

AIK. PPALE

ESPOON YKSIKKÖ
NO 4691

Geologian tutkimuskeskus
Espoon yksikkö, Maaperä ja ympäristö
PL 96
012151 ESPOO
S/41/0000/6/2002

Tarja Hatakka¹, Timo Tarvainen¹ ja Pia Vesterbacka²

¹ Geologian tutkimuskeskus, PL 96, 02151 Espoo

² Säteilyturvakeskus, PL 14, 00881 Helsinki

500 KAIVOA – TULOKSET VUODEN 2001 POHJAVESIKARTOITUKSESTA

Asiasanat: geokemia; kemialliset ominaisuudet; pohjavesi; hydrokemia; geokemialliset tutkimukset; maaperä; kallioperä; hydrogeologiset kartat; veden laatu

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO
2. MENETELMÄT
 - 2.1 NÄYTTEENOTTO
 - 2.2 ANALYYSIMENETELMÄT
 - 2.3 LAADUNVARMISTUS
3. KAIVOVEDEN LAATU VUONNA 2001
 - 3.1 KARTOITUKSEN TULOKSET
 - 3.2 SEURANTA- JA RINNAKKAISNÄYTTEIDEN TULOKSET
4. YHTEENVETO
KIRJALLISUUTTA
LIITTEET 1 - 29

1. JOHDANTO

Vuonna 1999 tehtiin Geologian tutkimuskeskuksessa (GTK) valtakunnallinen pohjaveden laadun kartoitus. Touko-syyskuussa 1999 kerättiin koko Suomen alueelta hieman yli 1000 kaivovesinäytettä (Tarvainen et al. 2001, Lahermo et al. 2002), joista analysoitiin yhteensä 46 alkuainetta ja ominaisuutta. Vuonna 2000 Säteilyturvakeskus (STUK) suunnitteli valtakunnallista kartoitusta radonin esiintymisestä pohjavedessä ja myös GTK osallistui projektiin täydentääkseen edellisen vuoden kartoitustaan. Hanke nimettiin 500 kaivon projektiksi ja siinä kerättiin 531 kaivovesinäytettä eri puolilta maata joulukuussa 2000 ja tammi-syyskuussa 2001.

Näytteistä 176 otettiin maaperän kaivoista ja 292 kallioporakaivoista. Muutamissa paikoissa näytteenotto toistettiin myöhemmin uudelleen, jotta saatiin tietoa kaivoveden laadun ajallisesta vaihtelusta. Näitä seurantanäytteitä otettiin 36 kappaletta, 6 kpl maaperän kaivoista ja 30 kpl porakaivoista. Näytteenoton laadun varmistamiseksi otettiin 27 kpl rinnakkaisnäytteitä. Kaikista näistä näytteistä analysoitiin GTK:n kemian laboratoriossa samat suureet kuin 1000 kaivon aineistosta lukuunottamatta isotooppimäärityksiä ja kentällä tehtäviä mittauksia (Lahermo, Tarvainen et al. 2002). Tässä raportissa esitellään 500 kaivon projektin tulokset ja verrataan niitä 1000 kaivon projektista saatuihin tuloksiin.

2. MENETELMÄT

2.1. NÄYTTEENOTTO

Kaivovesinäytteet otettiin vuoden 2001 aikana noin 500 kaivosta, joiden vettä käytettiin säännöllisesti talousvetenä. Näytepaikkojen valinnassa käytettiin väestöpohjaista satunnaisotantaa (Vesterbacka, suullinen tiedonanto). Liitteessä 1 on esitetty kaikki 500 kaivon projektin näytesteet. Näytteenotosta huolehtivat kunkin paikkakunnan terveystarkastajat.

Kunnalliset terveystarkastajat saivat samat vesinäytteenotto-ohjeet kuin mitä käytettiin GTK:n 1000 kaivon projektissa (Paukola et al. 1999). GTK:lle tulevat näytteet otettiin 500 ml:n ja 100 ml:n polyeteenipulloihin, joista 100 ml:n pullot olivat happopestyjä. Näytteet postitettiin Säteilyturvakeskukseen, jossa 100 ml näyte kestäväitettiin lisäämällä siihen 0,5 ml väkevää Suprapur- typpihappoa (65% HNO_3). Näytteet toimitettiin GTK:n kemian laboratorioon analysoitaviksi. 500 ml:n pullon käsittelemättömästä näytteestä määritettiin pH, sähkönjohtavuus, väriluku, alkaliteetti sekä pääanionit. 100 ml:n kestäväidystä näytteestä analysoitiin ICP-AES- ja ICP-MS-menetelmillä kationit ja raskasmetallit. Kenttämittauksia ei tehty. Näytepisteistä otettiin myös Säteilyturvakeskukselle näytteet radonin, pitkäikäisten α -aktiivisten aineiden yhteismäärän, radiumin, lyijyn, poloniumin sekä uraanin radiokemiallista määrittystä varten. Nämä näytteet toimitettiin Säteilyturvakeskukseen ja analysoitiin siellä. Näiden tulosten julkaisemisesta vastaa Säteilyturvakeskus, joten niitä tuloksia ei tässä yhteydessä käsitellä.

GTK:n laboratoriossa analysoitavat vesinäytteet otettiin kaikissa tapauksissa suoraan veden käyttöpisteen hanasta. Vettä laskettiin hanasta niin kauan, että veden lämpötila tasaantui ja vasta sitten täytettiin näytepullot. Yleensä vesi tulee joko painesäiliön kautta tai muutamissa tapauksissa omalla paineellaan. 500 ml:n näytepullon huuhdeltiin pari kertaa näytevedellä ja täytettiin sen jälkeen piripintaan ja suljettiin tiiviisti. 100 ml:n vesinäyte suodatettiin käyttäen kertakäyttöisiä polyeteeniruiskuja (Plastipak, Becton & Dickinson, 60 ml) ja

kertakäyttösuodattimia (Schleicher & Schuell, 0,45 µm). Ruisku huuhdeltiin pari kertaa näytevedellä, kärkeen kiinnitettiin suodatin ja suodatettiin ensin 10 – 20 ml näytevettä pois. Pulloon suodatettiin noin 20 ml näytevettä ja sillä huuhdeltiin näytepullo sekä sen korkki. Vasta tämän jälkeen suodatettiin pulloon varsinainen näyte. Pullo täytettiin vain kaulaan asti niin, että pulloon jäi tilaa runsaasti myös happolisäystä varten. Näytteet säilytettiin pimeässä ja viileässä mahdollisuuksien mukaan kuljetusketjun kaikissa eri vaiheissa.

2.2. ANALYYSIMENETELMÄT

Näytteistä analysoitiin kaikkiaan 46 alkuainetta ja ominaisuutta GTK:n kemian laboratoriossa vuoden 2001 aikana. Näytteistä mitattiin seuraavat ominaisuudet ja tehtiin seuraavat analyysit: pH, sähkönjohtavuus (EC), väriluku, KMnO₄-luku, alkaliteetti, SO₄²⁻, Cl⁻, NO₃⁻, F⁻, Br⁻, I⁻, PO₄³⁻, Si, Ca, Mg, Sr, Ba, Na, K, Li, Rb, Ag, Al, As, B, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, S, Sb, Se, Sn, Th, Tl, U, V ja Zn. Käytetyt analyysimenetelmät ja määrittämissrajat on esitetty taulukossa 1.

2.3. LAADUN VARMISTUS

Näytteenoton ja analytiikan laadunvarmistukseen kuului laboratorion oman seurantamenetelmän lisäksi 27 rinnakkaisnäyteparia. Rinnakkaisnäytteillä pyrittiin pääsemään kiinni mahdolliseen epävarmuustekijään, joka aiheutui siitä, että näytteitä otti hyvin moni eri henkilö. Myöskin se, että näille näytteenottajille ei järjestetty koulutusta, vaan näytteet otettiin vain kirjallisten ohjeiden perusteella, on voinut vaikuttaa näytteiden laatuun. Myös näytteenottoajankohtien vaihtelu joulukuusta – elokuuhun voi vaikeuttaa suorien vertailujen tekemistä eri näytevesien välillä. Tällaisen vaihtelun määrään pyrittiin pääsemään kiinni uusimalla näytteenotto joissakin paikoissa kesä-elokuussa 2001. Näitä seurantanäytteitä otettiin 36 kpl.

3. KAIVOVEDEN LAATU VUONNA 2001

3.1 KARTOITUKSEN TULOKSET

Taulukossa 2 ja 3 on esitetty maaperän kaivovesien sekä kallioporakaivovesien pitoisuuksien tunnuslukuja. Liitteissä 2 – 24 on esitetty pallosymbolikarttoina eri alkuaineiden pitoisuuksia ja veden ominaisuuksia sekä maaperän kaivovesissä että porakaivovesissä eri puolilla maata joulukuussa 2000 ja tammi-elokuussa 2001.

Liitesivuilla ovat rinnakkain rengaskaivovesien ja kallioperäkaivovesien kartat kustakin mitatusta ominaisuudesta ja alkuaineen pitoisuudesta. Pallosymbolien koko ja pitoisuusluokkien rajat ovat samat kuin on käytetty 1000 kaivon projektin Geologian tutkimuskeskuksen arkistoraportissa ”Tuhat kaivoa - valtakunnallisen pohjavesitutkimuksen kartat ja taulukot (Tarvainen et al. 2001). Näin kartat ovat keskenään helposti vertailtavissa. Kartoissa on esitetty mustalla symbolilla ne pitoisuudet, jotka poikkeavat talousvesikaivon talousveden laatuvaatimuksista tai laatusuosituksista. Laatuvaatimukset ja –suositukset on määritelty sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista N:o 401/2001.

Kartoissa olevat viivat kuvastavat 1000 kaivon projektissa käytettyä hydrogeologista provinssijakoa (Tarvainen et al. 2001). Tässä 500 kaivon projektissa provinssijako ei ole kovin mielekäs, koska näytemäärät Pohjois-Suomessa ja Pohjanmaan alueella ovat hyvin pieniä.

Taulukko 1. Analysoidut ja mitatut suureet ja käytetyt analyysimenetelmät 500 kaivon projektissa vuonna 2001.

Määrittäminen ja yksikkö	Menetelmä	Määrittämiss raja
pH	Potentiometrisesti	
Sähkönjohtavuus (EC), mS/m, 25°C	Potentiometrisesti	
Väri, Pt mg/l	Komparatiivisesti	5
KMnO ₄ -luku, mg/l	Titrimetrisesti	0,1
Alkaliteetti, mmol/l	Titrimetrisesti	0,02
SO ₄ ²⁻ , mg/l	Ionikromatografisesti	0,1
Cl ⁻ , mg/l	Ionikromatografisesti	0,2
NO ₃ ⁻ , mg/l	Ionikromatografisesti	0,2
F ⁻ , mg/l	Ionikromatografisesti	0,1
Br ⁻ , µg/l	ICP-MS	5,0
I ⁻ , µg/l	ICP-MS	2,0
PO ₄ ³⁻ , mg/l	Spektrofotometrisesti	0,02
Si, mg/l	ICP-AES	0,06
Ca, mg/l	ICP-AES	0,07
Mg, mg/l	ICP-AES	0,05
Sr, µg/l	ICP-MS	0,1
Ba, µg/l	ICP-MS	0,04
Na, mg/l	ICP-AES	0,4
K, mg/l	ICP-MS	0,01
Li, µg/l	ICP-MS	0,3
Rb, µg/l	ICP-MS	0,01
Ag, µg/l	ICP-MS	0,01
Al, µg/l	ICP-MS	1,0
As, µg/l	ICP-MS	0,05
B, µg/l	ICP-MS	0,5
Be, µg/l	ICP-MS	0,1
Bi, µg/l	ICP-MS	0,03
Cd, µg/l	ICP-MS	0,02
Co, µg/l	ICP-MS	0,02
Cr, µg/l	ICP-MS	0,2
Cu, µg/l	ICP-MS	0,04
Fe, mg/l	ICP-AES	0,03
Mn, µg/l	ICP-MS	0,02
Mo, µg/l	ICP-MS	0,03
Ni, µg/l	ICP-MS	0,06
Pb, µg/l	ICP-MS	0,03
S, mg/l	ICP-AES	0,1
Sb, µg/l	ICP-MS	0,02
Se, µg/l	ICP-MS	0,5
Sn, µg/l	ICP-MS	0,5
Th, µg/l	ICP-MS	0,02
Tl, µg/l	ICP-MS	0,02
U, µg/l	ICP-MS	0,01
V, µg/l	ICP-MS	0,02
Zn, µg/l	ICP-MS	0,1

Taulukko 2. Tunnuslukuja maaperän kaivovesien pitoisuuksista vuonna 2001. Keskiarvoa ja keskihajontaa ei ole laskettu, jos pitoisuuksista on alle määritysrajan yli puolet näytemäärästä.

Muuttuja	Yksikkö	N	2 %	Mediaani	Keskiarvo	Keskihaj.	98 %	Maksimi
EC, lab.	mS/m,25°C	176	3,2	14,5	16,4	10,6	47,1	54,3
Väriluku	mg Pt/l	176	<5	<5	-	-	67,6	140
KMnO ₄	mg/l	176	1,0	4,3	7,8	8,7	37,9	48,0
Alkaliteetti	mmol/l	176	0,14	0,63	0,85	0,75	3,52	4,21
SO ₄ ²⁻	mg/l	176	3,0	14,4	16,0	10,3	48,3	60,7
Cl ⁻	mg/l	176	0,7	4,6	9,6	16,0	65,6	157
NO ₃ ⁻	mg/l	176	<0,2	3,9	10,6	16,1	61,3	114
F ⁻	mg/l	176	<0,1	0,10	0,22	0,41	2,1	3,3
Br ⁻	µg/l	176	<5,0	13,3	18,6	20,2	64,5	205
I ⁻	µg/l	176	<2,0	2,9	4,0	4,9	14,8	53,8
PO ₄ ³⁻	mg/l	176	<0,02	<0,02	-	-	0,28	3,0
SiO ₂	mg/l	176	6,7	12,7	13,2	4,1	24,1	28,0
Ca	mg/l	176	2,5	13,2	15,8	11,4	52,0	66,1
Mg	mg/l	176	0,4	2,8	4,0	3,8	16,8	22,9
Sr	µg/l	176	16,5	71,5	86,4	57,6	248	324
Ba	µg/l	176	2,4	17,0	23,9	23,4	102	136
Na	mg/l	176	1,5	4,8	6,9	7,9	28,0	83,8
K	mg/l	176	0,51	2,7	4,2	5,0	23,8	38,9
Li	µg/l	176	<0,3	1,0	3,0	5,0	18,0	39,5
Rb	µg/l	176	0,14	2,4	4,3	6,1	27,1	50,3
Ag	µg/l	176	<0,01	<0,01	-	-	0,02	0,03
Al	µg/l	176	<1,0	30,5	105	258	865	2650
As	µg/l	176	<0,05	0,15	0,27	0,45	2,4	3,6
B	µg/l	176	1,8	12,1	18,5	19,1	77,9	139
Be	µg/l	176	<0,1	<0,1	-	-	0,36	0,67
Bi	µg/l	176	<0,03	<0,03	-	-	<0,03	0,03
Cd	µg/l	176	<0,02	0,03	0,05	0,05	0,21	0,43
Co	µg/l	176	<0,02	0,13	0,35	0,61	2,6	4,0
Cr	µg/l	176	<0,2	<0,2	-	-	1,7	3,7
Cu	µg/l	176	0,58	53,9	93,5	145	506	1440
Fe	mg/l	176	<0,03	0,04	0,10	0,18	0,65	1,84
Mn	µg/l	176	0,23	6,8	35,1	84,6	275	779
Mo	µg/l	176	<0,03	0,17	0,43	0,89	3,2	7,8
Ni	µg/l	176	<0,06	0,91	2,2	3,7	13,2	30,3
Pb	µg/l	176	<0,03	0,44	0,71	0,88	4,0	6,9
Sb	µg/l	176	<0,02	0,03	0,05	0,07	0,28	0,55
Se	µg/l	176	<0,5	<0,5	-	-	0,84	1,05
Sn	µg/l	176	<0,5	<0,5	-	-	<0,5	<0,5
Th	µg/l	176	<0,02	<0,02	-	-	0,46	0,75
Tl	µg/l	176	<0,02	<0,02	-	-	0,09	0,13
U	µg/l	176	0,01	0,18	1,4	5,0	29,4	37,9
V	µg/l	176	<0,02	0,16	0,33	0,61	3,3	4,4
Zn	µg/l	176	3,4	32,0	78,3	158	477	1560

Taulukko 3. Tunnuslukuja porakaivovesien pitoisuuksista vuonna 2001. Keskiarvoa ja keskihajontaa ei ole laskettu, jos pitoisuuksista on alle määrittysrajan yli puolet näytemäärästä.

Muuttuja	Yksikkö	N	2 %	Mediaani	Keskiarvo	Keskihaj.	98 %	Maksimi
EC,lab.	mS/m,25°C	292	3,9	22,2	28,2	23,5	107	199
Väriluku	mg Pt/l	292	<5	<5	-	-	35,7	150
KMnO ₄	mg/l	292	0,63	3,6	6,0	7,4	27,0	81,0
Kovuus	dH	292	0,43	3,5	4,1	2,7	12,1	16,7
Alkaliteetti	mmol/l	292	0,18	1,60	1,66	1,09	4,30	5,66
HCO ₃ ⁻	mg/l	292	10,9	97,6	101	66,7	262	345
SO ₄ ²⁻	mg/l	292	1,6	14,1	17,7	15,1	73,5	95,6
Cl ⁻	mg/l	292	0,67	8,2	23,6	55,1	256	424
NO ₃ ⁻	mg/l	292	<0,2	0,4	5,5	12,7	56,2	115
F ⁻	mg/l	292	<0,1	0,36	0,68	0,83	3,2	5,7
Br ⁻	µg/l	292	<5,0	18,4	95,7	31,8	1525	2650
I ⁻	µg/l	292	<2,0	4,0	7,4	12,6	43,5	130
PO ₄ ³⁻	mg/l	292	<0,02	<0,02	-	-	0,57	0,97
SiO ₂	mg/l	292	6,5	12,1	13,3	4,9	25,1	32,7
Ca	mg/l	292	<0,07	16,0	20,0	14,5	58,2	108
Mg	mg/l	292	0,52	4,6	5,6	4,0	18,2	22,9
Sr	µg/l	292	9,1	98,4	133	152	545	1670
Ba	µg/l	292	0,3	10,4	22,4	33,4	151	219
Na	mg/l	292	1,9	13,1	26,3	38,1	169	303
K	mg/l	292	0,5	2,6	3,9	5,5	20,3	71,6
Li	µg/l	292	<0,3	4,9	6,8	6,7	23,6	49,2
Rb	µg/l	292	0,15	1,5	2,8	5,2	19,1	59,3
Ag	µg/l	292	<0,01	<0,01	-	-	0,01	0,06
Al	µg/l	292	<1,0	4,2	53,2	190	550	2300
As	µg/l	292	<0,05	0,26	1,3	4,2	17,0	50,5
B	µg/l	292	2,2	32,2	57,3	74,6	358	578
Be	µg/l	292	<0,1	<0,1	-	-	0,96	2,6
Bi	µg/l	292	<0,03	<0,03	-	-	<0,03	0,07
Cd	µg/l	292	<0,02	<0,02	-	-	0,25	0,57
Co	µg/l	292	<0,02	0,05	0,45	3,4	2,5	56,5
Cr	µg/l	292	<0,2	<0,2	-	-	1,6	34,4
Cu	µg/l	292	<0,04	15,8	44,0	72,5	301	463
Fe	mg/l	292	<0,03	0,03	0,24	0,80	3,7	6,7
Mn	µg/l	292	0,2	16,0	73,7	143	752	921
Mo	µg/l	292	0,03	0,84	1,8	3,1	9,8	30,0
Ni	µg/l	292	<0,06	0,35	1,3	2,9	12,5	29,1
Pb	µg/l	292	<0,03	0,20	0,60	1,0	4,6	6,9
Rn	Bq/l	292	4,0	133	456	1031	4314	8570
Sb	µg/l	292	<0,02	0,02	0,06	0,23	0,43	3,6
Se	µg/l	292	<0,5	<0,5	-	-	0,64	4,0
Sn	µg/l	292	<0,5	<0,5	-	-	<0,5	1,7
Th	µg/l	292	<0,02	<0,02	-	-	0,29	2,1
Tl	µg/l	292	<0,02	<0,02	-	-	0,05	0,11
U	µg/l	292	<0,02	1,6	21,5	79,4	259	803
V	µg/l	292	<0,02	0,15	0,42	0,91	4,7	6,7
Zn	µg/l	292	1,0	19,0	52,1	95,1	417	821

pH

Vesinäytteistä mitattiin pH-arvot GTK:n laboratoriossa eri pituisten säilytysaikojen jälkeen. Saadut tulokset poikkeavat hyvin paljon 1000 kaivon projektin tuloksista, erityisesti porakaivovesien pH-arvot olivat aineistossa poikkeuksellisen alhaiset. Koska myös rinnakkaisnäytteiden tulokset pH-arvojen osalta poikkeavat merkittävästi toisistaan, on syytä epäillä virhettä joko näytteiden käsittely- tai analysointiprosessissa. Tämän vuoksi 500 kaivon aineiston pH-arvoja ei julkaista tässä yhteydessä.

Sähkönjohtavuus (EC)

Sähkönjohtavuusarvojen mediaani- ja keskiarvot ovat maaperän kaivovesissä 14,5 ja 16,4 mS/m 25 °C ja porakaivovesissä 22,2 ja 28,2 mS/m 25 °C (taulukot 2 ja 3 sekä LIITE 2). Myös nämä mittaukset tehtiin laboratoriossa, mutta koska sähkönjohtavuusarvojen on todettu vaihtelevan varsin vähän vesinäytteiden säilytyksen ja kuljetuksen yhteydessä (Lahermo & al. 2002), tältä osin 1000 kaivon kenttämittaustuloksia voidaan verrata nyt saatuihin tuloksiin. 1000 kaivon aineistossa EC-arvojen mediaani- ja keskiarvot olivat maaperän kaivovesissä 12,5 ja 16,4 mS/m 25 °C ja porakaivovesissä 22,9 ja 34,4 mS/m 25 °C (Lahermo et al. 2002). Samoin kuin 1000 kaivon aineistossa tässäkin aineistossa suurimmat sähkönjohtavuusarvot keskittyvät Etelä- ja Lounais-Suomen rannikkoalueiden savikoille. Suolaisuutta osoittavan 100 mS/m:n EC-arvon ylitti tässä aineistossa 2,1 % porakaivovesistä, joka on samaa suuruusluokkaa kuin 1000 kaivon aineistossakin. Sosiaali- ja terveysministeriön asettamaa enimmäistasoa, 250 mS/m, ei ylitä tässä 500 kaivon aineistossa yksikään vesinäyte.

Väri- ja KMnO₄-luku

Kaivovesien värilukujen mediaaniarvot ovat sekä maaperän kaivoissa että porakaivoissa <5,0 mg Pt/l (taulukot 2 ja 3, LIITE 3). Sosiaali- ja terveysministeriön laatusuositus 5 mg Pt/l ylittyy 13,6 %:ssa maaperän kaivovesissä ja 14,0 %:ssa porakaivovesissä. KMnO₄-lukujen mediaani- ja keskiarvot ovat maaperän kaivojen vesissä 4,3 ja 7,8 mg/l ja porakaivovesissä 3,6 ja 6,0 mg/l. 1000 kaivon aineistoon verrattaessa (Lahermo et al. 2002) keskimääräiset pitoisuudet sekä väriluvun että KMnO₄-luvun osalta ovat hieman alhaisempia tässä aineistossa. Sosiaali- ja terveysministeriön laatusuositus 20 mg/l talousveden KMnO₄-luvulle ylittyy tässä aineistossa maaperän kaivovesissä 8,0 %:ssa ja porakaivovesissä 4,1 %:ssa. 1000 kaivon aineistossa vastaavat prosentit ovat 11 %:a ja 6 %:a (Lahermo et al. 2002).

Alkaliteetti ja HCO₃⁻

Maaperän kaivojen veden alkaliteetin mediaani- ja keskiarvot ovat 0,63 ja 0,85 mmol/l (taulukko 2 ja LIITE 4). Näitä vastaavat bikarbonaatin määrät vesissä ovat 38,4 ja 51,8 mg/l. Porakaivovesien alkaliteetin mediaani on 1,60 mmol/l ja keskiarvo 1,66 mmol/l (taulukko 3 ja LIITE 4). Vastaavasti bikarbonaattiarvot ovat 97,6 ja 101 mg/l. 1000 kaivon aineistossa maaperän kaivovesien bikarbonaattipitoisuuksien mediaani- ja keskiarvot ovat 33 mg/l ja 55 mg/l ja porakaivovesissä vastaavasti 83 mg/l ja 103 mg/l (Lahermo et al. 2002).

SO₄²⁻ ja Cl⁻

Maaperän kaivovesien sulfaattipitoisuuksien mediaani- ja keskiarvot ovat 14,4 mg/l ja 16,0 mg/l ja porakaivovesissä vastaavasti 14,1 mg/l ja 17,7 mg/l (taulukot 2 ja 3, LIITE 5). 1000 kaivon aineistossa keskimääräiset sulfaattipitoisuudet ovat alhaisempia sekä maaperän (med. 10,4 mg/l ja ka. 14,6 mg/l) että kallioperän (med. 12,2 mg/l) kaivovesissä. Suurimmat sulfaattipitoisuudet ovat yleensä rannikkoalueiden kaivovesissä, joten 500 kaivon aineiston painottuminen eteläiseen Suomeen selittää tätä eroa. Sosiaali- ja terveysministeriön asettamaa raja-arvoa 250 mg/l ei ylitä yksikään näytevesi.

Kloridipitoisuudet ovat porakaivovesissä korkeammat kuin maaperän kaivovesissä (taulukot 2 ja 3, LIITE 5). Mediaani- ja keskiarvot ovat maaperän kaivovesissä 4,6 mg/l ja 9,6 mg/l ja porakaivovesissä 8,2 mg/l ja 23,6 mg/l. Pitoisuudet ovat suuruudeltaan lähes samat kuin 1000 kaivon aineistossa. Suurimmat yksittäiset kloridipitoisuudet ovat etelärannikon porakaivovesissä. Sosiaali- ja terveysministeriön asettaman raja-arvon 100 mg/l ylittää maaperän kaivoista vain yksi vesinäyte, porakaivovesissä ylityksiä on 13 kpl eli 4 %.

NO₃⁻ ja F⁻

Kaivovesien nitraattipitoisuuksissa ei voida havaita alueellista jakautumista (LIITE 6). Nitraattipitoisuudet voivat vaihdella huomattavasti hyvin lähellä toisiaankin sijaitsevilla kaivoilla ja suurimmat pitoisuudet ovat yksittäisissä likaantuneissa kaivoissa. Maaperän kaivovesien mediaani- ja keskiarvot ovat 3,9 mg/l ja 10,6 mg/l ja porakaivovesien 0,4 mg/l ja 5,5 mg/l (taulukot 2 ja 3). Pitoisuudet ovat hieman korkeammat kuin 1000 kaivon aineistossa. Tämä ilmenee myös Sosiaali- ja terveysministeriön asettaman nitraattipitoisuuden enimmäismäärän, 25 mg/l, ylittävien kaivovesien määrässä. Tässä aineistossa raja-arvon ylittää maaperän kaivovesistä 14,2 % ja porakaivovesistä 6 %, vastaavat ylitykset olivat 1000 kaivon aineistossa 8% ja 5% (Lahermo et al. 2002).

Fluoridipitoisuudet noudattelevat tässä aineistossa samanlaista alueellista jakaumaa (LIITE 6) kuin 1000 kaivon aineiston vesien pitoisuudet (Lahermo et al. 2002). Myös mediaani- ja keskiarvot ovat sekä maaperän kaivovesissä (med. 0,1 mg/l ja ka. 0,22 mg/l) että porakaivovesissä (med. 0,36 mg/l ja ka. 0,68 mg/l) lähes samat molemmissa aineistoissa. Sosiaali- ja terveysministeriön asettama raja-arvo 1,5 mg/l ylittyy 2,3 %:ssa maaperän kaivoista ja 13,7 %:ssa porakaivoista.

Br⁻ ja I⁻

Maaperän kaivovesien bromidipitoisuuksien mediaani- ja keskiarvot ovat 13,3 µg/l ja 18,6 µg/l ja porakaivovesien vastaavat arvot ovat 18,4 µg/l ja 95,7 µg/l (taulukot 2 ja 3, LIITE 7). Pitoisuudet ovat samaa luokkaa kuin 1000 kaivon aineistossa ja suurimmat pitoisuudet ovat rannikkoalueiden porakaivovesissä, kuten 1000 kaivon aineistossakin (Lahermo et al. 2002).

Maaperän kaivojen vesissä jodidipitoisuuksien mediaani- ja keskiarvot ovat 2,9 µg/l ja 4,0 µg/l ja porakaivojen vesissä 4,0 µg/l ja 7,4 µg/L (taulukot 2 ja 3, LIITE 7). Keskipitoisuudet ovat samaa suuruusluokkaa kuin 1000 kaivon aineistossa ja myös alueellinen jakautuminen on samankaltainen.

PO₄³⁻ ja SiO₂

Kaivovesien fosfaattipitoisuudet ovat erittäin pieniä (taulukot 2 ja 3, LIITE 8), lähes kaikissa näytteissä fosfaattia on alle määrittäysrajan 0,02 mg/l. Maaperänkaivovesistä vain 14,8 %:ssa määrittäysraja ylittyi ja porakaivovesissä 32 %:ssa pitoisuus oli yli määrittäysrajan.

Suurimmat piihappopitoisuudet kaivovesissä ovat yleensä Etelä-Suomen rannikkoalueilla (LIITE 8). Maaperän kaivovesissä mediaani- ja keskiarvot ovat 12,7 mg/l ja 13,2 mg/l (taulukko 2). Porakaivovesissä vastaavat pitoisuudet ovat 12,1 mg/l ja 13,3 mg/l (taulukko 3). Nämä ovat samaa suuruusluokkaa kuin 1000 kaivon aineistossa.

Ca ja Mg

Kaivovesien kalsiumpitoisuudet ovat jakautuneet alueellisesti siten, että suurimmat pitoisuudet ovat eteläisellä rannikkoalueella sijaitsevilla kaivoissa (LIITE 9). Mediaani- ja keskiarvopitoisuudet ovat rengaskaivovesissä 13,2 ja 15,8 mg/l (taulukko 2). Porakaivovesissä pitoisuudet ovat hieman korkeammat, mediaaniarvo 16,0 mg/l ja keskiarvo 20,0 mg/l (taulukko 3). 1000 kaivon aineistossa pitoisuudet ovat samaa suuruusluokkaa.

Maaperän kaivovesissä magnesiumin mediaanipitoisuus on 2,8 mg/l ja keskiarvopitoisuus 4,0 mg/l (taulukko 2, LIITE 9). Porakaivovesissä vastaavat pitoisuudet ovat 4,6 mg/l ja 5,6 mg/l (taulukko 3, LIITE 9). 1000 kaivon aineistossa pitoisuudet ovat lähes samat. Alueellisesti etelässä on korkeampia magnesiumipitoisuuksia molemmissa aineistoissa, mutta myös muualla maassa sijaitsevilla kaivovesissä voi olla runsaasti magnesiumia.

