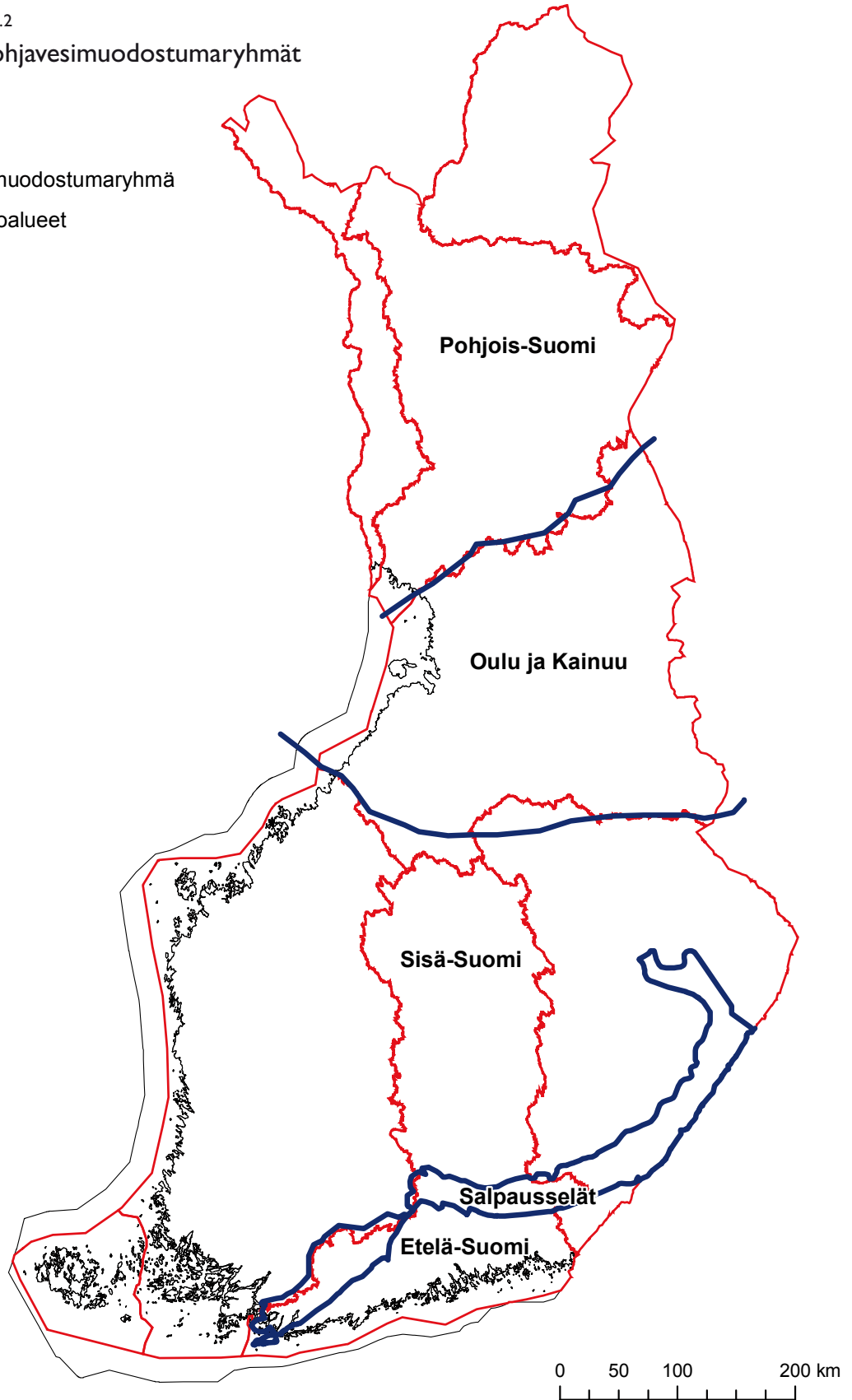
Taulukko 6. Pohjaveden laadun mediaanit vesienhoitoalueittain.

