



YMPÄRISTÖN-
SUOJELU

Taina Nystén, Juhani Gustafsson ja Teemu Oinonen

Pohjaveden kloridipitoisuudet ensimmäisen Salpausselän alueella



Taina Nystén, Juhani Gustafsson ja Teemu Oinonen

Pohjaveden kloridipitoisuudet
ensimmäisen Salpausselän alueella

HELSINKI 1999



ISBN 952-11-0534-8

ISSN 1238-7312

Kannen kuva: Taina Nysten, Teemu Oinonen ja Matti Valve

Takakannen kuva: Teemu Oinonen

Taitto: Aarnipaja Ky

Paino: Oy Edita Ab, Helsinki 1999

Alkusanat

Tämä julkaisu käsittelee tiesuolauksen aiheuttamaa pohjaveden kloridipitoisuuden muutosta ensimmäisen Salpausselän alueella. Työ on jatkoa aiemmalle 1980-luvun loppuun mennessä tehdyille Salpausselän kloridipitoisuuksien seurannalle (Tielaitoksen selvityksiä 21/1991). Tutkimus on osa Tielaitoksen ja Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) yhteistyötä, jonka tarkoituksena on saada uusinta tietoa pohjaveden kloridipitoisuuden kehittymisestä ja tienpidon vaikutuksista pohjaveden laatuun. Tuloksia voidaan hyödyntää pohjaveden suojelutoimenpiteissä.

Tämän raportin valmistumista valvoi Tielaitoksen osalta dipl.ins. Olli Penttinen ja ympäristövastaava Mervi Karhula. SYKEssa tutkimuksen vastuullisena johtajana ja julkaisun kirjoittajana toimi geologi Taina Nystén. Aineiston keräämiseen ja tulosten käsittelyyn osallistuivat suunnittelija Juhani Gustafsson ja suunnittelija Teemu Oinonen. Tutkimuksen tiestön ja pohjaveden laadun aineistoa ovat toimittaneet I Salpausselän alueen tiepiirit, alueelliset ympäristökeskukset, vesilaitokset ja terveystarkastajat. Julkaisun kuvat viimeisteli tehnyt Pirjo Oksanen.

Tämän julkaisun virallisina referoijina toimivat erikoisasiantuntija Pekka Vallius Tielaitoksesta ja erikoistutkija Jouko Soveri SYKEsta. Raportin luonnosta ovat lisäksi referoineet suunnittelija Esko Nylander ja kemisti Annika Sipilä Uudenmaan ympäristökeskuksesta). Kaikille raportin valmistumiseen osallistuneille esitämme lämpimät kiitokset.

Helsingissä heinäkuussa 1999

Olli Penttinen
Tielaitos

Taina Nystén
SYKE

Sisällys

1 Johdanto	7
2 Tutkimusaineisto	8
2.1 Pohjavesialueet	8
2.2 Pohjaveden kloriditiedot	9
2.3 Suolaus- ja tiestötiedot	10
3 Pohjaveden kloridipitoisuudet	13
3.1 Koko tutkimusaineiston pohjaveden kloridipitoisuudet pitoisuusluokittain	13
3.2 Alueellinen tarkastelu	13
3.3 Geologiset tyyppimuodostumat	15
3.4 Pohjaveden kloridipitoisuuteen vaikuttavia tekijöitä	18
3.5 Luiskasuojatut pohjavesialueet	19
4 Pohjaveden kloridipitoisuuden muutos	23
4.1 Kloridipitoisuuden muutos koko tutkimusaineistossa	23
4.2 Kloridipitoisuuden muutos 1980- ja 1990-luvuilla	24
4.3 Kloridipitoisuuden muutos eri pitoisuusluokissa	29
5 Tulosten tarkastelu	33
6 Jatkotoimenpiteet	36
Kirjallisuus	38
Liitteet	41
Kuvailulehdet	72



Johdanto



Tässä julkaisussa käsitellään pohjavesialueiden kloridipitoisuuksien kehittymistä pääasiassa I Salpausselän alueella (kuva 1). Tutkimuksen ensisijaisena tarkoituksena on saada uutta tietoa pohjaveden kloridipitoisuuden kehittymisestä ja tienpidon vaikutuksista pohjaveden laatuun. Lisäksi jatkotoimenpiteinä ehdotetaan valittujen havaintopisteiden sisällyttämistä tulevaan jatkuvaan pohjaveden laadun seurantaan. Vuosittainen seuranta antaa yleiskuvan kloridipitoisuuksien kehittymisestä eri tyyppisillä pohjavesialueilla ja kertoo mahdollisista tienpidon muutoksen vaikutuksista pohjaveden laatuun. Alueilla, joilla pohjaveden kloridipitoisuus on kohonnut eikä tiesuolaus ole ainoa selittävä tekijä, suositellaan pitoisuuden nousun syyn selvittämistä. Lisäksi alueilta, joilta on niukasti kloridipitoisuus tietoa on poimittu tarkistusnäytteenoton kannalta oleelliset alueet. Tutkimustuloksia hyödynnetään pohjavesien suojelutoimenpiteitä määritettäessä sekä teiden suolauksen ja luiskasuojauksen suunnittelussa.

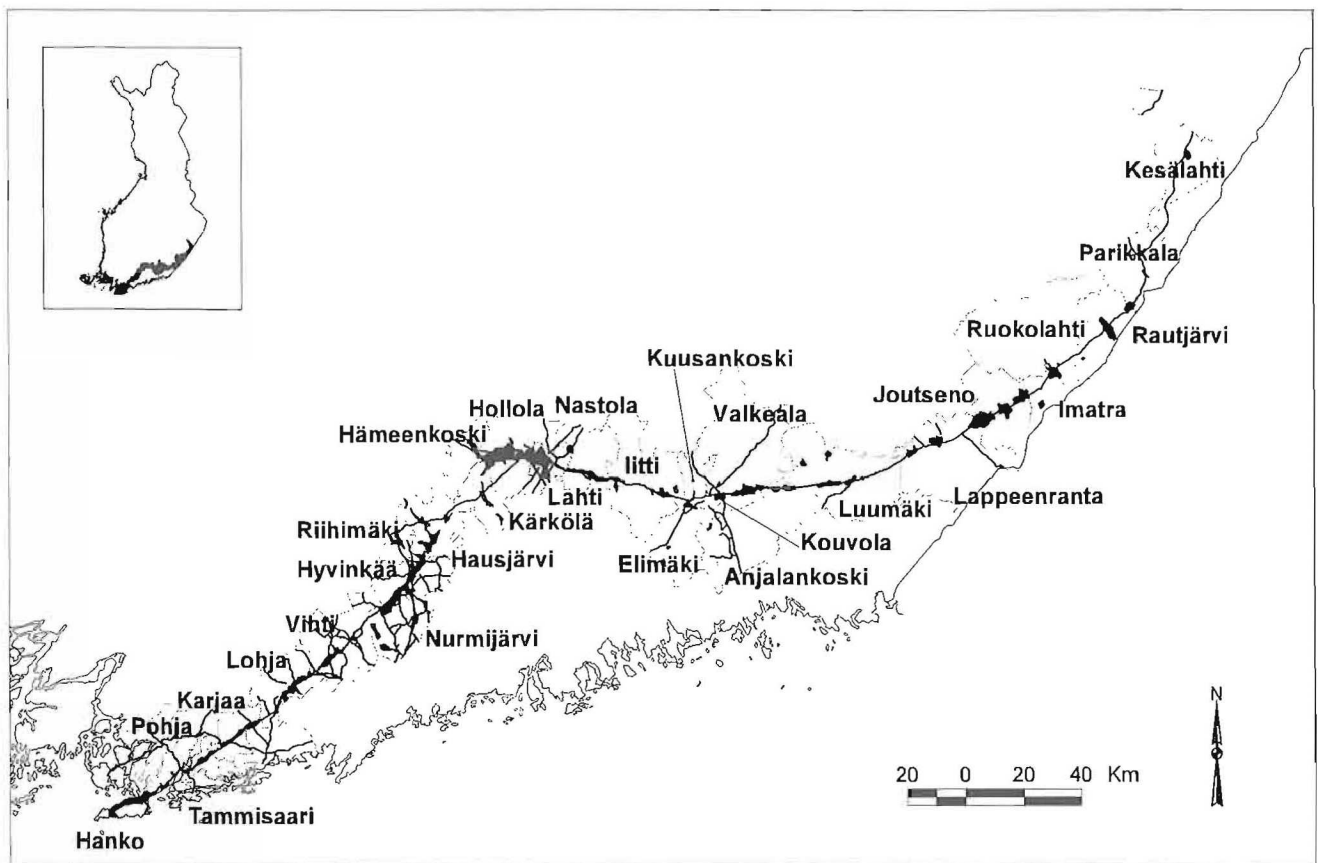
Tämä tutkimus on jatkoa aiemmalle Salpausselän kloridipitoisuuksien seurannalle. Tarkastelun pohjaksi valittiin kaikki Tielaitoksen selvityksiä 21/1991-julkaisussa (Soveri et al., 1991) mukana olleet 124 havaintopistettä (488 havaintoa). Osasta näistä pisteistä on jatkettu pohjaveden laadun tarkkailua myös 1990-luvulla. Lisäksi I Salpausselän kuntien alueilta otettiin mukaan pohjavesialueita, joilla sijaitsee tiesuolauskäytännön muutosta ja luiskasuojauksen toimivuutta edustavia pohjaveden laadun havaintopisteitä. Tämä 84 pohjavesialueen tutkimusaineisto sisältää yhteensä 3091 kloridihavaintoa.

Aiemmin tiesuolauksen pohjavesivaikutuksia on tutkittu yksityiskohtaisesti jo 1980-luvun lopulta lähtien (Soveri & Vesterinen, 1990; Soveri et al., 1991; Tuominen, 1992, 1994; de Coster et al., 1993, 1994; Kling et al., 1993; Yli-Kuivila et al., 1993; Hänninen et al., 1994; Hänninen, 1995; Kivimäki, 1994a, 1994b; Niemi et al., 1994, 1998; Nystén et al., 1995, Nystén & Kivimäki, 1995; Nystén & Hänninen, 1997; Nystén, 1998a, 1988b, 1988c; Nystén & Suokko, 1998; Granlund K., & Nystén, T. 1998; Granskog & Rimpiläinen, 1998 ja Uudenmaan tiepiiri, 1998). Parhailaan tie- ja ympäristöhallinto jatkavat yhteistyössä valtakunnallista kloridipitoisuuden kehittymisen seurantaan sekä tienpidon ja tieliikenteen pohjavesialueille aiheuttaman riskin arviointia (Gustafsson, 1999a, 1999b ja Gustafsson & Oinonen, 1998).

2

Tutkimusaineisto

2.1 Pohjavesialueet



Kuva 1. Salpausselän kloridiseurannan pohjavesialueet ja suolattavat (1s-, 1-, ja 1b-luokan) tiet Hangosta Kesälahteen kunnittain ryhmiteltyinä.

Tutkimusaineisto koostuu 84:stä pohjavesialueesta, jotka sijaitsevat Uudenmaan, Hämeen, Pohjois-Karjalan ja Kaakkois-Suomen ympäristökeskusten alueilla ensimmäisen Salpausselän kunnissa ja Kesälähdessä. Pohjavesialueiden muodostumatyypeistä yli 70% on heterogeenisia Salpausselän reunamuodostumia, ja tämän tutkimusaineiston pohjavesialueiden kokonaisuus on suurempi kuin I Salpausselällä. Tutkimuskohteet ovat pääasiassa vedenhankinnan kannalta tärkeitä pohjavesialueita. Tutkimusaineisto koostuu noin 1% Suomen kaikista ja 3,5% tärkeiksi luokitelluista pohjavesialueista. (Kuva 1, taulukko 1 ja liitteet 1 ja 2.)

Taulukko 1. Tutkimusalueen kattavuus I Salpausselällä ja koko maassa.

Tutkimusalueen kattavuus

	Tutkimuksessa yhteensä Pohjavesialueiden luokka				Tutkimuksessa I Salpausselällä Pohjavesialueiden luokka			
	I	II	III	yhteensä	I	II	III	yhteensä
Pohjavesialueiden lukumäärä	78	6	0	84	51	4	0	55
Vedenottoamoiden lukumäärä				168				125
Muodostuspinta-ala (km ²)	409	25	0	434	364	19	0	383
Kokonaispinta-ala (km ²)	635	33	0	668	543	26	0	569
Antoisuus (m ³ /vrk)	333000	18000	0	351000	281350	12530	0	293880

Tutkimusalueen kattavuus

	Koko I Salpausselällä Pohjavesialueiden luokka				Koko maassa Pohjavesialueiden luokka			
	I	II	III	yhteensä	I	II	III	yhteensä
Pohjavesialueiden lukumäärä	72	24	68	164	2226	1300	3615	7141
Vedenottoamoiden lukumäärä				144				2272
Muodostuspinta-ala (km ²)	387	47	77	511	3293	1908	2419	7620
Kokonaispinta-ala (km ²)	600	70	120	790	5933	3302	4842	14077
Antoisuus (m ³ /vrk)	296000	32000	41000	369000	2771227	1382137	1663109	5816473

Tutkimuksessa hyödynnetään Suomen ympäristökeskuksen ja Tielaitoksen yhteistyönä kehittämää (Tielaitos & Suomen ympäristökeskus, 1997) tiesuolauksen riskirekisteriä (TSRR). Parhaillaan (Gustafsson 1999a, 1999b) päivitetävässä pohjavesialueiden riskinarvioinnissa määritetään riskiluku alueille, joilla kulkee suolattava tie. Tämä riskiluku koostuu pohjaveden pilaantumisriskiin vaikuttavien tekijöiden osapisteiden summasta (mm. Yli-Kuivila et al., 1993). Riskinarviointi on suuntaa-antava menetelmä vertailtaessa pohjavesialueiden potentiaalista pilaantumisuhkaa, ja riskiluku kuvaa alueen herkkyyttä lika-aineiden kulkeutuessa tieltä vedenottoalueella. Maksimiriskiluku voi teoriassa vaihdella 0–120.

2.2 Pohjaveden kloriditiedot

Pohjaveden laadun havaintopisteet (352) ovat tyypiltään vedenottamoja, pohjaveden havaintoputkia, kaivoja ja lähteitä (taulukko 2). Yksittäisiä kloridihavaintoja määrä vaihtelee pohjavesialueittain paljon. Joiltakin alueilta on vain yksittäisiä havaintoja, ja joiltakin alueilta laatua on seurattu usean vuoden ajan ja analyysijä tehty useita kertoja vuodessa (liite 3). Aktiivisimmin pohjaveden laatua on seurattu 1990-luvun alkupuolella.

Pohjaveden kloridipitoisuuksien tiedot on kerätty 23.10.1998 mennessä vesija viemärlaitosrekisteristä, talousveden laaturekisteristä, pohjavesialuerekisteristä, vesilaitoksilta, tie- ja ympäristöhallinnon ylläpitämästä tieriskirekisteristä ja Suomen ympäristökeskuksen Valkealan (Soveri & Peltonen, 1998; Soveri et al., 1999) pohjavesiasemalta sekä Tielaitoksen selvityksiä 21/1991 -julkaisusta (Soveri et al., 1991). Joiltain pohjavesialueilta on myös saatavissa laatutietoja sähkönjohtavuudesta, pH:sta, alkaliteetista, hiilidioksidista, kovuudesta, KMnO₄:sta, natrium-, kalsium-, magnesium- ja sulfaattipitoisuuksista.

Taulukko 2. Pohjaveden kloridipitoisuuksien havaintopisteet.

	Havaintopisteiden lukumäärä			Lähde	Puro	Salaoja- kaivo	Yhteensä
	Veden- ottamo	Havainto- putki	Yksityinen kaivo				
Koko tutkimuksessa	151	108	61	29	1	2	352
Seurattu sekä 1980- ja 1990-luvuilla	72	4	0	1	0	0	77
Seurattu jaksoilla 1983–87, 1988–92 ja 1993–97	48	0	0	1	0	0	49
Vedenottamot, joita seurattu jaksoilla 1988–92 ja 1993–97	89	51	0	8	0	0	148

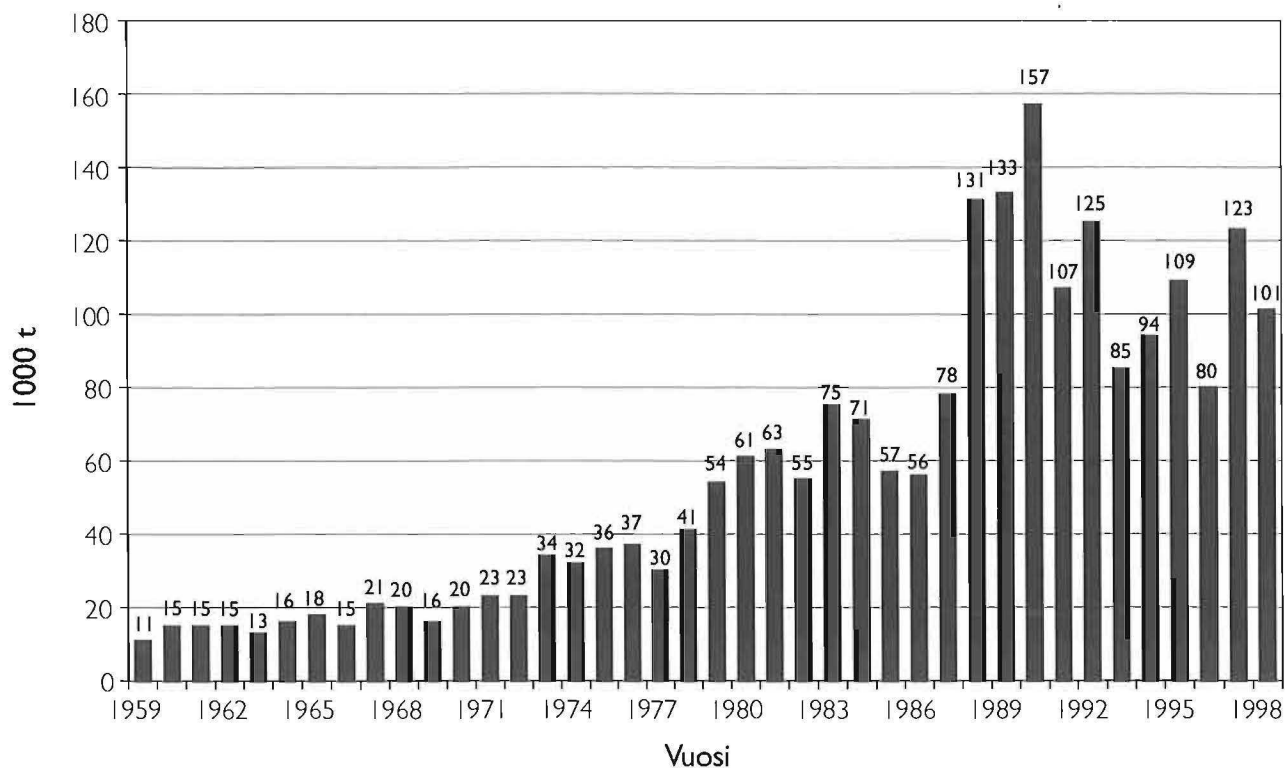
Eri tietolähteistä kerätyissä laatutiedoissa on mukana vuosikeskiarvoja, joiden tarkennuksessa on käytetty päivämääriä (31.12., 1.1. ja 1.7.) ja mittaustulosten luotettavuutta ei ole pystytty tarkistamaan jälkikäteen. Tielaitoksen selvityksiä 21/1991 -julkaisun (Soveri et al., 1991) pohjaveden laadun aineisto muodostui havainnoista, joista ei ole varmaa selvyyttä onko kysymyksessä vuosikeskiarvoja vai yksittäinen havainto. Tässä tutkimuksessa vuosikeskiarvoiksi todetut kloridipitoisuudet on tallennettu kyseisen vuoden tammikuun ensimmäiselle päivälle eli talven keskelle. Uusin 1990-luvulla kerätty laatuaineisto on pääsääntöisesti dokumentoitu päivämäärien tarkkuudella.