Sr ja Ba

Strontiumipitoisuuksissa ei maaperän kaivovesissä näy selkeää alueellista jakaumaa (LIITE 10). Sen sijaan porakaivovesien suurimmat strontiumipitoisuudet ovat kaivoissa, jotka sijaitsevat etelä- ja lounaisrannikolla (LIITE 10). Mediaani- ja keskiarvot ovat maaperän kaivovesissä 71,5 µg/l ja 86,4 µg/l, porakaivovesissä vastaavasti 98,4 µg/l ja 133 µg/l (taulukot 2 ja 3). Nämä pitoisuudet ovat hieman korkeammat kuin 1000 kaivon aineiston keskipitoisuudet, mutta tämä johtuu 500 kaivon aineiston painottumisesta eteläiseen Suomeen.

Bariumin mediaani- ja keskiarvopitoisuudet maaperän kaivojen vesissä ovat 17,0 µg/l ja 23,9 µg/l (taulukko 2). Porakaivovesissä vastaavat pitoisuudet ovat 10,4 µg/l ja 22,4 µg/l (taulukko 3). Suurimmat yksittäiset pitoisuudet ovat Keski-Suomen alueella sijaitsevilla kaivoissa (LIITE 10), mikä osittain selittää myös sitä, että 500 kaivon aineistossa bariumin keskipitoisuudet ovat alhaisemmat kuin 1000 kaivon aineistossa näytepaikkojen alueellisesta jakautumasta johtuen.

Na ja K

Maaperän kaivovesissä natriumin mediaani- ja keskiarvot ovat 4,8 mg/l ja 6,9 mg/l ja porakaivovesissä 13,1 mg/l ja 26,3 mg/l (taulukot 2 ja 3). Korkeat natriumpitoisuudet ovat tyypillisiä rannikkoseuduilla sijaitsevien kaivojen vesille (LIITE 11). Näillä alueilla veden virtaamisympäristöissä, sekä maa- että kallioperässä, on runsaasti meriveden jäännösuoloja. Näytteenottopisteiden painottuminen näille alueille nostaa koko aineiston keskipitoisuuksia, joten nämä pitoisuudet ovat hieman korkeammat kuin 1000 kaivon aineistossa.

Kaivovesien kaliumpitoisuudet ovat samaa suuruusluokkaa kuin 1000 kaivon aineistossa. Maaperän kaivovesissä kaliumin mediaani- ja keskiarvot ovat 2,7 mg/l ja 4,2 mg/l (taulukko 2). Porakaivovesissä pitoisuudet ovat lähes samansuuruiset, 2,6 mg/l ja 3,9 mg/l (taulukko 3). Korkeimmat pitoisuudet ovat jakautuneet eri puolille maata kertoen yleensä paikallisesta likaantumisesta (LIITE 11). Suurimmat yksittäiset pitoisuudet ovat porakaivovesissä.

Li ja Rb

Kaivovesien litiumpitoisuudet ovat jakautuneet samankaltaisesti kuin natriumin pitoisuudet (LIITTEET 11 ja 12). Korkeimmat pitoisuudet ovat rannikkoseuduilla sijaitsevissa kaivoissa ja useimmiten porakaivovesissä. Mediaani- ja keskiarvopitoisuudet, maaperän kaivovesissä 1,0 µg/l ja 3,0 µg/l, porakaivovesissä 4,9 µg/l ja 6,8 µg/l (taulukot 2 ja 3), ovat em. näytepaikkojen painottumisesta johtuen hieman korkeammat kuin 1000 kaivon aineistossa.

Maaperän kaivovesien rubidiumin mediaani- ja keskiarvopitoisuudet ovat 2,4 µg/l ja 4,3 µg/l (taulukko 2) ja porakaivovesien 1,5 µg/l ja 2,8 µg/l (taulukko 3). Nämä ovat likimain yhtä suuret kuin 1000 kaivon aineistossa, mutta alueelliset jakaumat poikkeavat toisistaan. Tässä 500 kaivon aineistossa suurimmat yksittäiset pitoisuudet ovat Sisä-Suomen alueella sijaitsevissa kaivoissa (LIITE 12), kun 1000 kaivon aineistossa maaperän kaivojen suurimmat pitoisuudet keskittyivät länsirannikolle ja porakaivovesien korkeimmat pitoisuudet jakautuivat tasaisesti kautta maan (Lahermo et al. 2002).

Ag

Hopean mediaanipitoisuudet sekä maaperän kaivovesissä että porakaivovesissä ovat <0,01 µg/l (taulukot 2 ja 3). Maaperän kaivovesissä on hopeaa yli määrittäjärajan vain 25 %:ssa näytteistä ja vain neljässä näytteessä pitoisuus on suurempi kuin 0,01 µg/l. Porakaivovesistä ainoastaan 15 % näytteistä ylittää määrittäjärajan ja neljässä näytteessä hopeapitoisuus on korkeampi kuin 0,01 µg/l. Näin oli myös 1000 kaivon aineistossa.

Al

Kaivovesien alumiinipitoisuudet on esitetty LIITTEESSÄ 13. Maaperän kaivovesissä mediaani- ja keskiarvopitoisuudet ovat 30,5 µg/l ja 105 µg/l, porakaivovesissä 4,2 µg/l ja 53,2 µg/l (taulukot 2 ja 3). 1000 kaivon aineistossa keskipitoisuudet ovat hieman alhaisemmat. Sosiaali- ja terveysministeriön enimmäispitoisuuden, 200 µg/l, ylittää tässä aineistossa maaperän kaivovesistä 12 %:a ja porakaivovesistä 5,8 %:a. Nämä ylitykset ovat yleensä kaivoissa, jotka sijaitsevat eteläisen Suomen alueella.

As ja B

Arseenipitoisuudet maaperän kaivovesissä ovat keskimäärin 0,15 µg/l (med.) ja 0,27 µg/l (ka.) (LIITE 14, taulukko 2). Porakaivovesissä vastaavat pitoisuudet ovat 0,26 µg/l ja 1,3 µg/l (taulukko 3). Pitoisuudet ovat maaperän kaivovesien osalta aavistuksen alhaisemmat kuin 1000 kaivon aineistossa, mutta porakaivovesien osalta taas hiukan korkeammat. Erot eivät kuitenkaan ole kovin suuria. 500 kaivon aineistossa suurimmat yksittäiset pitoisuudet ovat eteläisellä rannikkoalueella, porakaivovesissä myös Tampereen – Oriveden alueella sijaitsevissa kaivoissa.

Yleisesti ottaen arseenipitoisuudet ovat porakaivovesissä korkeammat kuin maaperän kaivojen vesissä. Sosiaali- ja terveysministeriön asettaman raja-arvon 10 µg/l:ssa ylittää porakaivovesistä 8 näytettä. Maaperän kaivovesissä ei tätä suurempia pitoisuuksia tässä aineistossa ole.

Maaperän kaivovesissä boorin mediaani- ja keskiarvopitoisuudet ovat 12,1 µg/l ja 18,5 µg/l (LIITE 14, taulukko 2). Porakaivojen vedessä booria on keskimäärin 32,2 µg/l (med.) ja 57,3 µg/l (ka.) (taulukko 3). Pitoisuudet ovat samaa suuruusluokkaa 1000 kaivon aineistossa. Maaperän kaivovesien booripitoisuudet jakaantuvat tasaisesti koko maan alueella, mutta porakaivovesissä suurimmat pitoisuudet keskittyvät eteläisille rannikkoalueille. Sosiaali- ja terveysministeriön asettamaa raja-arvoa 1000 µg/l ei ylitä yksikään tämän aineiston näyte.

Be ja Bi

Berylliumin määrä kaivovesissä on hyvin pieni, mediaanipitoisuus sekä maaperän kaivovesissä että porakaivovesissä on < 0,1 µg/l (taulukot 2 ja 3). Maaperän kaivoissa vain 10 % näytteistä ylittää määritysrajan, porakaivovesistä vain 9 %.

Vismuttiakaan ei kaivovesissä juuri ole. Mediaanipitoisuudet ovat <0,03 µg/l kaikissa kaivovesissä (taulukot 2 ja 3). Maaperän kaivovesistä vain yhden pitoisuus on yli määritysrajan ja porakaivovesissäkin vain 5 näytettä ylittää määritysrajan.

Cd ja Co

Maaperän kaivovesissä on kadmiumpitoisuuksien mediaani- ja keskiarvot ovat 0,03 µg/l ja 0,05 µg/l ja porakaivovesien mediaanipitoisuus on <0,02 µg/l (taulukot 2 ja 3, LIITE 15). Porakaivovesistä vain 46 %:a ylittää määritysrajan. 1000 kaivon aineistossa kaivovesien kadmiumin keskipitoisuudet olivat samaa suuruusluokkaa.

Kobolttipitoisuuksien mediaani- ja keskiarvot ovat maaperän kaivovesissä 0,13 µg/l ja 0,35 µg/l, ja porakaivovesissä vastaavasti 0,05 µg/l ja 0,45 µg/l (taulukot 2 ja 3, LIITE 15). 1000 kaivon aineistossa maaperän kaivovesissä keskimääräiset kobolttipitoisuudet olivat hieman alhaisemmat, mikä johtunee siitä, että silloin näytteet otettiin suoraan kaivoista, ei hanoista. Sosiaali- ja terveysministeriön asettama raja-arvo 1,0 µg/l ylittyy 8,5 %:ssa maaperän kaivojen vesistä ja 7,2 %:ssa porakaivovesistä. Ylityksiä on hieman enemmän kuin 1000 kaivon aineistossa.

Cr ja Cu

LIITTEESSÄ 16 on esitetty kromin ja kuparin pitoisuudet kaivovesissä. Kromin mediaaniarvot ovat sekä maaperän kaivojen vesissä että porakaivovesissä <0,2 µg/l. Maaperän kaivovesissä kromipitoisuus jää 51 %:ssa alle määritysrajan, porakaivovesissä 70 %:ssa. Sosiaali- ja terveysministeriön asettama raja-arvo 50 µg/l ei tässä aineistossa ylity.

Maaperän kaivovesien mediaani- ja keskiarvopitoisuudet kuparille ovat 53,9 µg/l ja 93,5 µg/l (taulukko 2) ja porakaivovesille vastaavasti 15,8 µg/l ja 44,0 µg/l (taulukko 3). Nämä

pitoisuudet ovat selkeästi korkeammat kuin 1000 kaivon aineistossa, jossa maaperänkaivojen vesien keskipitoisuudet ovat 2,5 µg/l (med.) ja 14,1 (ka.) ja porakaivovesien vastaavat pitoisuudet 9,1 µg/l ja 32,3 µg/l (Lahermo et al. 2002). Maaperän kaivovesien osalta eroa selittää näytteen ottaminen 1000 kaivon projektissa suoraan kaivosta, tällöin putkistosta irtoavan kuparin osuus jää pois. Sosiaali- ja terveysministeriön asettama enimmäispitoisuus juomaveden kuparipitoisuudelle, 2000 µg/l, ei ylity 500 kaivon aineistossa yhdessäkään kaivovedessä.

Fe ja Mn

Maaperän kaivovesissä raudan mediaani- ja keskiarvot ovat 0,04 mg/l ja 0,1 mg/l (taulukko 2, LIITE 17). Porakaivovesissä vastaavat arvot ovat 0,03 mg/l ja 0,24 mg/l (taulukko 3). 1000 kaivon aineistossa keskipitoisuudet ovat samaa luokkaa. Sosiaali- ja terveysministeriön asettaman raja-arvon, 0,4 mg/l, ylittää 5,1 % maaperän kaivovesistä ja 8,9 % porakaivovesistä.

Mangaania on maaperän kaivovesissä keskimäärin 6,8 µg/l (med.) ja 35,1 µg/l (ka.). Porakaivojen vesissä vastaavat pitoisuudet ovat 16,0 µg/l ja 73,7 µg/l (taulukot 2 ja 3, LIITE 17). Pitoisuudet ovat samaa suuruusluokkaa kuin 1000 kaivon aineistossa. Sosiaali- ja terveysministeriön asettaman enimmäispitoisuuden 100 µg/l ylittää 500 kaivon aineistossa maaperän kaivovesistä 10,2 % ja porakaivovesistä 13,7 %.

Mo ja Ni

Molybdeenin ja nikkelin pitoisuudet kaivovesissä on esitetty LIITTEESSÄ 18. Maaperän kaivovesien mediaani- ja keskiarvot molybdeenille ovat 0,17 µg/l ja 0,43 µg/l (taulukko 2). Porakaivovesissä molybdeenin mediaaniarvo on 0,84 µg/l ja 1,8 µg/l (taulukko 3). Nämä keskipitoisuudet ovat hieman korkeampia kuin 1000 kaivon aineistossa, mutta ero selittyy 500 kaivon aineiston painottumisella eteläiseen Suomeen. Suurimmat yksittäiset molybdeenipitoisuudet ovat Etelä-Suomessa sijaitsevilla kaivoilla.

Nikkeliä on maaperän kaivovesissä keskimäärin 0,91 µg/l (med.) ja 2,2 µg/l (ka.), vastaavat arvot porakaivovesissä ovat 0,35 µg/l ja 1,3 µg/l (taulukot 2 ja 3). Pitoisuudet ovat varsin pieniä sekä maaperän että porakaivojen vesissä. Sosiaali- ja terveysministeriön asettaman raja-arvon, 20 µg/l, ylittää maaperän kaivojen näytteistä 2 kpl ja porakaivojen näytteistä 1 kpl.

Pb

Maaperän kaivovesien lyijypitoisuuksien mediaani arvo on 0,44 µg/l ja keskiarvo 0,71 µg/l (taulukko 2, LIITE 19). Porakaivovesissä vastaavat arvot ovat 0,20 µg/l ja 0,60 µg/l (taulukko 3). Pitoisuudet ovat korkeammat kuin 1000 kaivon aineistossa. Koska lyijy juomavedessä on usein peräisin veden johtamiseen käytetyistä putkistoista, näytteenottomenetelmien poikkeavuus näiden aineistojen kokoamisessa selittää eron maaperän kaivovesien osalta ts. hanoista otetuissa vesinäytteissä lyijypitoisuudet ovat suurempia kuin ämpärillä suoraan kaivosta otetuissa näytteissä. Sosiaali- ja terveysministeriön asettamaa enimmäispitoisuutta, 10 µg/l, ei 500 kaivon aineistossa ylitä yksikään näyte.

Sb

Antimonia on maaperän kaivovesissä keskimäärin 0,03 µg/l (mediaani) ja 0,05 µg/l (keskiarvo) ja porakaivovesissä vastaavasti 0,02 µg/l ja 0,06 µg/l (LIITE 20, taulukot 2 ja 3). Sosiaali- ja terveysministeriön asettama raja-arvo 5,0 µg/l ei ylity tässä aineistossa.

Se ja Sn

Seleenin ja tinan pitoisuudet kaivovesissä ovat hyvin pieniä, molempien mediaaniarvot sekä maaperän että porakaivojen vesissä ovat < 0,5 µg/l (taulukot 2 ja 3, LIITE 21). Maaperän kaivojen vesissä määrittäjärajaa ylittäviä seleenipitoisuuksia on vain 6,8 % ja porakaivovesissä vain 5,1 %. Maaperän kaivovesissä ei yhdessäkään näytteessä ole tinaa yli määrittäjärajaa ja porakaivovesissäkin vain kahdessa näytteessä tinaa on yli määrittäjärajaa.

Th ja Tl

Myös toriumin ja talliumin määrät kaivovesissä ovat erittäin pieniä. Mediaaniarvot molempien alkuaineiden osalta sekä maaperän kaivojen vesissä että porakaivovesissä ovat <0,02 µg/l (taulukko 2 ja 3, LIITE 22). Maaperän kaivovesinäytteistä vain 28 %:ssa toriumin määrä ylitti määrittäjärajaa, porakaivovesistä 17,8 %:ssa. Talliumia oli yli määrittäjärajaa maaperän kaivovesistä 36 %:ssa ja porakaivovesistä 15,1 %:ssa näytteitä.

U ja V

Uraania on maaperän kaivovesissä keskimäärin 0,18 µg/l (mediaaniarvo) ja 1,4 µg/l (keskiarvo). Vastaavat arvot porakaivovesissä ovat 1,6 µg/l ja 21,5 µg/l (taulukot 2 ja 3, LIITE 23). 1000 kaivon aineistoon verrattuna pitoisuudet ovat hieman korkeampia, mutta 500 kaivon aineiston painottuminen eteläiseen Suomeen selittää tämän eron. Alueellisesti korkeimmat uraanipitoisuudet keskittyvät Etelä-Suomeen ja siellä tiettytyypisille graniittialueille.

Maaperän kaivovesien vanadiinin mediaani- ja keskiarvot ovat 0,16 µg/l ja 0,33 µg/l (taulukko 2). Porakaivovesissä vastaavat pitoisuudet ovat 0,15 µg/l ja 0,42 µg/l (taulukko 3). 1000 kaivon aineistossa pitoisuudet ovat samaa suuruusluokkaa. Suurimmat yksittäiset vanadiinipitoisuudet ovat porakaivovesissä Etelä-Suomessa ja Pohjois-Karjalassa sijaitsevilla kaivoilla (LIITE 23).

Zn

Sinkin mediaani- ja keskiarvot maaperän kaivovesissä ovat 32,0 µg/l ja 78,3 µg/l ja porakaivovesissä 19,0 µg/l ja 52,1 µg/l (taulukot 2 ja 3, LIITE 24). Erityisesti maaperän kaivovesissä keskimääräiset pitoisuudet ovat korkeampia kuin 1000 kaivon aineistossa, jossa sinkin mediaaniarvo on 10,4 µg/l ja keskiarvo 44,2 µg/l (Lahermo et al. 2002). Näin suuri poikkeama selittyy poikkeamasta näytteiden ottamisessa. Kuten kuparin ja lyijyn pitoisuudet, sinkkipitoisuudet ovat korkeampia hanaista otetuissa vesinäytteissä, sinkki on suurelta osin peräisin vesijohtoverkostosta.

3.2 SEURANTA- JA RINNAKKAISNÄYTTEIDEN TULOKSET

Seurantanäytteitä otettiin yhteensä 36 kpl. 30 näytteistä otettiin porakaivosta 3 – 7 kuukauden kuluttua ensimmäisestä näytteenotosta. Kuusi näytteistä otettiin kolmesta maaperän kaivosta kaksi kertaa. LIITTEISSÄ 25 – 27 on esitetty pitoisuuksien vaihtelua porakaivovesinäytteissä. Suurimmassa osassa muuttujia pitoisuudet pysyvät varsin vakaina ajankohdasta riippumatta (LIITE 25). Lähinnä orgaanisen aineksen määrää kuvastavat parametrit, kuten alumiini ja KMnO_4 -luku, muuttuvat vuodenaikojen mukaan (LIITE 26). Jonkin verran vaihtelua voidaan havaita myös kuparin, raudan, mangaanin ja sinkin sekä sulfaatin ja nitraatin määrissä. Pääsääntöisesti näissä muutokset ovat vähäisiä (LIITE 27) ja suuret/pienet pitoisuudet pysyvät myös seurantanäytteissä suurina/pieninä, vaikka lukuarvo sinänsä olisikin hieman alhaisempi tai korkeampi. Näinollen voidaan katsoa näytteen kuvastavan alueensa pohjaveden keskimääräistä pitoisuutta riippumatta näytteenottoajankohdasta.

Rinnakkaisnäytteitä otettiin 27 kpl, joista kuitenkin yksi rinnakkaisnäytepari havaittiin virheelliseksi lähemmässä tarkastelussa. LIITTEESSÄ 28 on esitetty joidenkin parametrien pitoisuudet sekä varsinaisissa että rinnakkaisissa näytteissä sirontakuviolina. Pääsääntöisesti voidaan todeta, että rinnakkaisnäytepareista saadut analyysitulokset olivat yhtäsuuria kaikkien muiden parametrien, paitsi pH-arvojen osalta. Jo aiemmin todettiin, että porakaivovesien pH-arvot olivat poikkeuksellisen alhaisia, mutta rinnakkaisnäytteiden välisen pH-arvojen vaihtelun suuruus varmistaa, että mittausprosessissa on ollut jotain häiriötä. Tämän vuoksi saadut pH-arvot päätettiin hylätä.

4. YHTEENVETO

Verrattaessa 1000 kaivon projektin ja 500 kaivon projektin aineistojen keskipitoisuuksia ja alueellisia jakaumia toisiinsa voidaan todeta, että joidenkin alkuaineiden ja ominaisuuksien osalta ne ovat samankaltaisia, jolloin aineistoja voidaan käyttää yhdessä. Joidenkin alkuaineiden ja ominaisuuksien osalta aineistot eivät ole yhteneväisiä, eikä näitä aineistoja tällöin pitäisi käyttää yhdessä. Joissain tapauksissa aineistojen keskipitoisuudet poikkeavat toisistaan, mutta alueelliset jakaumat ovat samankaltaisia. Tällöin kyseessä on eroavaisuus näytteenottopisteiden painottumisessa tietyille alueille, joka ei sinänsä ole este aineistojen yhdistämiselle. Joissain tapauksissa syy keskipitoisuuksien eroon löytyy näytteenottomenetelmistä, jotka näiden kahden aineiston keräämisessä poikkesivat toisistaan. Suoraan kaivosta ämpärillä otettujen näytteiden ja hanoista otettujen näytteiden kromi-, kupari-, rauta-, lyijy- eikä sinkkituloksia ei pidä käyttää yhdessä. Poikkeukselliset pH-arvot, erityisesti porakaivovesissä ja rinnakkaisnäytteiden pH-arvojen poikkeavuudet kertovat virheestä jossain näytteiden käsittelyn tai analyysin prosessissa ja tämän vuoksi näitä tuloksia ei julkisteta.

Taulukkoon 5 on koottu 500 kaivon ja 1000 kaivon aineistojen soveltuminen yhteiskäyttöön kunkin alkuaineen ja ominaisuuden osalta. LIITTEESSÄ 29 on kartta porakaivovesien arseenipitoisuuksista sekä 500 kaivon että 1000 kaivon aineistojen yhdistelmä.

Taulukko 5. 500 kaivon ja 1000 kaivon projektien aineistojen soveltuminen yhteiskäyttöön eri alkuaineiden ja ominaisuuksien osalta.

	Poikkeama keskipitoisuuksissa ja alueellisessa jakaumassa	Poikkeama keskipitoisuuksissa, ei merkittävää poikkeamaa alueellisessa jakaumassa	Poikkeama keskipitoisuuksissa näytteenottomenetelmästä johtuen	Ei merkittävää poikkeamaa keskipitoisuuksissa eikä alueellisessa jakaumassa
Alkuaine tai ominaisuus	pH	Alkaliteetti, Väiriluku, SO_4^{2-} , Cl^- , Br^- , I^- , Sr, Ba, Na, Li, Al, B, Co, Mo, U	Cr, Cu, Fe, Pb, Zn	EC, KMnO_4 , NO_3^- , F^- , PO_4^{3-} , SiO_2 , Ca, Mg, K, Rb, Ag, As, B, Be, Bi, Cd, Mn, Ni, Sb, Se, Sn, Th, Tl, V
Aineistot soveltuvat käytettäväksi yhdessä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä

KIRJALLISUUTTA

Anon 2001. Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön asetus pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista. N:o 401/2001 (annettu Helsingissä 17. päivänä toukokuuta 2001). 4 s., liite I ja II.

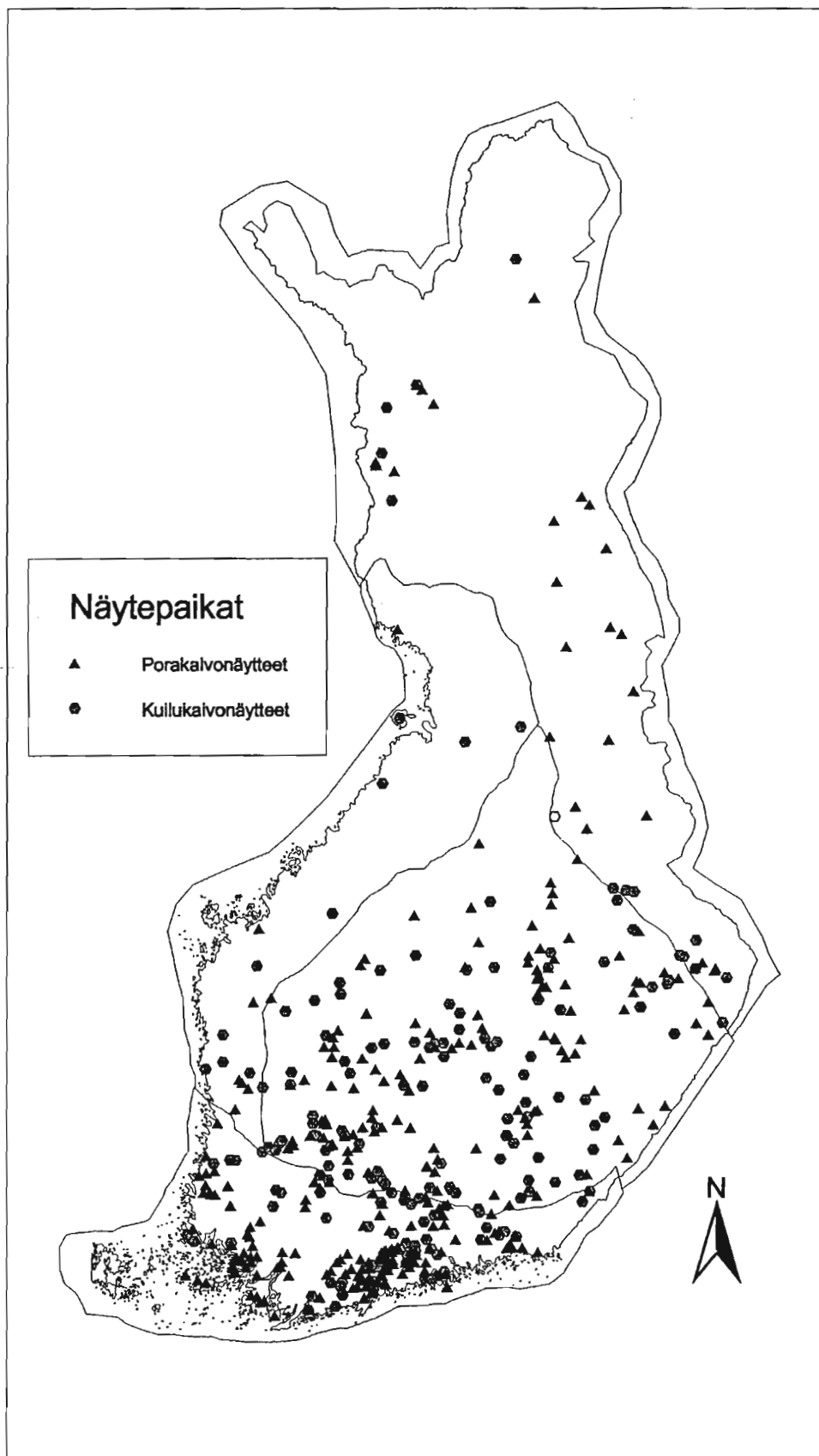
Lahermo, P., Tarvainen, T., Hatakka, T., Backman, B., Juntunen, R., Kortelainen, N., Lakomaa, T., Nikkarinen, M., Vesterbacka, P., Väisänen, U. & Suomela, P. 2002. Tuhat kaivoa – Suomen kaivovesien fysikaalis-kemiallinen laatu vuonna 1999. Geologian tutkimuskeskus. Tutkimusraportti 155. 92 s. (In press).

Paukola, T., Pullinen, A., Juntunen, R., Backman, B. & Tarvainen, T. 1999. 1000 kaivoa. Näytteenotto-ohjeet. Geologian tutkimuskeskus. Arkistoitu raportti P/32/4/009. 10 s., 5 liitettä.

Tarvainen, T., Lahermo, P., Hatakka, T., Vesterbacka, P., Ilmasti, M., Juntunen, R., Nikkarinen, M. & Väisänen, U. 2001. Tuhat kaivoa – valtakunnallisen pohjavesitutkimuksen kartat ja taulukot. Geologian tutkimuskeskus. Arkistoitu raportti S/44/0000/1/2001.5 s., 26 liitettä.

Tarvainen, T., Lahermo, P., Hatakka, T., Huikuri, P., Ilmasti, M., Juntunen, R., Karhu, J., Kortelainen, N., Nikkarinen, M. & Väisänen, U. 2001. Chemical composition of well water in Finland – Main result of the “One Thousand Wells” project. Julkaisussa: Autio, S. (toim.) Geological Survey of Finland, Current Research 1999 – 2000. Geological Survey of Finland, Special Paper 31. 167 s.

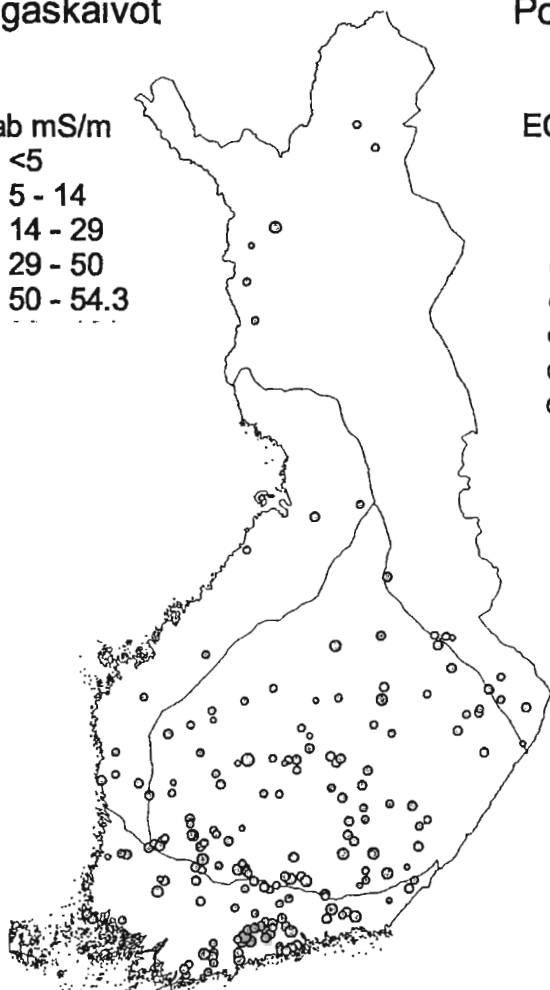
Tarvainen, T., Lahermo, P., Nikkarinen, M., Paukola, T., Valpola, S. & Väisänen, U. 2001. Tuhat kaivoa – valtakunnallinen pohjavesitutkimus. Julkaisussa: Salonen, V-P. & Korkka-Niemi, K. (toim.) Kirjoituksia pohjavedestä. 3. Ympäristögeologian päivät 13 – 14.3.2000. Turku: Turun yliopiston geologian laitos. 297 s.