Alkuaine tai ominaisuus	VHA1	VHA2	VHA3	VHA4	VHA5	VHA6	VHA7	Koko aineisto Med.
	Med.	Med.	Med.	Med.	Med.	Med.	Med.	
Näytemäärä	4 - 20	9 - 26	3 - 18	1 - 11	1 - 10	1 - 4	5	30 - 94
pH, kenttä/ field	6,6	6,4	6,6	7,2	6,7	6,6	7,3	6,6
Sähkönj. kenttä, mS/m, 25 °C/ El. conductivity, field	6,6	6,6	14,8	20,1	8,7	4,1	7,4	9,0
Lämpötila °C, kenttä/ Temperature, field	6,1	6,2	6,6	4,8	3,4	-	-	6,0
Happi O <sub>2</sub> mg/l, kenttä/ field	7,8	9,5	6,6	10,7	10,6	-	-	9,5
pH, lab./ lab.	6,2	6,3	6,6	6,3	6,4	6,1	6,6	6,3
Sähkönj. lab., mS/m, 25 °C/ El. conductivity, lab.	3,4	6,6	12,1	3,1	7,0	3,9	7,3	5,6
Piihappo SiO <sub>2</sub> mg/l	10,1	14,0	15,6	12,0	10,2	8,7	8,7	12,7
Alkaliteetti mmol/l/ Alkalinity	0,17	0,32	0,48	0,22	0,44	0,27	0,51	0,29
Sulfaatti SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	3,2	7,7	13,9	2,1	2,9	3,7	3,6	6,1
Kloridi Cl <sup>-</sup> mg/l	0,7	2,5	3,5	0,6	0,9	1,1	2,2	2,0
Bromidi Br <sup>-</sup> µg/l	1,4	7,4	9,9	6,5	6,7	-	-	6,9
Fluoridi F <sup>-</sup> mg/l	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nitraatti NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	0,2	0,9	5,0	<0,2	1,1	0,8	0,2	0,6
Kalsium Ca mg/l	2,8	6,1	12,2	2,4	6,1	3,4	8,9	4,4
Magnesium Mg mg/l	0,75	1,4	3,3	0,92	2,1	0,91	1,5	1,3
Natrium Na mg/l	1,8	3,7	4,9	1,9	2,3	2,2	2,2	2,7
Kalium K mg/l	0,6	1,4	1,9	0,8	1,4	1,5	1,7	1,1
Hopea Ag µg/l	0,02	0,02	0,005	0,02	0,01	0,005	0,005	0,02
Alumiini Al µg/l								
Kaikki näytteet	5,7	25,3	8,0	3,7	5,1	31,5	2,0	8,0
Suodatetut	5,6	17,6	7,2	3,2	5,3	47,9	2,0	6,5
Suodattamattomat	46,8	43,0	28,0	9,9	3,4	15,0	-	13,5