Suurelta osalta alueista kloridipitoisuudesta ja sähkönjohtavuudesta oli vain muutamia havaintoja. Viime vuosina on joiltain pohjavesialueella tehty kloridiseurantaa, jossa pitoisuuksia on analysoitu useita kertoja vuodessa eri vuodenaikoina. Pohjaveden kloridipitoisuuksien muutosta kuvaavassa tilastollisessa tarkastelussa on käytetty vain sitä 66% osaa tutkimusaineistosta, jonka havaintojen määrä on riittänyt kloridipitoisuuden trendin arvioimiseen. Pitkäaikaisessa sekä 1980- että 1990-luvulla jatkuneessa pohjaveden laadun seurannassa on kerätty tietoja 77 havaintopisteestä, jotka Valkealan lähde ja Anjalankosken neljää havaintoputkea lukuun ottamatta ovat vedenottamoja.

2.3 Suolaus- ja tiestötiedot

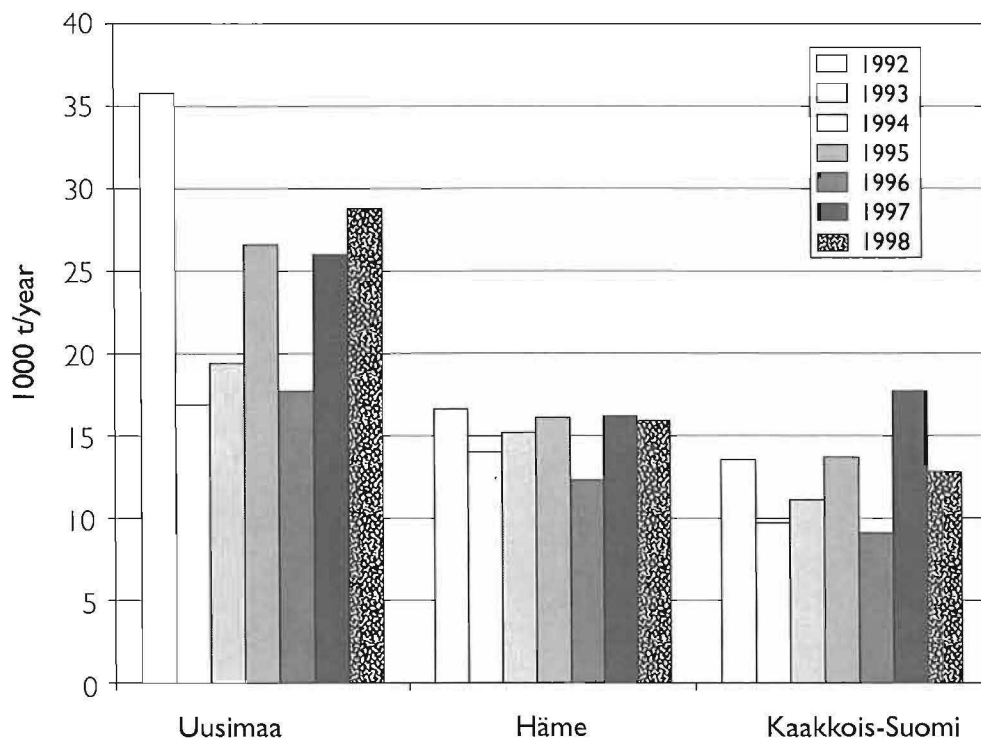
Tiesuolan käyttö nousi vuodesta 1959 lähtien 1990-luvulle asti lähes eksponentiaalisesti, ja suolausmäärät ylittivät useana vuonna 1980- ja 1990-lukujen taitteessa 100 000 t v⁻¹ rajan (kuva 2). Tiesuolauksen pohjavesille aiheuttaman riskin tiedostamisen jälkeen suolan vuotuisia käyttömääriä on vähennetty 1990-luvulla koko maassa, mutta jyrkkä säätilojen vaihtelu lisäsi suolan käyttöä viimeisten tarkkailujakson vuosien (1995–1997) aikana. Tielaitoksen suunnitelmakaudelle 2000–2003 asettamien tavoitteiden mukaan talvisuolan käytön tulisi jatkossa jäädä tasolle 70 000 t vuodessa (Tielaitos, 1998).

Eri tiepiireissä vuosittaiset suolan käyttömäärät poikkeavat toisistaan (kuva 3). I Salpausselän pohjavesialueilla kulkee kaikkiin talvikunnossapidon hoitoluokkiin kuuluvia teitä. Tutkimusalueen suolattavista teistä yli 40% kuuluu runsaimmin suolattuun Is-hoitoluokkaan (Taulukko 3 ja liite 4). Tietoja levitetystä tiesuolan määrästä (liite 5) kerättiin paikallisista Tielaitoksen tuotannon tukikohdista. Tiekohtaisia suolausmäärien arvioita (t/km) saatiin vuodelta 1997 ja yksi tuki-kohta ilmoitti suolamäärät talvikaudelta 1996/1997. Lisäksi suolaustietoja täydennettiin tiesuolauksen riskirekisteristä ja yksittäisiä tietoja saatiin Tielaitokselle ti-



Kuva 2. Tiesuolan käyttö Suomessa yleisten teiden liukkaudentorjunnassa vuosina 1959–1998.

laustöinä tehdyistä seurantaraporteista (Vesi Hydro Ab, 1994; Paavo Ristola Oy, 1995, 1996, 1997 ja 1998). Salpausselän alueen suolaushistorian tarkastelussa tiepiireiltä ei ollut saatavissa 1990-luvulta koko aineistoa kattavia tietoja mahdollisista hoitoluokan muutoksista, mutta muutokset ovat olleet pääosin luokasta I luokkaan Ib.



Kuva 3. Tiesuolan käyttö Uudenmaan, Hämeen ja Kaakkois-Suomen tiepiirien yleisten teiden liukkaudentorjunnassa vuosina 1992–1998.

Taulukko 3. Teiden pituudet (km) tässä tutkimuksessa, I Salpausselän alueella ja koko maassa hoitoluokan perusteella luokiteltuna.

	Is	I	Ib	II	Is, I, Ib ja II yhteensä	Kaikki yhteensä pohjavesialueilla
Tutkimuksessa mukana	190	45	100	135	470	612
Tutkimuksessa mukana I Salpausselällä	182	41	78	98	399	512
Koko I Salpausselällä	250	45	105	120	520	695
Suomen pohjavesialueilla yhteensä	451	406	1279	2348	4484	7895

Tutkimusalueista pohjaveden havaintopisteen etäisyys tiestä tunnetaan 195 havaintopisteen ja 50 pohjavesialueen osalta. Näistä havaintopisteistä suurin osa (79 % eli 154 pistettä) kulkee joko 100 m etäisyydellä tai kauempana suolattavista Is-, I-, Ib- ja II-luokan teistä (taulukko 4 ja liite 5). Suolattavien tiekilometrien yhteispituus (220 km) tunnetaan näiltä samoilta 50 pohjavesialueelta, ja 38 %:lla näillä alueista kulkee yli 5 km suolattavia teitä (taulukko 5).

Taulukko 4 . Lähimmän suolattavan tien etäisyys pohjaveden havaintopisteestä (m).

	Pohjavesialueiden lukumäärä (kpl)
Etäisyys (m)	
0–50	11
51–100	7
101 -1000	27
1001–2000	4
2001–3000	1
	yhteensä 50

Taulukko 5 . Suolattavien Is-, I-, Ib- ja II-luokan teiden eri pituusluokkien (km) lukumäärä.

	Pohjavesialueiden lukumäärä (kpl)
Pituus (km)	
0–1	9
1–3	15
3–5	7
> 5	19
	yhteensä 50

Pohjaveden kloridipitoisuudet

3.1 Koko tutkimusaineiston pohjaveden kloridipitoisuudet pitoisuusluokittain

Pohjaveden luonnontilaiset kloridipitoisuudet ovat yleensä muutamia milligrammoja litrassa (mm. Soveri et al., 1999). Luontaista pitoisuutta voi kuitenkin nostaa meriveden imeytyminen pohjaveteen tai muinaisen Litorinameren vaikutus. Aineiston luokittelun havainnollistamiseksi tässä tutkimuksessa luonnontilaisen pohjaveden laatua kuvaavaksi raja-arvoksi on valittu 10 mg/l.

Tarkastelussa mukana olleista 352 pohjaveden kloridipitoisuuksien seurantapistestä

- mitattiin 64 %:ssa vähintään kerran koko seurannan aikana luonnontilaista korkeampi 10 mg/l kloridipitoisuus (liite 3). Koko seurantahistorian kaikista 3093:sta kloridianalyysistä 10 mg/l ylittyi 63 %:ssa koko vedenlaatuaineiston kaikista yksittäisistä havainnoista (kuva 4)

- 34 %:ssa ylittyi terveysviranomaisten asettama 25 mg/l tavoitearvo vähintään kerran koko seurannan aikana

- 7,4 %:ssa ylittyi 100 mg/l teknis-esteettinen raja-arvo. Korkeimpia yksittäisiä ääripitoisuuksia (190–1700 mg/l) edustavat Parikkalan Likolammen pohjavesialueen (05 580 01) yksityiset kaivot, jotka eivät ole juomavesikäytössä.

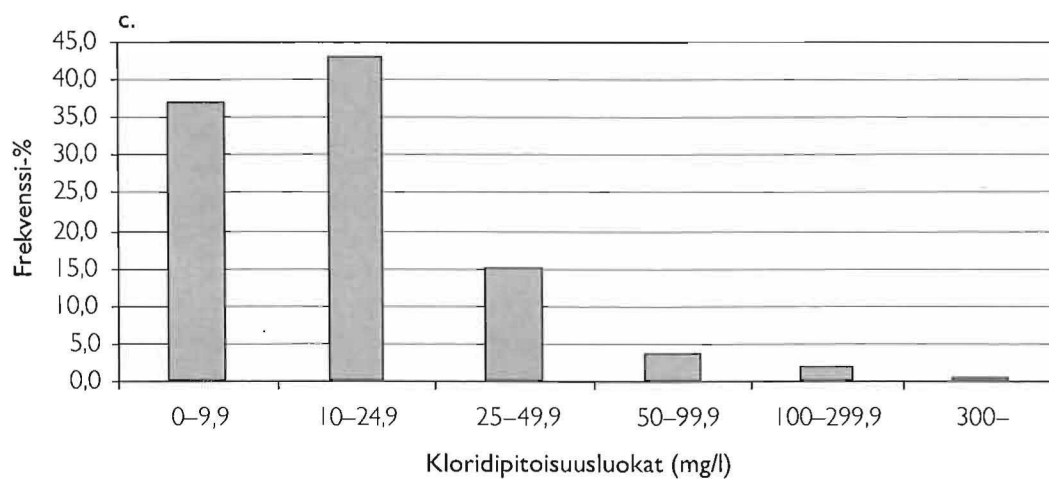
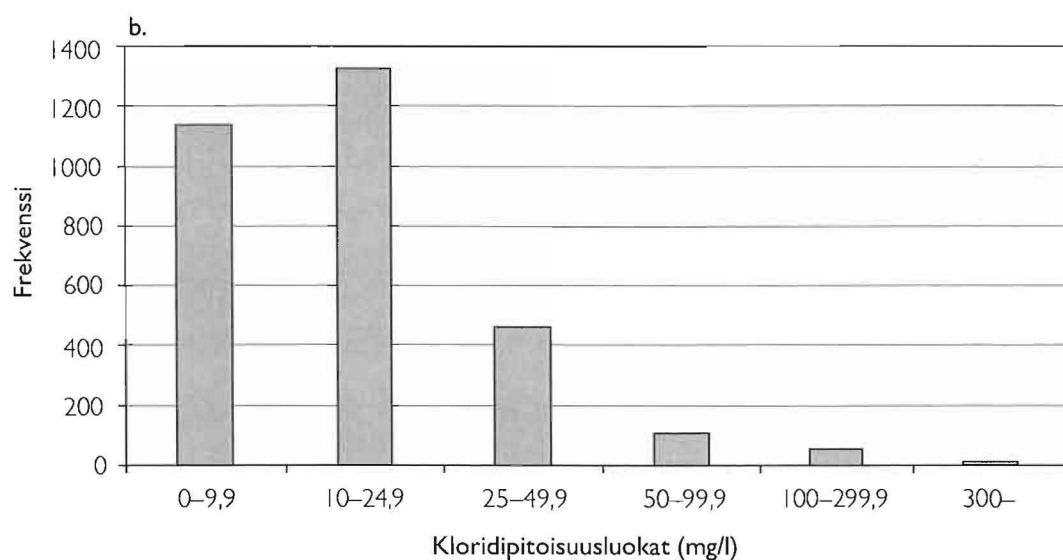
3.2 Alueellinen tarkastelu

Tiesuolan käyttömäärät vaihtelevat maantieteellisen sijainnin, erilaisten ilmasto-olosuhteiden ja liikennemäärien vuoksi (kuvat 3 ja 5). Suurimmat talvisään vaihtelut ovat rannikon ja Salpausselän välisellä alueella — Hangosta Lappeenrantaan. Uudenmaa tiepiirin alue on sääolosuhteiden kannalta vaihtelevin alue ja vaarallisia "0-kelejä" on enemmän kuin muualla Suomessa. Uudellamaalla suolaismäärät ovat olleet vuosin 1992–1998 noin 17 000–36 000 t vuodessa.

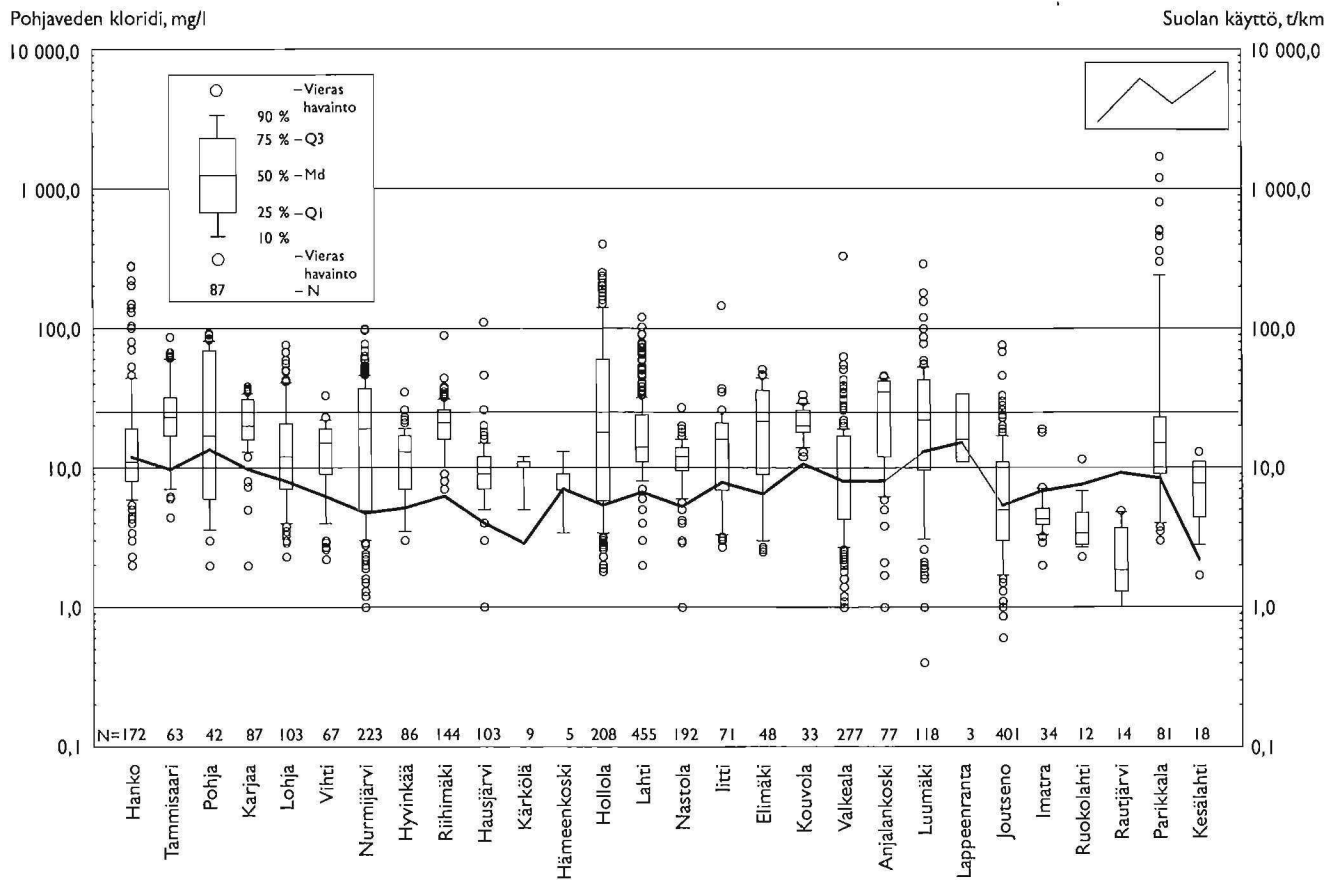
Kunnittaisessa tarkastelussa pohjaveden kloridipitoisuus on pääsääntöisesti suhteessa Is-, I-, Ib-hoitoluokan teiden suolauksen määrään. Suurimmassa osassa Salpausselän kunnista pohjaveden kloridipitoisuuden mediaani ylittää luonnontilaisena yleisesti pidetyn 10 mg/l kloridipitoisuuden, mutta jää alle terveysviranomaisten asettaman (25 mg/l) tavoitearvon. Raja-arvo 100 mg/l ylittyi kahdeksan kunnan alueella ja suurin osa raja-arvon ylittävistä alueista (14 seurantapistettä) sijaitsee Kaakkois-Suomessa (kuva 5).

a.