Rengaskaivot

EC lab mS/m

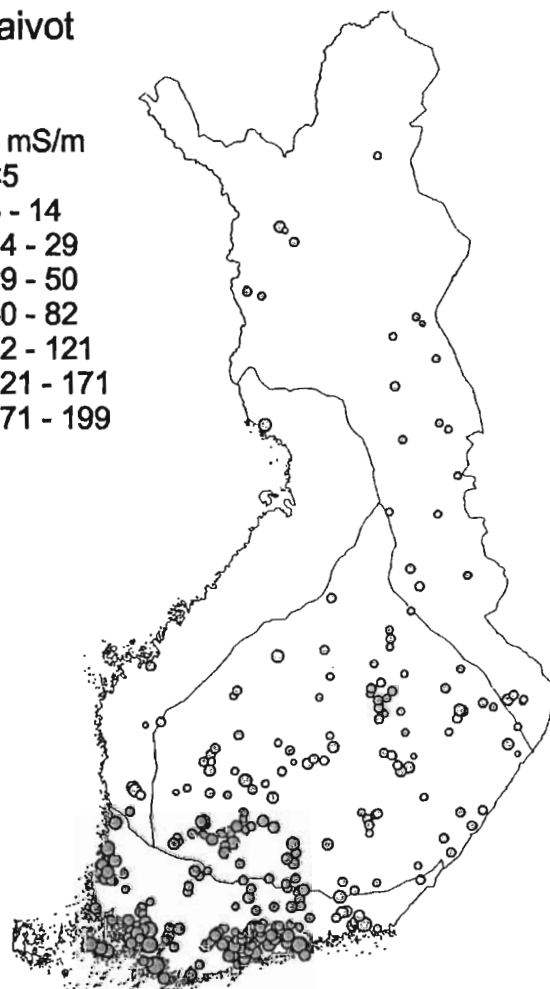
- <5
- 5 - 14
- 14 - 29
- ◉ 29 - 50
- ◉ 50 - 54.3



Porakaivot

EC lab mS/m

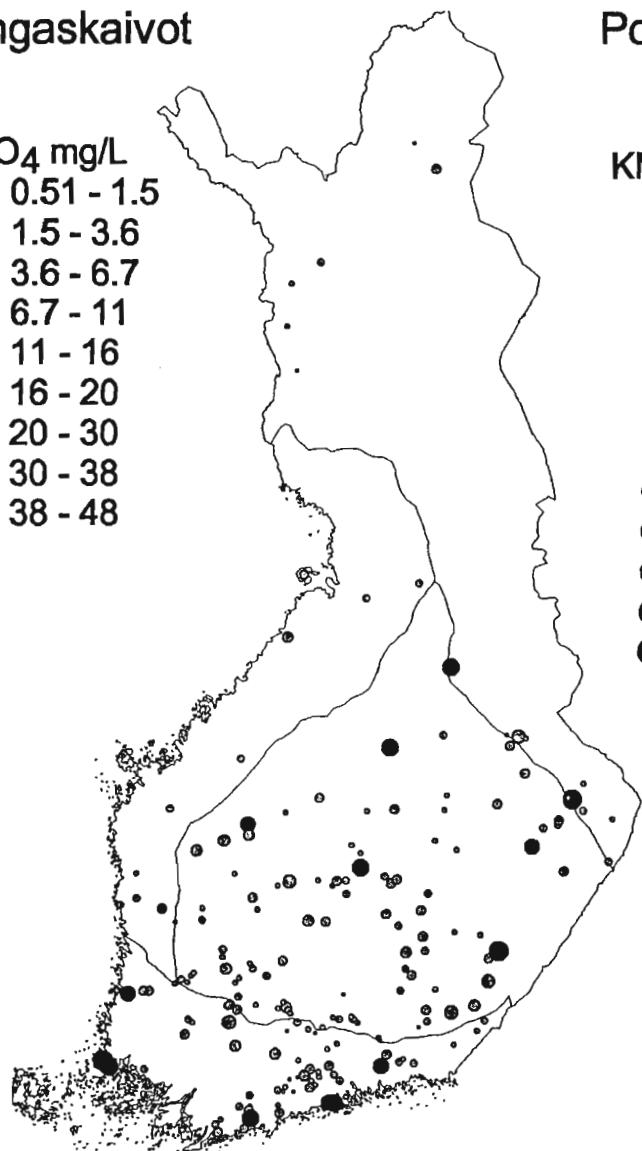
- <5
- 5 - 14
- 14 - 29
- 29 - 50
- ◉ 50 - 82
- ◉ 82 - 121
- ◉ 121 - 171
- ◉ 171 - 199



Rengaskaivot

KMnO₄ mg/L

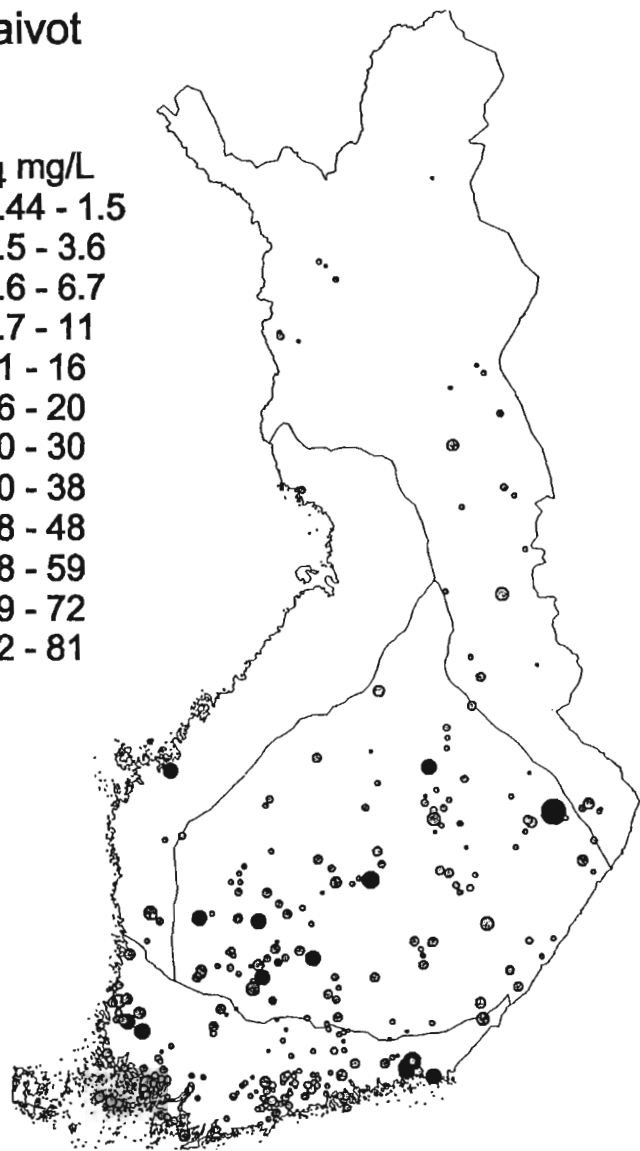
- 0.51 - 1.5
- 1.5 - 3.6
- 3.6 - 6.7
- 6.7 - 11
- 11 - 16
- 16 - 20
- 20 - 30
- 30 - 38
- 38 - 48



Porakaivot

KMnO₄ mg/L

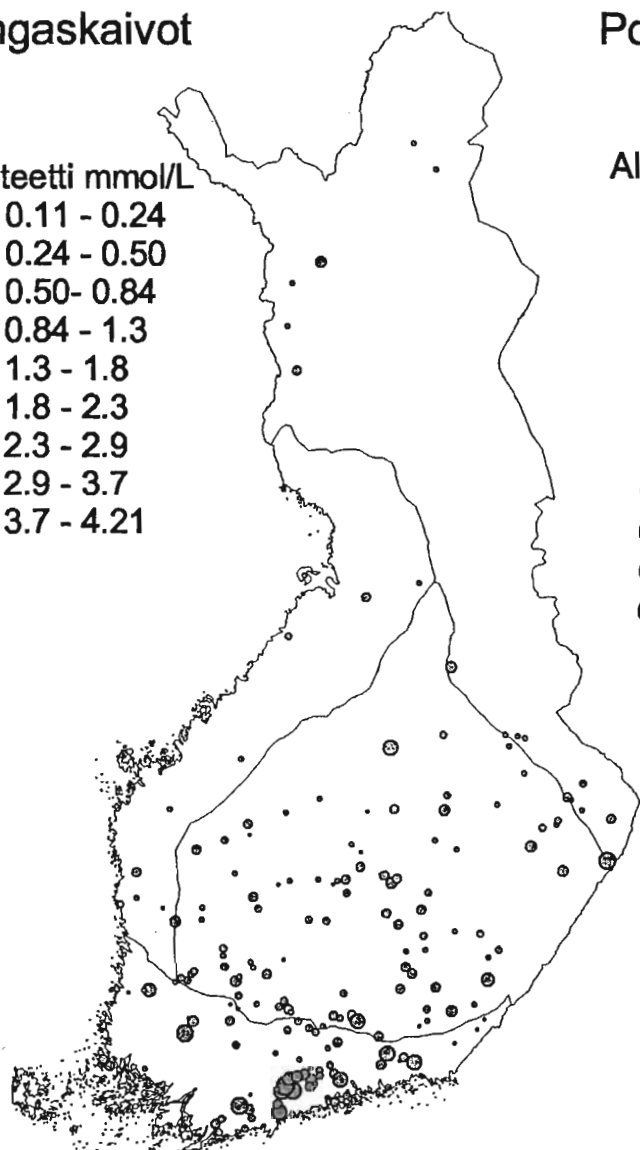
- 0.44 - 1.5
- 1.5 - 3.6
- 3.6 - 6.7
- 6.7 - 11
- 11 - 16
- 16 - 20
- 20 - 30
- 30 - 38
- 38 - 48
- 48 - 59
- 59 - 72
- 72 - 81



Rengaskaivot

Alkaliteetti mmol/L

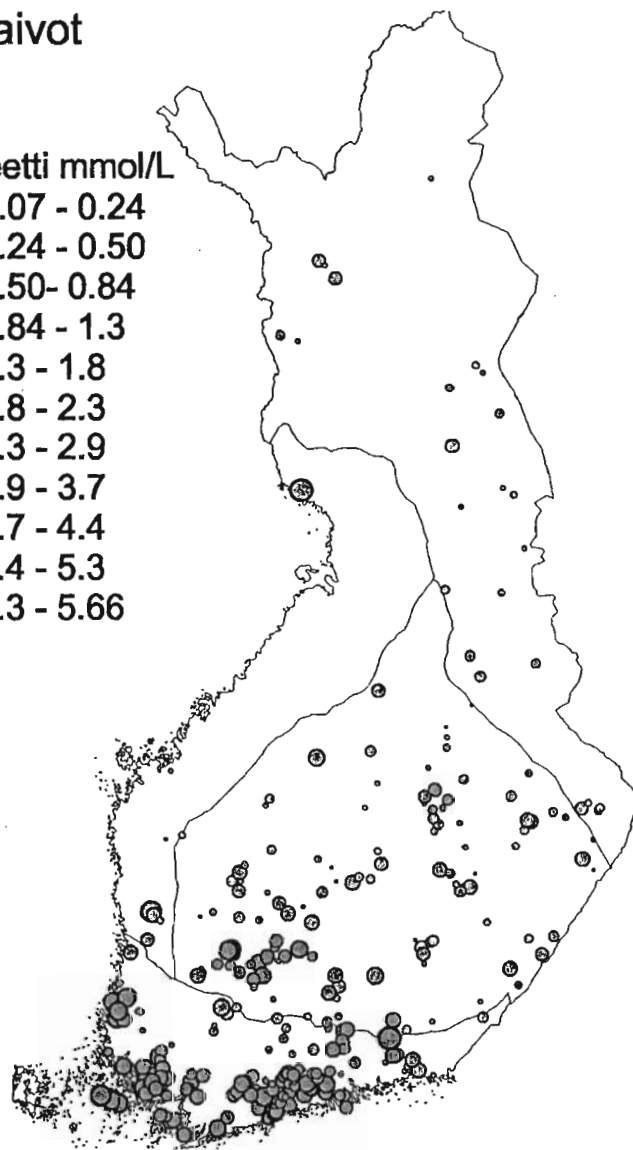
- 0.11 - 0.24
- 0.24 - 0.50
- 0.50 - 0.84
- 0.84 - 1.3
- 1.3 - 1.8
- 1.8 - 2.3
- ⊙ 2.3 - 2.9
- ⊙ 2.9 - 3.7
- ⊙ 3.7 - 4.21



Porakaivot

Alkaliteetti mmol/L

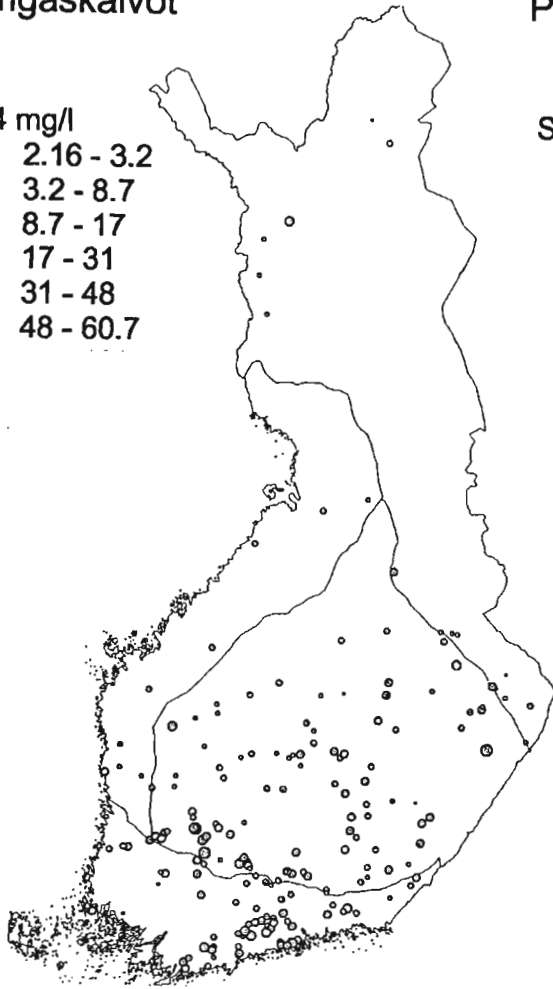
- 0.07 - 0.24
- 0.24 - 0.50
- 0.50 - 0.84
- 0.84 - 1.3
- 1.3 - 1.8
- 1.8 - 2.3
- ⊙ 2.3 - 2.9
- ⊙ 2.9 - 3.7
- 3.7 - 4.4
- 4.4 - 5.3
- 5.3 - 5.66



Rengaskaivot

SO4 mg/l

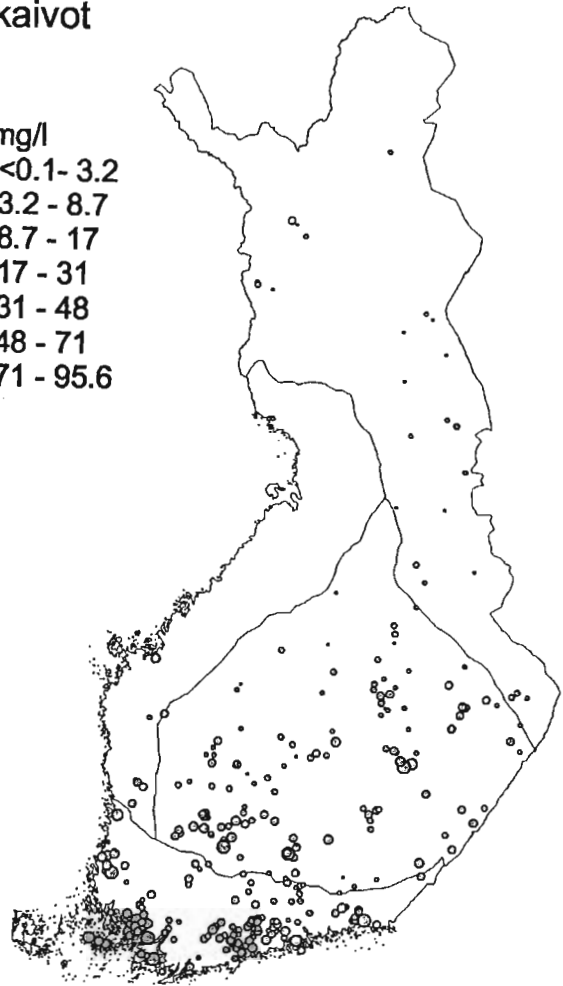
- 2.16 - 3.2
- 3.2 - 8.7
- 8.7 - 17
- 17 - 31
- 31 - 48
- 48 - 60.7



Porakaivot

SO4 mg/l

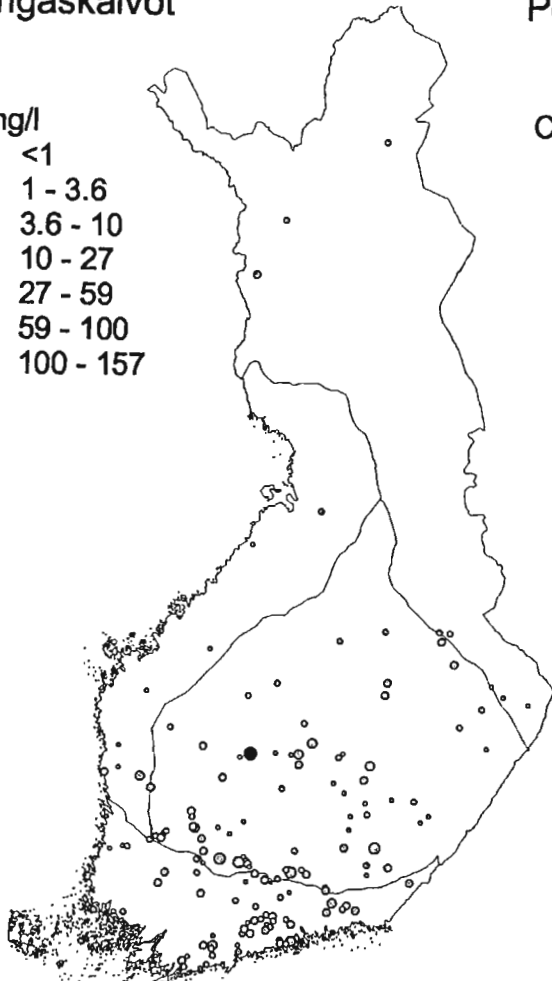
- <0.1- 3.2
- 3.2 - 8.7
- 8.7 - 17
- 17 - 31
- 31 - 48
- 48 - 71
- 71 - 95.6



Rengaskaivot

Cl mg/l

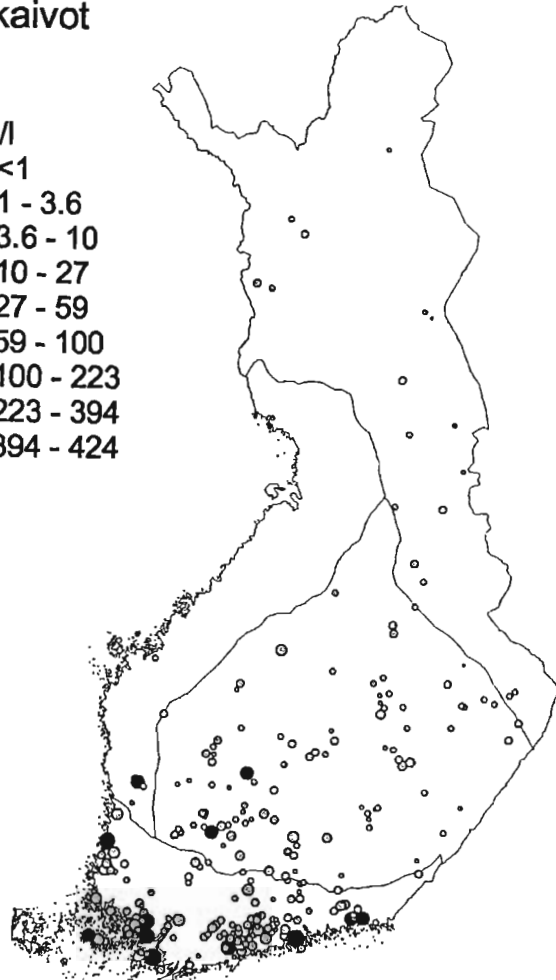
- <1
- 1 - 3.6
- 3.6 - 10
- 10 - 27
- 27 - 59
- 59 - 100
- 100 - 157



Porakaivot

Cl mg/l

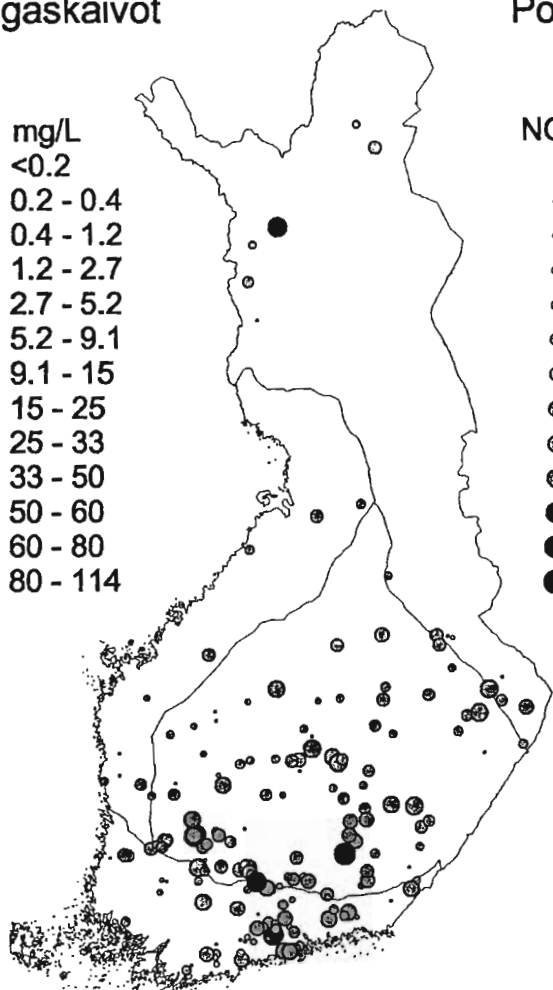
- <1
- 1 - 3.6
- 3.6 - 10
- 10 - 27
- 27 - 59
- 59 - 100
- 100 - 223
- 223 - 394
- 394 - 424



Rengaskaivot

NO₃ mg/L

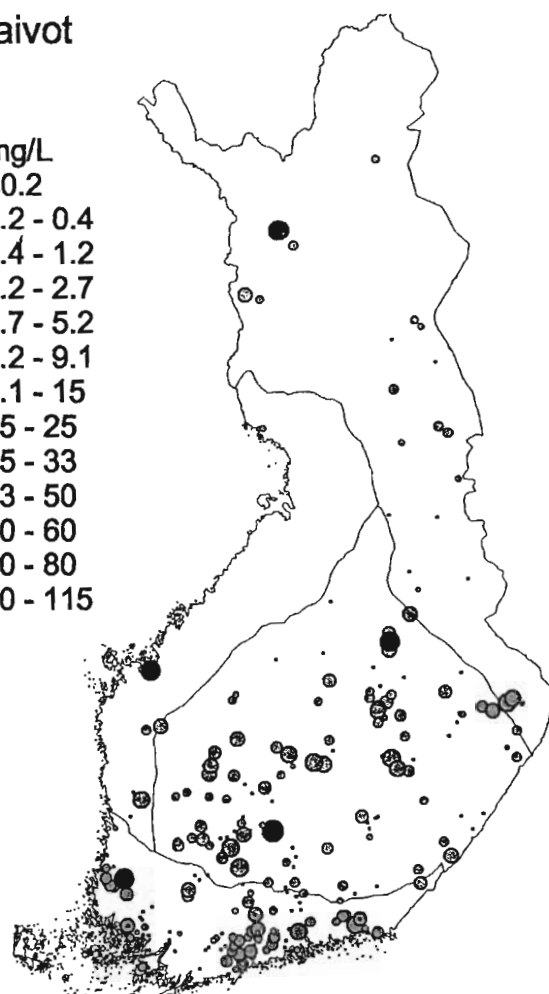
- <0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 1.2
- 1.2 - 2.7
- 2.7 - 5.2
- 5.2 - 9.1
- 9.1 - 15
- 15 - 25
- 25 - 33
- 33 - 50
- 50 - 60
- 60 - 80
- 80 - 114



Porakaivot

NO₃ mg/L

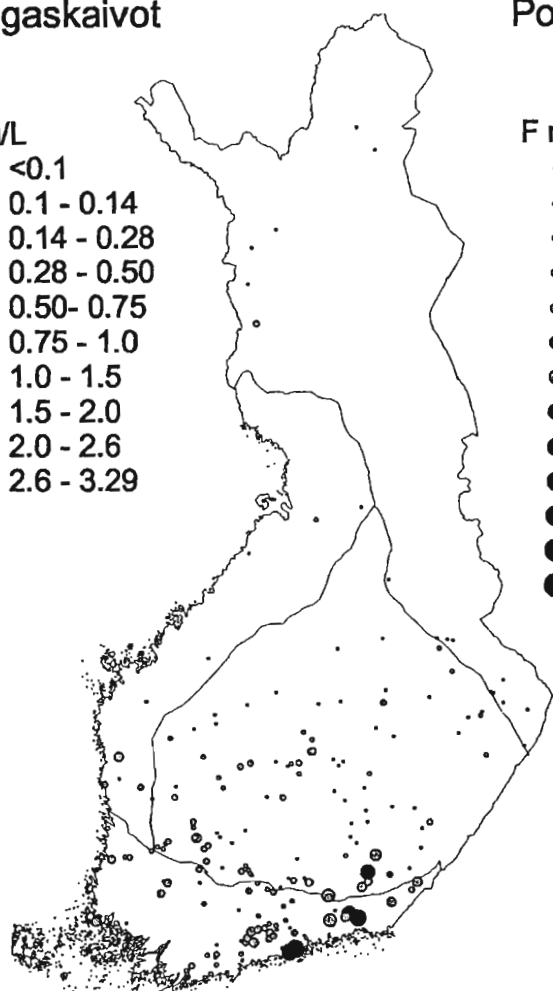
- <0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 1.2
- 1.2 - 2.7
- 2.7 - 5.2
- 5.2 - 9.1
- 9.1 - 15
- 15 - 25
- 25 - 33
- 33 - 50
- 50 - 60
- 60 - 80
- 80 - 115



Rengaskaivot

F mg/L

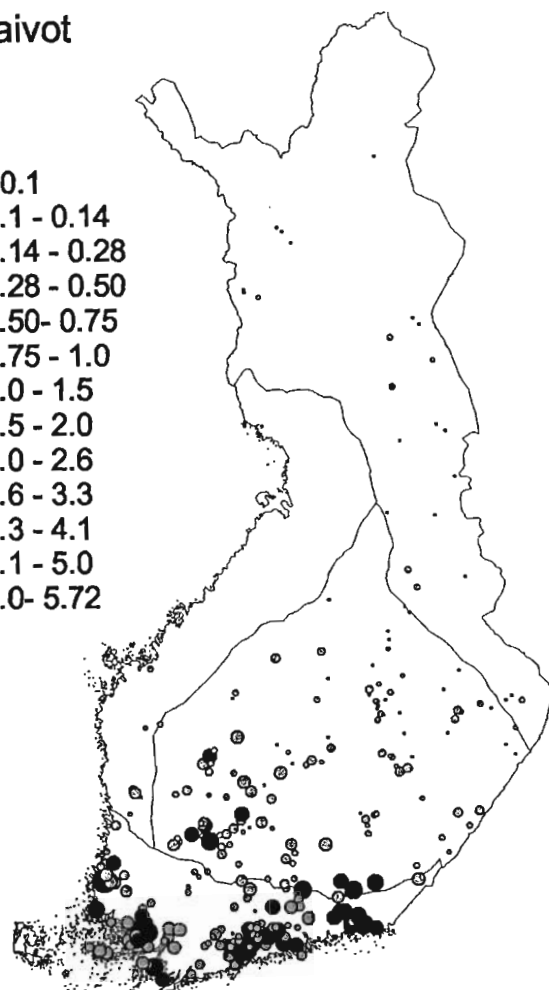
- <0.1
- 0.1 - 0.14
- 0.14 - 0.28
- 0.28 - 0.50
- 0.50 - 0.75
- 0.75 - 1.0
- 1.0 - 1.5
- 1.5 - 2.0
- 2.0 - 2.6
- 2.6 - 3.29



Porakaivot

F mg/L

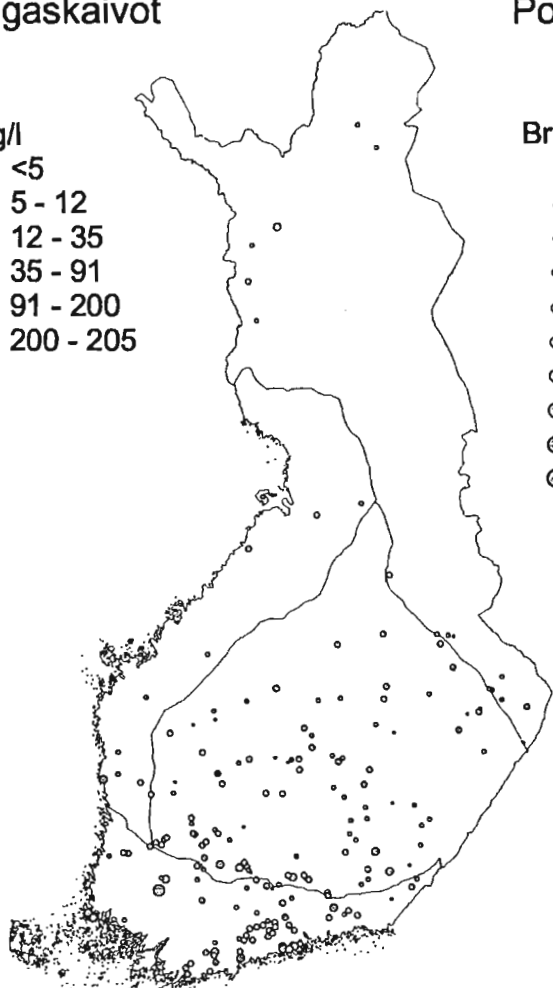
- <0.1
- 0.1 - 0.14
- 0.14 - 0.28
- 0.28 - 0.50
- 0.50 - 0.75
- 0.75 - 1.0
- 1.0 - 1.5
- 1.5 - 2.0
- 2.0 - 2.6
- 2.6 - 3.3
- 3.3 - 4.1
- 4.1 - 5.0
- 5.0 - 5.72



Rengaskaivot

Br $\mu\text{g/l}$

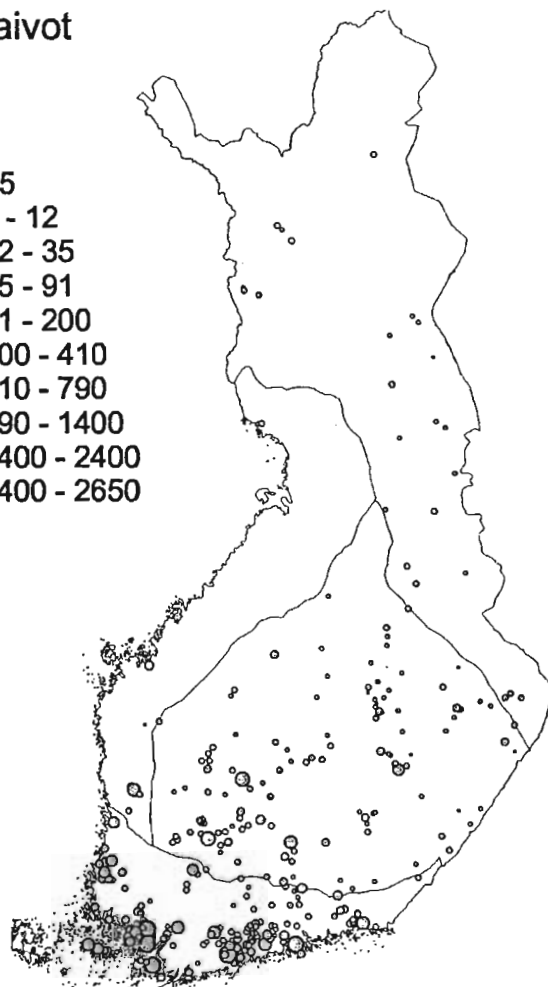
- <5
- 5 - 12
- 12 - 35
- 35 - 91
- 91 - 200
- 200 - 205