Alkuaine tai ominaisuus	VHA1	VHA2	VHA3	VHA4	VHA5	VHA6	VHA7	Koko aineisto
	Med.	Med.	Med.	Med.	Med.	Med.	Med.	Med.
Näyttemäärä	4 - 20	9 - 26	3 - 18	1 - 11	1 - 10	1 - 4	5	30 - 94
pH, kenttä/ field	6,6	6,4	6,6	7,2	6,7	6,6	7,3	6,6
Arseeni As µg/l	0,04	0,11	0,12	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06
Boori B µg/l	2,1	4,1	7,3	1,7	3,1	3,9	5,9	3,6
Barium Ba µg/l	4,1	5,5	6,3	5,4	8,5	36,9	18,3	6,0
Beryllium Be µg/l	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	0,05	<0,05
Vismutti Bi µg/l	0,01	0,02	0,01	0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01
Kadmium Cd µg/l	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Koboltti Co µg/l	0,05	0,05	0,06	0,04	0,02	0,13	0,04	0,05
Kromi Cr µg/l	0,10	0,2	0,2	0,2	0,25	0,30	0,23	0,20
Kupari Cu µg/l	0,32	0,40	0,24	0,10	0,26	15,5	10,5	0,30
Rauta Fe mg/l								
Kaikki näytteet	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	<0,03
Suodatetut	<0,03	<0,01	<0,03	0,01	0,01	<0,03	0,02	<0,03
Suodattamattomat	0,10	0,06	0,12	0,02	0,02	0,16	-	0,02
Litium Li µg/l	0,20	1,8	2,6	0,34	0,46	0,39	0,21	0,62
Mangaani Mn µg/l								
Kaikki näytteet	1,3	2,1	1,1	0,84	5,3	16,7	1,6	1,5
Suodatetut	1,0	0,82	1,1	0,83	0,92	3,6	1,6	1,0
Suodattamattomat	21,5	5,5	5,0	1,5	10,0	170,0	-	5,0
Molybdeeni Mo µg/l	0,14	0,20	0,27	0,10	0,13	0,13	0,26	0,20
Nikkeli Ni µg/l	0,19	0,30	0,37	0,20	0,37	0,61	0,27	0,28
Fosfori P µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Lyijy Pb µg/l	0,03	0,05	0,03	0,01	0,03	0,64	0,17	0,03
Rubidium Rb µg/l	1,3	0,75	0,29	0,82	1,3	3,9	1,2	1,0
Rikki S mg/l	2,3	2,9	6,0	0,80	1,5	1,6	1,4	2,6
Antimoni Sb µg/l	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02
Seleeni Se µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Pii Si mg/l	4,6	6,4	7,4	5,1	4,4	5,3	4,1	6,0
Strontium Sr µg/l	23,7	34,5	43,5	16,0	16,2	28,4	41,8	26,8
Torium Th µg/l	0,005	0,02	0,005	0,005	0,002	0,04	0,005	0,005
Tallium Tl µg/l	0,01	0,02	0,01	0,009	0,015	0,01	0,005	0,01
Uraani U µg/l	0,02	0,45	0,63	0,05	0,31	0,12	0,51	0,10
Vanadiini V µg/l	0,12	0,17	0,26	0,23	0,21	0,41	0,18	0,18
Sinkki Zn µg/l	1,6	2,6	2,5	1,0	1,8	17,1	9,1	2,1
TOC mg/l	0,7	0,70	0,75	1,1	0,5	1,3	-	0,80
TCEE µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-	<0,1
TEECCE µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-	<0,1
Hg-tot. ng/l	0,130	0,002	0,140	0,032	0,13	0,003	-	0,06

## Pohjavesimuodostumaryhmät

- Pohjavesimuodostumaryhmä
- Vesienhoitoalueet



12/08 MO

©Maanmittauslaitos lupa nro 7/MLL/08 ©SYKE

Kuva 12. Kartta pohjavesimuodostumaryhmittelystä.



Taulukko 7. Pohjaveden laadun mediaanit pohjavesmuodostumaryhmiin jaotellulla.