Luokkarajat (mg/l)	Frekvenssi	Frekvenssi-%	Summafrekvenssi	Summafrevenssi-%
0-9,9	1135	36,7	1135	36,7
10-24,9	1325	42,9	2460	79,6
25-49,9	460	14,9	2920	94,5
50-99,9	106	3,4	3026	97,9
100-299,9	55	1,8	3081	99,7
300-	10	0,3	3091	100,0
	3091	100,0		



Kuva 4a-c. I Salpausselän pohjaveden kloridihavaintojen määrät pitoisuusluokittain. Talousveden kloridipitoisuuden teknis-esteettisin perustein annettu raja-arvo Suomessa (Sosiaali- ja terveysministeriö et al., 1994) on 100 mg/l ja tavoitearvo 25 mg/l.



Kuva 5. Pohjaveden kloridipitoisuuksia (mg/l), näiden havaintojen lukumäärä ja tiesuolausmääriä (t/km/v) kunnittain. Ryhmittely noudattaa samaa maantieteellistä järjestystä Hangosta Kesälahteen kuin tutkimusalueiden sijaintia esittävässä kuvassa 1. Kloridipitoisuudet ovat koko seurantahistorian ajalta ja suolaustiedot keskiarvoja vuosien 1996 ja 1997 suolan käyttömääristä (liitteestä 5).

3.3 Geologiset tyyppimuodostumat

Tyyppimuodostumat ja pohjaveden kloridipitoisuuden tilastollisia tunnuslukuja

I Salpausselän tutkimusaineistossa mukana olleet pohjavesialueet jaettiin virtauskuvan, topografisten piirteiden, kerrostumistavan ja -olosuhteiden mukaan erilaisiin geologisiin muodostumatyyppeihin (liite 1 ja taulukko 6). Tyyppimuodostumien luokittelun perusteet on esitetty julkaisussa Hänninen et al., 1994. Salpausselän tyyppimuodostumien tilastollisesta käsittelystä poistettiin Parikkalan Likolammen pohjavesialueen (05 580 01) yksityiset kaivot, joiden kloridipitoisuudet edustavat koko tutkimusaineiston ääriarvoja. Valikoidussa Salpausselän alueiden tarkastelussa aineistosta poistettiin lisäksi ne Hangon pohjavesialueet (Sandö-Grönvik Isolähde ja Lappohja), joilla aiemmassa tilastollisessa tarkastelussa (Hänninen et al., 1994) meriveden on oletettu mahdollisesti imeytyvän pohjavesimuodostumaan.

Kullekin kuudelle muodostumatyyppin pohjavesialueille laskettiin kloridipitoisuuksien keskiarvo ja mediaani. Salpausselän tutkimusaineiston eri tyyppimuodostumiksi jaoteltujen kloridipitoisuusluokkien mediaaniarvot olivat 10,0–16,0 mg/l ja keskiarvot 13,2–19,4 mg/l. Korkein luokiteltujen muodostumien kloridipitoisuuksien mediaani 16,0 mg/l ja keskiarvo 19,4 mg/l esiintyi sy-

vään veteen kerrostuneella, ympäristöstään vettä keräävällä pitkittäisharjun (IIB) tyyppimuodostumilla. Myös valtakunnallisessa aineistossa kloridipitoisuudet (mediaani 23 mg/l ja keskiarvo 26 mg/l julkaisussa Hänninen et al., 1994) olivat suurimmat tässä samassa pitkittäisharjun muodostumien luokassa.

Syvään veteen kerrostuneissa harjuissa (IIA ja IIB) on mukana savipeitteisiä muodostumia ja kloridipitoisuus näillä alueilla olevilla vedenottamoilla voi joissakin tapauksissa olla luonnostaan korkea. Kuitenkin Salpausselän tutkimusaineistossa mukana olleiden jokaisen muodostumatyyppin keskimääräinen kloridipitoisuus (taulukko 6) on kohonnut luonnontilaisena yleisesti pidetystä 10 mg/l arvosta.

Taulukko 6. Ensimmäisen Salpausselän tutkimuksessa mukana olevien geologisten tyyppimuodostumien kloridipitoisuuksien keskiarvot (Ka) ja mediaanit (Md) verrattuna aiemmin julkaistuun koko maan aineiston vastaaviin tunnuslukuihin.

Tyyppi- muodos- tuma	Salpausselän aineisto				Valikoitu Salpausselän aineisto				Koko maa (Hänninen et al., 1994)			
	Alueiden lkm	Kloridihavaintojen Ka	Kloridihavaintojen Md	Kloridihavaintojen N	Alueiden lkm	Kloridihavaintojen Ka	Kloridihavaintojen Md	Kloridihavaintojen N	Alueiden lkm	Kloridihavaintojen Ka	Kloridihavaintojen Md	Kloridihavaintojen N
I	8	18,40	15,00	373	8	18,40	15,00	373	32	14,62	12,00	216
IIA	12	13,23	10,00	85	12	13,23	10,00	85	75	16,69	13,00	698
IIB	4	19,42	16,00	92	4	19,42	16,00	92	40	25,67	23,40	485
III	-	-	-	-	-	-	-	-	33	15,04	10,00	457
IV	63	18,97	12,05	2534	60	18,73	13,00	2411	36	19,81	18,00	354
EL	7	33,68	21,80	62	7	33,68	21,80	62	-	-	-	-

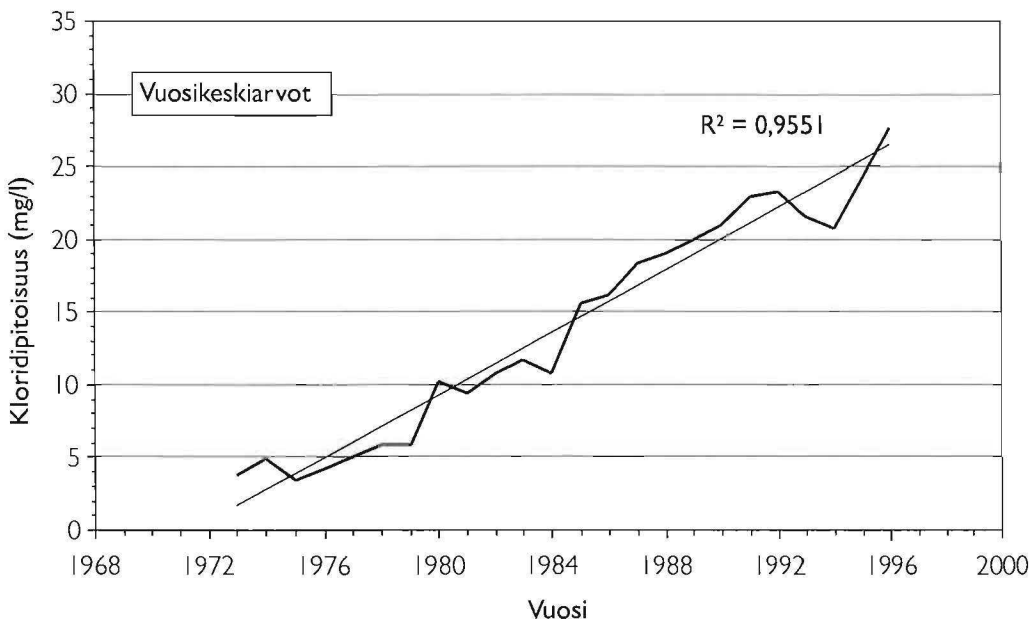
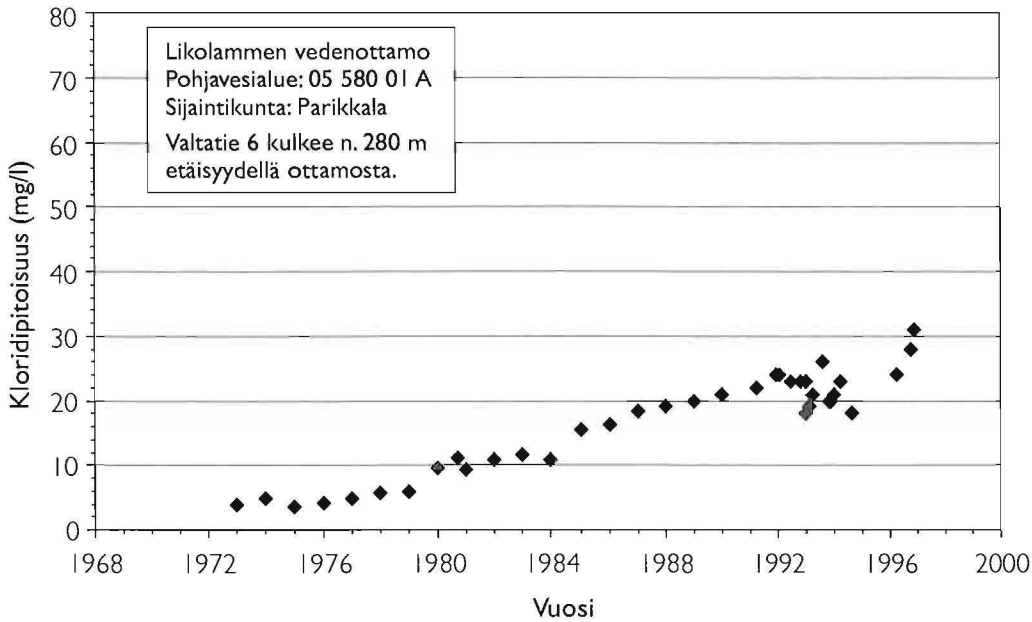
Tyyppimuodostumat ovat

- I matalaan veteen kerrostunut ympäristöön vettäpurkava pitkittäisharju
- IIA syvään veteen kerrostunut ympäristöön purkava pitkittäisharju
- IIB syvään veteen kerrostunut ympäristöön vettäkeräävä pitkittäisharju
- III Pohjanmaan tyyppinen pitkittäisharju
- IV Salpausselkätyyppinen pitkittäisharju
- EL alueet, jotka eivät sovi geologialtaan mihinkään edellä mainituista tyyppimuodostumien luokista.

Esimerkkialueita geologisista tyyppimuodostumista

Parikkalan Likolammen pohjavesialue edustaa matalaan veteen kerrostunutta ympäristöön vettäpurkavaa pitkittäisharjua (I), ja alueen maksimiriskiluku on 75. Toisistaan 400 metrin päässä sijaitsevan vanhan ja uuden ottamon pohjaveden kloridipitoisuuksien (3-31 mg/l) keskiarvo 15,4 mg/l edustaa samaa suuruusluokkaa kuin muiden saman geologisen (I) tyyppimuodostuman kloridipitoisuuksien tunnusluvut (kuva 6, liite 3 ja taulukko 6). 1970-luvun alussa vedenottamon kloridipitoisuus oli jatkuvasti noin 4 mg/l ja vuodesta 1973 kloridipitoisuus on noussut vuosittain keskimäärin 1 mg/l. Likolammen ottamon pohjaveden kloridipitoisuudet ovat huomattavasti korkeampia kuin Parikkalan Särkisalmen pohjavesiasemalla. Tämä asema edustaa luonnontilaista hiekkaisen maaperän pohjaveden laatua (Soveri et al., 1999), jossa yhtä huhtikuun 1982 kloridihavaintoa (5,85 mg/l) lukuun ottamatta pitoisuudet ovat olleet kymmenien vuosien ajan alle 2 mg/l. Valtakunnallisen tilastollisen tarkastelun mukaan (Hänninen et al., 1994) matalaan veteen kerrostuneiden ympäristöön vettäpurkavien pitkittäisharjujen mediaanikoko on 2,4 km². Valtakunnalliseen aineistoon verrattuna pienikokoisella 1,5 km² Likolammen pohjaveden muodostumisalueella on lähes 3 km suolattavia Ib-kunnossapitoluokan teitä. Kummankin vedenottamon etäisyys tiestä on noin 350

metriä ja tiesuolauksen vaikutukset ovat vuosien kuluessa havaittavissa vedenot-
tamoalueella yhä suurempina kloridipitoisuuksina.

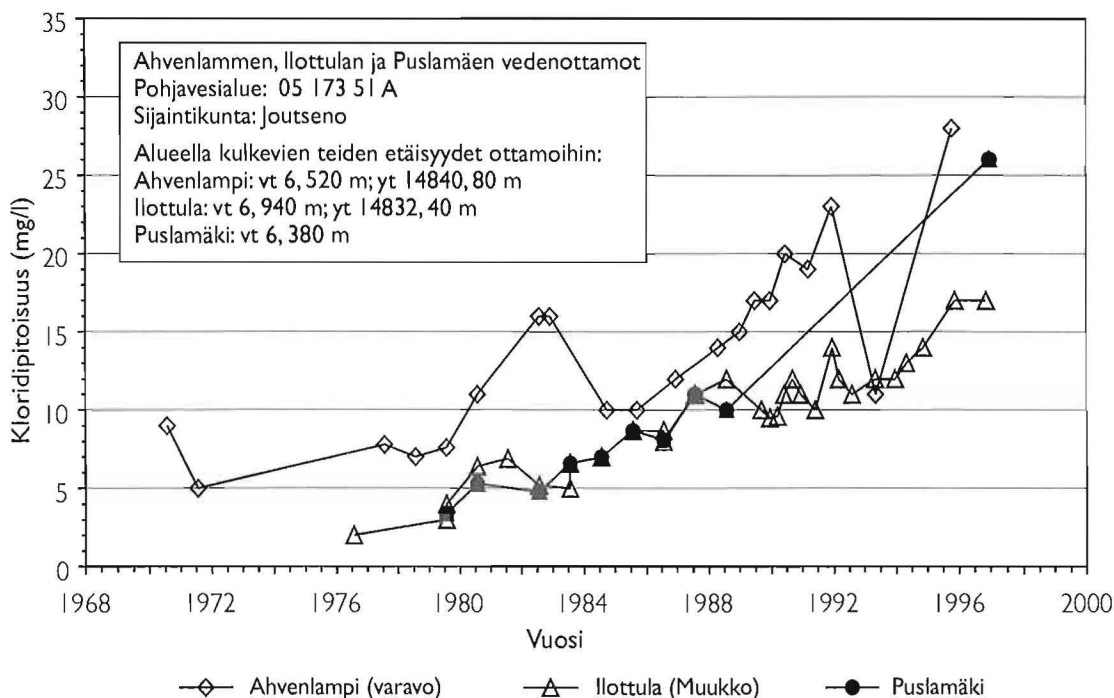


Kuva 6a–b. Kloridipitoisuuden kehittyminen Parikkalassa Likolammen pohjavesialueen (05 580 01;A -osa-alue) vedenottamoalueella. Uusi vedenottamo on rakennettu 1979.

Valtakunnallisen tilastollisen tarkastelun mukaan (Hänninen et al., 1994) Salpausselkätyypisen reunamuodostuman (IV) mediaanikoko on 3,5 km². Joutsenossa Salpausselkätyypistä reunamuodostumaa edustavalla Joutsenonkankaan laajalla A -osa-alueella, jonka pinta-ala on 28,1 km², pohjaveden kloridipitoisuudet ovat vaihdelleet 0–76 mg/l. Tiesuolauksen vaikutukset on havaittu vedenot-
tamoiden lisäksi myös yksityisistä kaivoista, lähteistä ja pohjaveden havaintoput-
kista (liite 3). Pohjavesialueen maksimiriskiluku on 89, ja suolausta on vähennetty
suurimmista vuosien 1980–1982 ja 1987–1991 suolausmääristä. Viimeisten vuosi-
en aikana vt6 -tietä on suolattu 12 t/km (liite 5). Joutsenonkankaan eri vedenotta-

moiden etäisyydet vaihtelevat suolattavista teistä, mutta kaikilla ottamoilla (kuva 7) on selvästi havaittavissa tiesuolauksen vaikutukset, myös nykyisillä suolauksmäärillä.

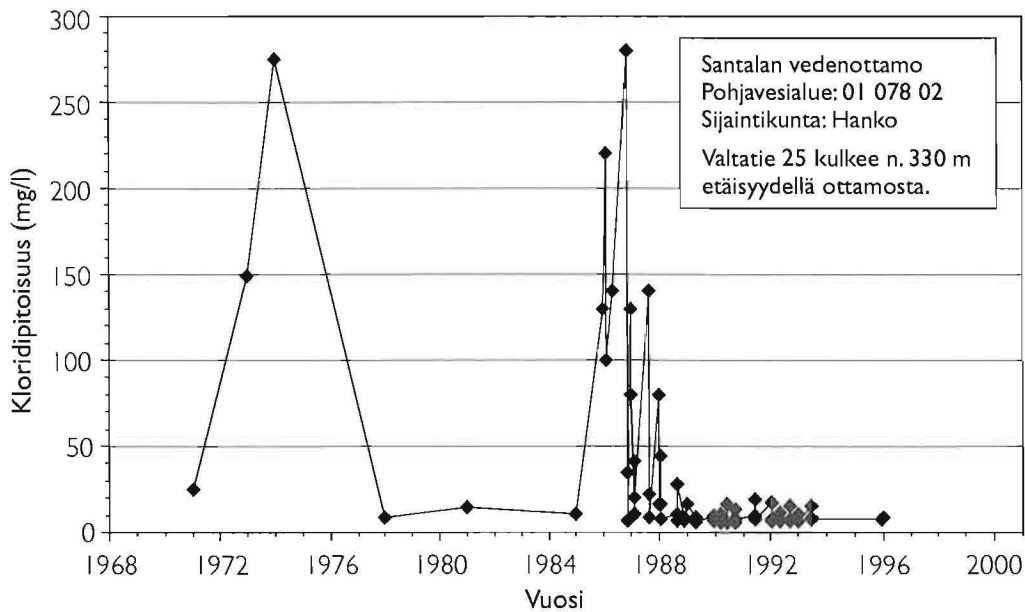
Syvään veteen kerrostuneista ympäristöön purkavista (IIA) ja ympäristöstään vettäkeräävistä pitkittäisharjuista (IIB) ei löytynyt 1990-luvun puuttuvien seurantatietojen vuoksi esimerkkitaipauksia kuvaamaan selvää kloridipitoisuuden nousua tai laskua näissä geologisissa tyyppimuodostumissa.



Kuva 7. Kloridipitoisuuden kehittyminen Joutsenonkankaan pohjavesialueella (05 173 51 01; A-osa-alue) Joutsenossa. Peräsuonniityn ottamon havainnot ovat kahdesta eri putkikaivosta.