Porakaivot

Br $\mu\text{g/l}$

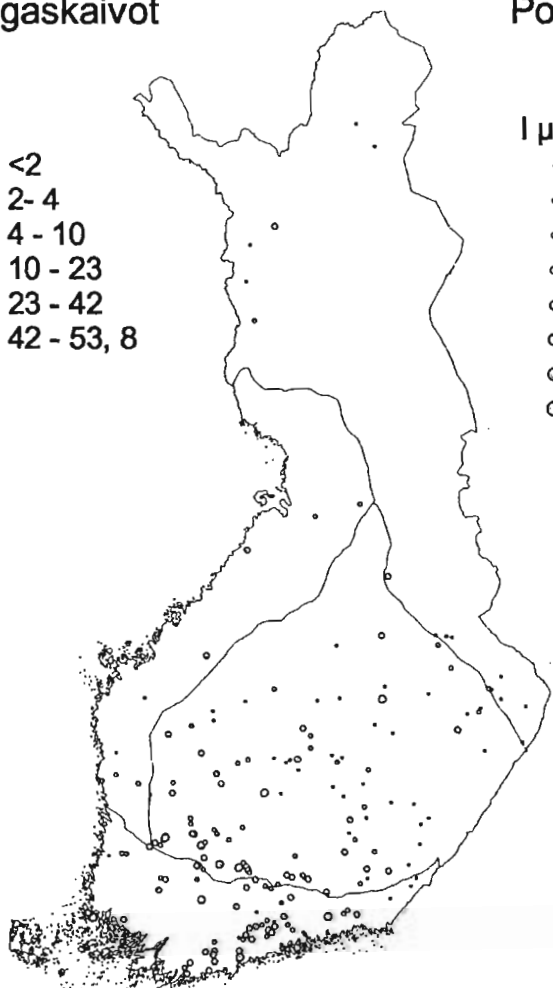
- <5
- 5 - 12
- 12 - 35
- 35 - 91
- 91 - 200
- 200 - 410
- 410 - 790
- ⊙ 790 - 1400
- ⊙ 1400 - 2400
- ⊙ 2400 - 2650



Rengaskaivot

I $\mu\text{g/l}$

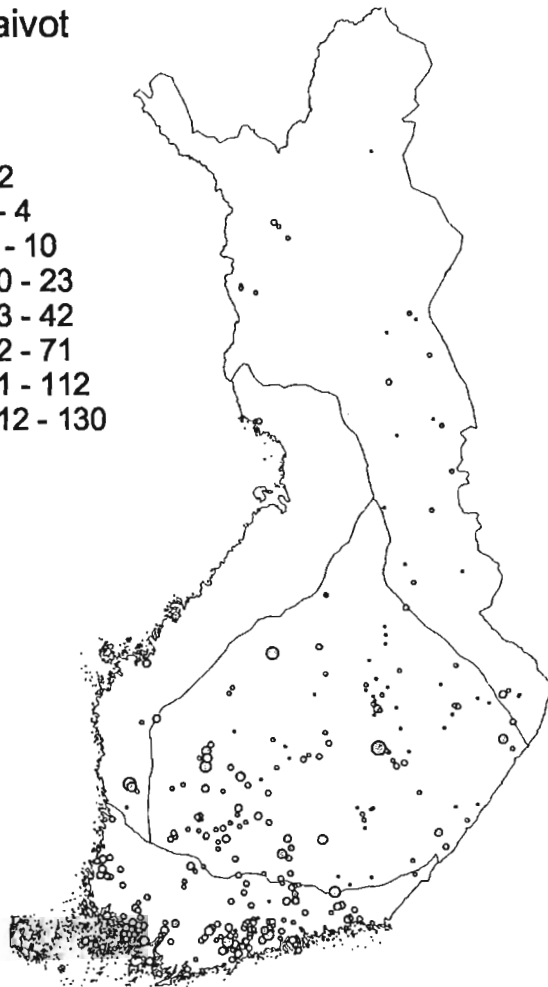
- <2
- 2 - 4
- 4 - 10
- 10 - 23
- 23 - 42
- 42 - 53, 8



Porakaivot

I $\mu\text{g/l}$

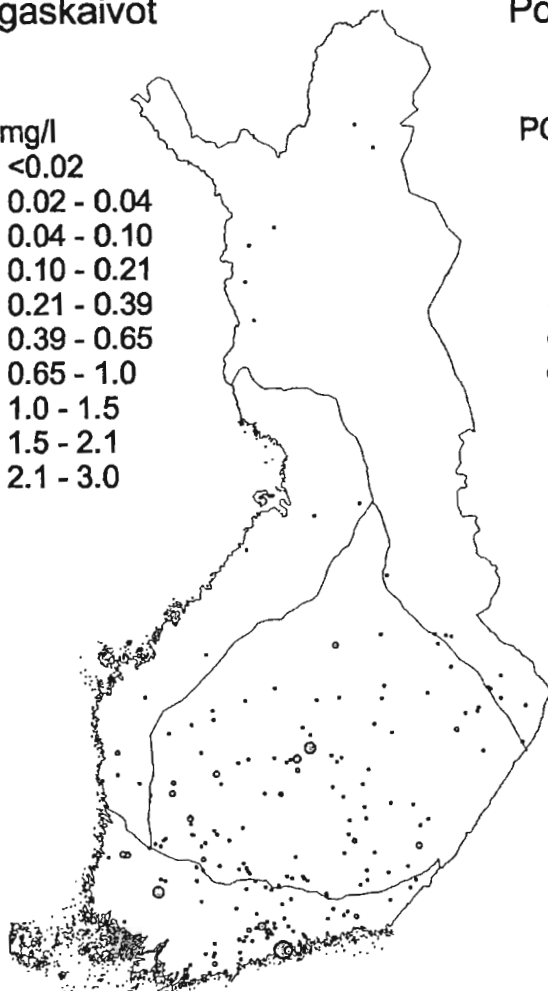
- <2
- 2 - 4
- 4 - 10
- 10 - 23
- 23 - 42
- 42 - 71
- ⊙ 71 - 112
- 112 - 130



Rengaskaivot

PO4 mg/l

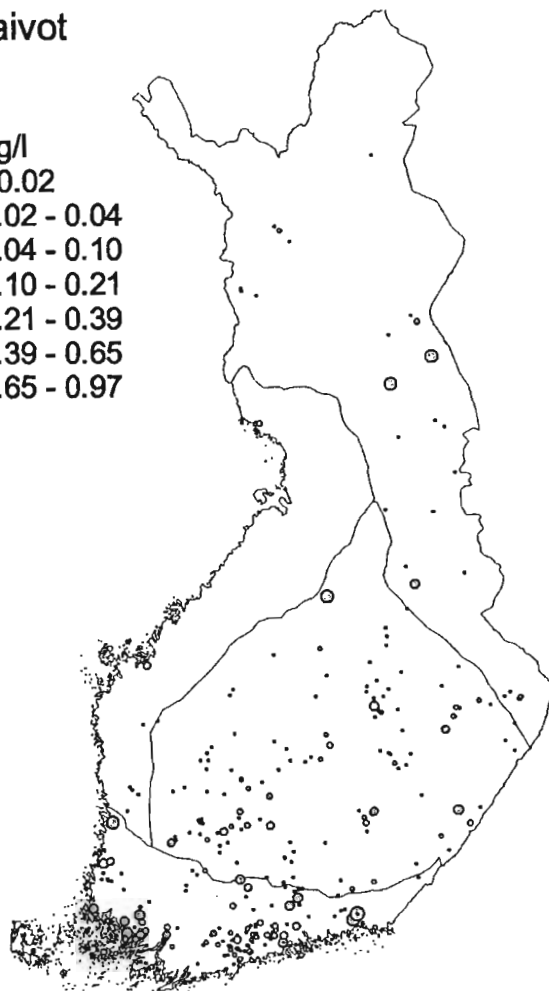
- <0.02
- 0.02 - 0.04
- 0.04 - 0.10
- 0.10 - 0.21
- 0.21 - 0.39
- 0.39 - 0.65
- 0.65 - 1.0
- 1.0 - 1.5
- 1.5 - 2.1
- 2.1 - 3.0



Porakaivot

PO4 mg/l

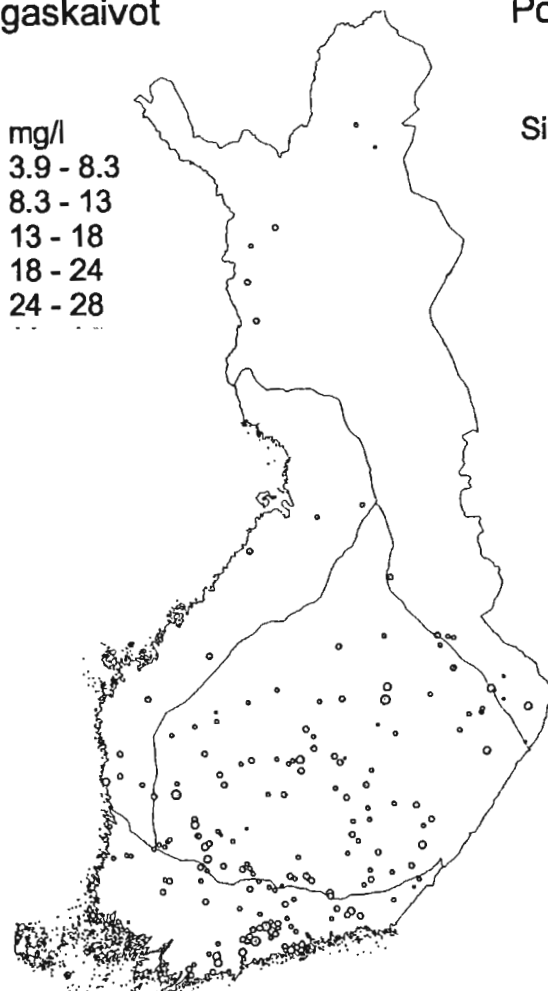
- <0.02
- 0.02 - 0.04
- 0.04 - 0.10
- 0.10 - 0.21
- 0.21 - 0.39
- 0.39 - 0.65
- 0.65 - 0.97



Rengaskaivot

SiO2 mg/l

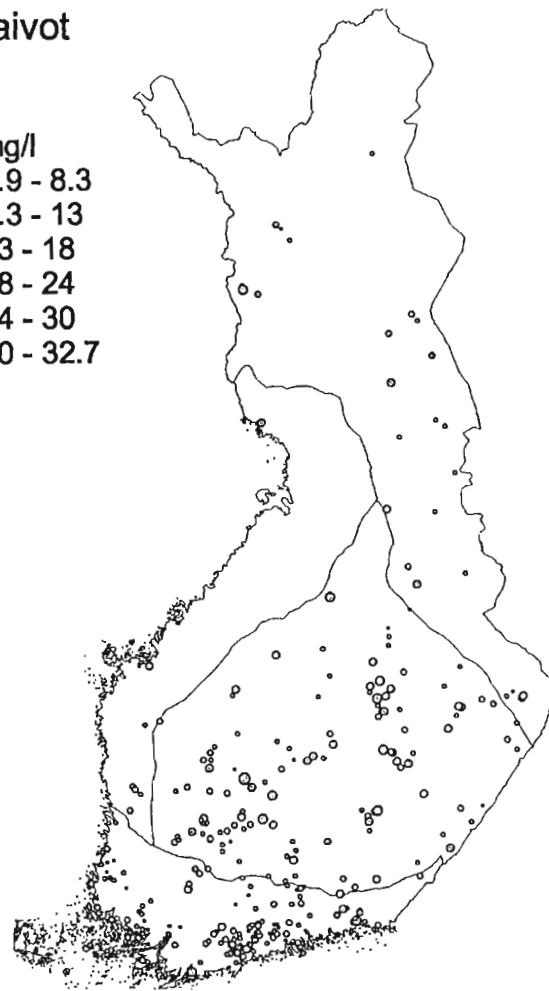
- 3.9 - 8.3
- 8.3 - 13
- 13 - 18
- 18 - 24
- 24 - 28



Porakaivot

SiO2 mg/l

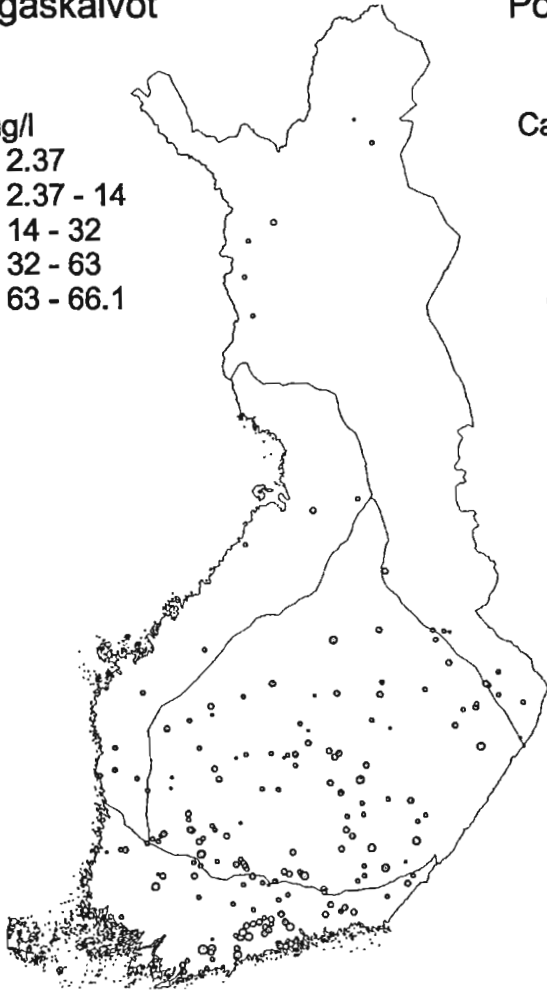
- 3.9 - 8.3
- 8.3 - 13
- 13 - 18
- 18 - 24
- 24 - 30
- 30 - 32.7



Rengaskaivot

Ca mg/l

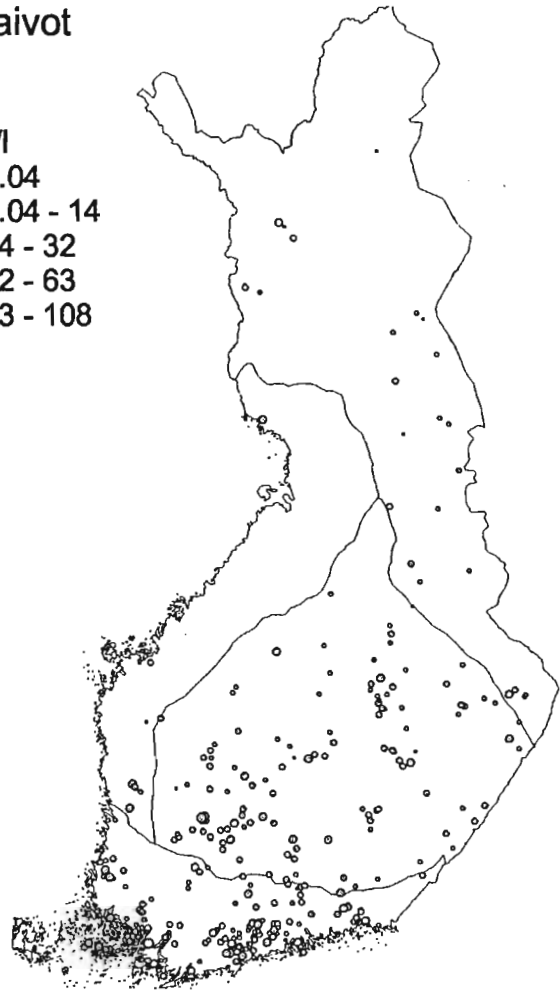
- 2.37
- 2.37 - 14
- 14 - 32
- 32 - 63
- 63 - 66.1



Porakaivot

Ca mg/l

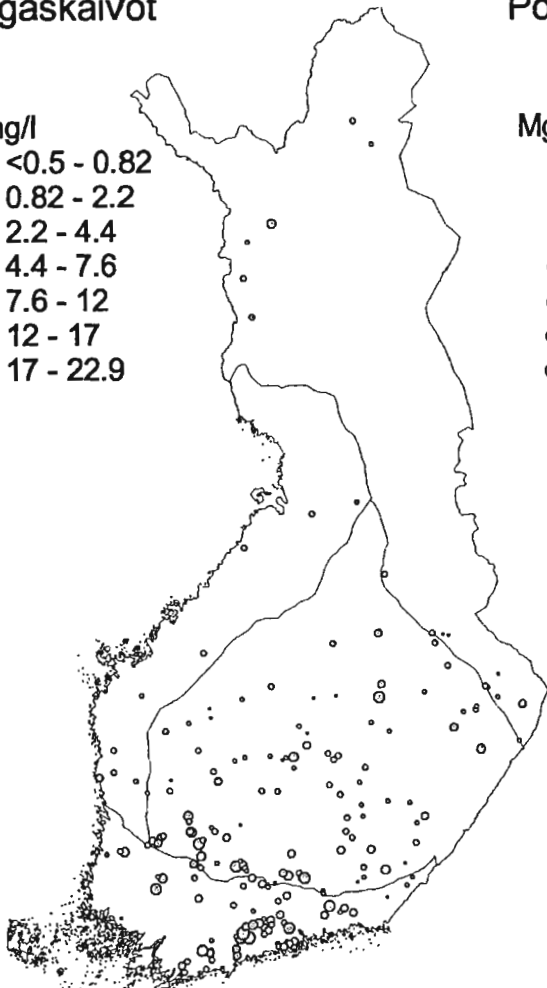
- 0.04
- 0.04 - 14
- 14 - 32
- 32 - 63
- 63 - 108



Rengaskaivot

Mg mg/l

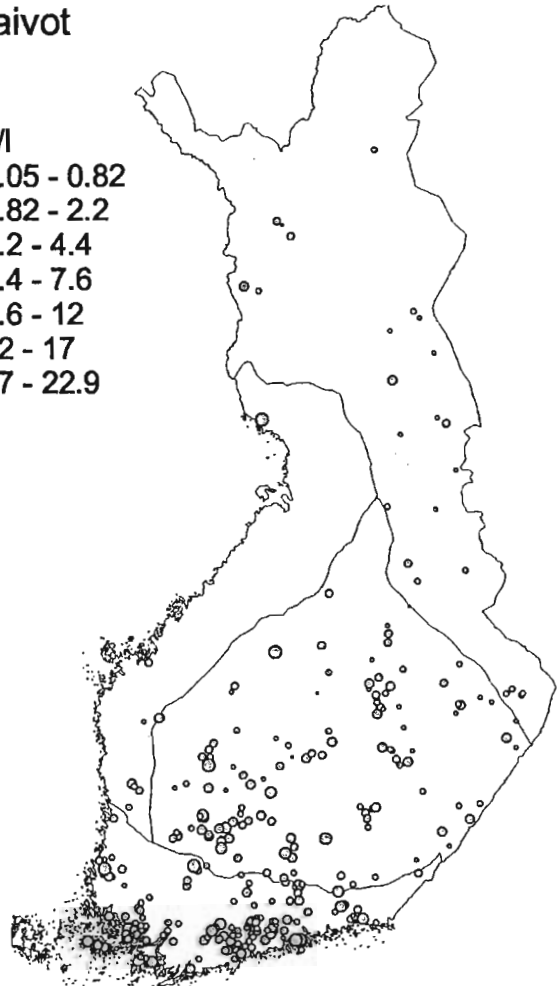
- <0.5 - 0.82
- 0.82 - 2.2
- 2.2 - 4.4
- 4.4 - 7.6
- 7.6 - 12
- 12 - 17
- 17 - 22.9



Porakaivot

Mg mg/l

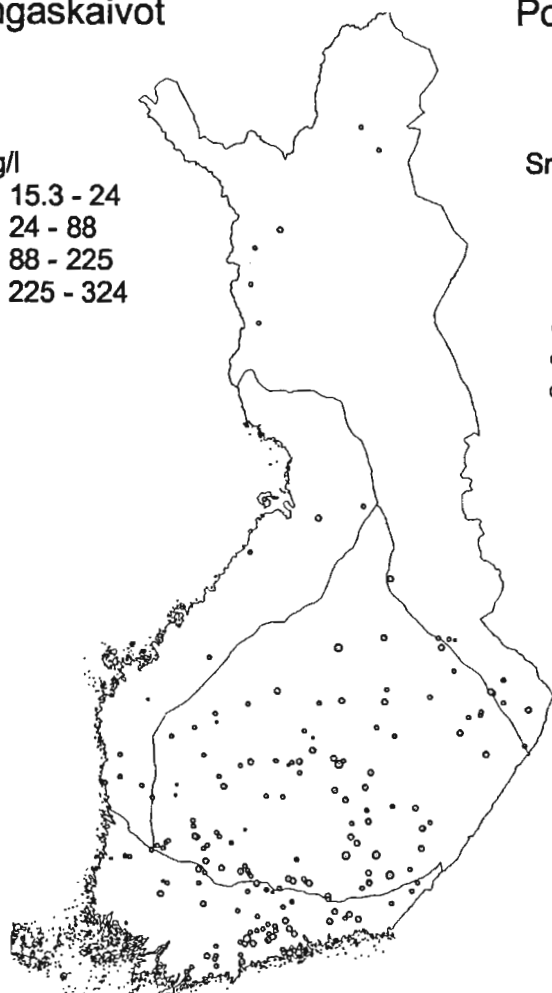
- 0.05 - 0.82
- 0.82 - 2.2
- 2.2 - 4.4
- 4.4 - 7.6
- 7.6 - 12
- 12 - 17
- 17 - 22.9



Rengaskaivot

Sr µg/l

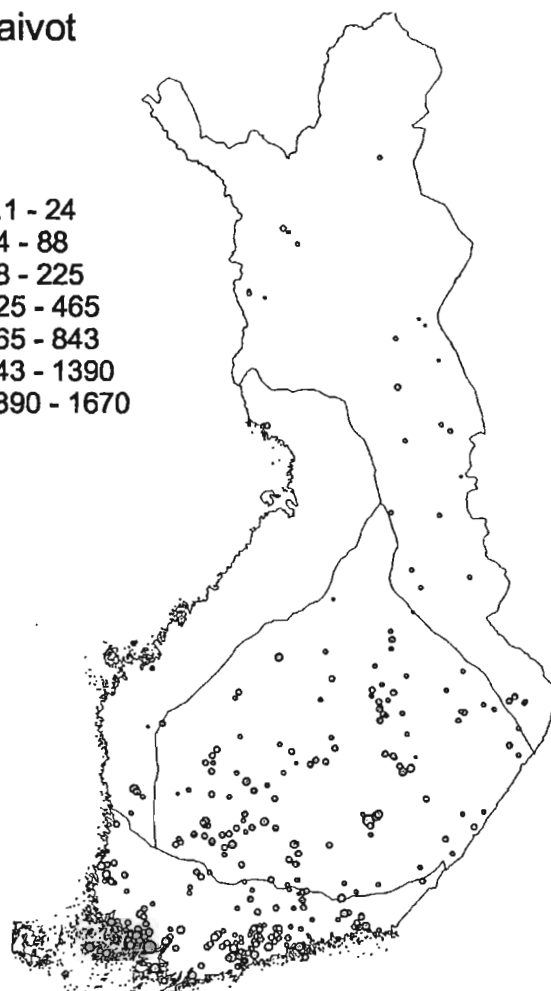
- 15.3 - 24
- 24 - 88
- ◉ 88 - 225
- ◌ 225 - 324



Porakaivot

Sr µg/l

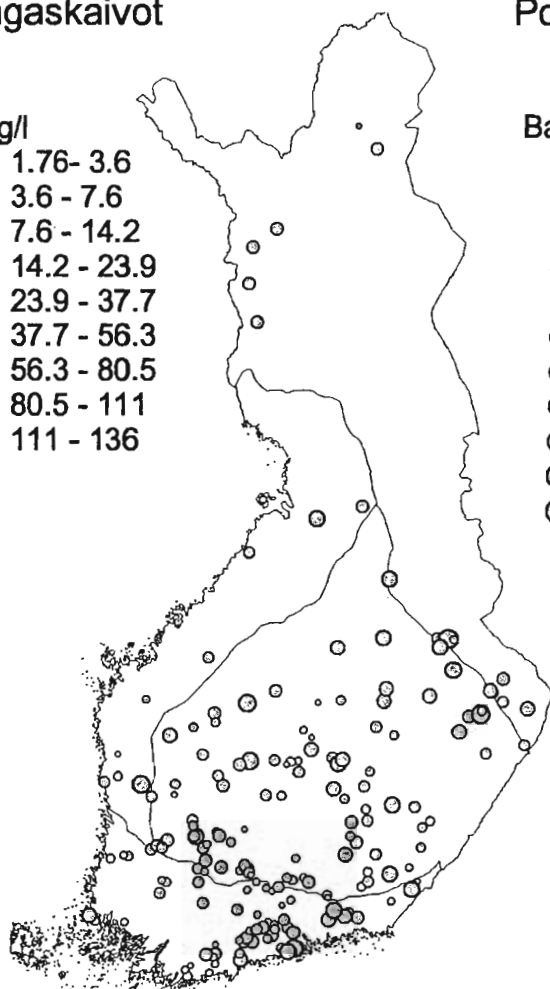
- 0.1 - 24
- 24 - 88
- ◉ 88 - 225
- ◌ 225 - 465
- ◉ 465 - 843
- ◌ 843 - 1390
- ◌ 1390 - 1670



Rengaskaivot

Ba µg/l

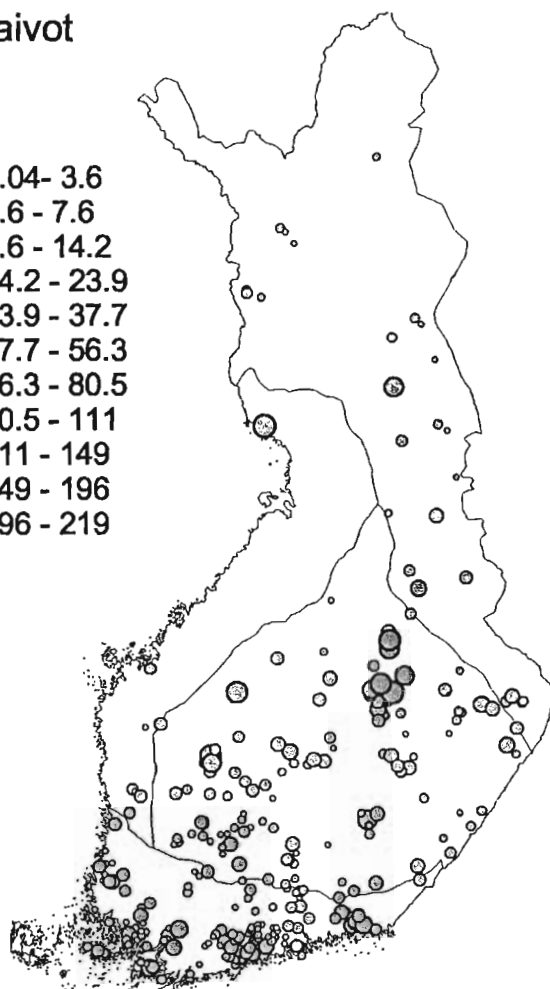
- 1.76 - 3.6
- 3.6 - 7.6
- ◉ 7.6 - 14.2
- ◌ 14.2 - 23.9
- ◉ 23.9 - 37.7
- ◌ 37.7 - 56.3
- ◉ 56.3 - 80.5
- ◌ 80.5 - 111
- ◌ 111 - 136



Porakaivot

Ba µg/l

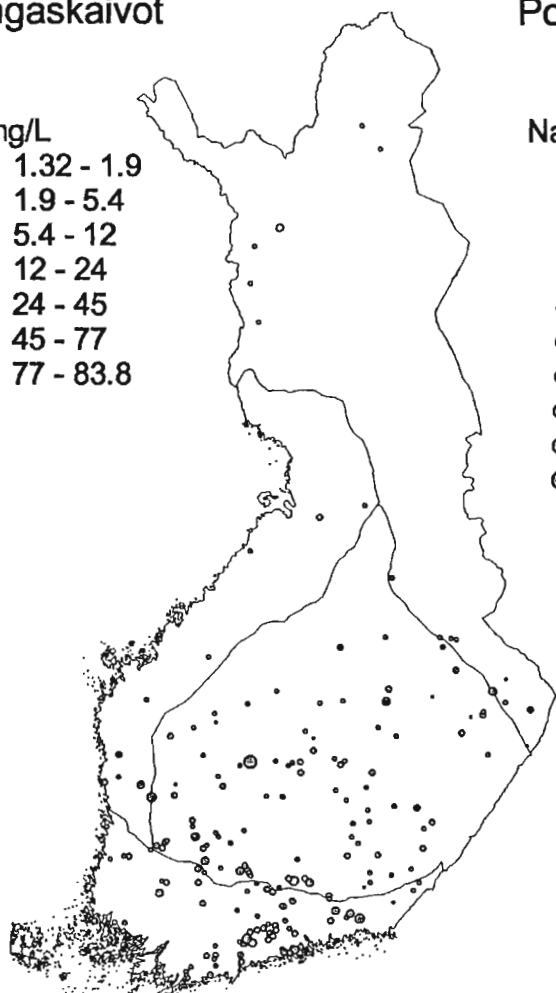
- 0.04 - 3.6
- 3.6 - 7.6
- ◉ 7.6 - 14.2
- ◌ 14.2 - 23.9
- ◉ 23.9 - 37.7
- ◌ 37.7 - 56.3
- ◉ 56.3 - 80.5
- ◌ 80.5 - 111
- ◉ 111 - 149
- ◌ 149 - 196
- ◌ 196 - 219



Rengaskaivot

Na mg/L

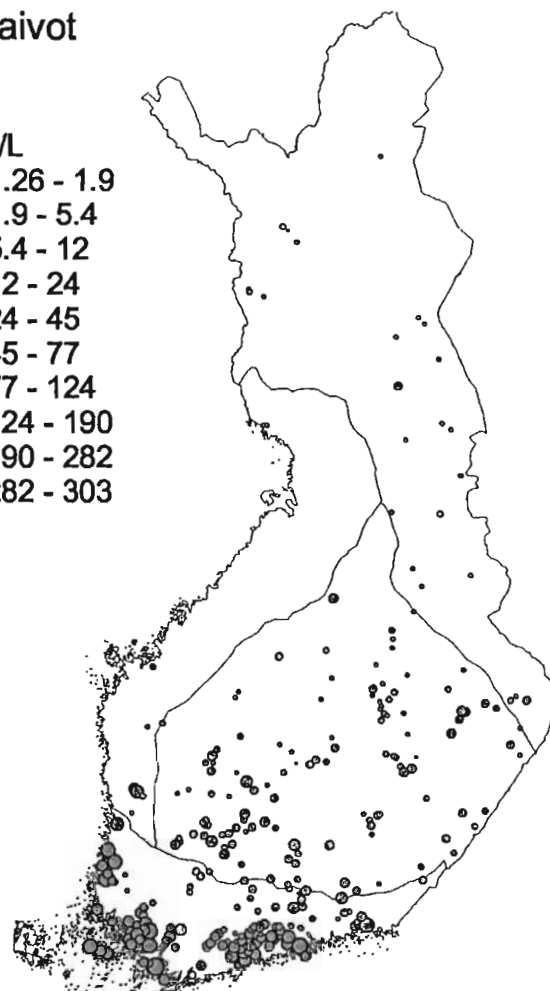
- 1.32 - 1.9
- 1.9 - 5.4
- 5.4 - 12
- 12 - 24
- 24 - 45
- 45 - 77
- 77 - 83.8