Alkuaine tai ominaisuus/ Element or property	Näyte- määrä, kpl/ Number of samples, pcs	Etelä- Suomi Mediaani/ Median	Salpau- selät Mediaani/ Median	Sisä- Suomi Mediaani/ Median	Oulu ja Kainuu Mediaani/ Median	Pohjois- Suomi Mediaani/ Median	Koko aineisto Mediaani/ Median
Näytemäärä							30 - 94
pH, kenttä/ field	1 - 15	6,5	6,6	6,7	7,2	7,0	6,6
Sähkönj. kenttä, mS/m, 25 °C/ El. conductivity, field	1 - 15	7,2	9,8	14,3	20,1	7,4	9,0
Lämpötila °C, kenttä/ Temperature, field	4 - 23	7,0	6,3	6,1	4,8	3,4	6,0
Happi O <sub>2</sub> mg/l, kenttä/ field	4 - 23	7,4	7,5	9,5	10,7	10,6	9,5
pH, lab./ lab.	11 - 38	6,3	6,6	6,3	6,3	6,3	6,3
Sähkönj. lab., mS/m, 25 °C/ El. conductivity, lab.	11 - 38	6,6	9,1	5,3	3,1	5,4	5,6
Piihappo SiO <sub>2</sub> mg/l	11 - 38	13,2	14,5	13,3	12,0	9,4	12,7
Alkaliteetti mmol/l/ Alkalinity	11 - 38	0,29	0,39	0,24	0,22	0,37	0,29
Sulfaatti SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	11 - 38	8,3	9,6	4,9	2,1	3,1	6,1
Kloridi Cl <sup>-</sup> mg/l	11 - 38	4,8	4,9	1,6	0,6	1,4	2,0
Bromidi Br <sup>-</sup> µg/l	3 - 22	11,9	7,5	5,3	6,5	6,7	6,9
Fluoridi F <sup>-</sup> mg/l	11 - 38	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nitraatti NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	6 - 22	0,5	1,2	1,1	<0,2	0,8	0,6
Kalsium Ca mg/l	11 - 38	5,8	7,7	3,8	2,4	4,7	4,4
Magnesium Mg mg/l	11 - 38	1,5	3,2	1,2	0,92	1,6	1,3
Natrium Na mg/l	11 - 38	3,3	4,1	2,7	1,9	2,2	2,7
Kalium K mg/l	11 - 38	1,1	1,3	1,0	0,80	1,5	1,1
Hopea Ag µg/l	11 - 37	0,005	0,020	0,020	0,020	0,005	0,020
Alumiini Al µg/l							
Kaikki näytteet	11 - 38	8,3	13,6	8,0	3,7	5,4	8,0
Suodatetut	6 - 22	8,3	11,3	5,1	3,2	5,4	6,5
Suodattamattomat	2 - 16	473,0	27,0	43,5	9,9	9,2	13,5
Arseeni As µg/l	11 - 38	0,05	0,19	0,07	0,05	0,05	0,06
Boori B µg/l	11 - 38	4,8	4,5	2,9	1,7	4,0	3,6
Barium Ba µg/l	11 - 38	4,2	7,2	5,5	5,4	18,3	6,0
Beryllium Be µg/l	11 - 38	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	<0,05
Vismutti Bi µg/l	11 - 38	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01
Kadmium Cd µg/l	11 - 38	0,020	0,010	0,017	0,010	0,010	0,010
Koboltti Co µg/l	11 - 38	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05
Kromi Cr µg/l	11 - 38	0,10	0,16	0,21	0,20	0,23	0,20
Cesium Cs µg/l	3 - 11	0,008	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	<0,005
Kupari Cu µg/l	11 - 38	0,05	0,38	0,40	0,10	0,90	0,30
Rauta Fe mg/l							
Kaikki näytteet	11 - 38	<0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Suodatetut	6 - 22	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Suodattamattomat	2 - 16	0,19	0,02	0,12	0,02	0,09	0,02
Jodi I µg/l	3 - 11	2,3	<2	<2	<2	<2	<2
Litium Li µg/l	11 - 38	0,24	1,3	0,64	0,34	0,44	0,62
Mangaani Mn µg/L							
Kaikki näytteet	11 - 38	1,4	0,80	1,5	0,84	1,8	1,5
Suodatetut	6 - 22	1,4	0,73	0,99	0,83	1,6	1,0
Suodattamattomat	2 - 16	24,1	0,80	5,5	1,5	90,0	5,0
Molybdeeni Mo µg/l	11 - 38	0,20	0,26	0,21	0,10	0,13	0,20
Nikkeli Ni µg/l	11 - 38	0,28	0,77	0,22	0,20	0,28	0,28
Fosfori P µg/l	6 - 22	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Lyijy Pb µg/l	11 - 38	0,03	0,03	0,03	0,01	0,06	0,03
Rubidium Rb µg/l	11 - 38	1,2	0,45	0,90	0,82	1,6	1,0
Rikki S mg/l	6 - 22	3,0	3,2	2,5	0,80	1,5	2,6
Antimoni Sb µg/l	11 - 38	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02
Seeleni Se µg/l	11 - 38	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5