3.4 Pohjaveden kloridipitoisuuteen vaikuttavia tekijöitä

Suurella osalla (62 %) I Salpausselän seuranta-alueista on liukkaudentorjunnan suolauksen lisäksi myös muita pohjaveden kloridipitoisuuteen mahdollisesti vaikuttavia tekijöitä (liite 3). Tällaisia tekijöitä ovat meriveden imeytyminen pohjaveteen (kuva 8), muinaisen Litorinameren vaikutus, kallioperän ruuhkeisuus, vedenotto ja käsittely, haja-asutus ja maatalous, jätevesivuodot, klooria käyttävä teollisuus, kaatopaikat, lumenkaatopaikat suolavarastot sekä pölynsidonta esimerkiksi soranottoalueilla ja raviradoilla. Esimerkiksi Tammissaareissa Undermalmin pohjavesialueella (01 835 27) Valion Tenalan vedenottamon laajennuksen jälkeen vuonna 1991 pohjaveden kloridipitoisuus on noussut 19 mg/l:sta 87 mg/l:aan. Kloridipitoisuuden nousuun on mahdollisesti vaikuttanut aiempaa suurempi meriveden imeytyminen ottamolle, kun pohjavedenotto on lisääntynyt. Kloridipitoisuuteen vaikuttavien eri tekijöiden suuruutta ei ole yleensä selvitetty yksityiskohtaisesti lukuun ottamatta yksittäisiä kaivojen korvaamistapauksia.



Kuva 8. Kloridipitoisuuden kehittyminen Hangossa Santalanrannan vedenottamolla, jossa pohjaveden kloridipitoisuutta lisää tiesuolauksen lisäksi mahdollinen meriveden imeytyminen pohjavesimuodostumaan. Tämän laajan Salpausselkätyyppisen Sandö-Grönvikin (01 078 02) pohjaveden muodostumisalueen pinta-ala on 11,7 km² ja Is hoitoluokan suolattava tie sijaitsee 25 metrin etäisyydellä vedenottamosta.

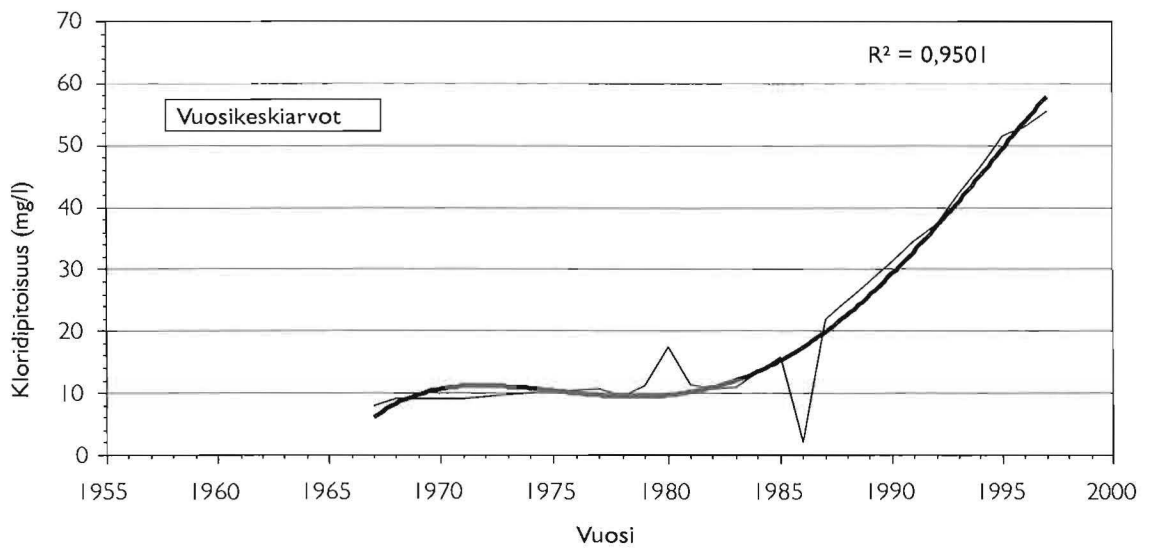
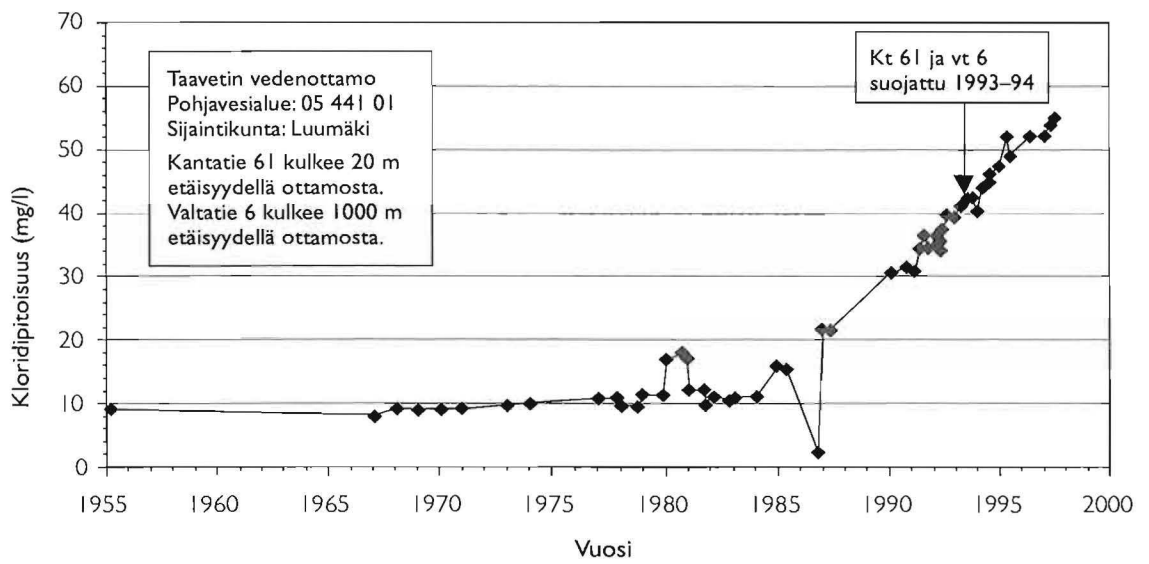
3.5 Luiskasuojatut pohjavesialueet

Vuosina 1981–1997 teiden luiskasuojauksia on rakennettu 15:lle (18 %) tämän tutkimuksen pohjavesialueista. Suojaukset ovat keskimäärin 800 m pitkiä, ja tieosuuksia on rakennettu yhteensä noin 20 km (liite 6). Näiltä pohjavesialueilta on vähän systemaattisesti seurattuja veden laatutietoja, ja kloridipitoisuudet ovat yleensä yksittäisiä mittaustuloksia. Laatutietoja on analysoitu 10 alueelta ennen suojaamista ja kahdeksalta alueelta suojausten rakentamisen jälkeen.

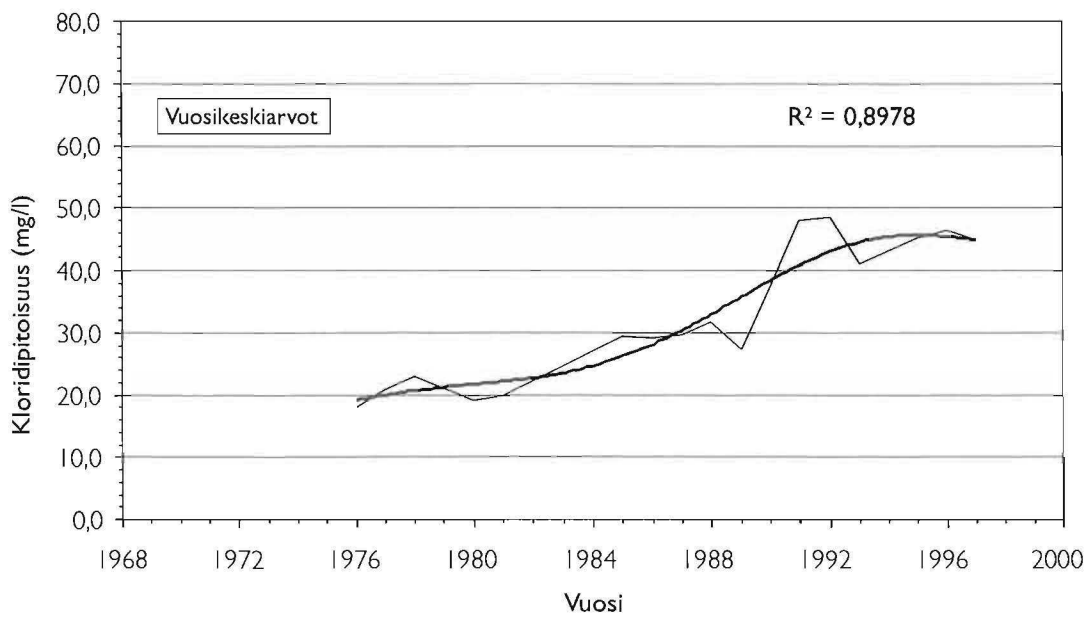
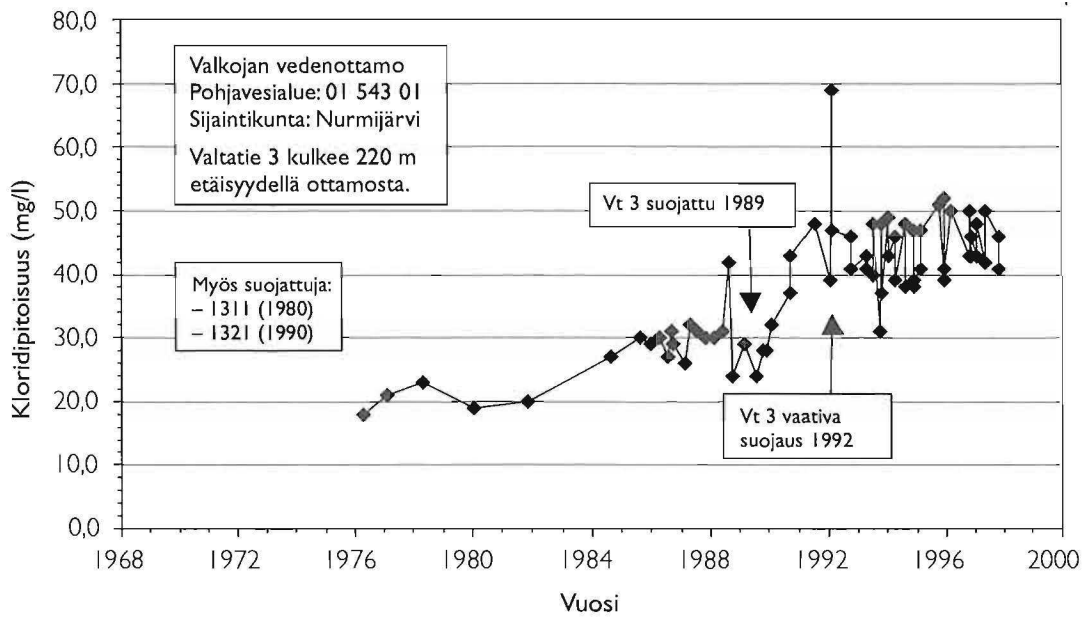
Vanhimmat suojaukset ovat pääasiassa rakennettu maatiivisteistä ja muovikalvoista, ja vuodesta 1993 ruvettiin rakentamaan enenevässä määrin bentoniittisuojauksia. Osittain tai kokonaan bentoniitilla suojattuja tieosuuksia on kuudella pohjavesialueella.

Eri mentelmin luiskasuojatuilla alueilla, joilla on seurattu pohjaveden kloridipitoisuuksia, veden laatu ei ole ainakaan vielä parantunut suojausten rakentamisen jälkeen. Vihdin Luontolan (01 927 55), Luumäen Taavetin (0544101) ja Nurmijärven Valkojan (0154301) vedenottamoilla pohjaveden laadussa on havaittavissa tiesuolauksen vaikutus jopa suojausten rakentamista edeltävää ajanjaksoa selvemmin (kuvat 9–10). Valkojan suojausten riittämättömyys on todettu jo aiemmin, ja suojauksia on korjailtu bentoniitillä ja maatiivisteellä vuonna 1998.

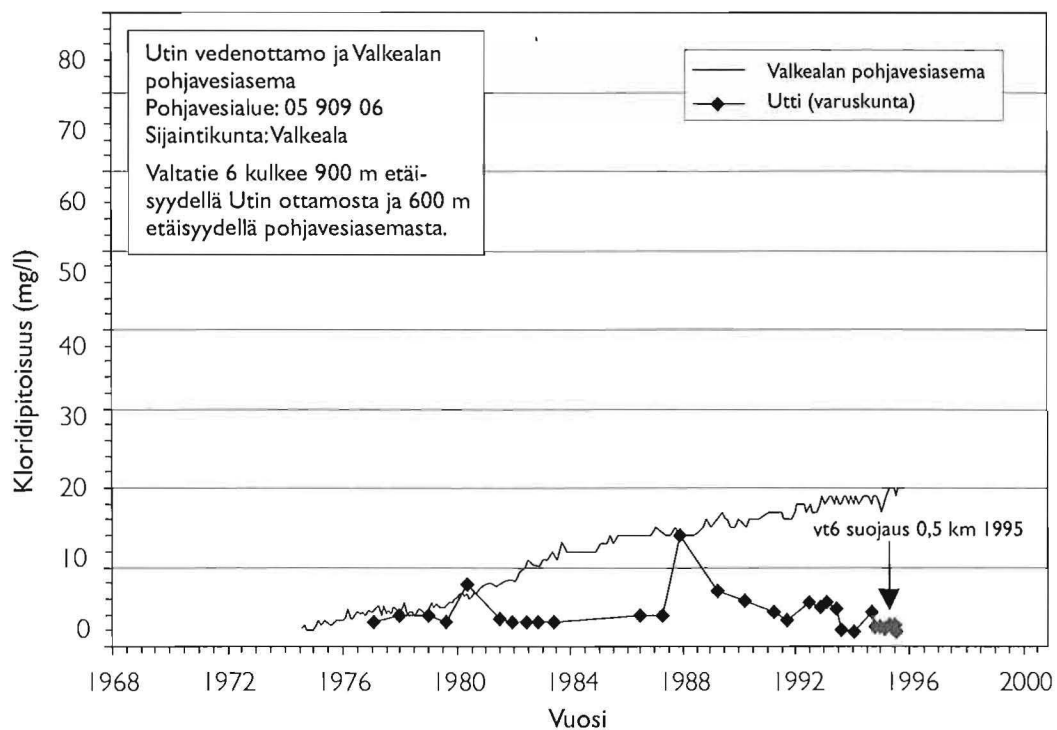
Utin vedenottamon alueella pohjaveden kloridipitoisuuksissa ei ole selvää yhdensuuntaista muutosta toisin kuin samalla pohjavesialueella (05 909 06) sijaitsevan Valkealan pohjavesiaseman (Soveri & Peltonen, 1998) lähteellä (kuva 11). Nämä molemmat seuranta-alueet sijaitsevat alle kilometrin etäisyydellä valtaile 6:sta. Tätä alueella kulkevaa 13,5 km pituista tieosuutta suolattiin 8 t/km vuonna 1997. Utin pohjavesialueelle tehtyjen bentoniittisuojauksen vaikutuksesta pohjaveden laatuun voidaan arvioida vasta muutaman vuoden kuluttua, mutta suojausten rakentamisen jälkeen viimeinen pohjavedenahavainto (12.12.1995) antaa viitteitä, että vedenottamoalueen kloridipitoisuudet voivat tulevaisuudessa laskea.



Kuva 9a-b. Kloridipitoisuuden kehittyminen Luumäen Taavetin (05 441 01) vedenottamalla. Pohjavesialueen teille on rakennettu luiskasuojauksia vuosina 1993-1994.



Kuva 10a-b. Kloridipitoisuuden kehittyminen Nurmijärven Valkoan (01 543 01) vedenottamolla.



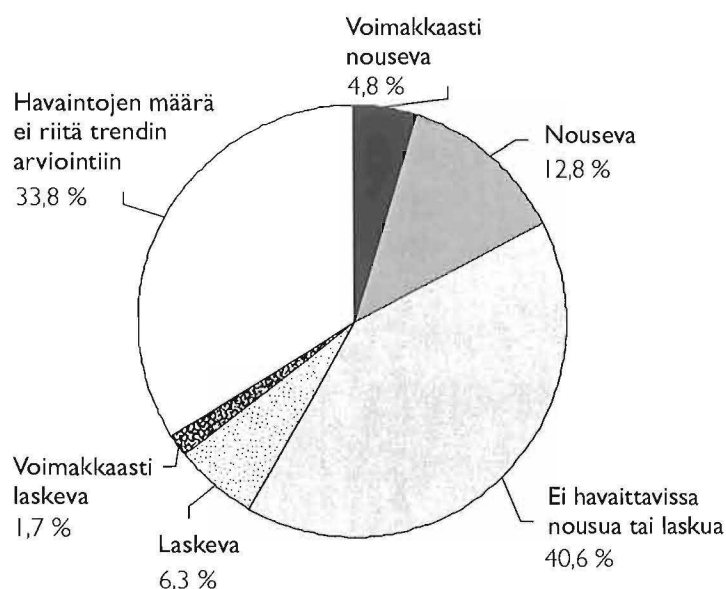
Kuva 11. Kloridipitoisuuden kehittyminen Valkealan Utin pohjavesialueen (05 909 06) vedenottamolla ja Suomen ympäristökeskuksen (SYKE:n) pohjavesiaseman (Soveri & Peltonen, 1998) lähteessä.

Pohjaveden kloridipitoisuuden muutos

4.1 Kloridipitoisuuden muutos koko tutkimusaineistossa

Tutkimusaineiston 352 seurantapisteen kaikille havaintosarjoille arvioitiin tapauskohtaisesti kloridipitoisuuden muutoksen suunta koko seurantahistorian ajalta (kuva 12 ja liite 3). Nouseva kloridipitoisuuden trendi on 17,6 %:ssa seuranta pisteistä ja laskeva trendi puolestaan 8,0 %:ssa aineistosta. Seurantapisteistä 40,6 %:ssa ei ole havaittavissa kloridipitoisuuksien muutosta ja 33,8 %:ssa havaintojen määrä ei riitä trendin arviointiin.

Trendi	Havaintopisteiden lkm	Suht. frekvenssi
Voimakkaasti nouseva	17	4,8 %
Nouseva	45	12,8 %
Ei havaittavissa nousua tai laskua	143	40,6 %
Laskeva	22	6,3 %
Voimakkaasti laskeva	6	1,7 %
Havaintojen määrä ei riitä trendin arviointiin	119	33,8 %
Yhteensä	352	100,0 %



Kuva 12. Pohjaveden kloridipitoisuuden muutosta kuvaava nykytila. Seuranta-aineisto perustuu liitteessä 3 kuvatuista kaikista I Salpausselän alueen 352 seurantapisteestä.

Vuosien kuluessa osa I Salpausselän pohjaveden laadun seurannasta on lopetettu. Tämän vuosikymmenen alusta lähtien tiesuolausta on pyritty vähentämään ja samaan aikaan uusia havaintopisteitä on tullut aiempaa enemmän entisten seurantapisteiden tilalle. Tiesuolauskäytännön muutosta kuvaavassa tarkastelussa pohjaveden kloridipitoisuuksien trendiä on tutkittu sekä tilastollisin menetelmin että yksittäisten alueiden kloridipitoisuuksien kehittymistä aikasarjojen avulla. Näissä tarkasteluissa on käytetty sitä 66% tutkimushavainnoista, jossa havaintojen määrä riittää kloridipitoisuuden trendin arviointiin.