Porakaivot

Na mg/L

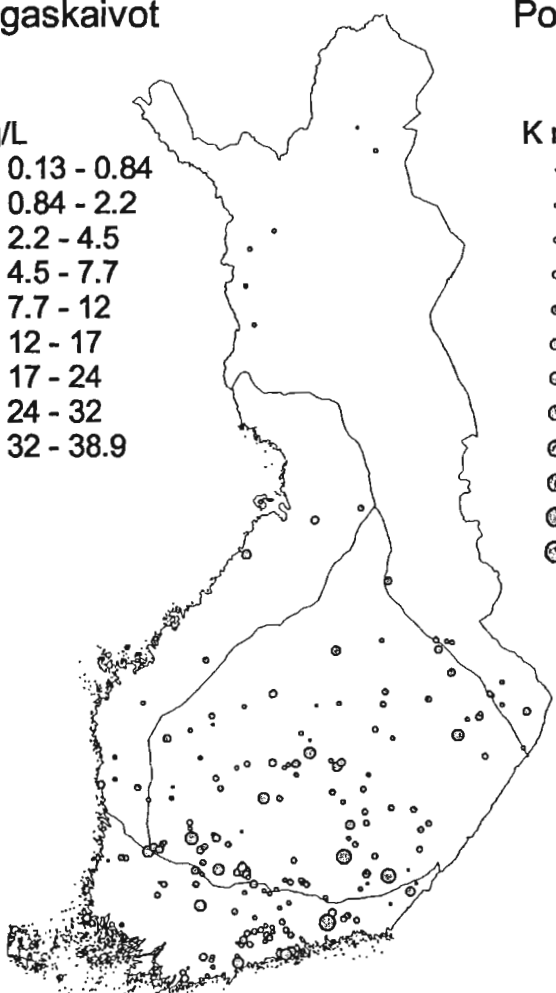
- 1.26 - 1.9
- 1.9 - 5.4
- 5.4 - 12
- 12 - 24
- 24 - 45
- 45 - 77
- 77 - 124
- 124 - 190
- 190 - 282
- 282 - 303



Rengaskaivot

K mg/L

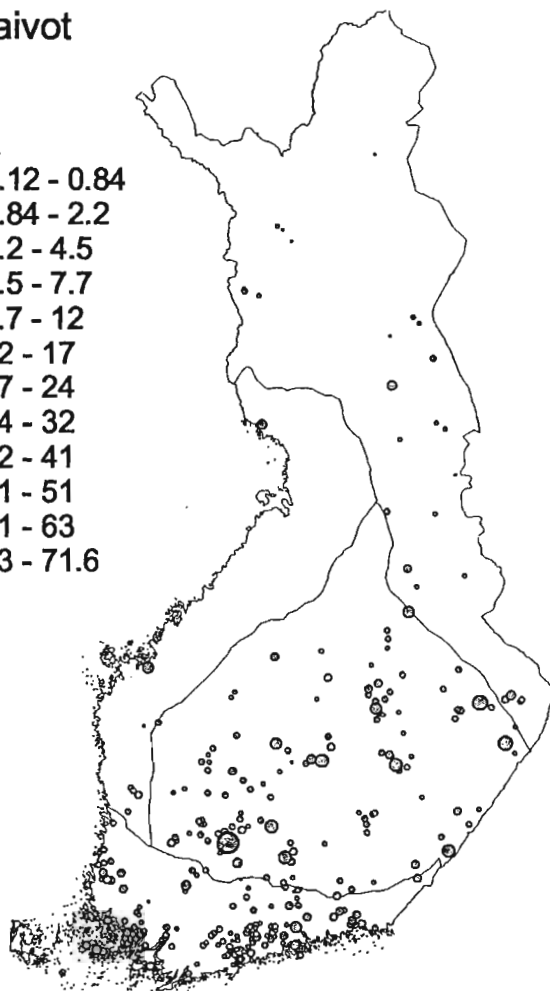
- 0.13 - 0.84
- 0.84 - 2.2
- 2.2 - 4.5
- 4.5 - 7.7
- 7.7 - 12
- 12 - 17
- 17 - 24
- 24 - 32
- 32 - 38.9



Porakaivot

K mg/L

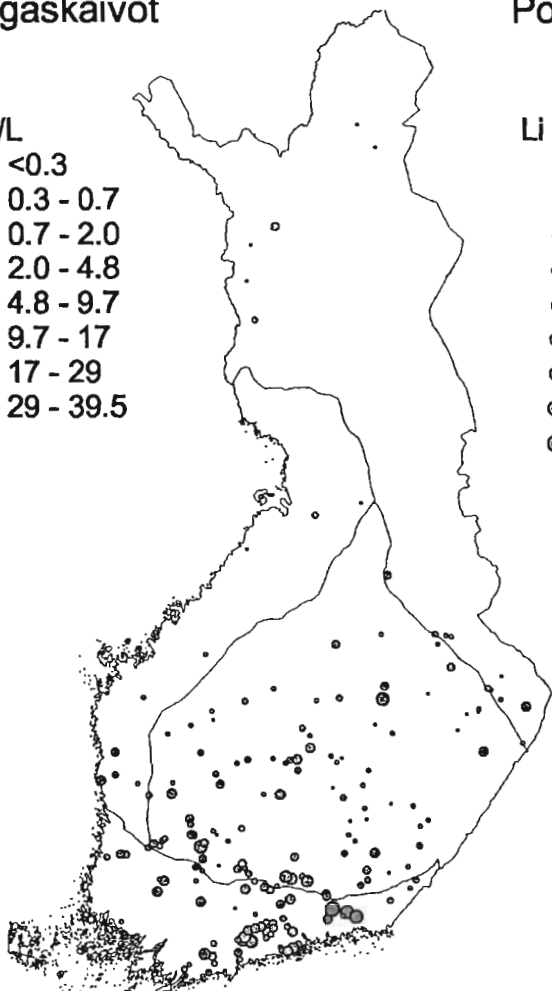
- 0.12 - 0.84
- 0.84 - 2.2
- 2.2 - 4.5
- 4.5 - 7.7
- 7.7 - 12
- 12 - 17
- 17 - 24
- 24 - 32
- 32 - 41
- 41 - 51
- 51 - 63
- 63 - 71.6



Rengaskaivot

Li µg/L

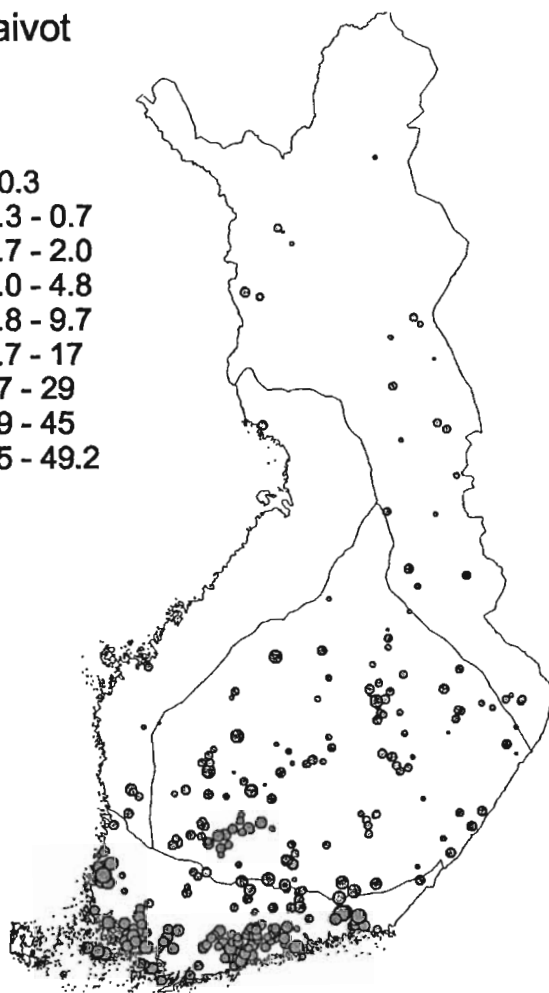
- <0.3
- 0.3 - 0.7
- 0.7 - 2.0
- 2.0 - 4.8
- 4.8 - 9.7
- ⊙ 9.7 - 17
- ⊙ 17 - 29
- ⊙ 29 - 39.5



Porakaivot

Li µg/L

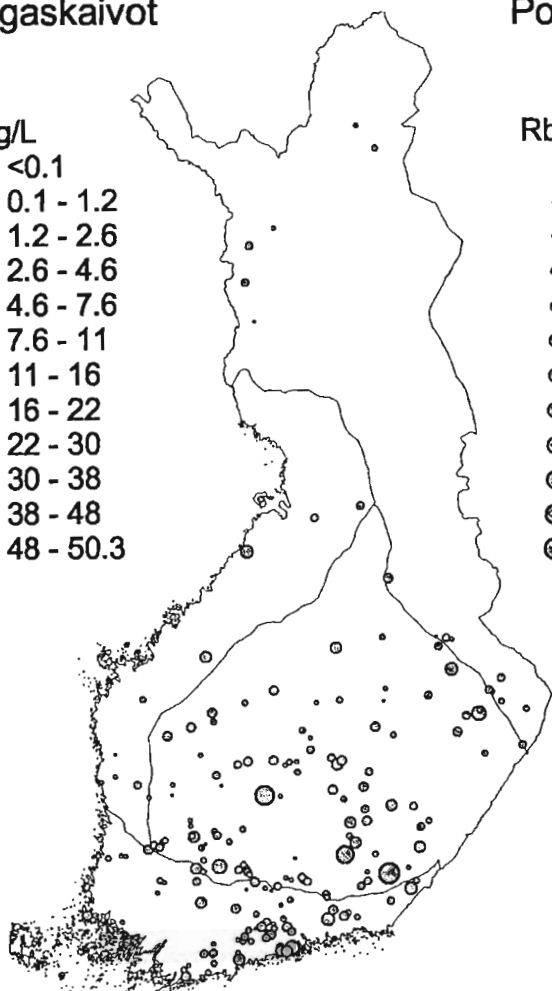
- <0.3
- 0.3 - 0.7
- 0.7 - 2.0
- 2.0 - 4.8
- 4.8 - 9.7
- ⊙ 9.7 - 17
- ⊙ 17 - 29
- ⊙ 29 - 45
- ⊙ 45 - 49.2



Rengaskaivot

Rb µg/L

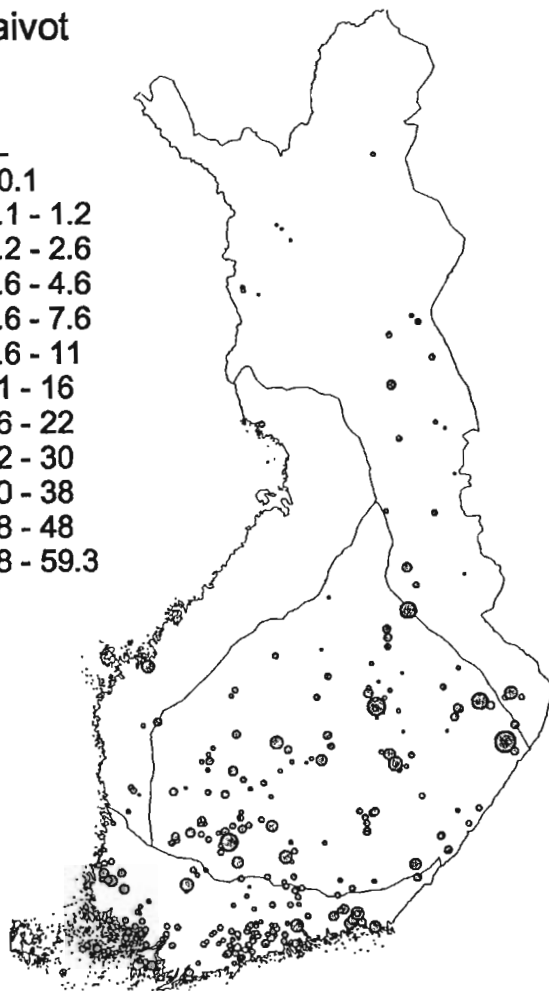
- <0.1
- 0.1 - 1.2
- 1.2 - 2.6
- 2.6 - 4.6
- 4.6 - 7.6
- ⊙ 7.6 - 11
- ⊙ 11 - 16
- ⊙ 16 - 22
- ⊙ 22 - 30
- ⊙ 30 - 38
- ⊙ 38 - 48
- ⊙ 48 - 50.3



Porakaivot

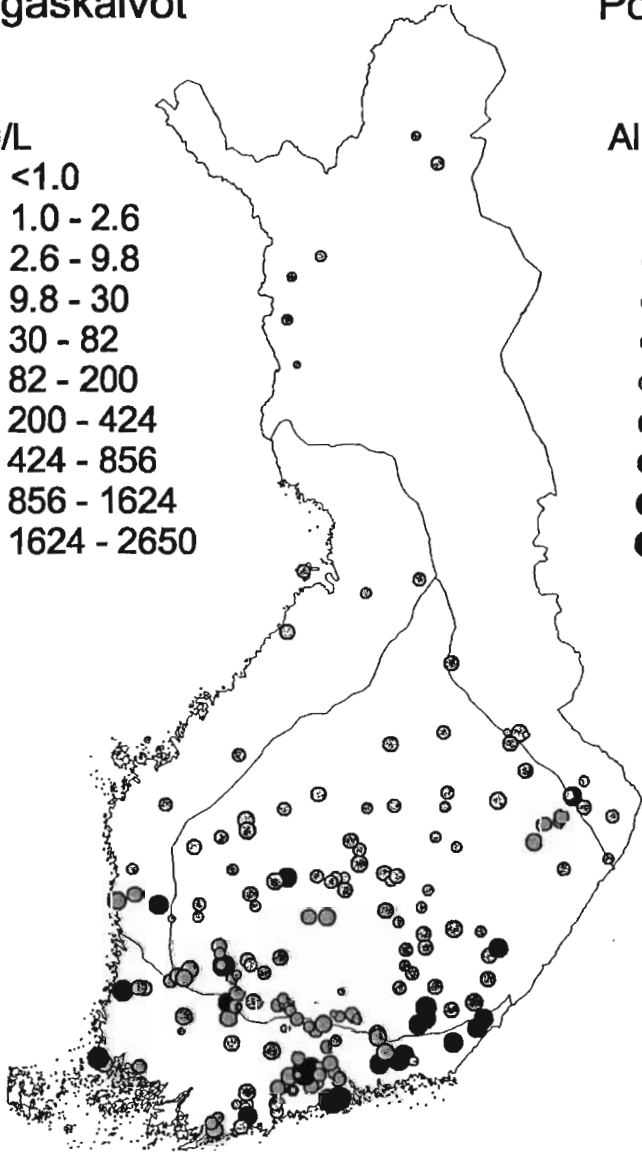
Rb µg/L

- <0.1
- 0.1 - 1.2
- 1.2 - 2.6
- 2.6 - 4.6
- 4.6 - 7.6
- ⊙ 7.6 - 11
- ⊙ 11 - 16
- ⊙ 16 - 22
- ⊙ 22 - 30
- ⊙ 30 - 38
- ⊙ 38 - 48
- ⊙ 48 - 59.3



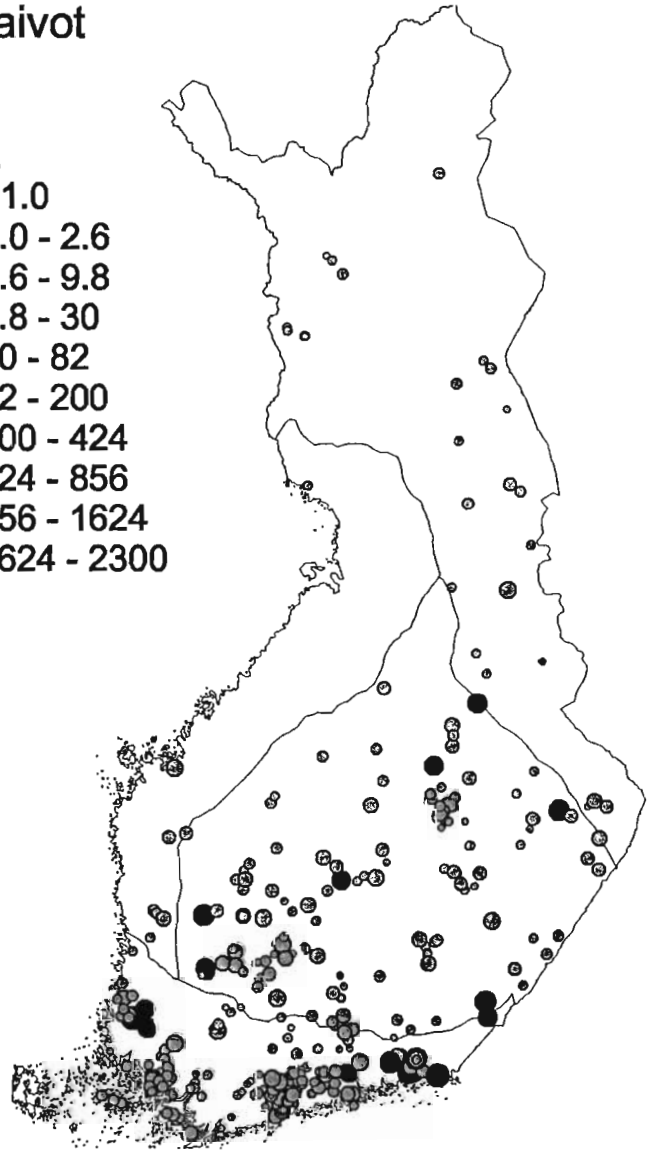
Rengaskaivot

- Al µg/L
- <1.0
 - 1.0 - 2.6
 - 2.6 - 9.8
 - 9.8 - 30
 - 30 - 82
 - 82 - 200
 - 200 - 424
 - 424 - 856
 - 856 - 1624
 - 1624 - 2650



Porakaivot

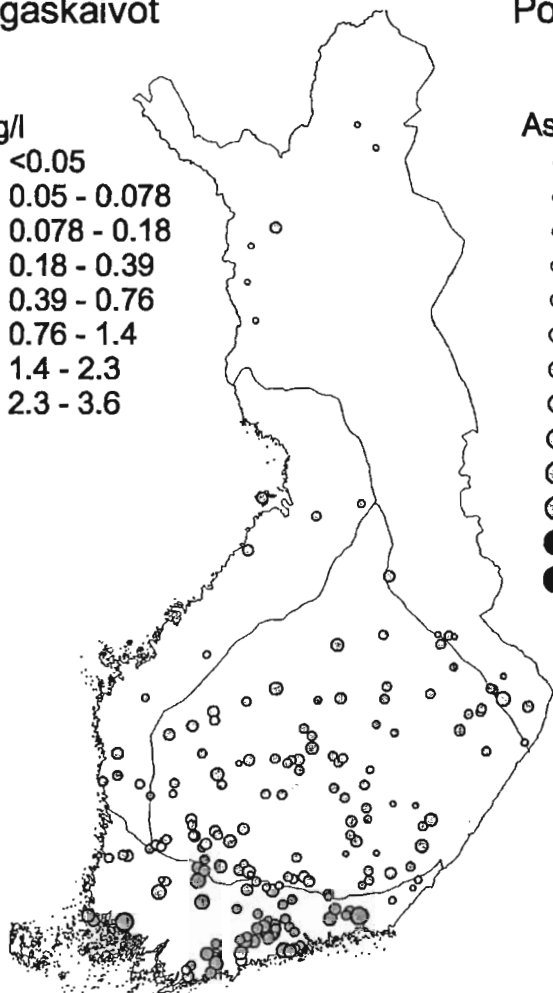
- Al µg/L
- <1.0
 - 1.0 - 2.6
 - 2.6 - 9.8
 - 9.8 - 30
 - 30 - 82
 - 82 - 200
 - 200 - 424
 - 424 - 856
 - 856 - 1624
 - 1624 - 2300



Rengaskaivot

As µg/l

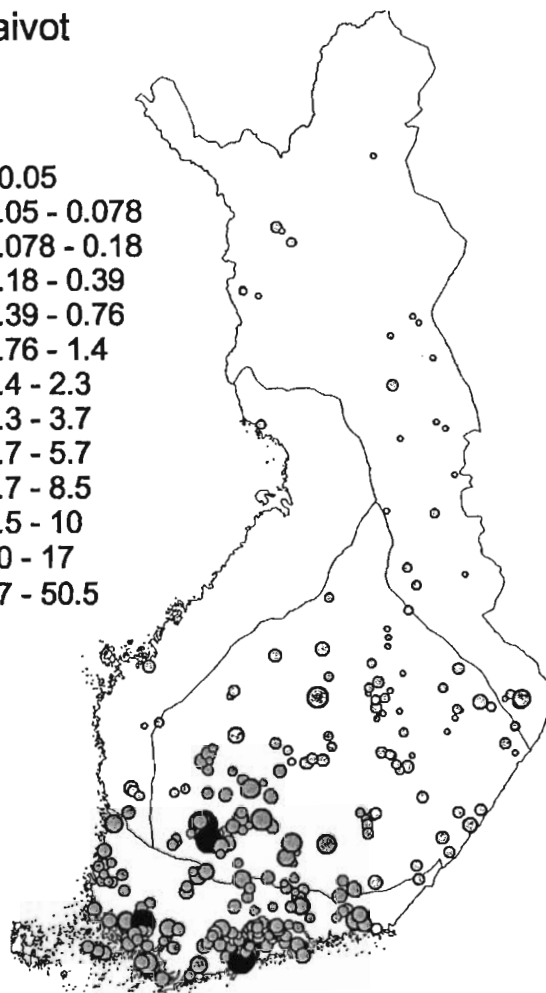
- <0.05
- 0.05 - 0.078
- 0.078 - 0.18
- 0.18 - 0.39
- 0.39 - 0.76
- ◉ 0.76 - 1.4
- ◉ 1.4 - 2.3
- ◉ 2.3 - 3.6



Porakaivot

As µg/l

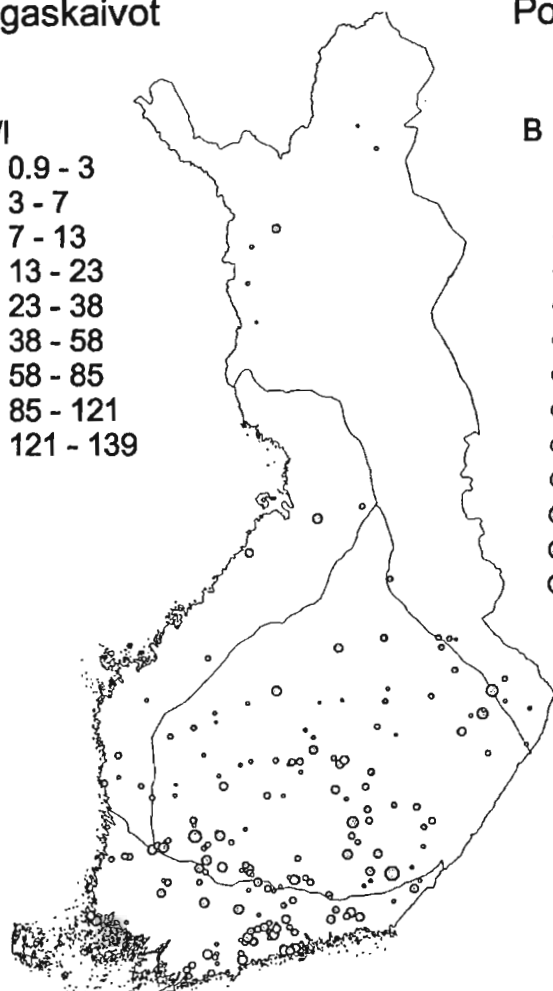
- <0.05
- 0.05 - 0.078
- 0.078 - 0.18
- 0.18 - 0.39
- 0.39 - 0.76
- ◉ 0.76 - 1.4
- ◉ 1.4 - 2.3
- ◉ 2.3 - 3.7
- ◉ 3.7 - 5.7
- ◉ 5.7 - 8.5
- ◉ 8.5 - 10
- 10 - 17
- 17 - 50.5



Rengaskaivot

B µg/l

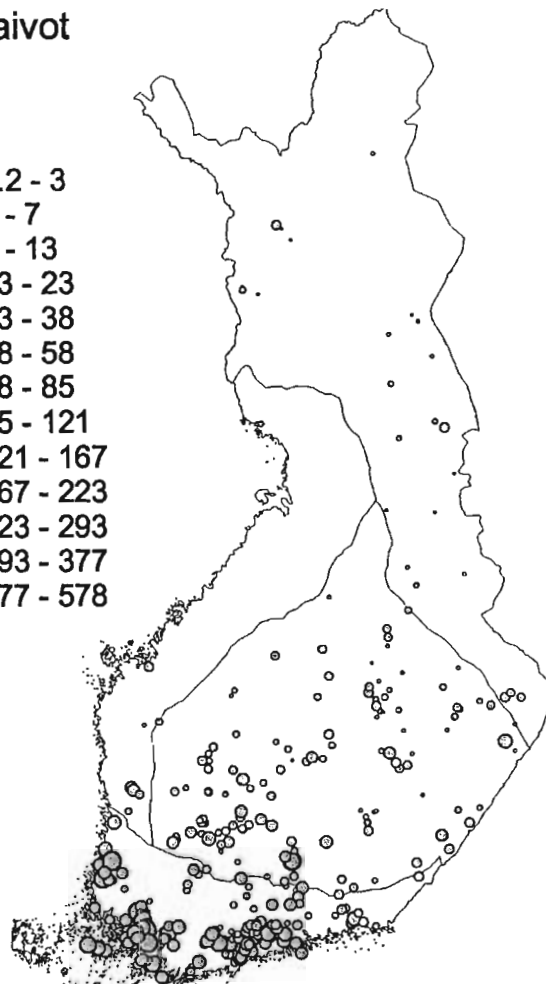
- 0.9 - 3
- 3 - 7
- 7 - 13
- 13 - 23
- 23 - 38
- 38 - 58
- ◉ 58 - 85
- ◉ 85 - 121
- ◉ 121 - 139



Porakaivot

B µg/l

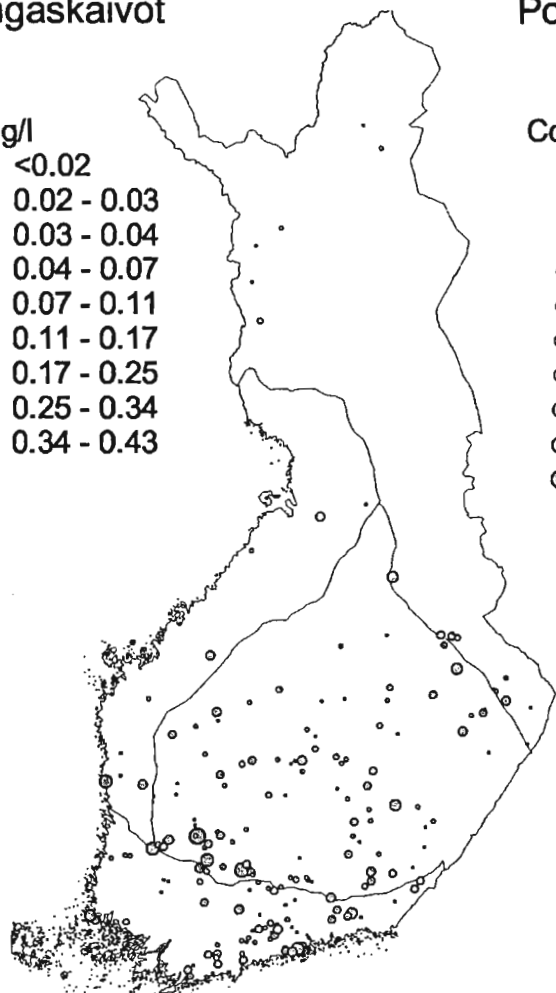
- 1.2 - 3
- 3 - 7
- 7 - 13
- 13 - 23
- 23 - 38
- 38 - 58
- 58 - 85
- ◉ 85 - 121
- ◉ 121 - 167
- ◉ 167 - 223
- ◉ 223 - 293
- ◉ 293 - 377
- ◉ 377 - 578



Rengaskaivot

Cd µg/l

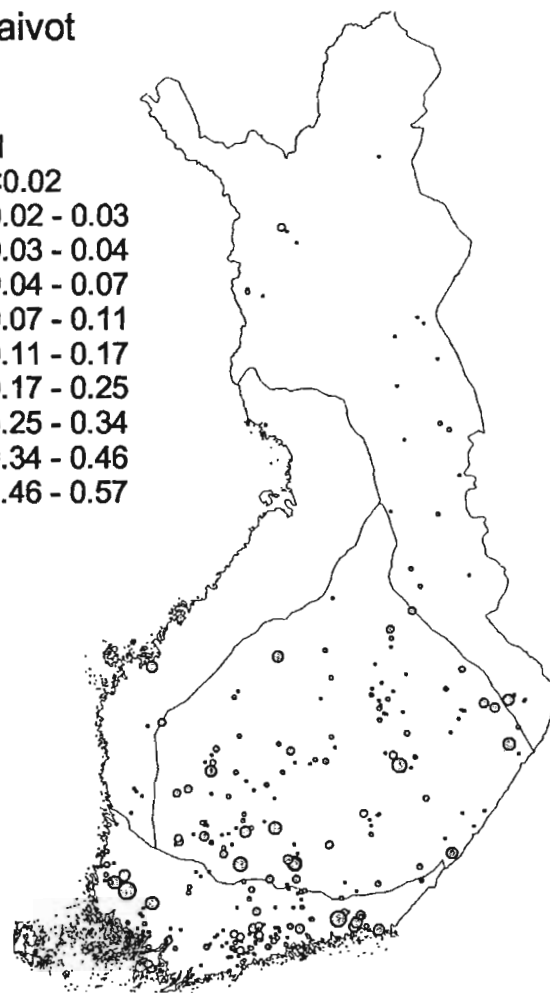
- <0.02
- 0.02 - 0.03
- 0.03 - 0.04
- 0.04 - 0.07
- 0.07 - 0.11
- 0.11 - 0.17
- 0.17 - 0.25
- 0.25 - 0.34
- ⊙ 0.34 - 0.43



Porakaivot

Cd µg/l

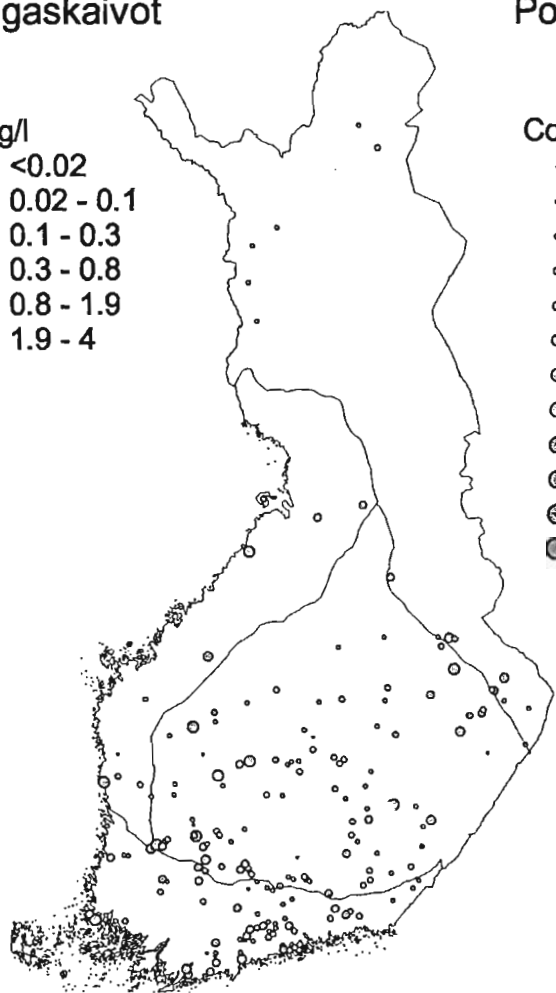
- <0.02
- 0.02 - 0.03
- 0.03 - 0.04
- 0.04 - 0.07
- 0.07 - 0.11
- 0.11 - 0.17
- 0.17 - 0.25
- 0.25 - 0.34
- ⊙ 0.34 - 0.46
- ⊙ 0.46 - 0.57