Alkuaine tai ominaisuus/ Element or property	Näyte- määrä, kpl/ Number of samples, pcs	Etelä- Suomi Mediaani/ Median	Salpaus- selät Mediaani/ Median	Sisä- Suomi Mediaani/ Median	Oulu ja Kainuu Mediaani/ Median	Pohjois- Suomi Mediaani/ Median	Koko aineisto Mediaani/ Median
Näytämäärä							30 - 94
pH, kenttä/ field	1 - 15	6,5	6,6	6,7	7,2	7,0	6,6
Pii Si mg/l	6 - 22	6,2	6,6	6,4	5,1	4,4	6,0
Tina Sn µg/l	3 - 11	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Strontium Sr µg/l	11 - 38	37,6	35,0	28,0	16,0	20,7	26,8
Torium Th µg/l	11 - 38	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Tallium Tl µg/l	11 - 38	0,010	0,009	0,012	0,009	0,010	0,010
Uraani U µg/l	11 - 38	0,08	0,60	0,06	0,05	0,28	0,100
Vanadiini V µg/l	11 - 38	0,09	0,20	0,19	0,23	0,24	0,18
Sinkki Zn µg/l	11 - 38	1,4	4,3	2,5	1,0	4,4	2,1
TOC mg/l	5 - 27	0,8	1,0	0,6	1,1	0,6	0,80
TCEE µg/l	3 - 11	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
TECEE µg/l	3 - 11	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Hg-tot. ng/l	5 - 24	0,110	0,380	0,004	0,032	0,067	0,060

### 5.3

## Maalaji-mediaanit

Taulukko 8. Pohjaveden laadun mediaanit maaperän mukaan jaoteltuina.

Alkuaine tai ominaisuus/ Element or property	Hiekka- ja sora-alueet Mediaani/ Median	Moreeni- alueet Mediaani/ Median	Kalliot Mediaani/ Median	Koko aineisto Mediaani/ Median
Näytämäärä	18 - 60	10 - 31	0 - 3	30 - 94
pH, kenttä/ field	6,6	6,8	7,4	6,6
Sähkönj. kenttä, mS/m, 25 °C/ El. conductivity, field	9,2	7,7	18,4	9,0
Lämpötila °C, kenttä/ Temperature, field	5,9	6,1	-	6,0
Happi O <sub>2</sub> mg/l, kenttä/ field	9,0	9,8	-	9,5
pH, lab./ lab.	6,4	6,2	7,0	6,3
Sähkönj. lab., mS/m, 25 °C/ El. conductivity, lab.	5,7	4,0	18,3	5,6
Piihappo SiO <sub>2</sub> mg/l	12,8	12,2	12,7	12,7
Alkaliteetti mmol/l/ Alkalinity	0,30	0,22	0,88	0,29
Sulfaatti SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	6,5	3,7	10,1	6,1
Kloridi Cl <sup>-</sup> mg/l	2,5	1,1	1,5	2,0
Bromidi Br <sup>-</sup> µg/l	7,5	5,4	-	6,9
Fluoridi F <sup>-</sup> mg/l	<0,1	<0,1	0,2	<0,1
Nitraatti NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	0,6	0,5	4,0	0,6
Kalsium Ca mg/l	4,7	3,4	23,8	4,4
Magnesium Mg mg/l	1,5	0,98	2,4	1,3
Natrium Na mg/l	2,7	2,5	5,8	2,7
Kalium K mg/l	1,1	0,93	4,3	1,1
Hopea Ag µg/l	0,008	0,020	0,005	0,020
Alumiini Al µg/l				
Kaikki näytteet	8,5	6,7	1,6	8,0
Suodatetut	8,2	4,9	1,6	6,5
Suodattamattomat	12,2	13,5	-	13,5
Arseeni As µg/l	0,08	0,05	0,07	0,06
Boori B µg/l	4,0	2,5	10,7	3,6
Barium Ba µg/l	5,8	5,5	30,9	6,0
Beryllium Be µg/l	<0,05	<0,05	0,05	<0,05