4.2 Kloridipitoisuuden muutos 1980- ja 1990-luvuilla

Kloridipitoisuudet muutoksen suuruusluokka

Pohjaveden kloridipitoisuuden muutoksessa ei havaittu olennaista eroa vertailtaessa 1980- ja 1990-luvulla seurattujen 77 havaintopisteiden veden laatua. Siksi muutoksen tarkastelu jaettiin kolmeen ajanjaksoon (1983–1987, 1988–1992 ja 1993–1997), joiden aikana suolauskäytäntö on ollut toisistaan poikkeavaa (vrt. kuva 2). Vertailuihin otettiin mukaan ainoastaan ne 49 havaintopistettä, joiden kloridipitoisuuksia oli määritetty jokaisella vertailuun sisältyvällä jaksolla. Kullekin havaintopisteelle laskettiin verailuajanjakson kloridipitoisuustasoa kuvaava aritmeettinen keskiarvo (liite 7).

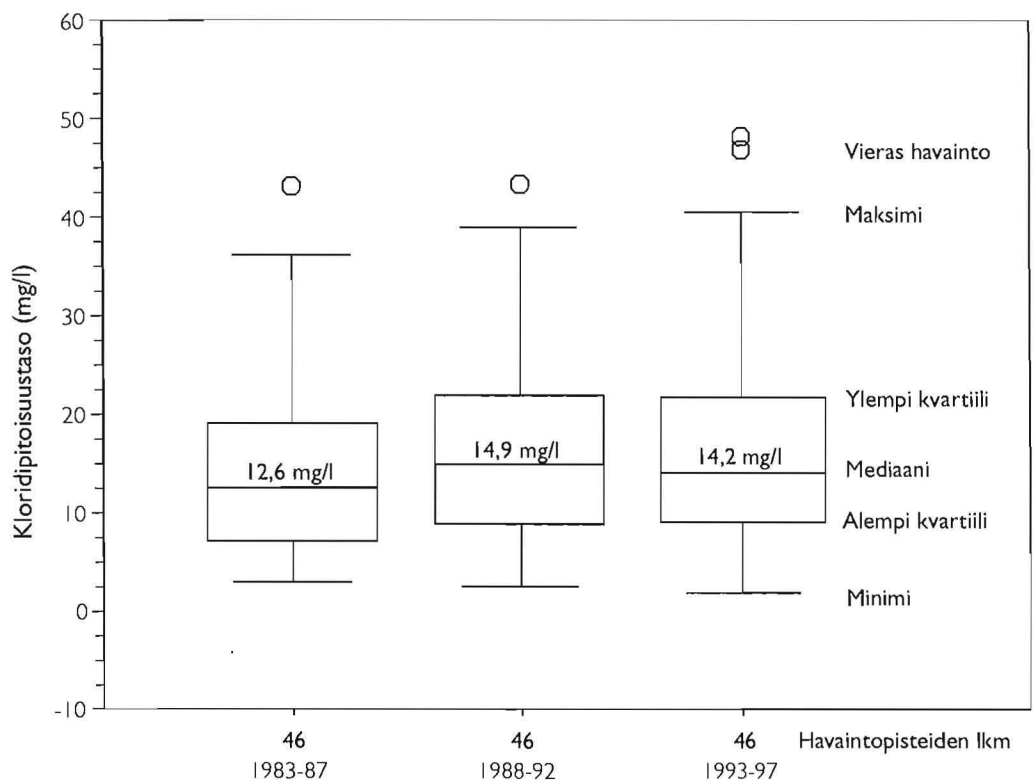
Kloridipitoisuuden muutosta edustavasti kuvaaviksi alueiksi valittiin 46 seurantapistettä. Havaintopisteet ovat Valkealan lähettä lukuun ottamatta ovat vedenottamoja. Pohjaveden kloridipitoisuudet ovat suurimmassa osassa seurantapistettä alle 25 mg/l.

Jokaisen 46:n seurantapisteen kloridipitoisuuksien keskiarvoista laskettu mediaani (kuva 13) oli

– 12,6 mg/l vuosina 1983–1987, jolloin tiesuolaus on ollut vähäisintä eli alle 80 000 t/v

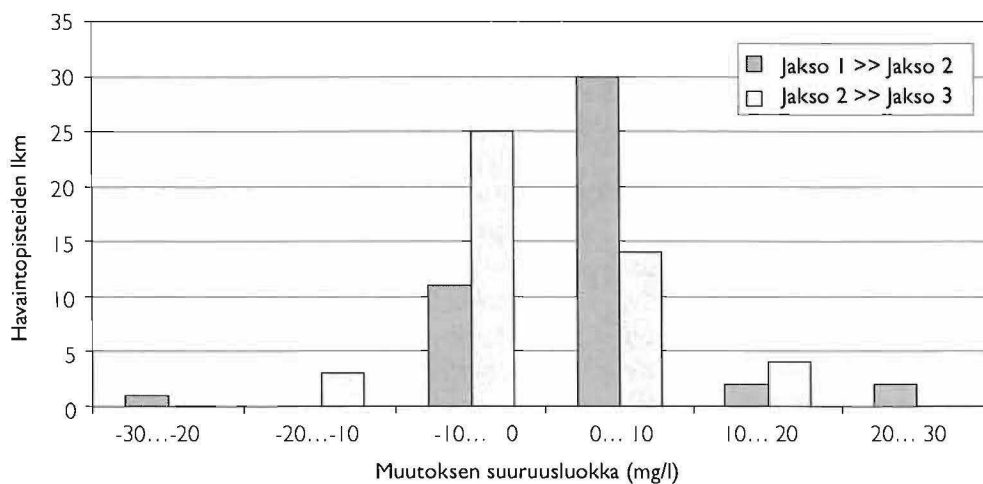
– 14,9 mg/l vuosina 1988–1992, jolloin tiesuolaus on ollut runsainta eli 107 000–157 000 t/v

– 14,2 mg/l vuosina 1993–1997, jolloin tiesuolaus on ollut 80 000–123 000 t/v.



Kuva 13. Ensimmäisen Salpausselän pohjaveden kloridipitoisuuksia laatikkojanat, kun aineisto koostuu kolmena eri ajanjaksona (1983–1987, 1988–1992 ja 1993–1997) seuratuista 46 edustavasta havaintopisteestä (liite 7). Muista havainnoista poikkeavat vierashavainnot ovat ensimmäisen seurantajakson aikana Anjalankosken Kaipiaisen ottamolta, toisen jakson aikana Luumäen Jurvalan ottamolta ja kolmannen jakson aikana Luumäen Taavetin ja Nurmijärven Valkojan ottamoilta.

Kahden jälkimmäisen jakson aikana kloridipitoisuuksien keskiarvot ovat hie-
man suurempia kuin vähäisimmän suolauksen aikana 1983–1987. Kolmen eri suo-
lausajanjakson vertailussa suurin osa yksittäisten tutkimuspisteiden pohjaveden
kloridipitoisuuksien muutoksista oli suuruusluokkaa 0–10 mg/l eri seurantajak-
sojen välillä (kuva 14). Pääsääntöisesti yksittäisten seurantapisteen pohjaveden
laatu huononi maantiesuolauksen lisääntyessä. Tämän mediaaneihin perustuvan
kloridipitoisuuksien vertailun mukaan veden laatu vastaavasti parani lievästi vii-
meisen tarkastelujakson aikana 1993–1997 suolauksen vähentämisen myötä. Kui-
tenkin jopa yli 10 mg/l kloridipitoisuustason nousu jatkuu Joutsenon Puslamä-
en, Luumäen Taavetin ja Nurmijärven Valkojan vedenottamoilla verrattaessa kes-
kenään kahden viimeisen tarkastelujakson pitoisuustasoja.



Kuva 14. Ensimmäisen Salpausselän pohjaveden kloridipitoisuustason muutos niistä 46 edusta-
vasta seurantapistestä (liite 7), joilla pohjaveden laatua on seurattu kaikkina kolmena eri
ajanjaksoina vuosina 1983–1987, 1988–1992 ja 1993–1997. Kolmen eri tarkastelujakson
kloridipitoisuustaso on mitattujen kloridipitoisuushavaintojen aritmeettinen keskiarvo.

Suurimmat kloridipitoisuuden muutokset ja siihen vaikuttavia tekijöitä

Kaikissa 9 alueella (taulukko 7), joilla kloridipitoisuustason muutokset ovat olleet
yli 10 mg/l eri tarkastelujaksojen välillä, vedenottoalueen maksimiriskiluku on
korkea ja lähes kaikissa tapauksissa riskiluku ylittää 90 riskipistettä. Usealta ha-
vaintoalueelta on tarkastelujaksoittain vain yksittäisiä pohjaveden kloriditietoja.
Nämä satunnaisesti mitatut havainnot edustavat enemmänkin kyseisen näytteen-
ottoajankohdan ja -syvyyden kloridipitoisuuksia kuin koko tarkastelujakson klo-
ridipitoisuustasoja. Muutama satunnaišhavainto voi antaa virheellisen vaikutel-
man, että esimerkiksi Lahdessa Launeen ottamalla pohjaveden kloridipitoisuuk-
sissa olisi tapahtunut selviä muutoksia 1980- ja 1990-lukujen aikana.

Tilastollisten tunnuslukujen (taulukko 6) mukaan korkeimmat tyyppimuo-
dostumien kloridipitoisuudet ovat syvään veteen kerrostuneissa, ympäristöstään
vettä keräävissä pitkittäisharjuissa (IIB). Eri tarkastelujaksojen vertailussa suurin
kloridipitoisuustason nousu (yli 10 mg/l) on kuitenkin yleensä mediaanikokoi-
sissa (3,5 km²) tai sitä suuremmissa Salpausselkätyyppisissä (IV) muodostumissa
(taulukko 7). Yli 10 mg/l kloridipitoisuustasojen laskua on puolestaan tapahtu-
nut suolauksen vähentämisen myötä mediaanikokoisia Salpausselkätyyppisiä
muodostumia pienemmillä pohjavesialueilla tai ympäristöön vettä purkavalla

harjualueella Elimäen raviradan vedenottamolla. Alueilla, joilla pohjaveden kloridipitoisuustaso on noussut yli 10 mg/l pääsääntöisestä yleisestä tarkastelujakson trendistä poiketen, suolausta ei ole vähennetty oleellisesti ja suolausmäärät ovat olleet keskimäärin suurempia kuin muualla saman kunnan alueella. Vastavasti laskevan trendin havaintoalueilla suolausmäärät ovat yleensä olleet paikallista keksitasoa tai sen alle. Alueelliset suolauskäytännön muutokset näkyvät nopeimmin pohjaveden laadussa sellaisilla alueilla, joilla tie kulkee pohjaveden muodostumisalueella muodostumaan nähden pitkittäin ja havaintopiste on lähellä tietä. Pääsääntöisesti lähes kaikilla alueilla, joilla pohjaveden kloridipitoisuustason muutokset ovat yli 10 mg/l kloridipitoisuuteen saattavat vaikuttaa liukkaudentorjunnan suolauksen lisäksi myös muut kloridipitoisuutta lisäävät tekijät kuten asutus, teollisuus, pölynsidonta tai meriveden läheisyys.

Tiesuolauskäytännön muutoksen vaikutuksesta pohjaveden laatuun

Riihimäen Herajoen pohjavesialue (04 694 51) on esimerkkialue tiesuolauksen määrän muutosten vaikutuksista pohjaveden laatuun. Alue edustaa valtakunnallisen tilastollisen tarkastelun mukaan (Hänninen et al., 1994) mediaanikokoista (2,4 km²) matalaan veteen kerrostunutta ympäristöön vettäpurkavaa pitkittäisharjua (I), jolla vedenottamo sijaitsee ruhjeessa. Pohjavesialueen maksimiriskiluku on 71 ja alueella ovat käytössä sekä vanha tie (130) että uusi vuonna 1990 käyttöön otettu moottoritie (vt3). Vedenottamosta lähimmillään 1100 metrin etäisyydellä pohjavesialueen reuna-alueilla sijaitseva moreenialueelle rakennettu tie on luiskasuojattu puolen kilometrin matkalta. Nämä maatiivisteet rakennettiin vuonna 1989. Yli kilometrin päähän vedenottamosta pohjavesialueen reunaosalle moreeni- maaperän alueelle rakennettu suojaus ei todennäköisesti vaikuta ottamon veden kloridipitoisuuksiin.

Herajoen vedenottamon kloridipitoisuushavainnot on runsaasti ja pitoisuudet ovat 1960-luvulta lähtien vaihdelleet 7–89 mg/l (kuva 15 ja liite 3). Ottamon kloridipitoisuuksia on analysoitu eniten 1980-luvun lopulla ja 1990-luvulla. Tänä tiheimmän seurannan jaksona pohjaveden kloridipitoisuudet ovat olleet korkeimmat kesällä, ja tämä tulos noudattaa valtakunnallisen kloridipitoisuuksien tilastollisen tarkastelun (Hänninen et al., 1994) johtopäätöksiä vuodenaikaisvaihtelusta.

Herajoen vedenottamon kloridipitoisuuksien vuosikeskiarvojen perusteella tiesuolauksen vaikutukset vedenottamon alueella ovat vähentyneet uuden moottoritien käyttöönoton jälkeen 1990 (kuva 15). Pohjaveden laatu on parantunut, koska pohjaveden muodostumisalueella kulkevan vanhan tien suolausta on vähennetty liikenteen pääasiassa siirryttyä pohjavesialueen reuna-alueella kulkevalle uudelle tielle. Vuosina 1996–1997 vanhalla tiellä suolaus oli 4 t/km/v ja uudella tiellä 9 t/km/v. Pohjaveden kloridipitoisuuksien vuosikeskiarvojen kuvaaja noudattaa sekä valtakunnallista vuosittaisia tiesuolauksen määriä (kuva 2) samalle tarkastelujaksolle että tieosuuskohtaisesti osittain dokumentoituja suolausmääriä (Vesi-Hydro Ab; 1994 ja Hämeen tiepiiriltä vuosilta 1996–1997 saadut tiedot).

Taulukko 7a–b. (seuraavalla sivulla)

a) I Salpausselän pohjaveden yli 10 mg/l kloridipitoisuustason muutos niistä kloridipitoisuustasoa kuvaavasta 9 havaintopisteestä, joilla pohjaveden laatua on seurattu tarkastelujaksolla 1983–1987, 1988–1992 ja 1993–1997. Kunkin seurantapisteen kloridipitoisuustaso on tarkastelujaksolta mitattujen kloridipitoisuushavaintojen aritmeettinen keskiarvo (KA). N osoittaa seurantajakson kloridihavaintojen lukumäärää.

b) Esitykseen on koottu tärkeimpiä pohjaveden kloridipitoisuuksiin vaikuttavia tietoja tiestöstä, suolauksesta ja pohjavesialueen hydrogeologiasta. MRL tarkoittaa alueen maksimiriskilukua.

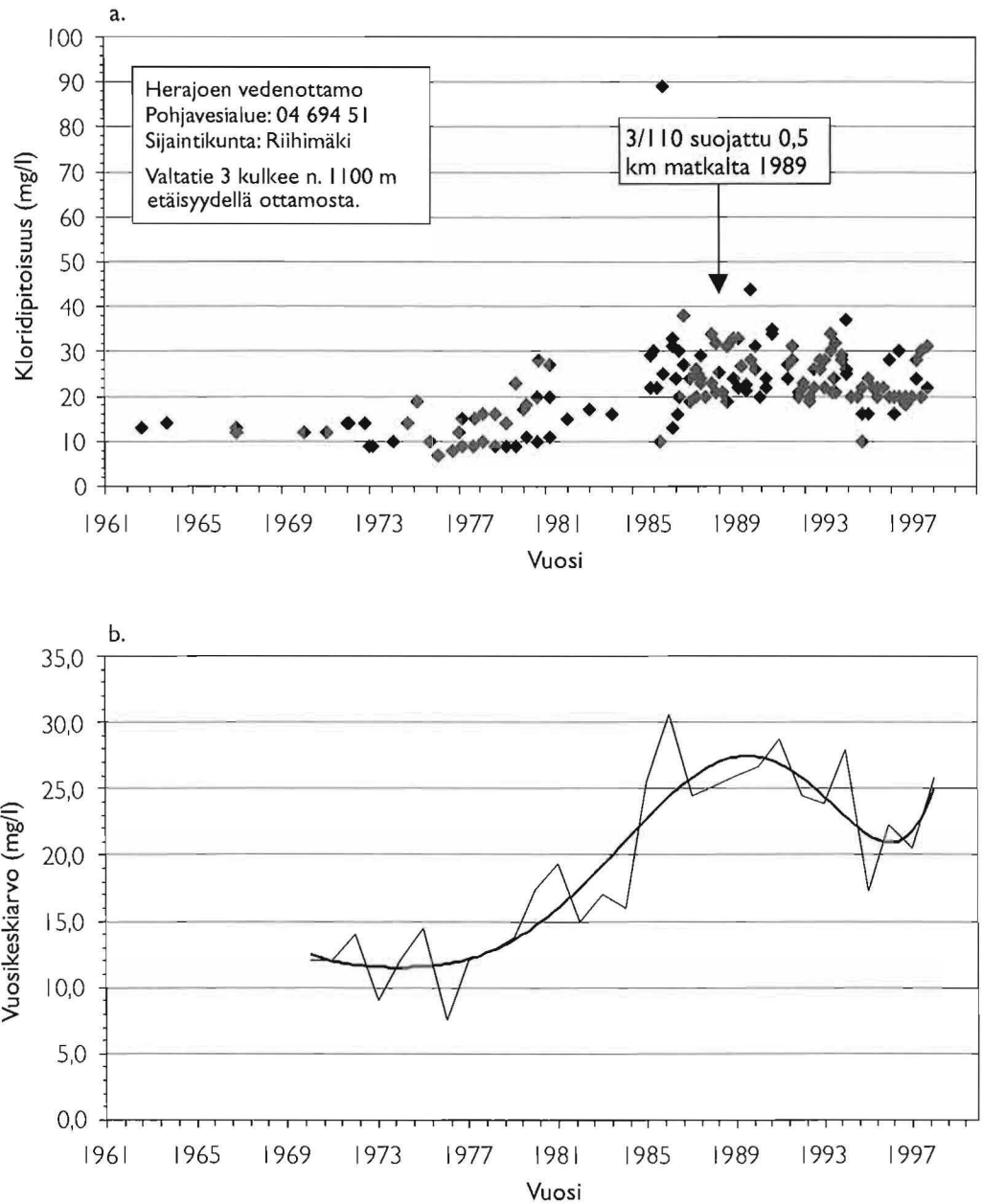
a) Kloridipitoisuuden muutos

Tiepiiri	Kunta	Havaintopiste	Jakso 1		Jakso 2		Jakso 3		Jakso1 >> Jakso2	Jakso2 >> Jakso3
			N83-87	KA83-87	N88-92	KA88-92	N93-97	KA93-97		
Uusimaa	Hanko	Ampumarata	4	33,33	1	27,00	3	12,37	-6,33	-14,63
	Nurmijärvi	Valkojan vedenottamo, kaivo 2	11	29,27	14	36,64	17	46,94	7,37	10,30
	Tammisaari	Prästängen	1	35,00	1	12,00	1	23,00	-23,00	11,00
Häme	Lahti	Laune	2	12,50	1	23,00	7	21,79	10,50	-1,21
Kaakkois-Suomi	Anjalankoski	Kaipiainen	21	43,10	18	34,33	4	23,00	-8,76	-11,33
	Elimäki	Ravirata (varavo)	2	26,50	7	39,00	8	21,13	12,50	-17,88
	Joutseno	Puslamäki	5	7,04	2	10,50	1	26,00	3,46	15,50
	Luumäki	Jurvala	1	22,00	8	43,25	11	40,58	21,25	-2,67
	Luumäki	Taavetti	7	14,26	14	35,30	14	48,20	21,04	12,90

b) Muutosta selittävät tekijät

Tiepiiri	Kunta	Havaintopiste	MRL	Virtaus ottamolle	Suolaus [t/km/a] 1997	Lähin etäisyys tiestä [m]	Teiden yhteispituus alueella [m]	Tie kulkee pitkästi alueella	Muod. tyyppi	Muod. pinta-ala [km ²]	Mahdolliset muut cl-lähteet	Luiska suojaus
Uusimaa	Hanko	Ampumarata	99	on	3,9	799	757	kyllä	IV	10,51	on	
	Nurmijärvi	Valkojan vedenottamo, kaivo 2	97	on	12,8	224	4842	kyllä	IV	1,96		
	Tammisaari	Prästängen	90	on	13,5	100	4383	kyllä	IV	3,84	on	
Häme	Lahti	Laune	92	on	14,7	1400	6796	ei	IV	12,57		
Kaakkois-Suomi	Anjalankoski	Kaipiainen	94	on	8,7	340	3013	kyllä	IV	3,39	on	
	Elimäki	Ravirata (varavo)	60	on	8,0	660	1396	ei	IIA	0,76	on	
	Joutseno	Puslamäki	89	on	12,0	1380	12032	kyllä	IV	28,11	on	
	Luumäki	Jurvala	96	on	21,9	67	980	kyllä	IV	0,38		
	Luumäki	Taavetti	95	on	12,4 + 14,0	60	4860	kyllä	IV	4	on	on