Rengaskaivot

Co µg/l

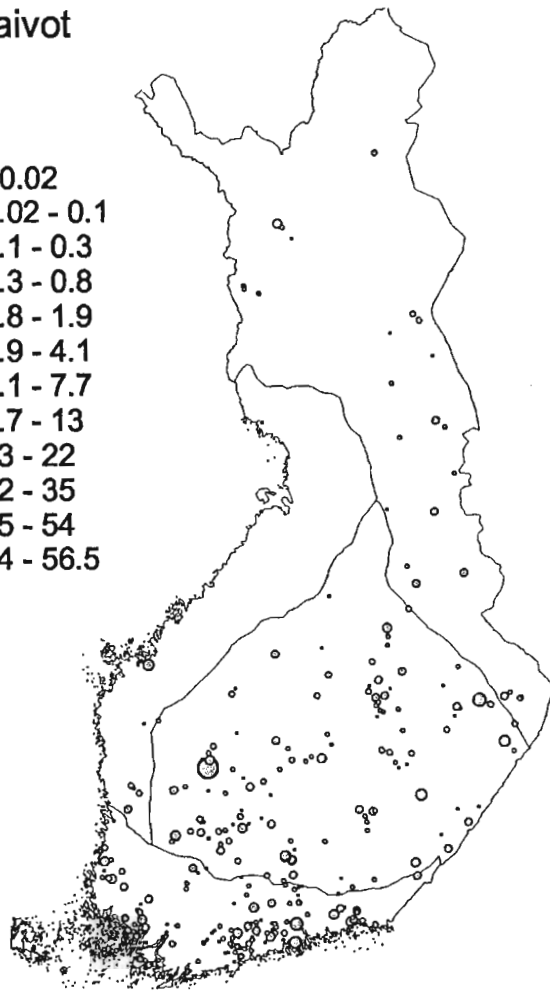
- <0.02
- 0.02 - 0.1
- 0.1 - 0.3
- 0.3 - 0.8
- 0.8 - 1.9
- 1.9 - 4



Porakaivot

Co µg/l

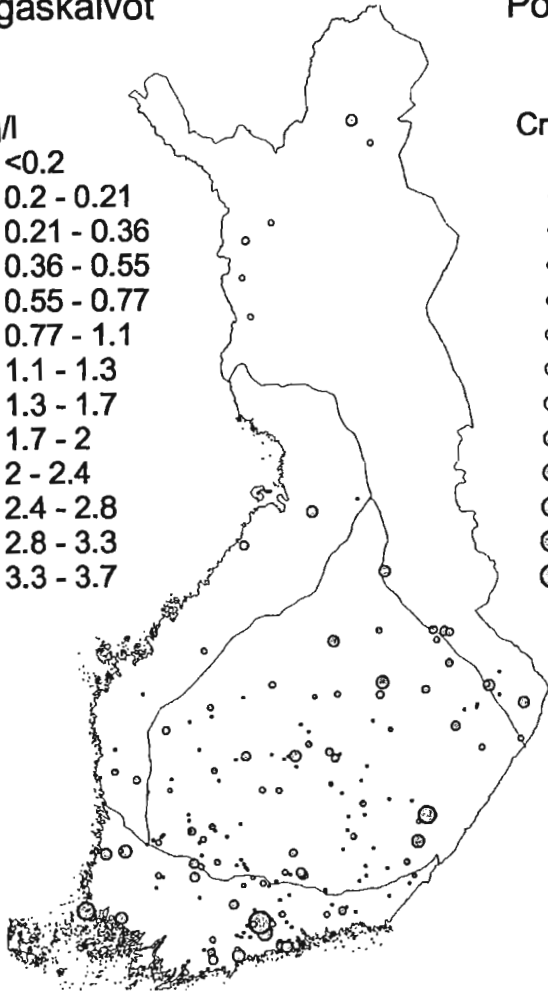
- <0.02
- 0.02 - 0.1
- 0.1 - 0.3
- 0.3 - 0.8
- 0.8 - 1.9
- 1.9 - 4.1
- 4.1 - 7.7
- ⊙ 7.7 - 13
- ⊙ 13 - 22
- ⊙ 22 - 35
- ⊙ 35 - 54
- 54 - 56.5



Rengaskaivot

Cr µg/l

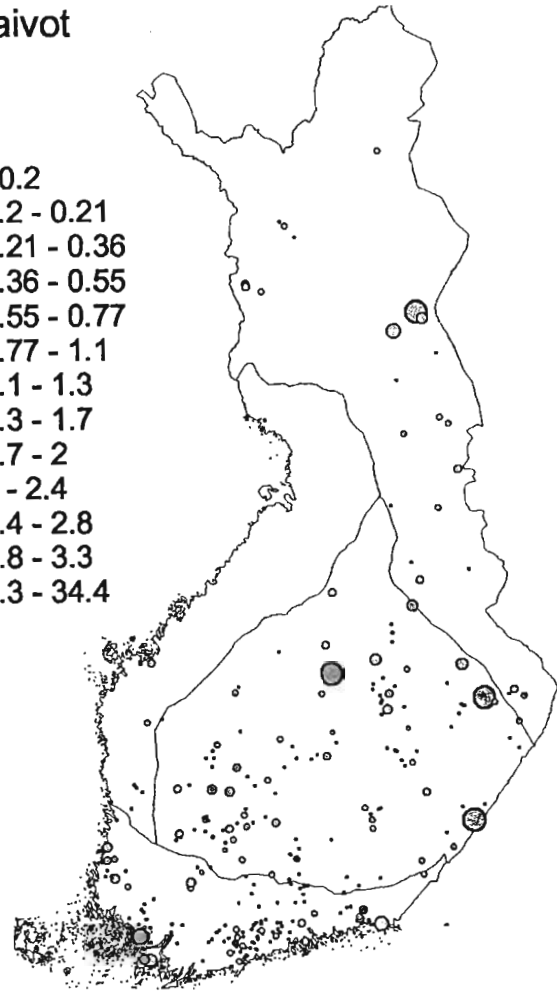
- <0.2
- 0.2 - 0.21
- 0.21 - 0.36
- 0.36 - 0.55
- 0.55 - 0.77
- 0.77 - 1.1
- 1.1 - 1.3
- 1.3 - 1.7
- 1.7 - 2
- 2 - 2.4
- 2.4 - 2.8
- 2.8 - 3.3
- 3.3 - 3.7



Porakaivot

Cr µg/l

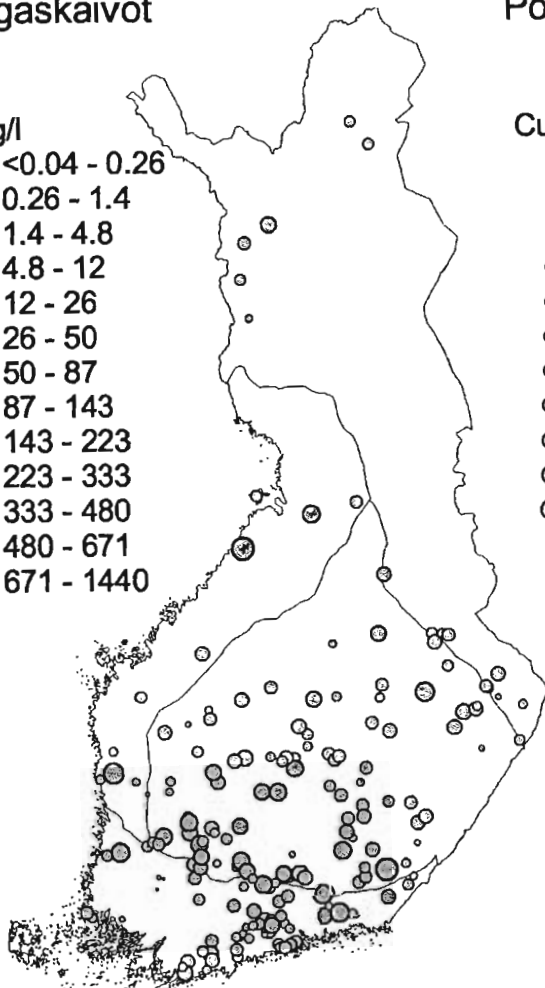
- <0.2
- 0.2 - 0.21
- 0.21 - 0.36
- 0.36 - 0.55
- 0.55 - 0.77
- 0.77 - 1.1
- 1.1 - 1.3
- 1.3 - 1.7
- 1.7 - 2
- 2 - 2.4
- 2.4 - 2.8
- 2.8 - 3.3
- 3.3 - 34.4



Rengaskaivot

Cu µg/l

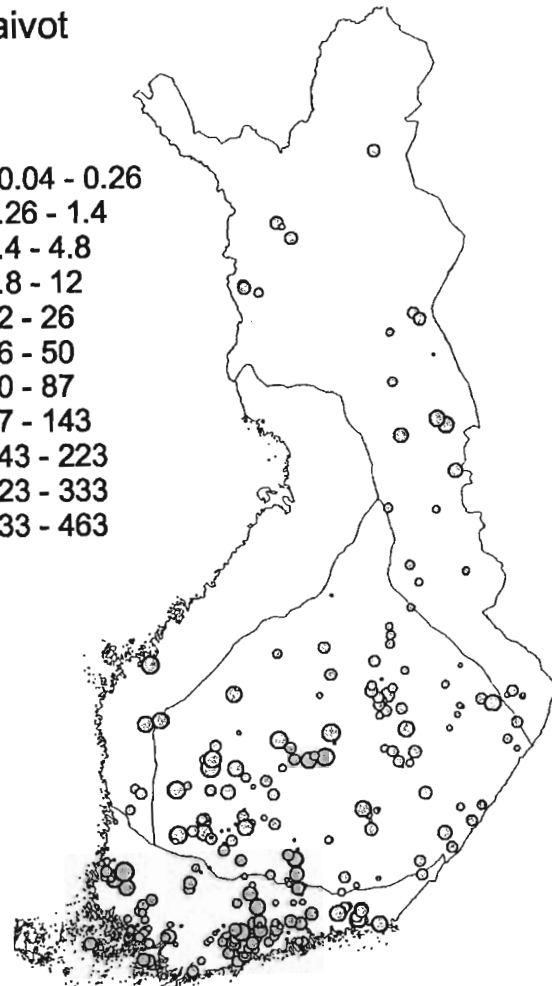
- <0.04 - 0.26
- 0.26 - 1.4
- 1.4 - 4.8
- 4.8 - 12
- 12 - 26
- 26 - 50
- 50 - 87
- 87 - 143
- 143 - 223
- 223 - 333
- 333 - 480
- 480 - 671
- 671 - 1440



Porakaivot

Cu µg/l

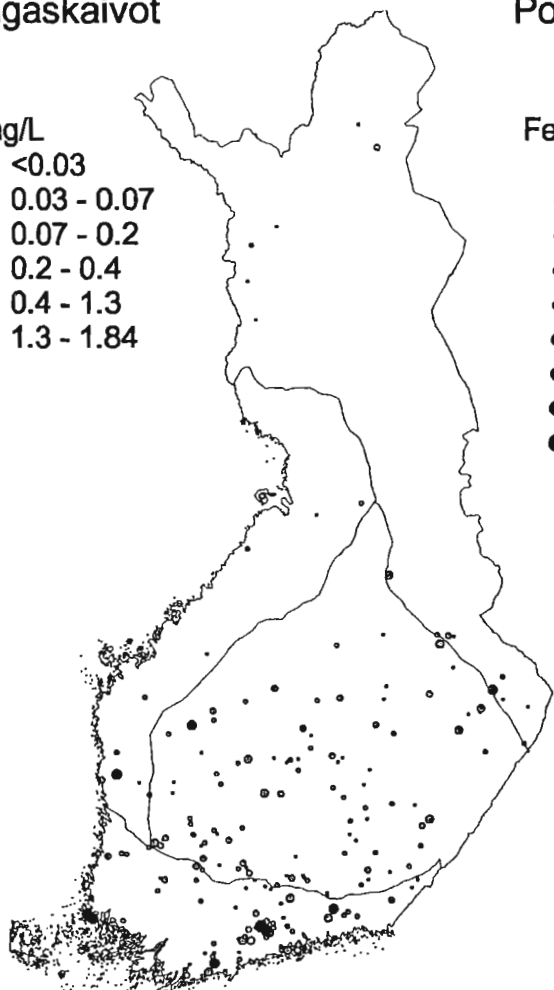
- <0.04 - 0.26
- 0.26 - 1.4
- 1.4 - 4.8
- 4.8 - 12
- 12 - 26
- 26 - 50
- 50 - 87
- 87 - 143
- 143 - 223
- 223 - 333
- 333 - 463



Rengaskaivot

Fe mg/L

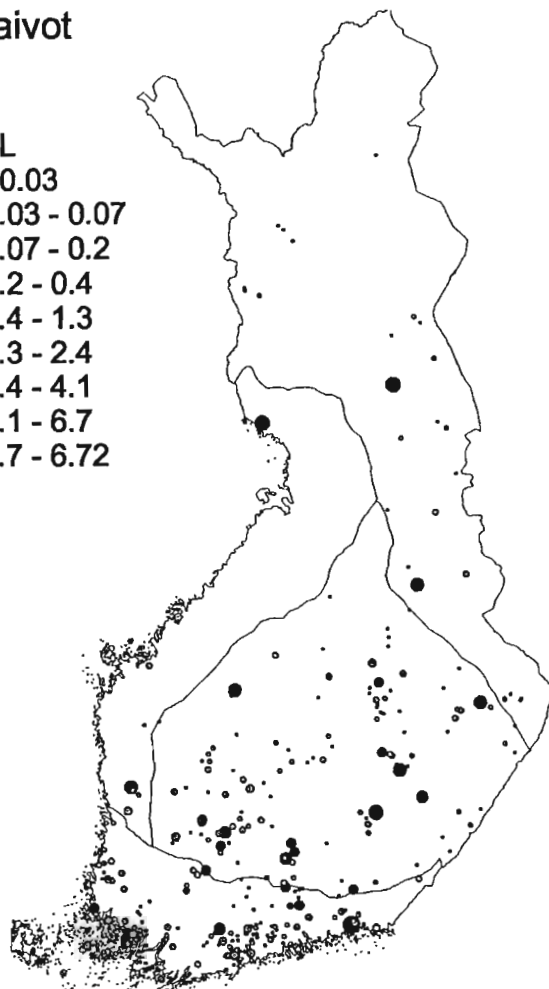
- <0.03
- 0.03 - 0.07
- 0.07 - 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 1.3
- 1.3 - 1.84



Porakaivot

Fe mg/L

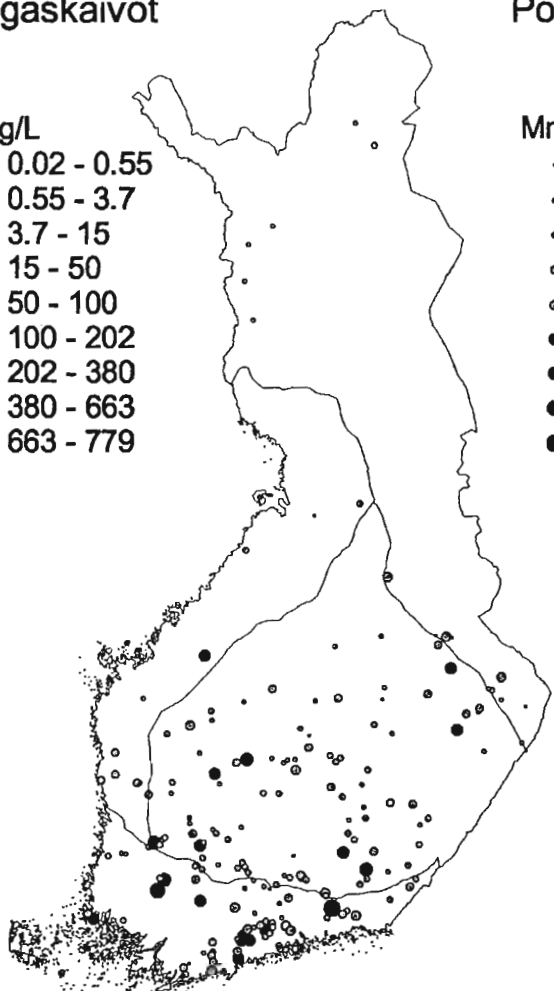
- <0.03
- 0.03 - 0.07
- 0.07 - 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 1.3
- 1.3 - 2.4
- 2.4 - 4.1
- 4.1 - 6.7
- 6.7 - 6.72



Rengaskaivot

Mn µg/L

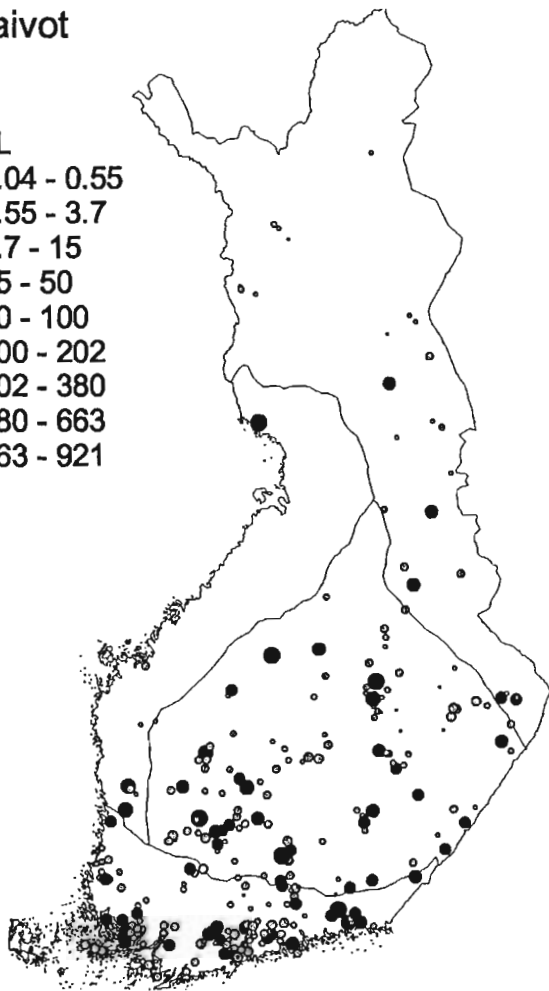
- 0.02 - 0.55
- 0.55 - 3.7
- 3.7 - 15
- 15 - 50
- 50 - 100
- 100 - 202
- 202 - 380
- 380 - 663
- 663 - 779



Porakaivot

Mn µg/L

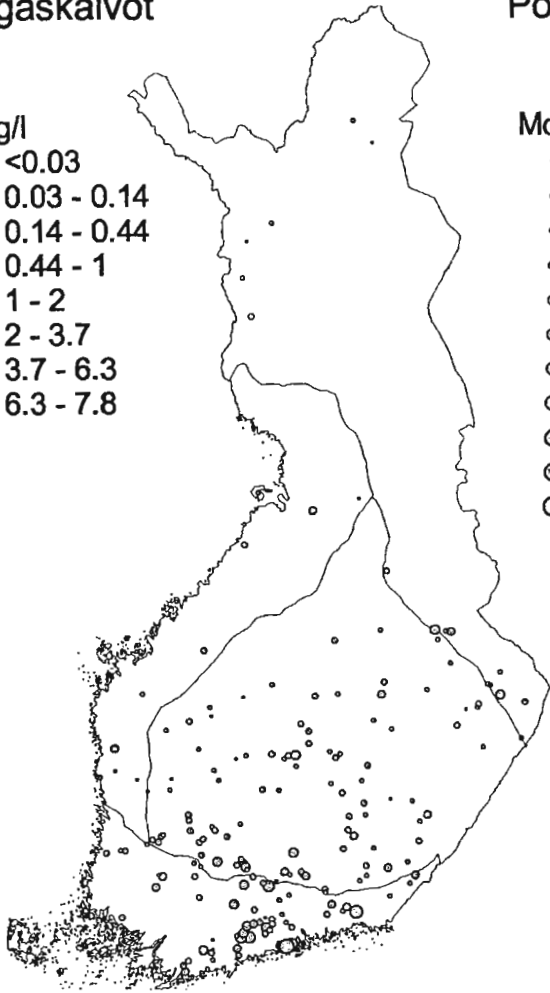
- 0.04 - 0.55
- 0.55 - 3.7
- 3.7 - 15
- 15 - 50
- 50 - 100
- 100 - 202
- 202 - 380
- 380 - 663
- 663 - 921



Rengaskaivot

Mo µg/l

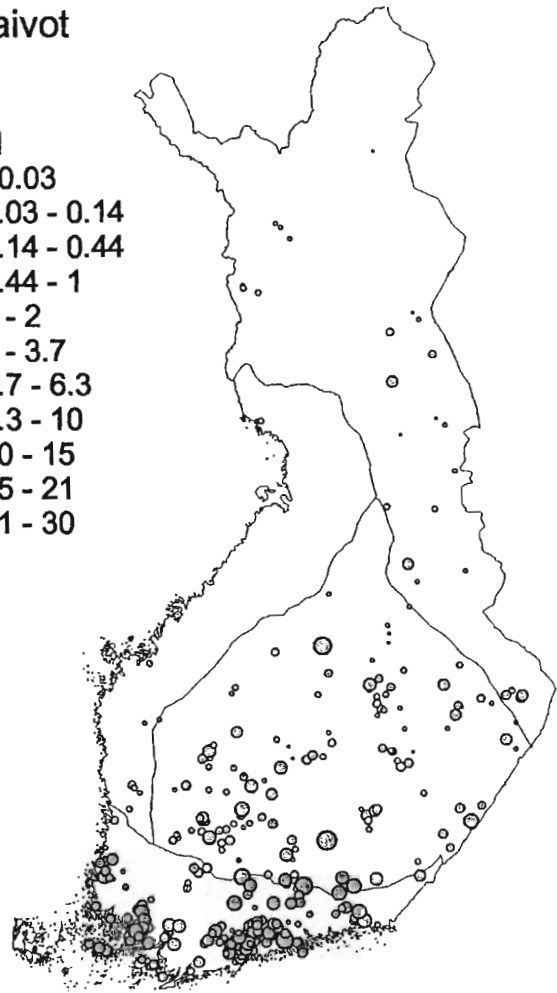
- <0.03
- 0.03 - 0.14
- 0.14 - 0.44
- 0.44 - 1
- 1 - 2
- 2 - 3.7
- 3.7 - 6.3
- 6.3 - 7.8



Porakaivot

Mo µg/l

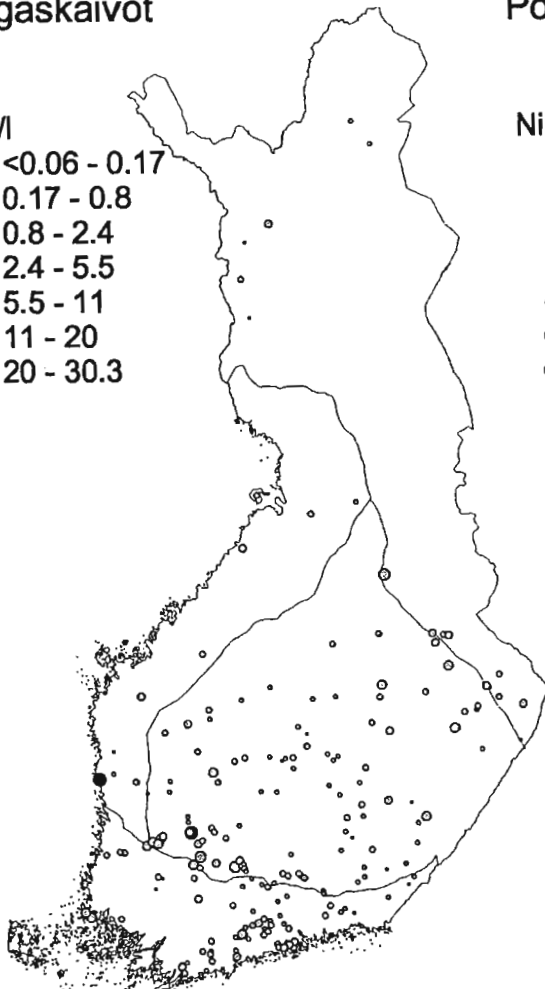
- <0.03
- 0.03 - 0.14
- 0.14 - 0.44
- 0.44 - 1
- 1 - 2
- 2 - 3.7
- 3.7 - 6.3
- 6.3 - 10
- 10 - 15
- 15 - 21
- 21 - 30



Rengaskaivot

Ni µg/l

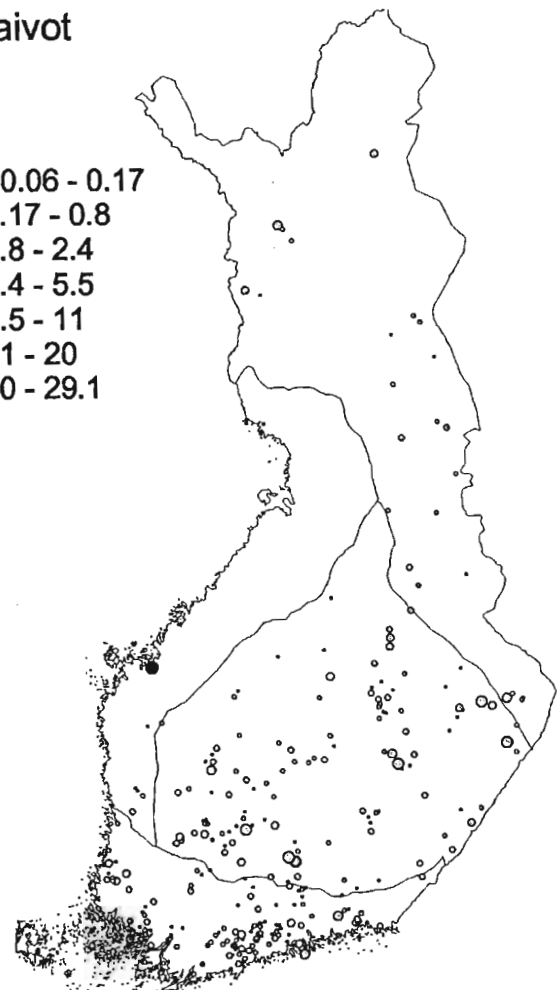
- <0.06 - 0.17
- 0.17 - 0.8
- 0.8 - 2.4
- 2.4 - 5.5
- 5.5 - 11
- 11 - 20
- 20 - 30.3



Porakaivot

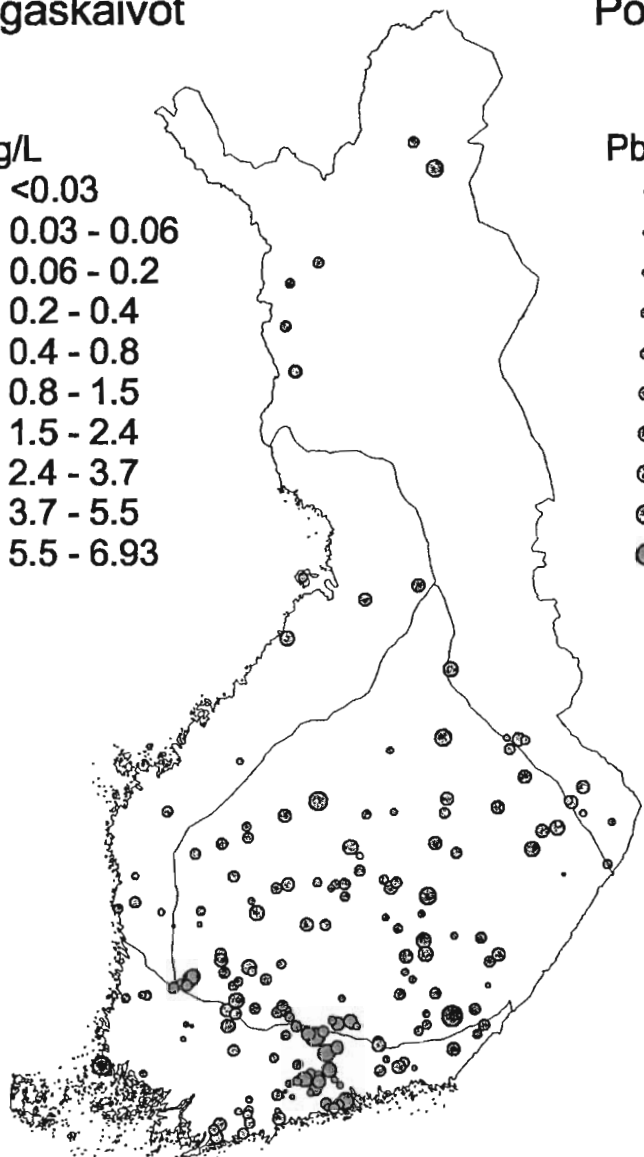
Ni µg/l

- <0.06 - 0.17
- 0.17 - 0.8
- 0.8 - 2.4
- 2.4 - 5.5
- 5.5 - 11
- 11 - 20
- 20 - 29.1



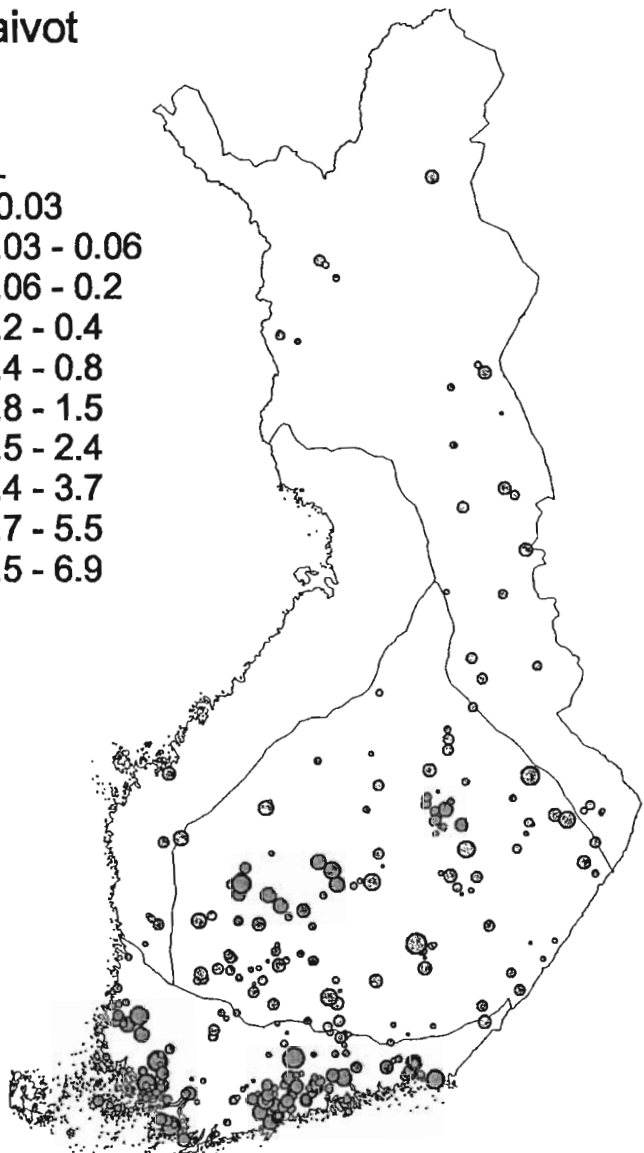
Rengaskaivot

- Pb µg/L
- <0.03
 - 0.03 - 0.06
 - 0.06 - 0.2
 - 0.2 - 0.4
 - 0.4 - 0.8
 - ⊙ 0.8 - 1.5
 - ⊙ 1.5 - 2.4
 - ⊙ 2.4 - 3.7
 - ⊙ 3.7 - 5.5
 - 5.5 - 6.93