<b>Alkuaine tai ominaisuus/ Element or property</b>	<b>Hiekka- ja sora-alueet Mediaani/ Median</b>	<b>Moreeni-alueet Mediaani/ Median</b>	<b>Kalliot Mediaani/ Median</b>	<b>Koko aineisto Mediaani/ Median</b>
Näyttemäärä	18 - 60	10 - 31	0 - 3	30 - 94
pH, kenttä/ field	6,6	6,8	7,4	6,6
Vismutti Bi µg/l	0,01	0,01	0,01	0,01
Kadmium Cd µg/l	0,010	0,013	0,01	0,010
Koboltti Co µg/l	0,05	0,04	0,14	0,05
Kromi Cr µg/l	0,21	0,13	0,1	0,20
Cesium Cs µg/l	<0,005	<0,005	-	<0,005
Kupari Cu µg/l	0,25	0,42	8,6	0,30
Rauta Fe mg/l				
Kaikki näytteet	0,02	0,02	0,02	0,02
Suodatetut	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Suodattamattomat	0,02	0,02	-	0,02
Jodi I µg/l	<2	<2	-	<2
Litium Li µg/l	0,54	0,62	3,8	0,62
Mangaani Mn µg/l				
Kaikki näytteet	1,6	1,0	29,8	1,5
Suodatetut	1,1	0,82	29,8	1,0
Suodattamattomat	5,5	5,0	-	5,0
Molybdeeni Mo µg/l	0,21	0,13	2,9	0,20
Nikkeli Ni µg/l	0,30	0,20	0,14	0,28
Fosfori P µg/l	<10	<10	<10	<10
Lyijy Pb µg/l	0,03	0,03	0,17	0,03
Rubidium Rb µg/l	0,72	1,3	1,2	1,0
Rikki S mg/l	2,8	1,3	3,5	2,6
Antimoni Sb µg/l	0,02	0,02	0,01	0,02
Seleen Se µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Pii Si mg/l	6,0	5,7	6,0	6,0
Tina Sn hµg/l	<0,05	<0,05	-	<0,05
Strontium Sr µg/l	27,3	25,3	78,1	26,8
Torium Th µg/l	0,005	0,005	0,005	0,005
Tallium Tl µg/l	0,010	0,010	0,005	0,010
Uraani U µg/l	0,10	0,07	2,1	0,100
Vanadiini V µg/l	0,18	0,16	0,57	0,18
Sinkki Zn µg/l	1,8	2,1	5,6	2,1
TOC mg/l	0,6	0,9	-	0,80
TCEE µg/l	<0,1	<0,1	-	<0,1
TECEE µg/l	<0,1	<0,1	-	<0,1
Hg-tot. ng/l	0,060	0,040	-	0,060

## Suodatetut ja suodattamattomat

Taulukko 9. Pohjaveden laadun tunnusluvut SYKE:n B1 (suodattamattomat) ja B2 (suodatetut) näytteistä.

Alkuaine tai ominaisuus/ Element or property	Minimi/ Minimum	Keskiarvo/ Mean.	Mediaani/ Median	Maksimi/ Maximum.	Koko aineisto Mediaani/ Median
Näyttemäärä	12 - 15				30 - 94
Kalsium Ca mg/l Kaikki näytteet					
Suodatetut	1,2	4,5	2,7	15,0	4,4
Suodattamattomat	0,3	4,6	2,9	16,4	
Magnesium Mg mg/l Kaikki näytteet					
Suodatetut	0,19	1,2	0,88	4,4	1,3
Suodattamattomat	0,20	1,2	0,90	4,3	
Natrium Na mg/l Kaikki näytteet					
Suodatetut	0,81	2,8	2,1	8,3	2,7
Suodattamattomat	0,80	2,9	2,3	8,3	
Kalium K mg/l Kaikki näytteet					
Suodatetut	0,3	0,81	0,84	1,3	1,1
Suodattamattomat	0,3	0,80	0,80	1,2	
Alumiini Al µg/l Kaikki näytteet					8,0
Suodatetut	<0,5	12,4	6,8	77,8	
Suodattamattomat	0,5	24,3	12,1	98,0	
Arseni As µg/l Kaikki näytteet					0,06
Suodatetut	<0,02	0,28	0,05	2,7	
Suodattamattomat	0,03	0,16	0,07	0,67	
Boori B µg/l Kaikki näytteet					3,6
Suodatetut	1,5	3,1	2,7	5,8	
Suodattamattomat	1,2	2,8	3,3	4,8	
Barium Ba µg/l Kaikki näytteet					6,0
Suodatetut	0,82	8,1	6,0	28,4	
Suodattamattomat	0,88	9,1	6,5	33,0	
Beryllium Be µg/l Kaikki näytteet					<0,05
Suodatetut	<0,05	-	<0,05	<0,05	
Suodattamattomat	0,01	0,02	0,01	0,05	
Vismutti Bi µg/l Kaikki näytteet					0,01
Suodatetut	<0,01	-	<0,01	0,01	
Suodattamattomat	0,01	0,01	0,01	0,01	
Kadmium Cd µg/l Kaikki näytteet					0,010
Suodatetut	<0,003	-	<0,003	0,096	
Suodattamattomat	0,005	0,022	0,005	0,120	
Koboltti Co µg/l Kaikki näytteet					0,05
Suodatetut	<0,005	0,24	0,02	2,5	
Suodattamattomat	<0,05	0,30	0,03	2,3	
Kromi Cr µg/l Kaikki näytteet					0,20
Suodatetut	0,05	0,17	0,16	0,38	
Suodattamattomat	0,10	0,25	0,25	0,50	