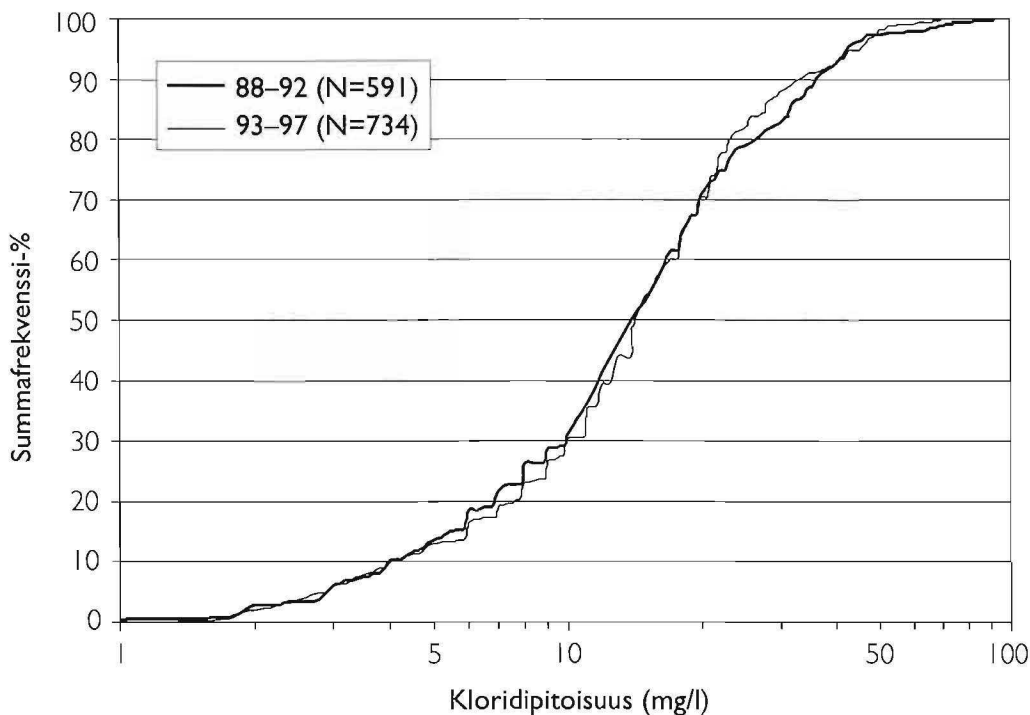
Kloridipitoisuuden vuosikeskiarvon, pohjavesialueella käytetyn suolausmäärän ja veden oton välillä ei ole tilastollisesti merkittävää riippuvuutta. Näiden eri tekijöiden osuutta veden laatuun on vaikea arvioida, koska pohjavesialueella kulkevien teiden suolaushistoriaa ei ole dokumentoitu koko seurantajakson ajalta eikä maatiivisteluiskasuojauksen toimivuutta ole erikseen tutkittu, eikä pohjaveden laadun tarkkailuputkia ole asennettu tien välittömään läheisyyteen.



Kuva 15a–b. Kloridipitoisuuden kehittyminen Riihimäen Herajoen pohjavesialueen (04 694 51) vedenottamolla. Pohjavedenottamonsien keskiarvoihin on sovitettu käyrä kuudennessen asteen polynomifunktiolla. Vuosikeskiarvojen perusteella tiesuolauksen vaikutukset vedenottamonsien alueella ovat vähentyneet. Pohjavesialueella suolataan teitä vt3 ja vt130.

4.3 Kloridipitoisuuden muutos eri pitoisuusluokissa

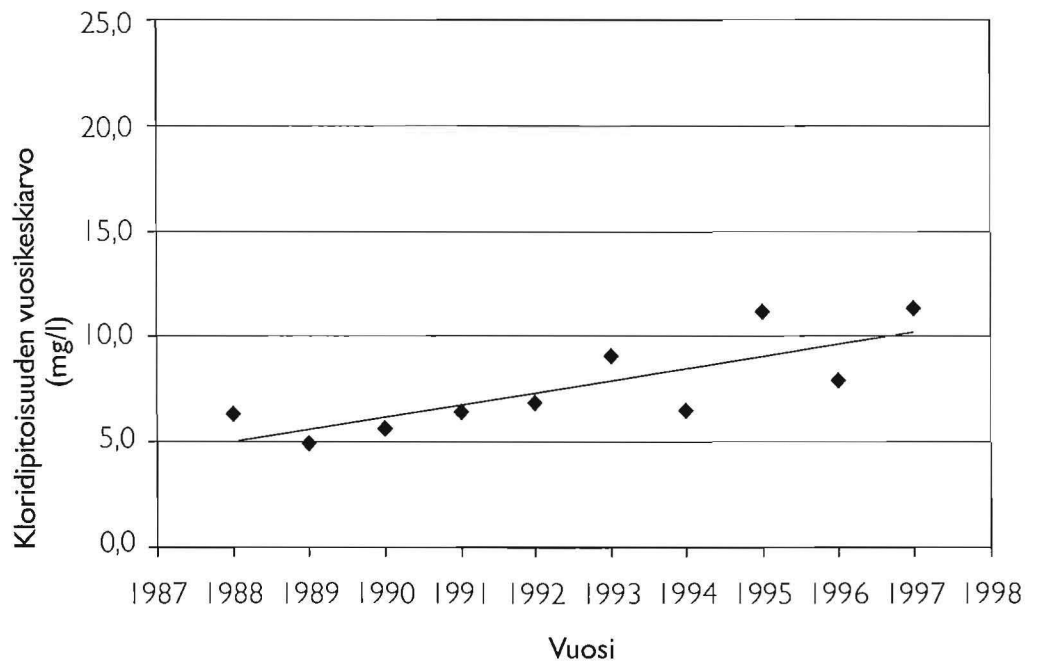
Kloridipitoisuuden muutosta tarkasteltiin vuodesta 1988 eteenpäin niistä vedenottamoista, joista oli havaintoja sekä suurimman tiesuolauksen jaksolta (1988–1992) että suolauksen vähentämisen jälkeen (1993–1997). Tilastollisessa tarkastelussa oli yhteensä 89 vedenottamoa ja 1325 yksittäistä mittaushavaintoa (liite 8). Jokaisen yksittäisen vedenottamon kloridipitoisuusluokan lähtötaso määräytyi sen mukaan, mikä on tarkastelussa suurimman suolauksen jaksolla ensimmäisen havaintovuoden vuosikeskiarvo. Kloridipitoisuuden muutos laskettiin neljässä kloridipitoisuusluokassa (0–9,9; 10–24,9; 25,0–49,9 ja 50,0–99,9 mg/l). Pienimpien pitoisuusluokassa (0–9,9 mg/l) oli 26 vedenottamoa ja 355 yksittäistä mittaushavaintoa. Luokassa 10,0–24,9 mg/l havaintoalueiden määrä oli kattavin eli 47 ottamoa ja 690 havaintoa. Luokassa 25,0–49,9 mg/l oli 15 ottamoa ja 264 havaintoa ja yli 50,0 mg/l luokassa vain yksi ottamo.



Kuva 16. Pohjaveden kloridipitoisuuden summafrekvenssiprosentin muutos tarkastelujaksoilla 1988–1992 ja 1993–1997. Kummankin tarkastelujakson kloridipitoisuuksien mediaani on 15,0 mg/l.

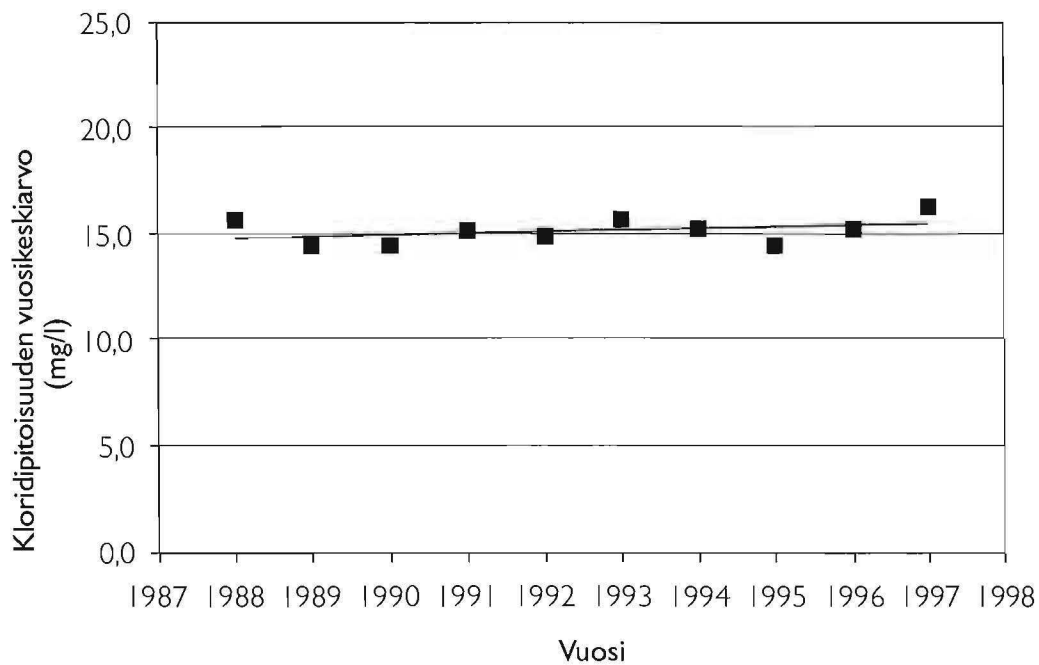
Aiemmassa Salpausselän alueen kloridipitoisuuksien seurannassa vuodesta 1967 vuoteen 1988 (Soveri et al., 1991) kaikkien havaintopisteiden kloridipitoisuuksien mediaani oli 12,0 mg/l. Uusimmassa tutkimusaineistossa kloridipitoisuuksien muutos jatkuu edelleen vuodesta 1998 eteenpäin. Vuosina 1988–1992 kaikkien seurantapisteen kloridipitoisuuksien mediaani on 13 mg/l ja vuosina 1993–1997 15 mg/l. Pelkästään vedenottamoihin rajatussa aineistossa kummallakin tarkastelujaksolla 1988–1992 ja 1993–1997 pohjavedenottamoiden kloridipitoisuuksien mediaani on 15,0 mg/l, ja noin 90 % havainnoista on alle 40 mg/l (kuva 16). Viimeisessä kymmenessä vuodessa suurimpien yli 10 mg/l pitoisuuksien luokassa kloridipitoisuuksien vuosikeskiarvoissa ei ole tapahtunut suurta muutosta (kuvat 18–19). Sen sijaan pienimpien alle 10 mg/l kloridipitoisuuksien luokassa on selvä 5 mg/l vuosikeskiarvojen muutos (kuva 17).

Luokka 0-9,9 mg/l Vuosi	N	Keskiarvo (mg/l)	Keskihajonta (mg/l)	Keskiarvon keski- virhe (mg/l)
1988	15	6,4	2,6	0,7
1989	19	4,9	2,8	0,6
1990	24	5,6	3,0	0,6
1991	24	6,4	3,5	0,7
1992	59	6,9	3,9	0,5
1993	78	9,1	4,7	0,5
1994	28	6,6	3,8	0,7
1995	22	11,1	7,1	1,5
1996	73	7,9	6,0	0,7
1997	13	11,3	5,2	1,5



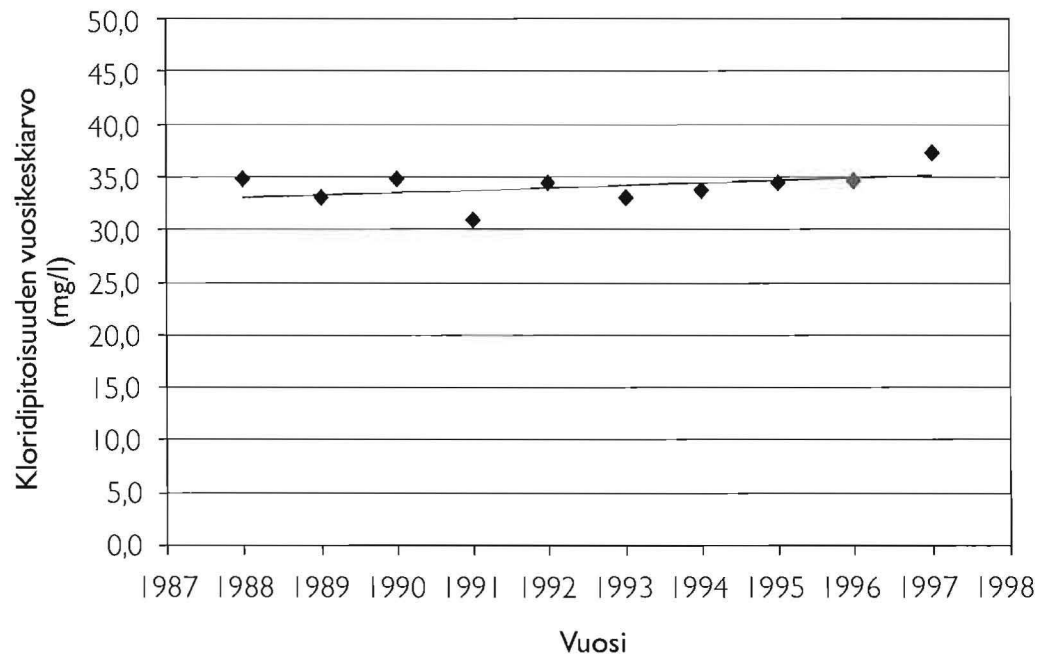
Kuva 17. Pohjaveden kloridipitoisuuden vuosikeskiarvojen muutos vuosina 1988–1997 kloridipitoisuusluokassa 0–9,9 mg/l. Yksittäisten mittaus havainnot vaihtelivat 1,3–23,0 mg/l.

Luokka 10,0-24,9 mg/l Vuosi	N	Keskiarvo (mg/l)	Keskihajonta (mg/l)	Keskiarvon keski- virhe (mg/l)
1988	50	16,0	6,5	0,9
1989	46	14,2	6,0	0,9
1990	74	14,1	6,0	0,7
1991	45	15,2	6,1	0,9
1992	98	14,8	6,0	0,6
1993	137	16,0	6,1	0,5
1994	89	15,4	5,4	0,6
1995	41	14,2	8,5	1,3
1996	71	15,3	6,8	0,8
1997	39	16,8	10,4	1,7



Kuva 18. Pohjaveden kloridipitoisuuden vuosikeskiarvojen muutos vuosina 1988–1997 kloridipitoisuusluokassa 10,0–24,9 mg/l. Yksittäisten mittaus havainnot vaihtelivat 0,9–65,0 mg/l.

Luokka 25,0-49,9 mg/l		Keskiarvo	Keskihajonta	Keskiarvon keski-
Vuosi	N	(mg/l)	(mg/l)	virhe (mg/l)
1988	20	34,7	8,4	1,9
1989	13	33,1	6,4	1,8
1990	28	34,9	7,9	1,5
1991	24	31,0	10,0	2,0
1992	39	34,4	10,1	1,6
1993	41	33,1	10,6	1,6
1994	43	33,7	12,7	1,9
1995	20	34,5	16,9	3,8
1996	19	34,6	13,0	3,0
1997	17	37,4	12,2	3,0



Kuva 19. Pohjaveden kloridipitoisuuden vuosikeskiarvojen muutos vuosina 1988–1997 kloridipitoisuusluokassa 25,0–49,9 mg/l. Yksittäisten mittaus havainnot vaihtelivat 5,0–69,0 mg/l.

Tulosten tarkastelu

Salpausselän kaikista pohjaveden laadun 352 seurantapisteistä 10 mg/l kloridipitoisuus ylittyy 64 %:ssa vähintään kerran koko seurannan aikana. Tutkimusaineistossa mukana olleiden jokaisen viiden geologisen muodostumatyyppin keskimääräinen kloridipitoisuus on kohonnut luonnontilaista kloridipitoisuutta kuvaavana pidetystä 10 mg/l arvosta, ja suurimmassa osassa I Salpausselän alueen kunnissa pohjaveden kloridipitoisuuden mediaani ylittää 10 mg/l pitoisuuden. Terveysviranomaisten asettama tavoitearvo (25 mg/l) ylittyy 34 %:ssa ja teknisesti esteettinen (100 mg/l) raja-arvo 7,4 %:ssa seurantapisteistä. Suurin osa 100 mg/l raja-arvon ylityksistä on Kaakkois-Suomessa. Suomen pohjavesien hydrogeokemiallisen kartoituksen (Lahermo et al., 1990) mukaan hiekka ja sora-alueilla pohjavesilähteiden kloridipitoisuuksien mediaaniarvo oli 2,6 mg/l ja maakaivojen pitoisuuksien mediaani oli 7,2 mg/l. Valtakunnallisen kaivovesitutkimuksen (Korkka-Niemi et al., 1993) mukaan jatkuvassa käytössä olleiden kaivojen (1421 kappaletta) kloridipitoisuuksien mediaaniarvo oli 7 mg/l. Tässä aineistossa oli myös mukana 44 kaivoa, joiden kohdalla tiesuolan käyttö on varmasti tai ainakin mahdollisesti liikaava tekijä.