Porakaivot

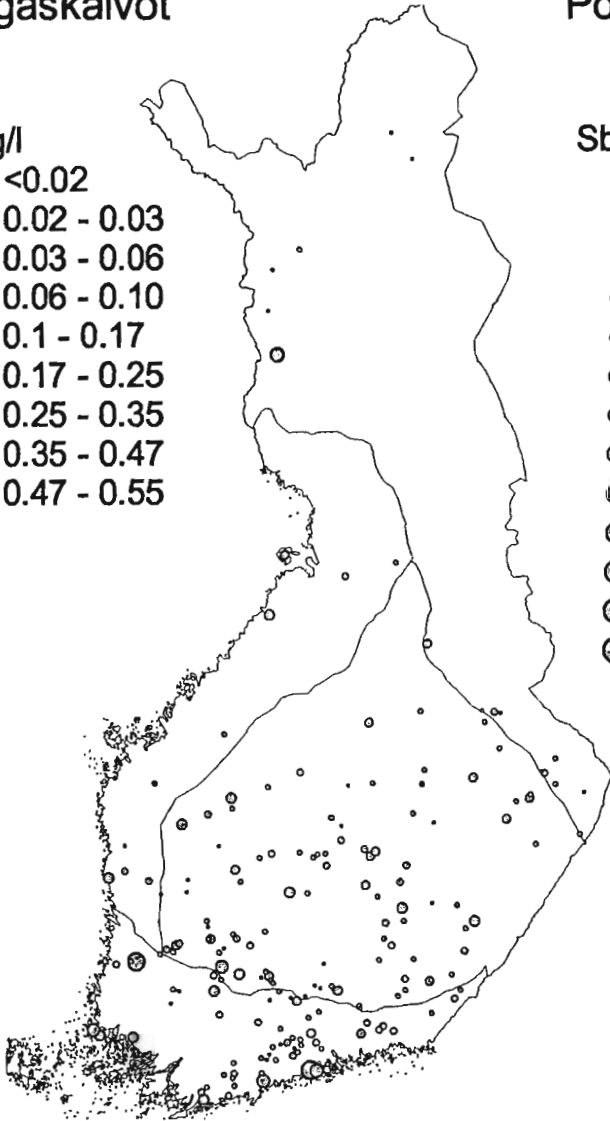
- Pb µg/L
- <0.03
 - 0.03 - 0.06
 - 0.06 - 0.2
 - 0.2 - 0.4
 - 0.4 - 0.8
 - ⊙ 0.8 - 1.5
 - ⊙ 1.5 - 2.4
 - ⊙ 2.4 - 3.7
 - ⊙ 3.7 - 5.5
 - 5.5 - 6.9



Rengaskaivot

Sb $\mu\text{g/l}$

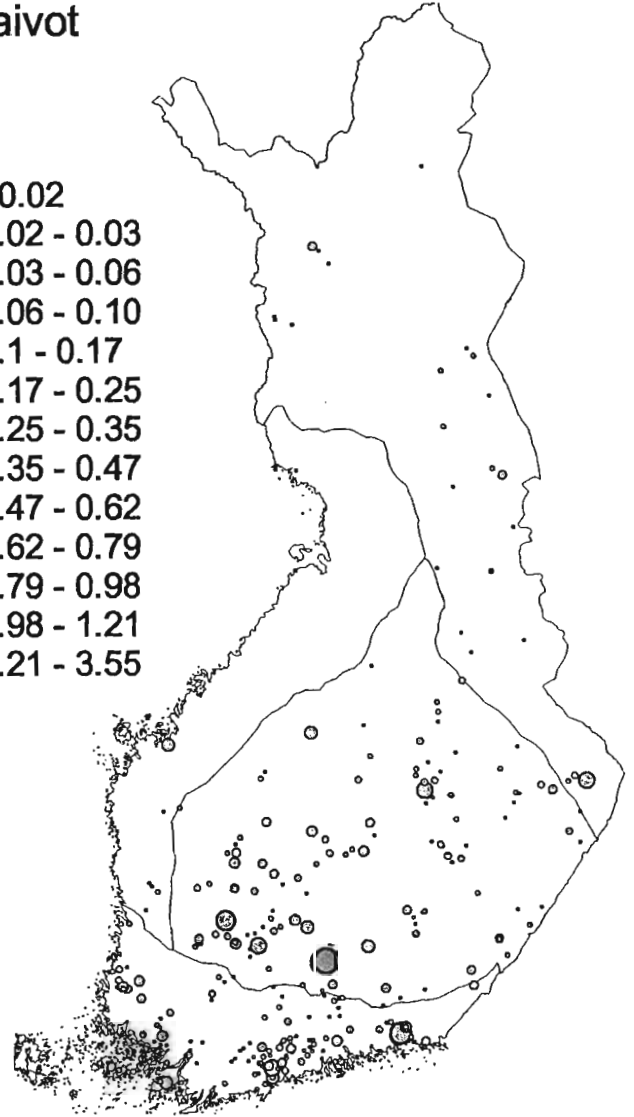
- <0.02
- 0.02 - 0.03
- 0.03 - 0.06
- 0.06 - 0.10
- 0.1 - 0.17
- 0.17 - 0.25
- 0.25 - 0.35
- 0.35 - 0.47
- 0.47 - 0.55



Porakaivot

Sb $\mu\text{g/l}$

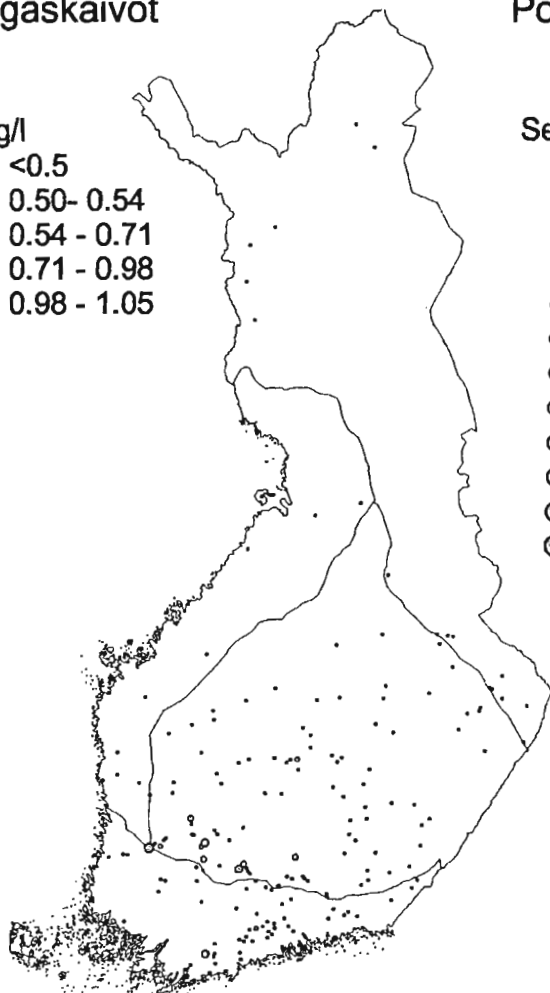
- <0.02
- 0.02 - 0.03
- 0.03 - 0.06
- 0.06 - 0.10
- 0.1 - 0.17
- 0.17 - 0.25
- 0.25 - 0.35
- 0.35 - 0.47
- 0.47 - 0.62
- 0.62 - 0.79
- 0.79 - 0.98
- 0.98 - 1.21
- 1.21 - 3.55



Rengaskaivot

Se µg/l

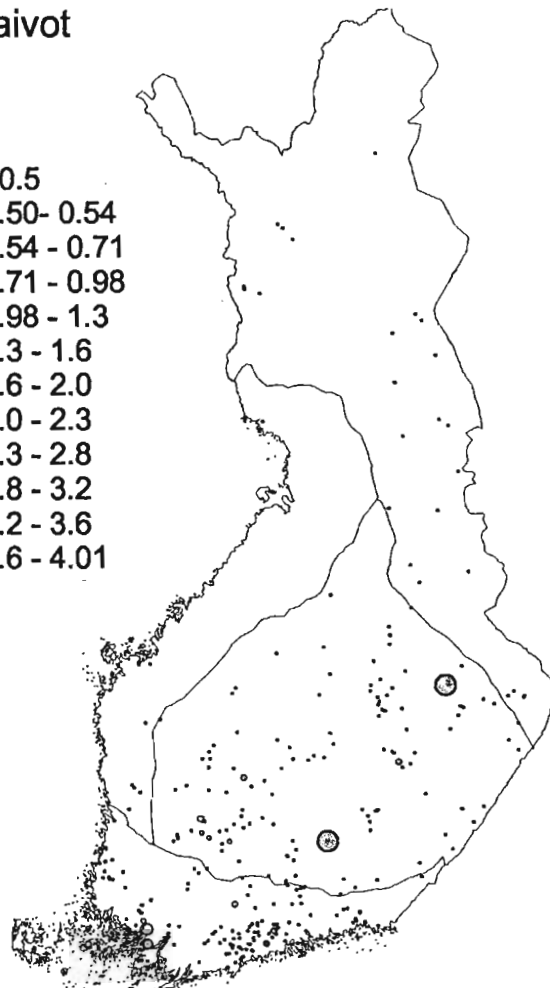
- <0.5
- 0.50- 0.54
- 0.54 - 0.71
- 0.71 - 0.98
- 0.98 - 1.05



Porakaivot

Se µg/l

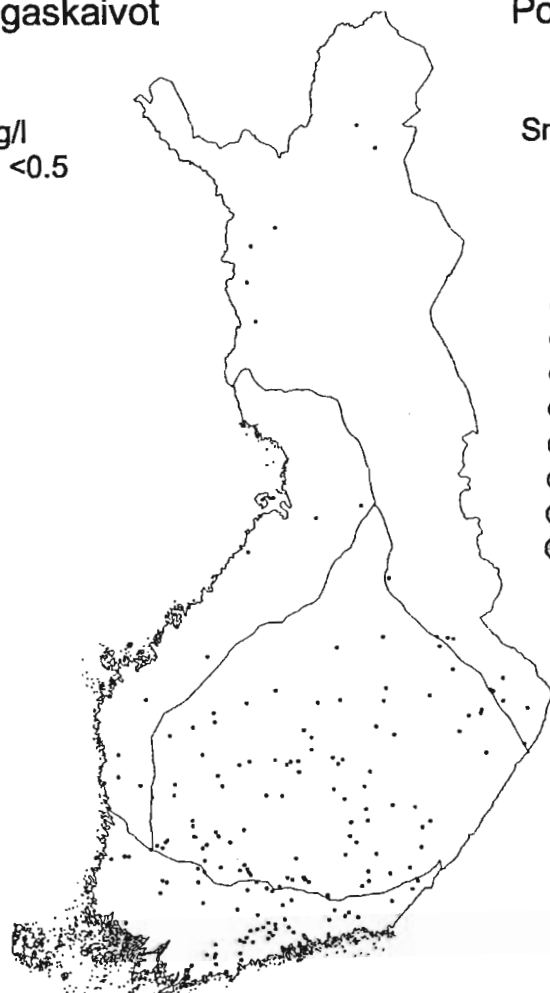
- <0.5
- 0.50- 0.54
- 0.54 - 0.71
- 0.71 - 0.98
- 0.98 - 1.3
- 1.3 - 1.6
- 1.6 - 2.0
- 2.0 - 2.3
- ⊙ 2.3 - 2.8
- ⊙ 2.8 - 3.2
- ⊙ 3.2 - 3.6
- ⊙ 3.6 - 4.01



Rengaskaivot

Sn µg/l

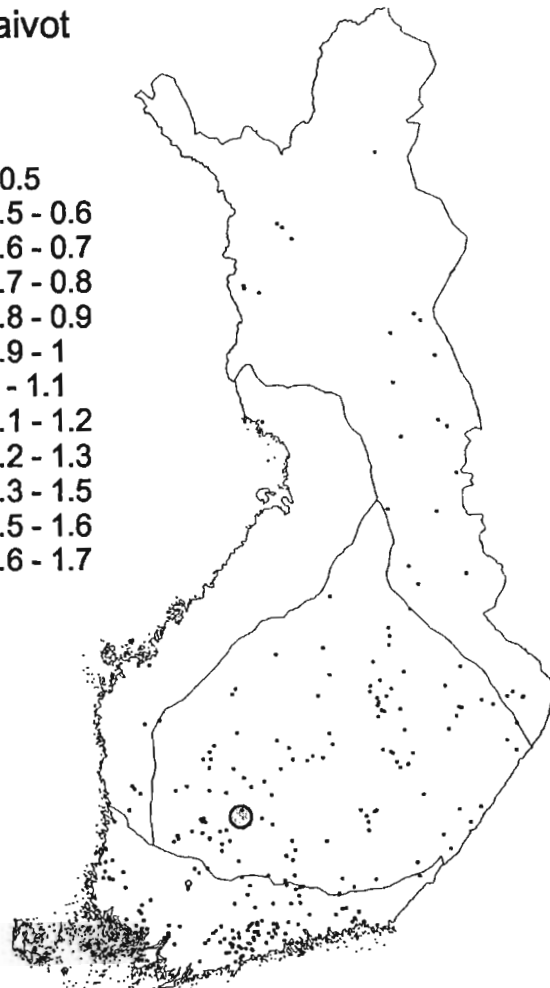
- <0.5



Porakaivot

Sn µg/l

- <0.5
- 0.5 - 0.6
- 0.6 - 0.7
- 0.7 - 0.8
- 0.8 - 0.9
- 0.9 - 1
- 1 - 1.1
- 1.1 - 1.2
- ⊙ 1.2 - 1.3
- ⊙ 1.3 - 1.5
- ⊙ 1.5 - 1.6
- ⊙ 1.6 - 1.7

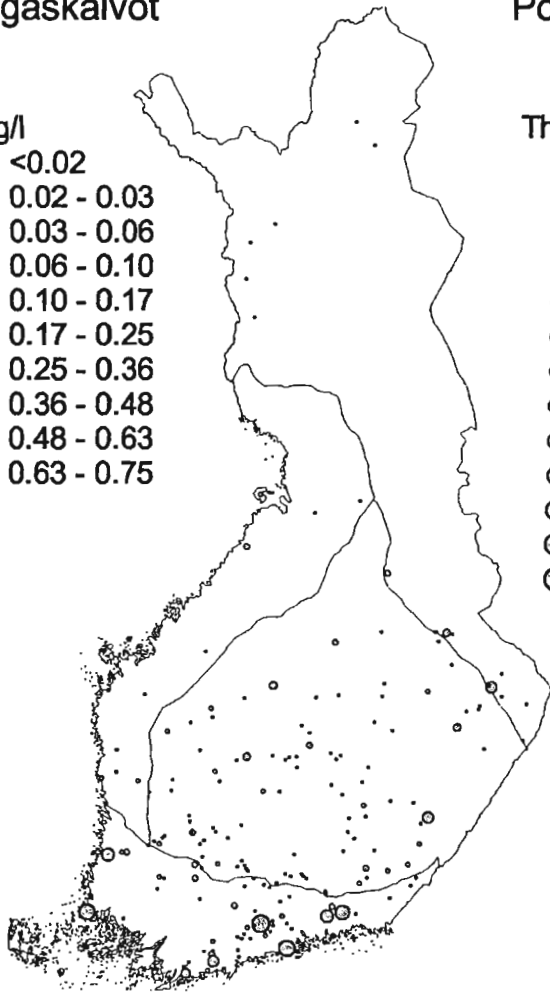


Rengaskaivot

Porakaivot

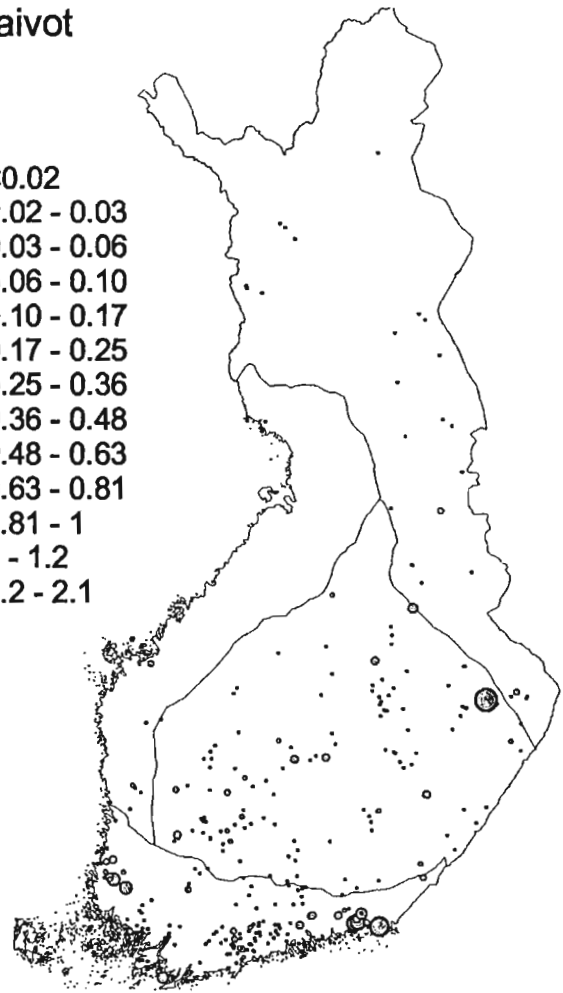
Th µg/l

- <0.02
- 0.02 - 0.03
- 0.03 - 0.06
- 0.06 - 0.10
- 0.10 - 0.17
- 0.17 - 0.25
- 0.25 - 0.36
- ⊗ 0.36 - 0.48
- ⊗ 0.48 - 0.63
- ⊗ 0.63 - 0.75



Th µg/l

- <0.02
- 0.02 - 0.03
- 0.03 - 0.06
- 0.06 - 0.10
- 0.10 - 0.17
- 0.17 - 0.25
- 0.25 - 0.36
- ⊗ 0.36 - 0.48
- ⊗ 0.48 - 0.63
- ⊗ 0.63 - 0.81
- ⊗ 0.81 - 1
- ⊗ 1 - 1.2
- ⊗ 1.2 - 2.1

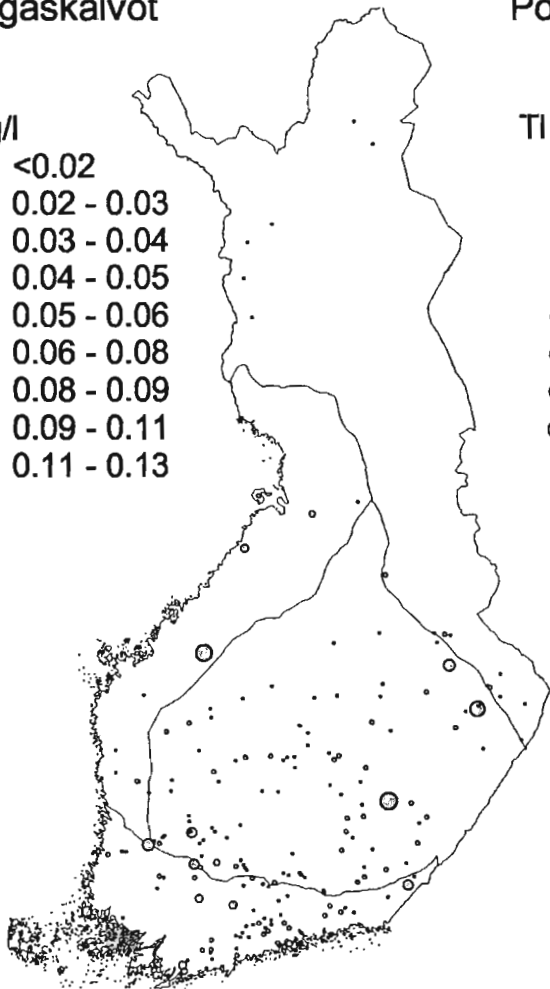


Rengaskaivot

Porakaivot

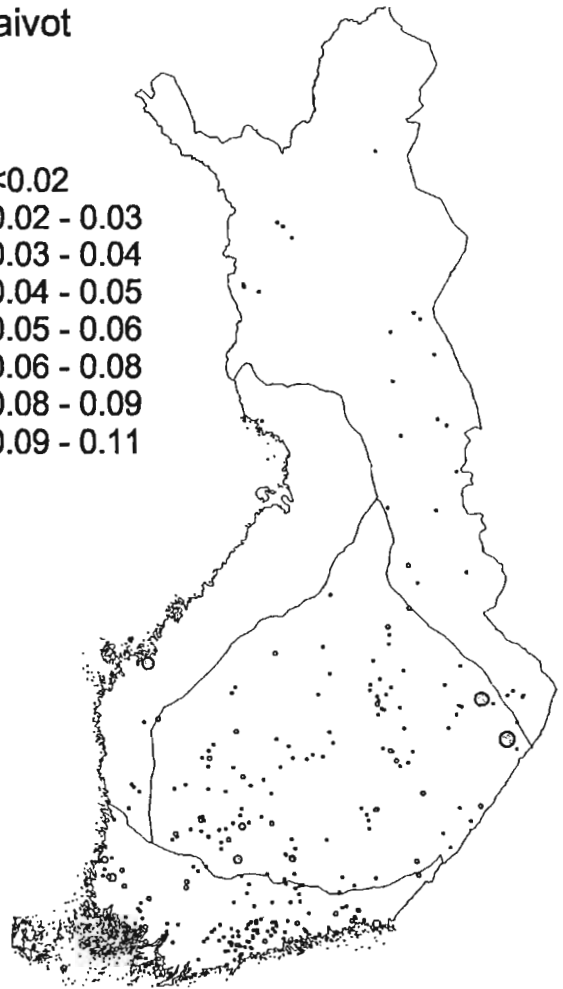
Tl µg/l

- <0.02
- 0.02 - 0.03
- 0.03 - 0.04
- 0.04 - 0.05
- 0.05 - 0.06
- 0.06 - 0.08
- ⊗ 0.08 - 0.09
- ⊗ 0.09 - 0.11
- ⊗ 0.11 - 0.13



Tl µg/l

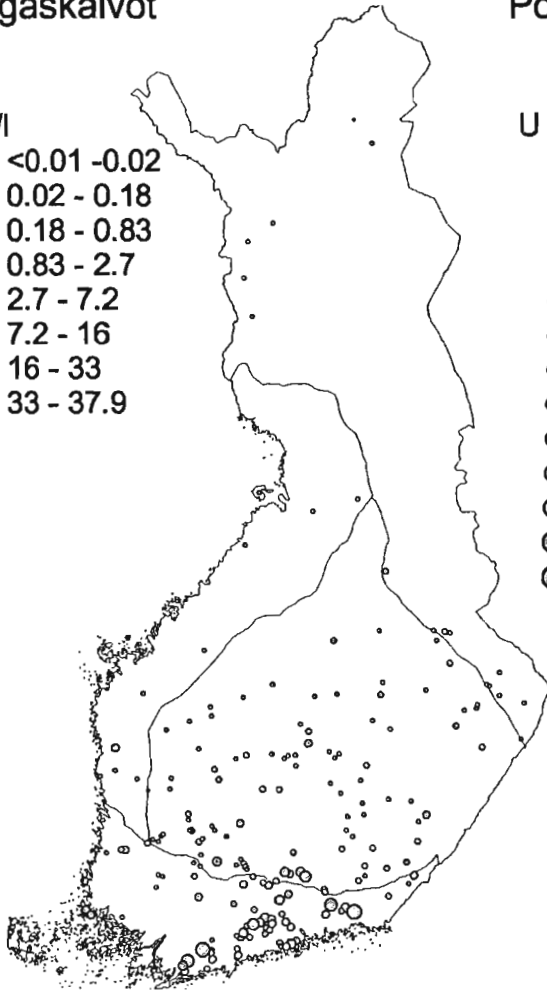
- <0.02
- 0.02 - 0.03
- 0.03 - 0.04
- 0.04 - 0.05
- 0.05 - 0.06
- 0.06 - 0.08
- ⊗ 0.08 - 0.09
- ⊗ 0.09 - 0.11



Rengaskaivot

U µg/l

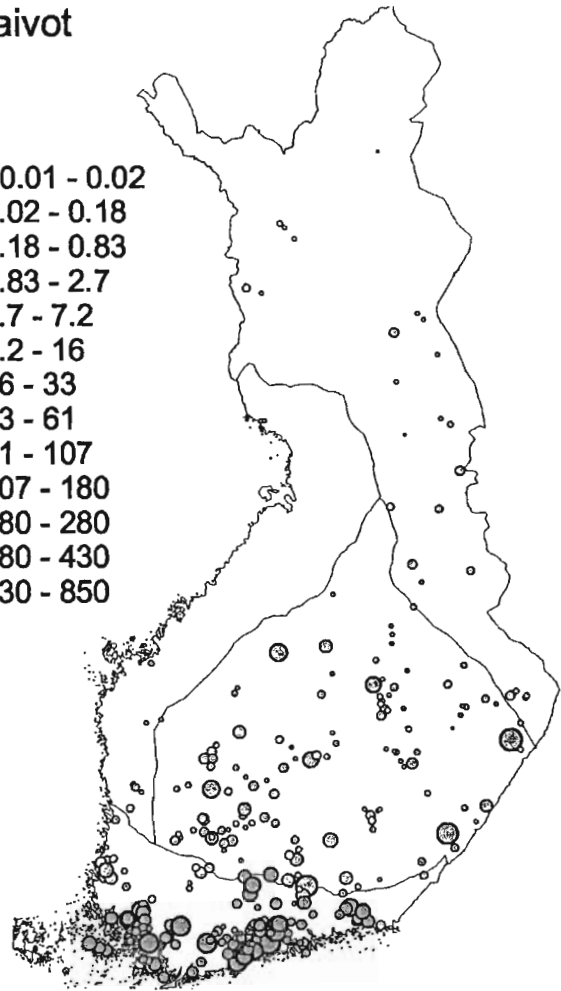
- <0.01 - 0.02
- 0.02 - 0.18
- 0.18 - 0.83
- 0.83 - 2.7
- 2.7 - 7.2
- 7.2 - 16
- ⊙ 16 - 33
- ⊙ 33 - 37.9



Porakaivot

U µg/l

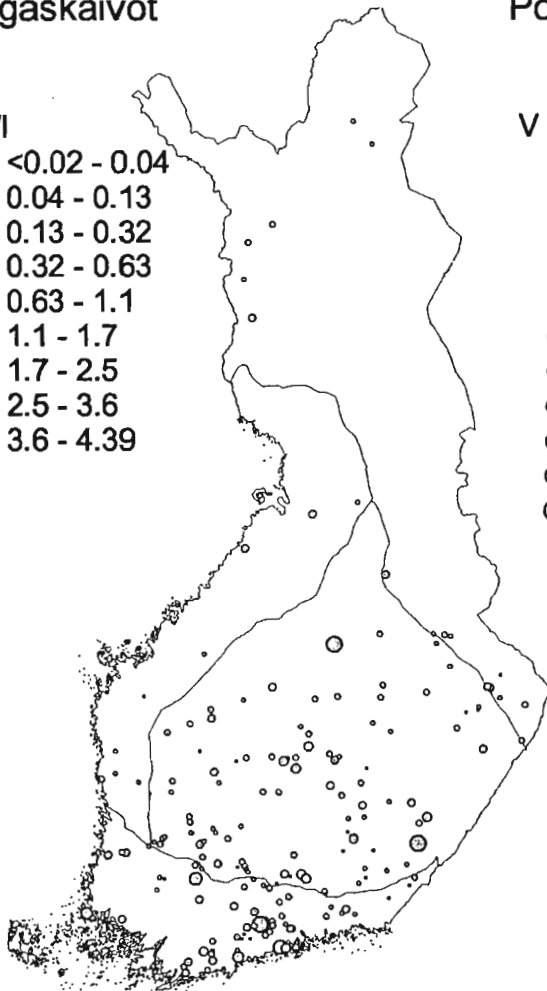
- <0.01 - 0.02
- 0.02 - 0.18
- 0.18 - 0.83
- 0.83 - 2.7
- 2.7 - 7.2
- 7.2 - 16
- 16 - 33
- ⊙ 33 - 61
- ⊙ 61 - 107
- ⊙ 107 - 180
- ⊙ 180 - 280
- ⊙ 280 - 430
- ⊙ 430 - 850



Rengaskaivot

V µg/l

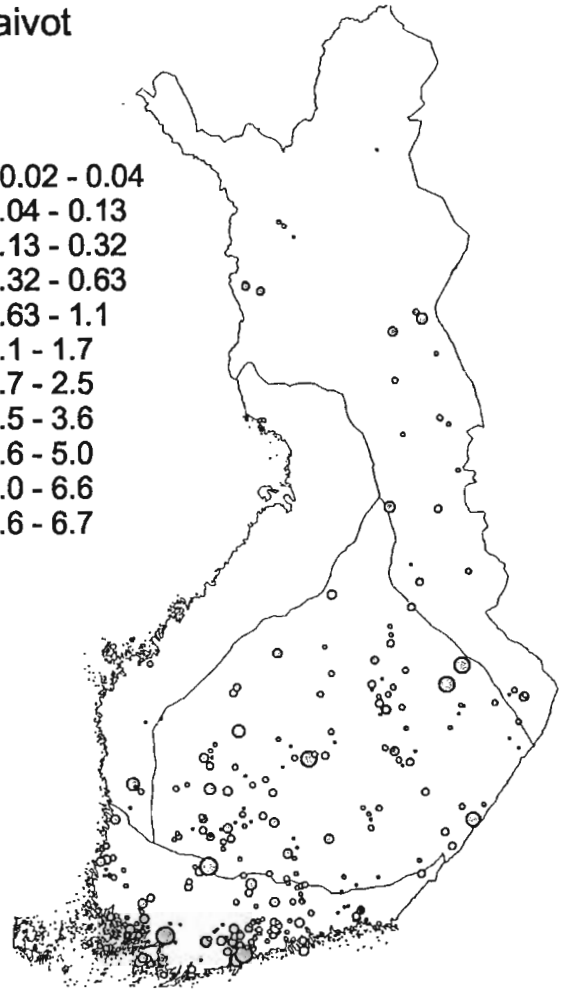
- <0.02 - 0.04
- 0.04 - 0.13
- 0.13 - 0.32
- 0.32 - 0.63
- 0.63 - 1.1
- ⊙ 1.1 - 1.7
- 1.7 - 2.5
- ⊙ 2.5 - 3.6
- ⊙ 3.6 - 4.39