<b>Alkuaine tai ominaisuus/ Element or property</b>	<b>Minimi/ Minimum</b>	<b>Keskiarvo/ Mean.</b>	<b>Mediaani/ Median</b>	<b>Maksimi/ Maximum.</b>	<b>Koko aineisto Mediaani/ Median</b>
<b>Näyttemäärä</b>	<b>12 - 15</b>				<b>30 - 94</b>
Kupari Cu µg/l Kaikki näytteet Suodatetut Suodattamattomat	<0,05 0,10	0,29 0,61	0,08 0,40	2,3 1,5	0,30
Rauta Fe mg/l Kaikki näytteet Suodatetut Suodattamattomat	<0,01 0,01	0,09 0,27	0,01 0,02	0,42 1,3	0,02
Litium Li µg/l Kaikki näytteet Suodatetut Suodattamattomat	<0,02 0,05	0,77 0,76	0,40 0,65	3,0 2,4	0,62
Mangaani Mn µg/l Kaikki näytteet Suodatetut Suodattamattomat	<0,02 0,60	4,0 14,0	0,81 8,0	31,8 52,0	1,5
Molybdeeni Mo µg/l Kaikki näytteet Suodatetut Suodattamattomat	0,01 0,10	0,19 0,36	0,13 0,45	0,61 0,60	0,20
Nikkeli Ni µg/l Kaikki näytteet Suodatetut Suodattamattomat	0,03 0,01	0,70 0,90	0,12 0,40	6,0 5,3	0,28
Lyijy Pb µg/l Kaikki näytteet Suodatetut Suodattamattomat	<0,005 0,02	0,03 0,14	0,01 0,10	0,16 0,38	0,03
Rubidium Rb µg/l Kaikki näytteet Suodatetut Suodattamattomat	0,08 0,12	0,85 1,0	0,76 1,0	2,7 3,0	1,0
Seleeni Se µg/l Kaikki näytteet Suodatetut Suodattamattomat	<0,5 0,01	- 0,1	<0,5 0,1	<0,5 0,20	<0,5
Strontium Sr µg/l Kaikki näytteet Suodatetut Suodattamattomat	14,8 13,0	25,8 23,8	23,8 22,0	50,1 44,0	26,8
Torium Th µg/l Kaikki näytteet Suodatetut Suodattamattomat	<0,002 0,010	- 0,013	<0,002 0,010	0,012 0,030	0,005
Tallium Tl µg/l Kaikki näytteet Suodatetut Suodattamattomat	<0,002 0,010	0,006 0,012	0,005 0,010	0,022 0,020	0,010
Uraani U µg/l Kaikki näytteet Suodatetut Suodattamattomat	0,002 0,005	0,77 0,49	0,05 0,10	5,4 2,3	0,100
Vanadiini V µg/l Kaikki näytteet Suodatetut Suodattamattomat	0,02 0,08	0,35 0,29	0,21 0,27	2,3 0,58	0,18
Sinkki Zn µg/l Kaikki näytteet Suodatetut Suodattamattomat	0,31 0,50	8,4 3,5	2,5 1,4	37,9 19,0	2,1