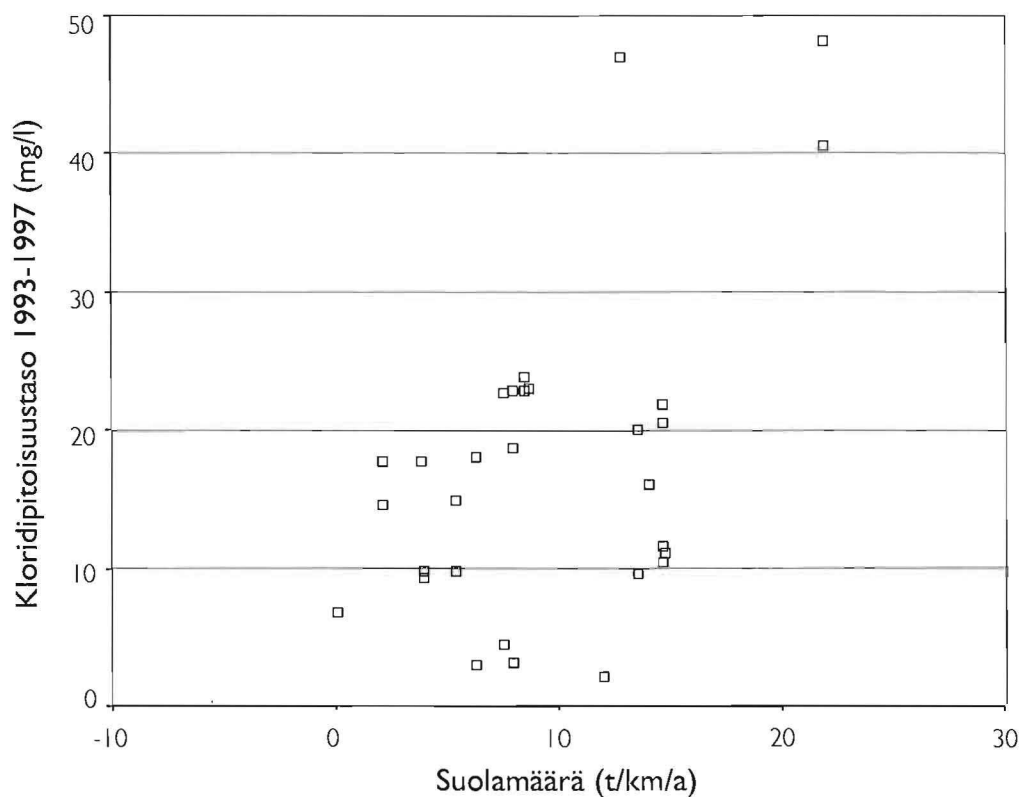
Nouseva kloridipitoisuuden trendi on 17,6 %:ssa yksittäisistä I Salpausselän seuranta pisteistä ja laskeva trendi puolestaan 8,0 %:ssa aineistosta. Pohjaveden laadun muutoksia tarkasteltiin yksityiskohtaisemmin kolmena toisistaan poikkeavana suolauskäytännön ajanjaksona niistä seurantapisteistä, joiden havaintojen määrä riitti kloridipitoisuuden trendin arviointiin. Vuosina 1983–1987, jolloin tiesuolaus oli alle 80 000 t v⁻¹, jokaisen 46 seurantapisteen kloridipitoisuuksien keskiarvoista laskettu mediaani oli 12,6 mg/l. Tänä tarkasteluajanjaksona pohjaveden kloridipitoisuus on ollut lähempänä luonnontilaisia kloridipitoisuuksia kuin seuraavina vuosina. Suurimpien tiesuolauksen vuosina 1988–1992 kloridipitoisuuksien mediaani oli 14,9 mg/l ja viimeisinä vuosina (1993–1997) 14,2 mg/l. Näiden kolmen eri suolausajanjakson kloridipitoisuuksien keskinäisessä vertailussa suurin osa yksittäisten seuranta-alueiden kloridipitoisuuksien muutoksista oli 0–10 mg/l (kuva 14).

Pääsääntöisesti pohjaveden laatu huononi maantiesuolauksen lisääntyessä. Samansuuntainen tulos saadaan vertaamalla ennen vuotta 1988 (Soveri et al., 1991) tutkittuja kloridipitoisuuksia uusimpiin tutkimustuloksiin. Pelkkiin pohjavedenotamoiden aineistoon rajattu kloridipitoisuuksien mediaani oli 15 mg/l tarkasteluajaksina (1988–1992 ja 1993–1997). Kloridipitoisuuden kasvu oli selvin alle 10 mg/l pitoisuusluokassa, jossa 29 vedenottamon kloridipitoisuuksien vuosikeskiarvojen muutos oli 5 mg/l viimeisen kymmenen vuoden aikana. Yli 10 mg/l pitoisuuksien luokissa ei havaittu selvää vuosikeskiarvojen muutosta.

Yksittäisen pohjavesialueen kloridipitoisuuden kehityksen ennustaminen on hankalaa tuntematta alueen suolaushistoriaa ja pohjavesialueen ominaisuuksia. Useilla (62 %) seuranta-alueista ei ole tiesuolauksen lisäksi selvitetty yksityiskohtaisesti muiden kloridipitoisuutta lisäävien tekijöiden osuutta pohjaveden laatuun. Tiesuolatuilla alueilla pohjaveden kloridipitoisuuksiin vaikuttavat tien hoitoluokka ja sen muutokset, suolattavan tien pituus pohjaveden muodostumisalueella, tien sijainti muodostumaan nähden ja tien etäisyys havaintopisteestä; näytteenottoajankohta ja -syvyys; muodostuman geologia, pohjaveden virtauskuva, muodost-

tumisalueen pinta-ala ja vedenoton määrä. Suolauskäytännön muutokset näkyvät nopeimmin tien lähellä seurattavista pohjaveden laadun seurantapisteistä pienillä ja ympäristöön purkavilla pohjavesialueilla, joilla suolaantuneen veden kiertokulku on nopeampaa kuin pinta-alaltaan suurilla pohjavesialueilla.

Pohjaveden kloridihavaintojen niukkuus sekä liukkaudentorjuntaan käytetyn suolamäärän puutteellinen tilastointi vaikuttivat tutkimusaineiston käsitellyn luotettavuuteen. Tämän vuoksi ei voitu tilastollisesti luotettavasti arvioida suolausmäärän muutoksen vaikutuksia pohjaveden laatuun 1980- ja 1990-luvuilla koko I Salpausselän alueelle. Tutkituilta pohjavesialueilta on käytettävissä tieosuuskohtaisia suolaustietoja vain viimeisiltä vuosilta, eikä edellisten vuosien mahdollisia tien kunnossapitoluokkien muutoksia ole dokumentoitu. Käytettävissä olevat edellisten vuosien suolausmäärien muutosta kuvaavat tiedot ovat vain kokonaisarvioita tiepiireittäin eivätkä ne korvaa tarkkoja tieosuuskohtaisia suolauksen aikasarjoja. Korrelaatiotarkastelujen (kuva 20) perusteella on kuitenkin selvää, että tiesuolauksen määrän vaihteluilla on oleellinen merkitys pohjaveden laadun muutoksiin. Liukkaudentorjuntasuolan käyttömäärien lasku 1980- ja 1990-luvun taitteen ennätysellisistä määristä tulee näkymään koko I Salpausselän alueella pohjaveden laadun yleisenä paranemisena vasta useiden vuosien kulltua aiempaa selvemman tiesuolauksen vähentämisen myötä. Tielaitoksen (Tielaitos, 1998) asettamiensa tavoitteiden mukaan talvisuolan käytön tulisi vuoteen 2003 mennessä jäädä tasolle 70 000 t/v.



Kuva 20. Tiesuolauksen (t/km/v) ja havaitun kloridipitoisuustason (mg/l) välinen korrelaatio 31 havaintopisteestä. Kloridipitoisuudet ovat koko seurantajaksolta 1993–1997 ja suolaustiedot keksiarjoja vuosien 1996 ja 1997 suolan käyttömääristä. Pearsonin korrelaatiokerroin 0,509 (**) on merkittävä 0,01 tasolla ja ei-parametrinen korrelaatiokerroin 0,379 (*) merkitsevä 0,05 tasolla.

Pohjaveden kloridipitoisuudet nousevat edelleen monella alueella. Muodostumia on suolattu monen vuoden ajan ja myös muodostumien puhdistuminen hydrologisen kierron kautta kestää vuosia. Samanlaisia päätelmiä saatiin pohjavesien matemaattisella mallinnuksella (Nystén & Hänninen, 1997), jossa yksittäisillä alueilla pohjaveden laadun muutosten todettiin kestävän joskus jopa kymmeniä vuosia, vaikka suolan pääsy pohjaveteen estettäisiinkin koko pohjaveden muodostumisalueella. Tyyppimuodostumien matemaattisen mallinnuksen (Niemi et al., 1994) perusteella pienillä pohjavesialueilla suolauksen vähentämisen vaikutukset ovat nopeamman hydrologisen kierron takia havaittavissa nopeammin kuin suurilla pohjavesialueilla. Tällaiset pohjaveden laadun muutokset näkyvät I Salpausselän aineistossa paremmin yksittäisissä havaintoalue ja -pistekohteisessa seurannassa kuin koko aineiston tilastollisessa tarkastelussa. Esimerkiksi muodostumispinta-alaltaan mediaanikokoista (3,5 km²) Salpausselkätyyppistä muodostumaa laajemmalla Joutsenonkankaan reunamuodostuman A-osa-alueella (28,1 km²) pohjaveden laatuun vaikuttavat muutokset tapahtuvat vasta vuosien viipeellä. Viimeisimpään pohjaveden laadun seurantaan perustuva Joutsenonkankaan Ilottulan (Muukon) ja Puslamäen vedenottamoiden kloridipitoisuuksien taso on jo aiemmin (de Coster et al., 1993) ennustettu nykyisillä suolausmäärillä. Näiden pohjavesimallinnusten mukaan alueen pohjaveden laatu paranee vain tiesuolauksen määrää vähentämällä.

Tämän tutkimuksen pohjavesialueille on rakennettu yhteensä noin 20 kilometriä keskimäärin 800 m pituisia teiden luiskasuojauksia. Lähivuosina suojauksia on suunniteltu rakennettavan lisää (Hänninen, 1995) kaikkien Salpausselän alueella sijaitsevien tiepiirien alueille. Rakennettujen suojausten toimivuudesta on vain vähän systemaattisesti seurattuja veden laatutietoja. Pohjavesialueen pinta-alasta, geologisesta muodostumatyyppistä, suojausmateriaalista tai -ajankohdasta riippumatta Salpausselän alueelle aiemmin rakennetut teiden luiskasuojaukset eivät ole seurannan perusteella tähän mennessä laskeneet pohjaveden kloridipitoisuuksia.

Pohjaveden kloridipitoisuuksien on epäilty nousevan luiskasuojatulla alueella tilapäisesti muutaman vuoden ajaksi rakentamisen jälkeen. Maamassojen häiriintyminen voi irrottaa vuosien aikana maaperään sitoutunutta suolaa. Tienrakennustöiden aikaan irronneen suolan on uskottu pitävän pohjaveden kloridipitoisuuksia korkeana vaikka tieltä ei enää imeytyisi uutta suolaa maaperään. Tällaista edellisten suolauskausien kloridin irtoamista ei voida kuitenkaan pitää itsestäänselvyytenä, koska luiskasuojatuilta alueelta ei ole tietävästi analysoitu maaperän suolapitoisuutta ennen suojausten rakentamista. Myös Keski-Suomesta Karstulan Miekkamäen tutkimusalueelta saadut maaperän kyllästymättömän vyöhykkeen kemiallisten analyysien tulokset osoittavat, että syksyllä 1993 ennen uutta talvisuolauskautta maaperästä ei löytynyt aiemmin levitettyä tiesuolaa (Nystén et al., 1995).

Matemaattisen mallinnuksen tulosten mukaan toimiva luiskasuojaus pitäisi rakentaa riittävän pitkälle matkalle koko pohjavesialueella kulkevalle tieosalle vedenottamolta vedenjakajalle (Nystén et al., 1995 ja Nystén & Hänninen, 1997). Nyt kootut I Salpausselän alueen kloridipitoisuuksien seurantatiedot tukevat aiemmin tehtyä päätelmää, että pelkästään vedenottamon välittömään lähietäisyyteen rakennetut teiden luiskasuojaukset estävät liian pienellä alueella tiesuolan imeytymistä pohjaveteen. Luiskasuojauksien toimivuudesta saatujen kokemusten perusteella pohjaveden laadun muutoksia tulisi seurata usean vuoden ajan pohjavesialueilla, joille on rakennettu luiskasuojaus tai joille on suunniteltu tulevaisuudessa suojausten rakentamista.

6

Jatkotoimenpiteet

Tähänastinen tiesuolauksen vähentäminen ja luiskasuojausten rakentaminen ei ole laskenut I Salpausselän pohjaveden yleistä kloridipitoisuustasoa. Pohjaveden laadun seuranta tulisi jatkaa ja tehostaa pohjavesialueilla, joilla kulkee suolattavia teitä. Tämä edellyttää tieosuuskohtaisten suolaustietojen jatkuvaa dokumentointia, pohjaveden laadun seuranta ja tietojen päivittämistä tiesuolauksen riskirekisteriin. Näitä seurantatuloksia tulisi käyttää hyväksi tiesuolan käyttömäärien optimoimiseksi ottaen samalla huomioon liikenneturvallisuuden ja pohjaveden suojelun näkökohdat.

Pohjaveden laadun tarkkailun toimenpidesuosituksen (Nystén & Hänninen, 1997) periaatteen mukaisesti pohjaveden kloridipitoisuuksia on tarpeellista seurata ja vähentää tiesuolausta alueilla, joiden riskiluku on yli 65 tai kloridipitoisuus ylittää luonnontilaisen pohjaveden tason.

- Luonnontilaista kloridipitoisuutta kuvaavana pidetty 10 mg/l raja ylittyy 64 % Salpausselän havaintopisteissä vähintään kerran koko seurannan aikana. Yli puolella alueista, joilla kulkee suolattavia teitä, ylittyy pohjavedenottamoiden maksimiriskiluku 65.
- Kloridipitoisuuden maksimiarvo jää kuitenkin 66 %:ssa seurantapisteistä alle 25 mg/l, ja näillä alueilla selvitetään ensimmäiseksi kloridipitoisuuden trendi. Jos pohjaveden kloridipitoisuudet ovat selvästi luonnontilaisista korkeampia ja pitoisuuksien trendi nouseva, pohjavesialueelle suositellaan ensimmäisinä toimenpiteinä tiesuolauksen vähentämistä ja jatkuvaa pohjaveden laadun seuranta.

Yli puolella tutkimusalueista on tiesuolauksen lisäksi myös muita mahdollisia pohjaveden kloridipitoisuutta lisääviä tekijöitä. Näillä alueilla suositellaan suolan alkuperä selvittämistä (liite 4). Tärkeimpien pohjavedessä olevien anionien (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-) ja kationien (Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) määriä voidaan verrata toisiinsa, ja meriveden tai kallioperän suolaisen veden vaikutus voidaan esimerkiksi määrittää bromidin ja kloridin suhteen (Br/Cl) perusteella (Briggs & Cross, 1995). Lisäksi isotooppimäärityksillä voidaan tutkia muinaisen meriveden osuutta veden laadusta ja mahdollisesti tiesuolan alkuperä (Rosen, 1999).

Liitteessä 3 on koottu yhteenveto niistä I Salpausselän pohjaveden havaintopisteistä, joilta eri tahot ovat tähän mennessä seuranneet pohjaveden kloridipitoisuuden kehitystä. Havaintoalueille on nykyisten seurantatulosten perusteella pyritty arvioimaan kloridipitoisuuden kehitystä kuvaava trendi. Osalla alueista ei ole pystytty selvittämään trendiä, koska seuranta-aineisto on puutteellinen. Koko 352 havaintopisteen tutkimusaineistosta valittiin eri tyyppisiltä pohjavesialueilta toimenpidesuosituksen (Nystén & Hänninen, 1997) kriteerien mukaisesti havaintopisteitä tulevaan pohjaveden laadun seurantaan (liite 3). Jatkuvaan seurantaan on ehdotettu 13 havaintopistettä, joista ainoastaan kaksi pistettä eivät ole olleet viime vuosina mukana tarkkailussa. Alueilta, joilta on niukasti kloridipitoisuustietoja, poimittiin ne havaintopisteet, joilta on tarpeen ottaa tarkistusnäytteitä. Tällaisia seurantapisteitä on (189 kpl) 54 % kaikista havaintopisteistä. Lisäksi liitteeseen 8 on listattu kloridipitoisuusluokittain ne 89 I Salpausselän vedenottamoita, joiden kloridipitoisuuden nousevaa tai laskevaa muutosta on seurattu suu-

rimpien tiesuolauksien vuosista 1988–1992 aina vuoteen 1997 asti. Liitteeseen 7 on kerätty ne 49 havaintopistettä, joista on seurattu kloridipitoisuuden muutosta kolmeen toisistaan poikkeavan suolauskäytännön ajanjaksona (1983–1987, 1988–1992 ja 1993–1997).

Pohjaveden kloridipitoisuudet voivat vaihdella samassa seurantapisteesä sekä eri näytteenotto-syvyyksissä että eri vuodenaikoina (Nystén & Hänninen, 1997). Eri vuodenaikoina otetut vesinäytteet kuvaavat paremmin pohjaveden laadussa tapahtuneita muutoksia verrattuna satunnaisesti otetuista näytteistä koottuihin aikasarjoihin. Toimenpidesuosituksen mukaisella systemaattisella seurannalla tulisi saada yleiskuva pohjaveden kloridipitoisuuksista eri tienpitotoimilla sekä luiskasuojauksen toimivuudesta alueilla, joille on rakennettu suojaus.