Porakaivot

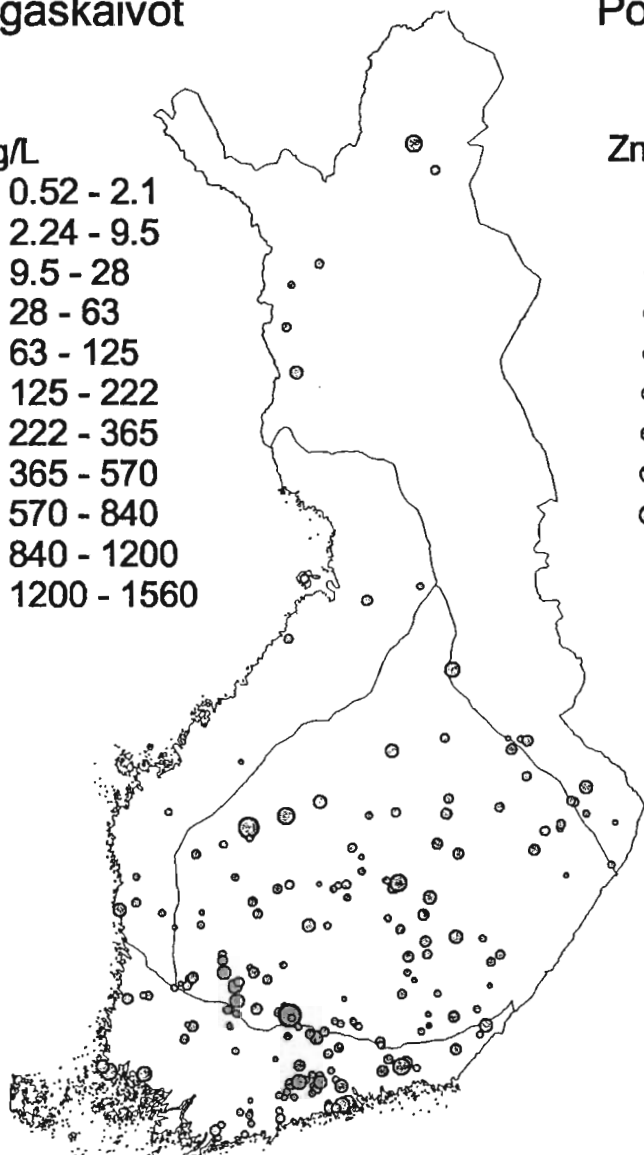
V µg/l

- <0.02 - 0.04
- 0.04 - 0.13
- 0.13 - 0.32
- 0.32 - 0.63
- 0.63 - 1.1
- 1.1 - 1.7
- ⊙ 1.7 - 2.5
- ⊙ 2.5 - 3.6
- ⊙ 3.6 - 5.0
- ⊙ 5.0 - 6.6
- ⊙ 6.6 - 6.7



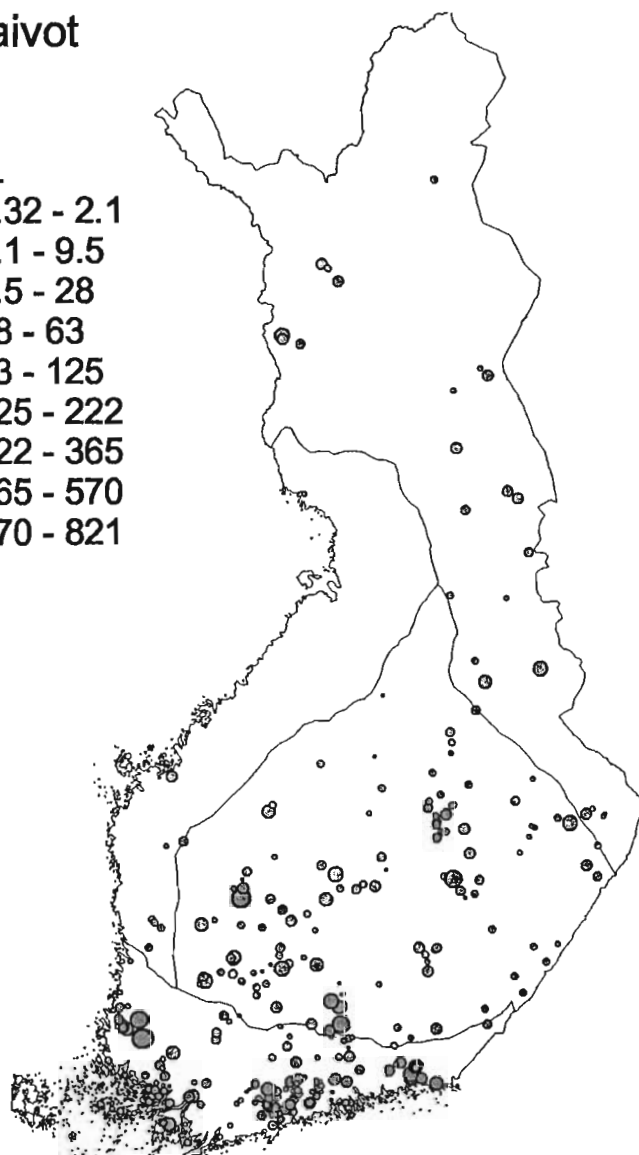
Rengaskaivot

- Zn µg/L
- 0.52 - 2.1
 - 2.24 - 9.5
 - 9.5 - 28
 - 28 - 63
 - 63 - 125
 - ⊙ 125 - 222
 - ⊙ 222 - 365
 - ⊕ 365 - 570
 - ⊕ 570 - 840
 - ⊕ 840 - 1200
 - ⊕ 1200 - 1560

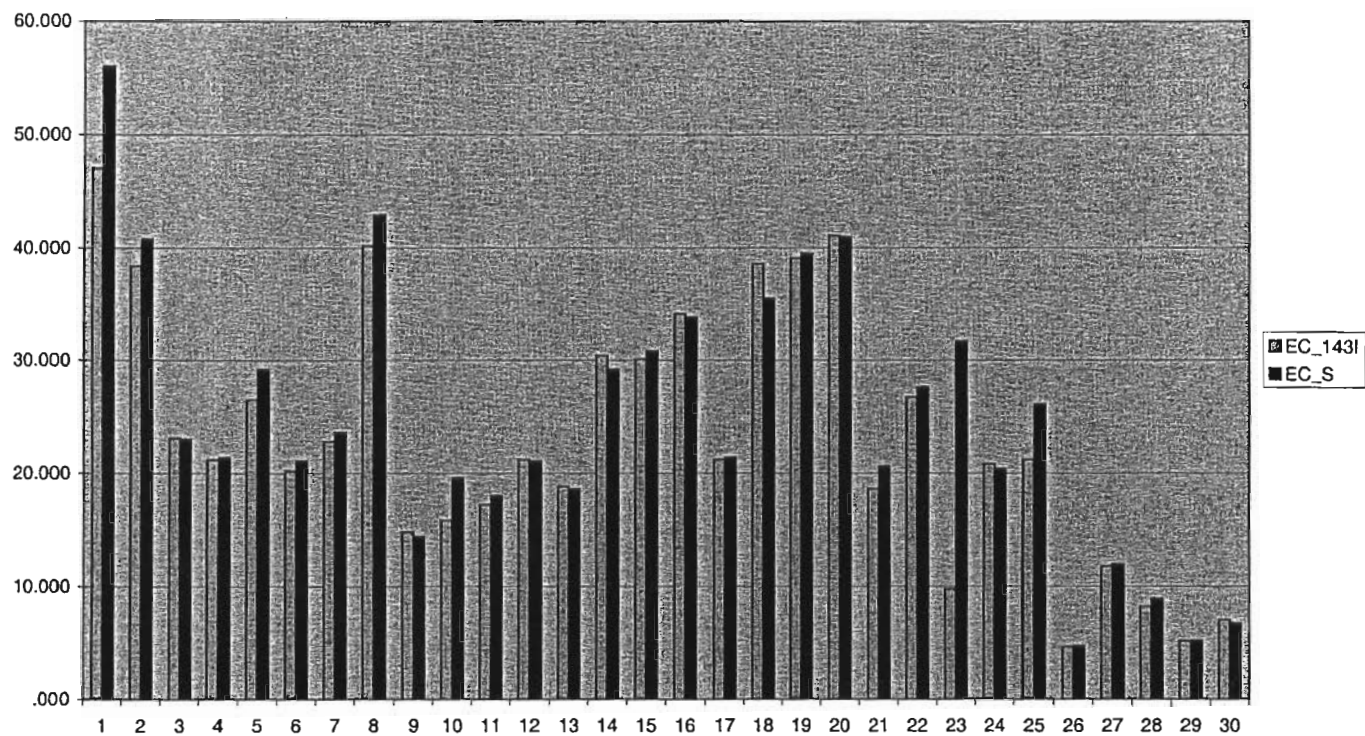


Porakaivot

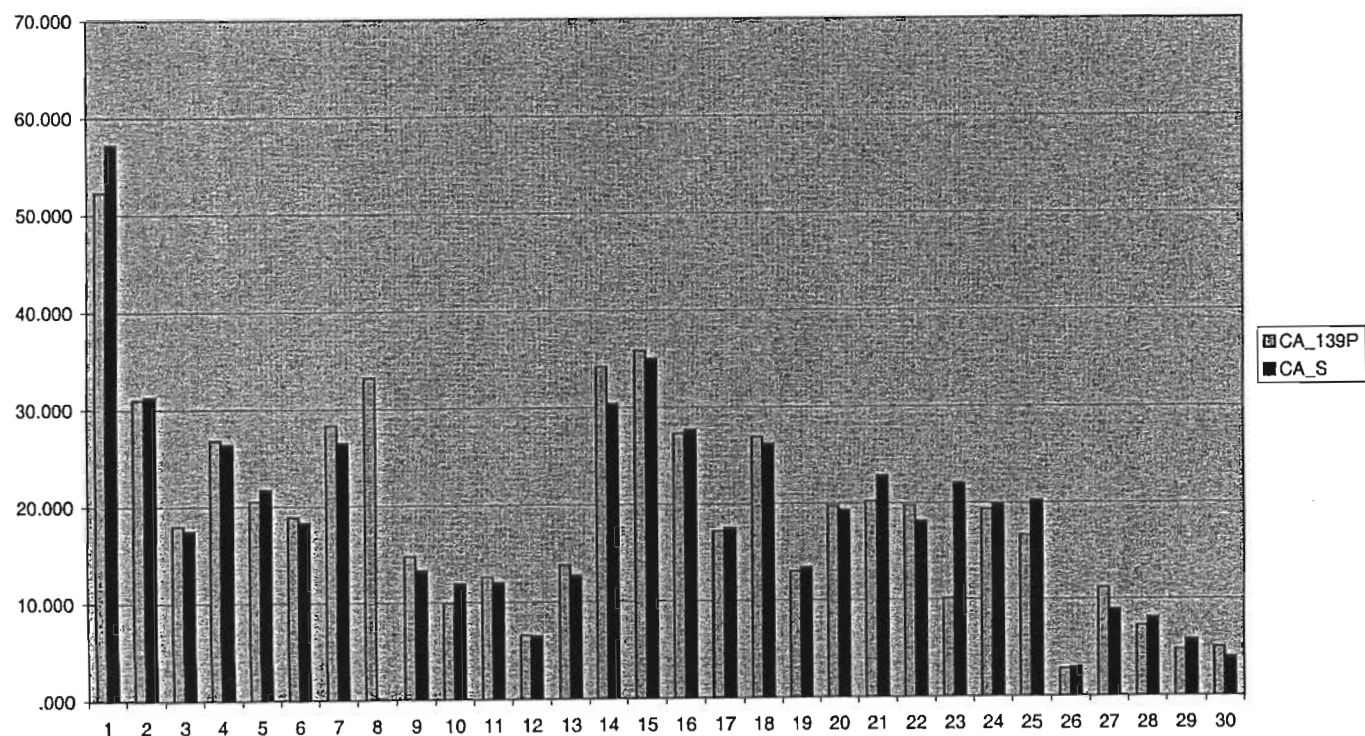
- Zn µg/L
- 0.32 - 2.1
 - 2.1 - 9.5
 - 9.5 - 28
 - 28 - 63
 - 63 - 125
 - ⊙ 125 - 222
 - ⊙ 222 - 365
 - ⊕ 365 - 570
 - ⊕ 570 - 821



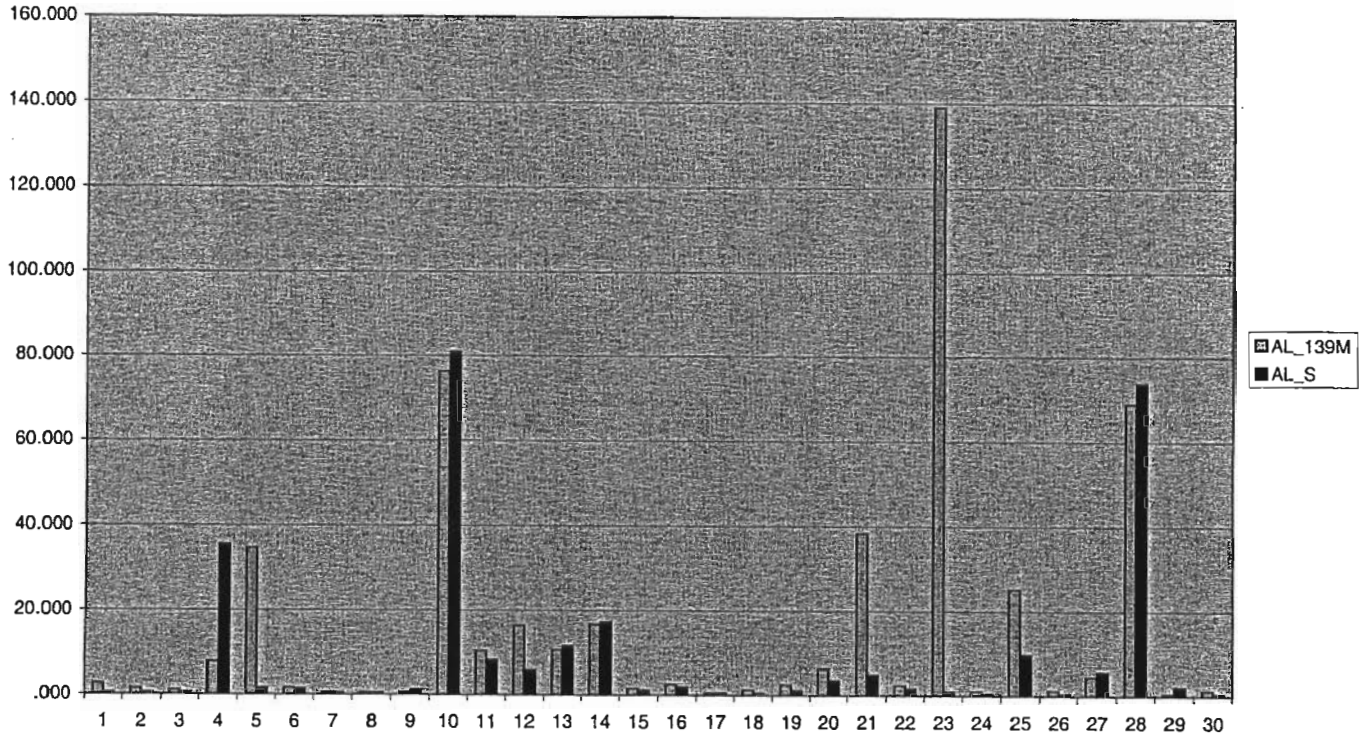
Sähkönjohtavuus mS/m 25 oC, seurantanäytteet



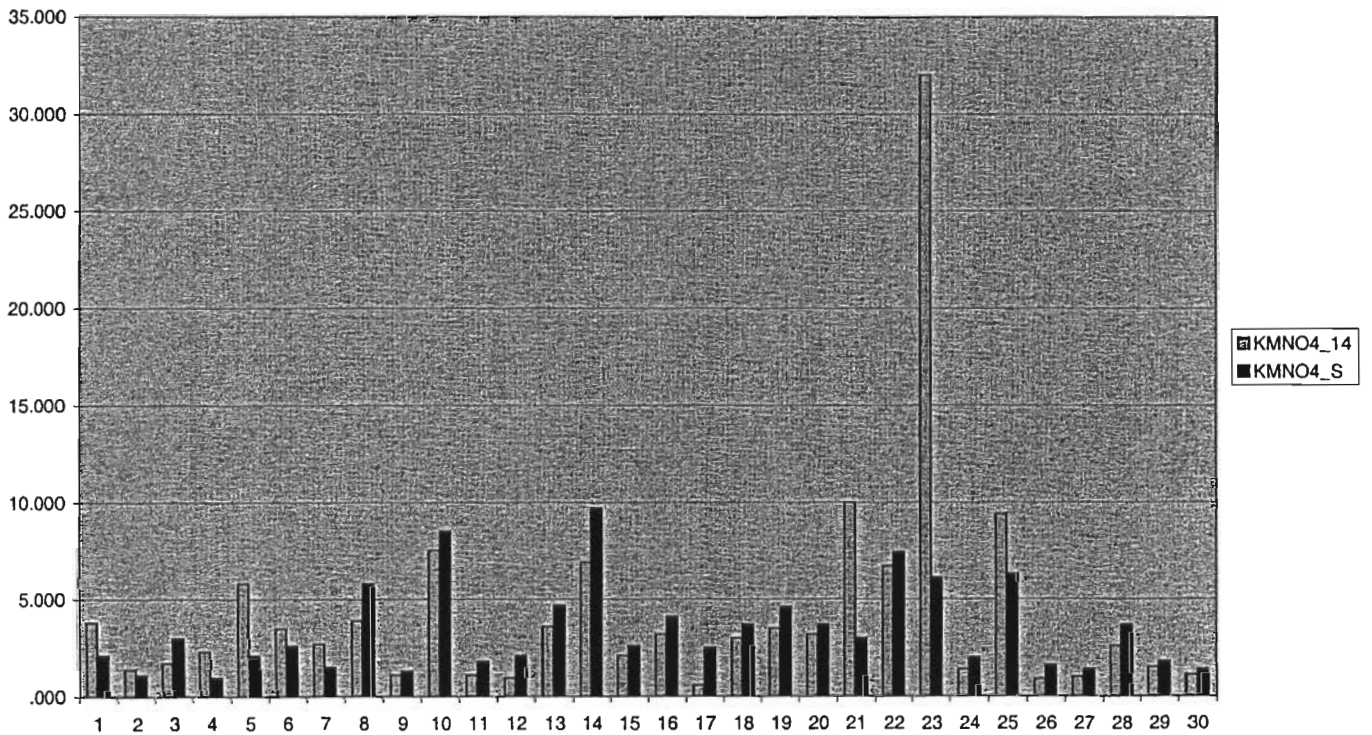
Kalsium mg/l, seurantanäytteet



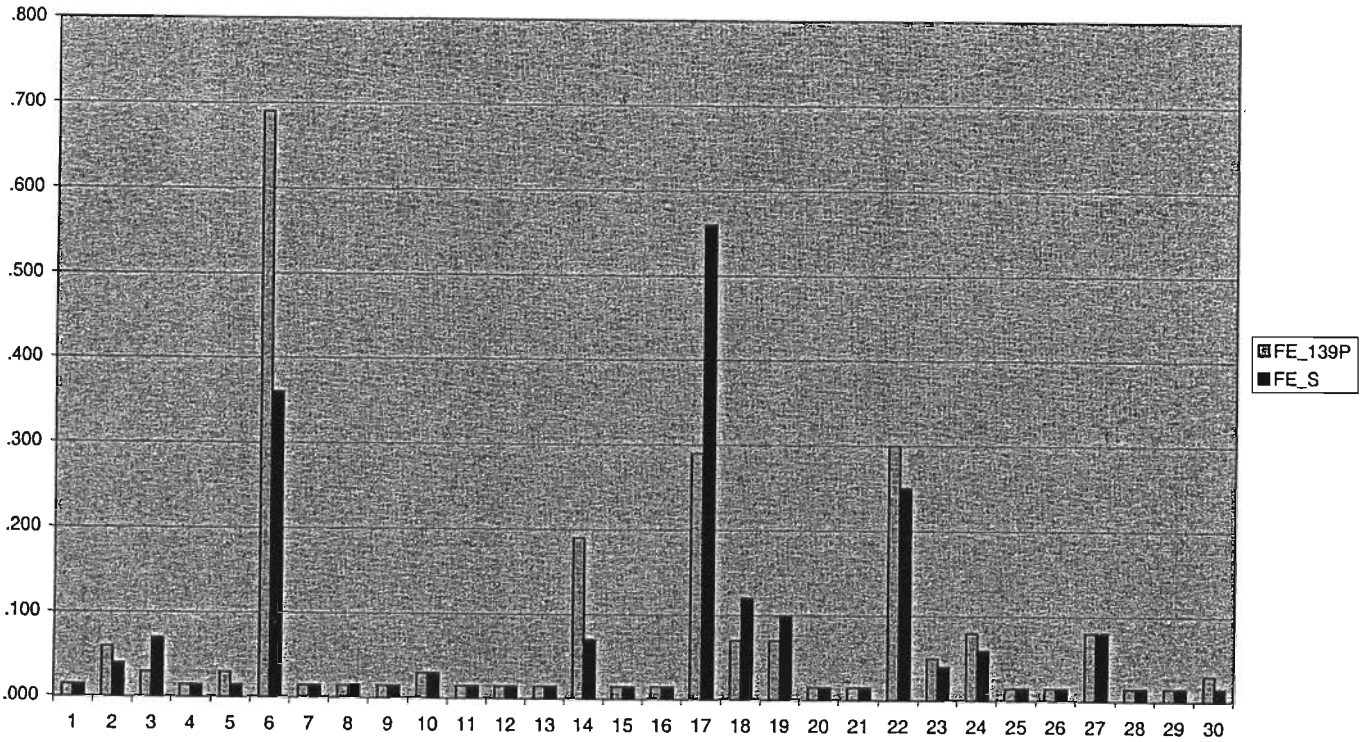
Alumiini ug/l, seurantanäytteet



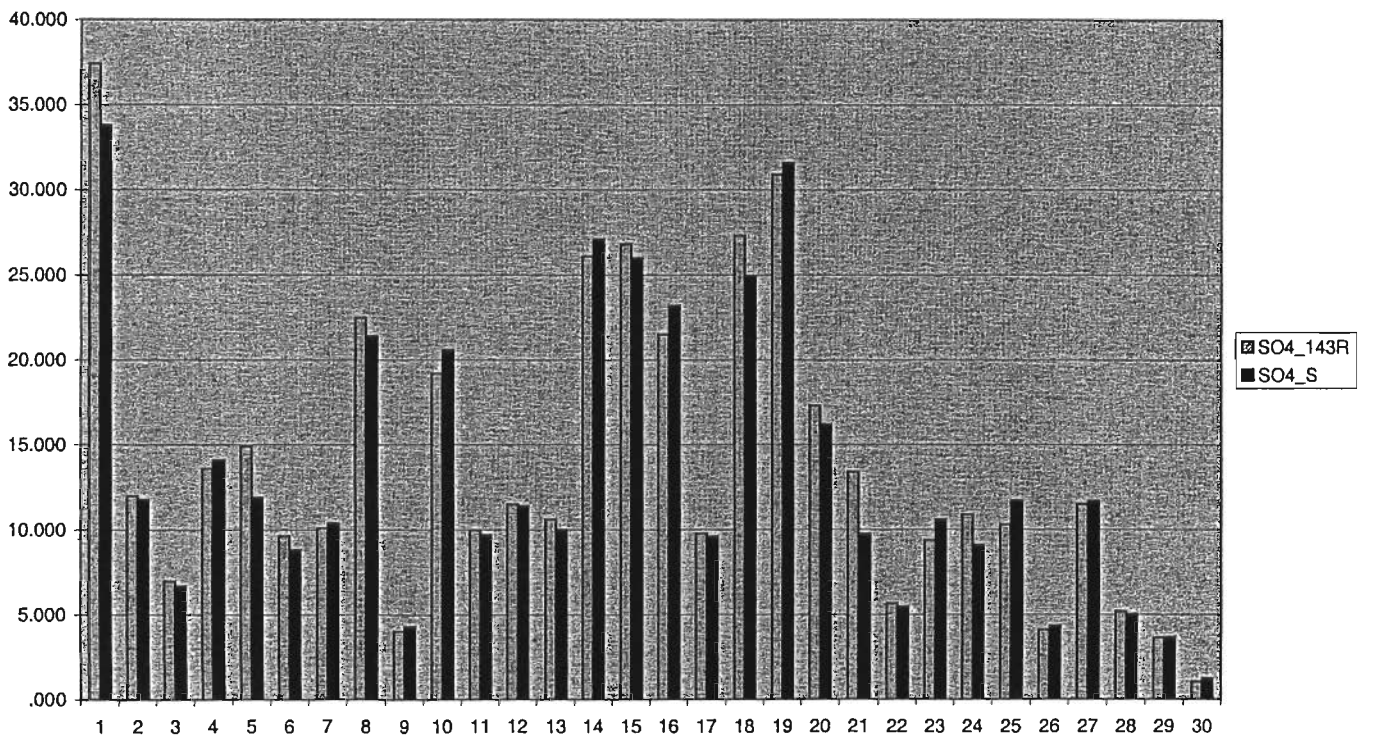
Kaliumpermanganaattiluku mg/l, seurantanäytteet

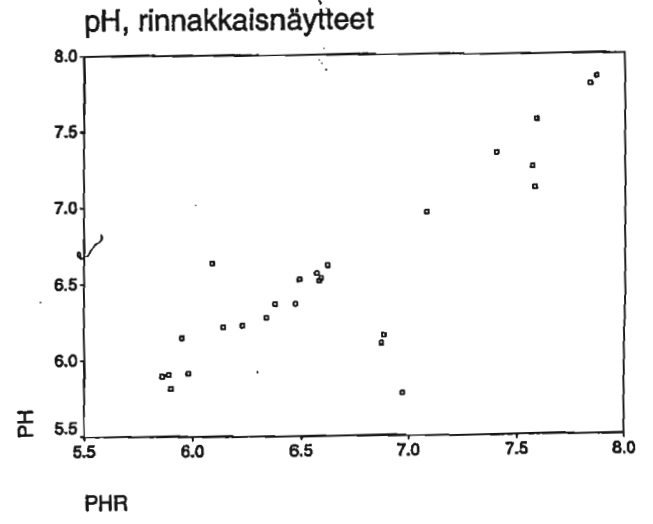
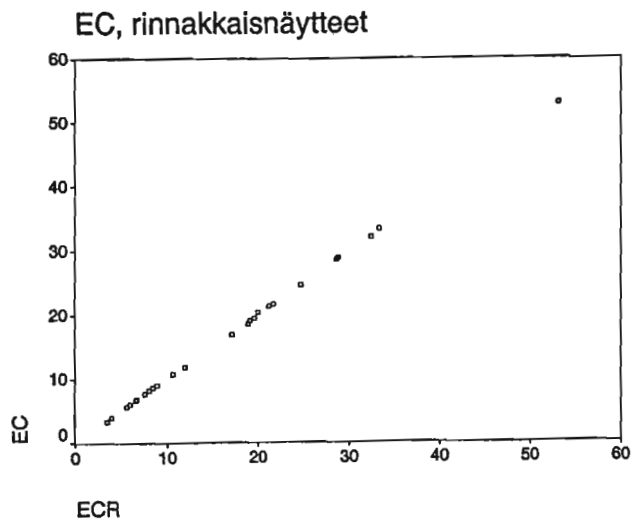
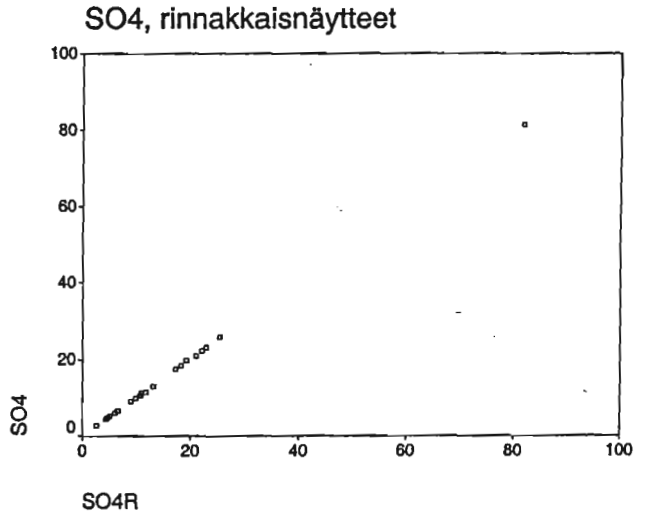
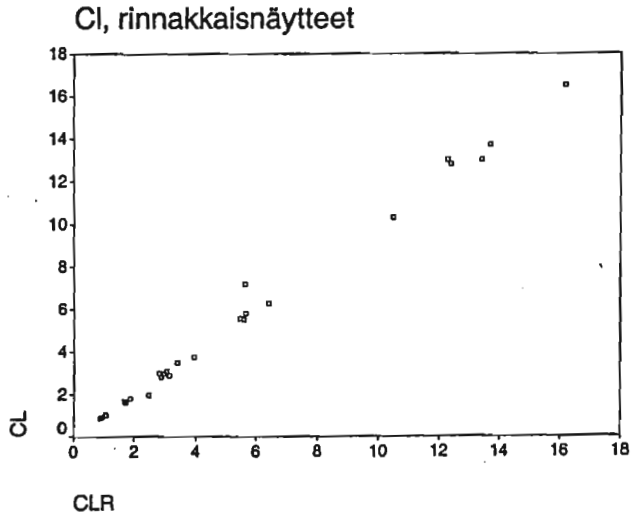
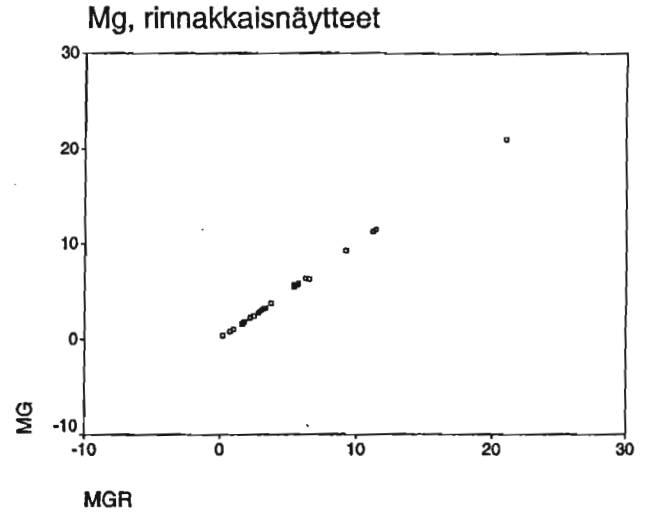
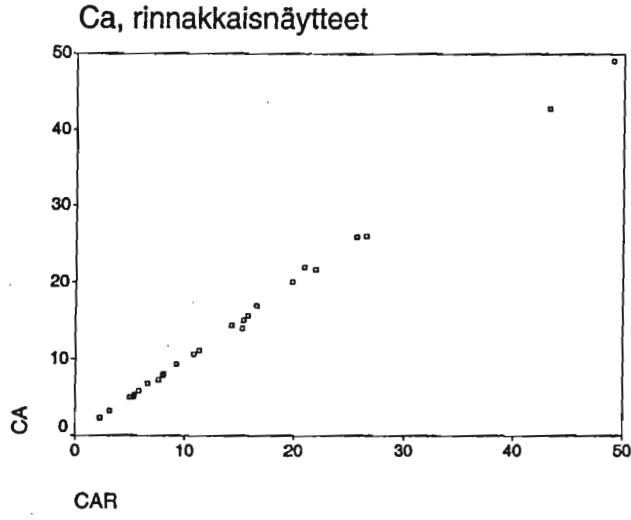


Rauta mg/l, seurantanäytteet



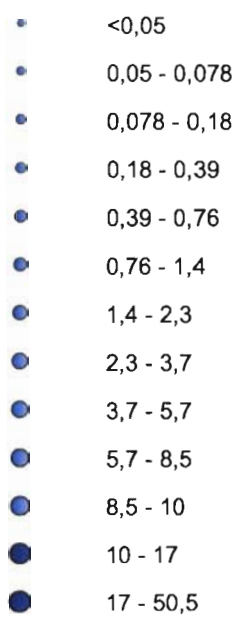
Sulfaatti mg/l, seurantanäytteet





PORAKAIIVOT

Uudet As $\mu\text{g/L}$



Tuhat k. As $\mu\text{g/L}$