Teiden luiskasuojauksen toimivuuden seurantaan tarvitaan tietoja suolauksen määrästä sekä kloridihavaintoja vedenottamoilta ja oikein sijoitelluista pohjavesiputkista. Kloridipitoisuuksia tulee seurata ympäri vuoden sekä riittävän pitkän ajan ennen ja jälkeen suojauksen rakentamisen. Rakennettu suojaus ei pohjaveden kloridiseurannan perusteella aina poista pohjaveden likaantumiseriskää etenkin, jos alueen suojausta ei ole rakennettu vedenottamoalueelta koko tien kulun suunnassa vedenjakaja-alueelle asti (Nystén et al., 1995) eikä tien valumavesiä ole johdettu pois pohjavesialueelta. Tämän vuoksi myös luiskasuojatuilla alueilla tulisi vähentää suolausta ja tehdä riskinarviointia.

Tulevaisuudessa tienpidon aiheuttamaa riskin arviointimenetelmää kehitettäessä pitäisi myös kallioperän ruheisuus mainita erikseen virtausolosuhteisiin vaikuttavana tekijänä. Lisäksi jatkossa pölynsidontasuolauksen (esim. soratiet, urheilukentät ja raviradat ja sorakuopat) alueet tulisi järjestelmällisesti kirjata riskinarvioinnissa lisätietona kloridipitoisuuteen vaikuttaviin tekijöihin.

Kirjallisuus

- Coster, A. de, Granlund, K. & Soveri, J. 1993. Tiesuolan pohjavesivaikutusten mallintaminen Joutsenonkankaalla. Helsinki, Tielaitos. 53 s., liitteitä (32 s.). Tielaitoksen selvityksiä 33/1993. ISBN 951-47-7661-5, ISSN 0788-3722, TIEL 3200158.
- Coster, A. de, Granlund, K. & Soveri, J. 1994. The effects of road salting on a glacio-fluvial aquifer in Finland – a model approach. IAHS Publication No. 222, s. 19–30. ISBN 0-947571-09-4.
- Gustafsson, J. 1999a. Maantiesuolan riskit pohjavesille. Ympäristö 1/99. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 1999, s. 22. ISSN 1237-0711.
- Gustafsson, J. 1999b. Tiesuolauksen riskikartoitus pohjavesialueilla – valtakunnallinen yhteenveto. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. (Julkaisu valmisteilla.)
- Gustafsson, J. & Oinonen, T. 1998 The risk assessment of road salting and water quality monitoring. In: Deicing and dustbinding – risk to aquifers. Proceedings of an International Symposium, Helsinki, Finland, Oct 14-16. NHP Report No. 43. Helsinki 1998. P. 119–131. ISBN 952-11-0348-5, ISSN 0900-0267.
- Granskog, T. & Rimpiläinen, A. 1998. A study of groundwater areas along public roads in Uusimaa region, Finland. Proceedings of an International Symposium, Helsinki, Finland, Oct 14–16. NHP Report No. 43. Helsinki 1998. P. 215–221. ISBN 952-11-0348-5, ISSN 0900-0267.
- Granlund K., & Nystén, T. 1998. The effects of road salt on the Miekkamäki aquifer in Central Finland – simulation by a two-dimensional groundwater model. In: Deicing and dustbinding – risk to aquifers. Proceedings of an International Symposium, Helsinki, Finland, Oct 14–16. NHP Report No. 43. Helsinki 1998. P. 193–200. ISBN 952-11-0348-5, ISSN 0900-0267.
- Hänninen, T. 1995. Tielaitoksen luiskasuojaukset. Helsinki. Tielaitos, Kehittämiskeskus. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 52/1995. 45 s. TIEL 4000124.
- Hänninen, T., Kivimäki, A-L., Liponkoski, M. & Niemi, A. 1994. Tiesuolauksen vaikutus tärkeillä pohjavesialueilla. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 70/1994. 37 s. TIEL 4000102.
- Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy. 1995. Valtatie 12 vaikutus pohjaveteen, Hollola, Kukonkoivu, Tarkkailuraportti. 19.4.1995. Tielaitos, Hämeen tiepiiri, Hollolan–Lahden vesilaitoskuntayhtymä. 4 s., 3 liitettä. Työ 9648.
- Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy. 1996. Valtatie 12 vaikutus pohjaveteen, Hollola, Kukonkoivu, Tarkkailuraportti vuodelta 1995. 14.3.1996. Tielaitos, Hämeen tiepiiri, Hollolan-Lahden vesilaitoskuntayhtymä. 4 s., 3 liitettä. Työ 9648.
- Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy. 1997. Valtatie 12 vaikutus pohjaveteen, Hollola, Kukonkoivu, Tarkkailuraportti vuodelta 1996. 12.3.1997. Tielaitos, Hämeen tiepiiri, Hollolan-Lahden vesilaitoskuntayhtymä. 6 s., 4 liitettä. Työ 9648.
- Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy. 1998. Valtatie 12 vaikutus pohjaveteen, Hollola, Kukonkoivu, Tarkkailuraportti vuodelta 1997. 23.3.1998. Tielaitos, Hämeen tiepiiri, Hollolan-Lahden vesilaitoskuntayhtymä. 6 s., 4 liitettä. Työ 9648.
- Kivimäki, A-L. 1994a. Road salting and groundwater – a risk assessment model. NHP-rapport nr. 35, s. 129-141. ISBN 82-12-00319-1, ISSN 0900-0267.
- Kivimäki, A-L. 1994b. Road salting and groundwater – result of the national risk assessment project. Suomen Akatemian julkaisuja 4/94, s. 47-54. ISBN 82-12-00319-1, ISSN 0900-0267.
- Kling, T., Niemi, A. & Pirhonen, V. 1993. Tiesuolan pohjavesivaikutukset – kulkeutumismekanismien moni-ilmiömallinnus. Tielaitoksen selvityksiä 65/1993. ISSN 0788-3722, ISBN 951-47-8114-7, TIEL 3200190.
- Korkka-Niemi, K., Sipilä, A., Hatva, T., Hiisvirta, L., Lahti, K. & Alfthan, G. 1993. Valtakunnallinen kaivovesitutkimus; Talousveden laatu ja siihen vaikuttavat tekijät. Helsinki. Sosiaali- ja terveysministeriön selvityksiä 2/93, Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja – sarja A, nro 146, 110 s. + liitt. 115 s. ISBN 951-47-7382-9 ja 951-47-7567-8, ISSN 1236-2115 ja 0786-9592.
- Lahermo, P., Ilmasti, M., Juntunen, R. & Taka, M. 1990. Suomen geokemian atlas, osa 1, Suomen pohjavesien hydrogeokemiallinen kartoitus. Espoo 1990. Geologian tutkimuskeskus. 66 s. ISBN 951-690-356-8, ISSN 051-690-374-6.

- Niemi, A. 1998. Modeling of chloride transport in aquifers due to salt from highway de-icing – representative example conditions in Finnish aquifers. In: Deicing and dustbinding – risk to aquifers. Proceedings of an International Symposium, Helsinki, Finland, Oct 14-16. NHP Report No. 43. Helsinki 1998. P. 173–186. ISBN 952-11-0348-5, ISSN 0900-0267.
- Niemi, A., Kling, T., Vaittinen, T., Vahanne, P., Kivimäki, A-L. & Hatva, T. 1994. Tiesuolauksen pohjavesivaikutusten simulointi tyyppimuodostumissa. Tielaitoksen selvityksiä 66/1994. ISSN 0788-3722, ISBN 951-726-013-X, TIEL 3200275.
- Nystén, T., 1998a. Teiden liukkaudentorjunta ja pohjavedet. YmpäristöSYKE 1/98. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 1998, s. 5–7. ISSN 1455-2175.
- Nystén, T. 1998b. Tiesuolan pohjavesihaittojen torjuntakeinoista. Ympäristö ja Terveys 9-103/1998, s. 55–58. ISSN 0358-3333.
- Nystén, T. 1998c. Transport processes of road salt in Quaternary formations. In: Deicing and dustbinding – risk to aquifers. Proceedings of an International Symposium, Helsinki, Finland, Oct 14-16. NHP Report No. 43. Helsinki 1998. P. 31–40. ISBN 952-11-0348-5, ISSN 0900-0267.
- Nystén, T., Granlund, K., Kivimäki, A-L. & Tuominen, S. 1995. Tiesuolan pohjavesivaikutusten mallintamistutkimukset Miekkamäen alueella. Tielaitoksen selvityksiä 29/1995. ISSN 0788-3722, ISBN 951-726-067-9, TIEL 3200307.
- Nystén, T. & Hänninen, T. 1997. Tiesuolan pohjavesihaittojen vaikutuksista ja torjuntakeinoista. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. 55 s. Suomen ympäristö 57. ISBN 952-11-0083-4, ISSN 1238-7312.
- Nystén, T. & Kivimäki, A-L. 1995. Aquifers contaminated by road salting in Finland. Julk: IAH International Congress XXVI, Solutions'95, June 4–10, 1995, Edmonton, Alberta, Canada.
- Nystén, T. & Suokko, T. 1998 (toim.). Proceedings of an International Symposium, Helsinki, Finland October 14–16, 1998. Nordic Hydrological Programme, NHP Report No. 43. Helsinki 1998. Symposium, Helsinki, Finland, Oct 14–16. 269 s. ISBN 952-11-0348-5, ISSN 0900-0267.
- Oy Vesi Hydro Ab. 1994. Herajoen pohjavesilaitos, suolapitoisuustarkastelu. 31.8.1994. Riihimäen kaupunki. 8 s., 1 liite.
- Rosen, J. 1999. Chlorine isotopes in road salt. University of Waterloo, Canada. (Pro gradu tekeillä).
- Sosiaali- ja terveysministeriö, Suomen Kuntaliitto & Vesi- ja viemärlaitos. 1994. Soveltamisopas sosiaali- ja terveysministeriön päätökseen talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista. Helsinki, Vesi- ja viemärlaitosyhdistys. 20 s + liitteitä (37 s.). ISBN 952-5000-00-1.
- Soveri, J., & Vesterinen, J. 1990. Effects of road salting on ground water quality in Salpausselkä area in southern Finland. Nordisk hydrologisk konferens, Kalmar 1990.
- Soveri, J., de Coster, A. & Vesterinen, J. 1991. Tiesuolauksen vaikutus pohjaveteen Salpausselän alueella. Helsinki. Tielaitos, Tiehallitus. Tielaitoksen selvityksiä 21/1991, 44 s. + liitt. 19 s. ISSN 0788-3722, ISBN 951-47-4389-X, TIEL 3200020.
- Soveri, J. & Peltonen, K. 1998. Pohjaveden laatu. Ympäristö 1/98. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 1999, s. 18. ISSN 1237-0711.
- Soveri, J., Peltonen, K. & Mäkinen, R. 1999. Pohjaveden korkeuden ja laadun vaihteluista Suomessa 1975–1999. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. (Julkaisu valmisteilla)
- Tielaitos. 1995. Teiden talvihoido, Talvihoidon toimintalinjat 1996–. Tielaitos. Kunnossapidon ohjaus. 19 s. ISBN 951-726-097-0, TIEL 2230014.
- Tielaitos. 1998. Tielaitoksen toiminta- ja taloussuunnitelma 2000-2003. Tiehallinto, Tie- ja liikenneolojen suunnittelu. Helsinki. Tielaitos, 1998. 39 s.
- Tielaitos & Suomen ympäristökeskus. 1998. Tieriskirekisteri, Käyttöohje. 1.6.1997. 34 s + 8 liitettä.
- Tuominen, P. 1992. Tiesuolauksen vaikutus pohjaveteen Keski-Suomessa. Helsinki, vesi- ja ympäristöhallitus. 118 s. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 423. ISBN 951-47-6407-2, ISSN 0783-3288.
- Tuominen, P. 1994. Tiesuolauksen vähentämisen vaikutus harjupohjaveden suolapitoisuuksiin Keski-Suomessa. Helsinki, vesi- ja ympäristöhallitus. 47 s. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 629. ISBN 951-53-0055-X, ISSN 0783-3288.

- Uudenmaan tiepiiri, 1998a. Uudenmaan yleisten teiden pohjavesisuojauskset. Tielaitos. 16 karttaa.
- Uudenmaan tiepiiri 1998b. Uudenmaan yleisten teiden ympäristön tila, POHJAVESI. Tielaitos. 52 s. ISBN 951-726-434-8.
- Vallius, P., Tiljander, M. & Horppila, H. 1999. Talvisuolauksen ja vaarallisten aineiden kuljetusten aiheuttamat riskit pohjavedelle Kaakkois-Suomen tiepiirin alueella. (Julkaisu valmisteilla)
- Yli-Kuivila, J., Kivimäki, A-L. & Kinnunen, T. 1993. Tiesuolaus ja pohjavedet, Nykytilan selvitys. Helsinki, Tielaitos. 67 s + liitteitä (11 s.). Tielaitoksen selvityksiä 49/1993. ISBN 951-47-7691-7, ISSN 0788-3722, TIEL 3200174.

Liite 1. Tutkimusalueet (84 kpl) ja havaintopisteet kunnittain (352kpl). Lyhenteiden selitykset: pohjavesialueen luokka (Luokka; I, II ja III), muodostuman geologinen tyyppi (Muod.tyyppi), pohjavesialueen kokonaispinta-ala (km²) ja muodostumispinta-ala (km²) sekä maksimiriskiluku (MRL). Muodostumatyypit ovia I) matalaan veteen kerrostunut ympäristöön vettäpurkava pitkittäisharju, IIA) syvään veteen kerrostunut ympäristöön purkava pitkittäisharju, IIB) syvään veteen kerrostunut ympäristöön vettäkeräävä pitkittäisharju, III) Pohjanmaan tyyppinen pitkittäisharju, IV) Salpausselkätyyppinen reunamuodostuma ja EL) on muodostuma, joka eivät sovi geologialtaan mihinkään edellä mainituista (julkaisussa Hänninen et al., 1994 kuvatuista) teoreettisista tyyppimuodostumista.

Pohjavesialueet

Kunta	Pohjavesialue		Luokka	Muod.tyyppi	Pinta-ala (km ²)		MRL
					koko alue	muod.alue	
Anjalankoski	0575401	Kaipiainen	I	IV	4,58	3,39	94
	0575404	Takamaa	I	IIA	2,76	1,14	
	0575406	Tehtaanmäki	I	EL	0,56		49
	0575452	Selkäharju-Pajari	II	IV	6,38	4,78	46
Elimäki	0504401	Elimäen kirkonkylä	I	IIA	1,13	0,76	60
	0504405 A	Nappa A	I	EL	2,27	0,81	64
	0504405 B	Nappa B	I	EL	2,21	0,86	68
	0504407	Mettälä	I	IIA	2,01	1,00	
Hanko	0107801	Hanko	I	IV	12,80	10,51	99
	0107802	Sandö-Grönvik	I	IV	14,53	11,70	94
	0107803	Isolähde	I	IV	7,50	6,93	92
	0107804	Lappohja	I	IV	2,10	1,70	83
Hausjärvi	0408601	Oitti	I	IV	4,00	1,55	62
	0408602	Hausjärvi	I	I	10,38	6,61	65
	0408603	Kuru	I	IV	20,05	15,19	67
	0408651	Somervuori	I	I	2,18	1,12	
Hollola	0409851	Kukkonkoivu-Hatsina	I	IV	61,20	48,30	62
	0409852	Salpakangas	I	IV	14,27	9,49	76
Hyvinkää	0110653	Noppo	I	IIA	4,57	1,76	68
	0110602	Hyvinkäänkylä	I	IV	5,75	3,18	75
	0110651	Hyvinkää	I	IV	34,78	22,54	77
Hämeenkoski	0428351	Ilola-Kukkolanharju	I	I	7,89	4,64	66
Iitti	0514201	Kausala	I	IV	1,48	0,77	82
	0514202	Tillola	I	IV	5,83	3,03	78
	0514203	Ruokosuo	I	IIA	3,37	1,91	
	0514205	Arola	I	IV	2,67	0,77	
Imatra	0515301	Teppanala	I	EL	4,63	1,01	
	0515351	Vesioronkangas	I	IV	10,30	8,60	79

Kunta	Pohjavesialue		Luokka	Muod.tyyppi	Pinta-ala (km ²)		MRL
					koko alue	muod.alue	
Joutseno	0517301	Tiuruniemi	I	IV	15,30	11,60	73
	0517302	Ukonhauta	I	IV	15,30	12,20	99
	0517351 A	Joutsenonkangas A	I	IV	33,49	28,11	89
Karjaa	0122001 B	Karjaa B	I	IV	2,89	1,79	82
	0122001 C	Karjaa C	I	IV	1,55	0,81	64
	0122051 A	Meltola-Mustio A	I	IV	4,53	2,48	88
	0122051 B	Meltola-Mustio B	I	IV	6,08	3,94	
	0122051 C	Meltola-Mustio C	I	IV	3,18	1,93	
Kesälähti	0724801	Pitkälampi	I	IV	5,26	4,70	49
Kouvola	0528601	Tornionmäki	I	IV	4,36	2,94	87
Kärkölä	0431601 A	Järvelä A	I	IIA	6,12	3,64	72
	0431603	Marttila-Hongisto	I	IIA	3,40	2,00	55
Lahti	0439801	Lahti	I	IV	37,48	12,57	92
	0439802	Renkomäki	I	I	6,63	2,01	91
	0439851	Kunnas	I	IIB	2,85	1,58	81
	0439852	Takkula	I	IV	0,62	0,33	68
Lappeenranta	0540501 A	Huhtiniemi A	I	IV	11,78	9,59	79
	0540505	Kärki	II	IV	7,97	5,88	48
Lohja	0142851 A	Lohjanharju A	I	IV	14,44	3,99	97
	0142851 B	Lohjanharju B	I	IV	15,46	7,93	85
Luumäki	0544101	Taavetti	I	IV	5,20	4,00	95
	0544103	Kaunisranta	I	IV	0,54	0,38	96
	0544104	Uro	I	IV	1,16	0,75	70
	0544105	Somerharju	II	IV	10,69	8,14	44
	0544116	Pukinkangas	II	IV	4,51	3,25	
	0544117 A	Tolpankangas A	II	IV	3,57	2,68	
Nastola	0453251	Villähde	I	IV	3,02	1,39	76
	0453252 A	Nastonharju-Uusikylä A	I	IV	8,40	6,20	86
	0453252 B	Nastonharju-Uusikylä B	I	IV	11,87	5,95	74
Nurmijärvi	0154301	Valkoja	I	IV	6,90	1,96	97
	0154302	Lepsämä	I	IIB	3,88	1,09	
	0154305	Teilinummi	I	IIB	1,59	1,15	81
	0154306	Nukari	I	IIB	2,02	1,19	65
	0154307	Nummenpää	I	IV	7,62	1,33	64
	0154351	Rajamäki	I	IV	17,13	12,32	82
	0154352	Kiljava	I	IV	16,90	14,70	70
Parikkala	0558001 A	Likolampi A	I	I	2,71	1,49	75
	0558002	Särkisalmi	I	IIA	1,68	0,71	73
	0558003	Aatunniemi	I	IIA	1,56	0,95	
	0558051	Simpele	I	IV	8,42	7,06	62

Kunta	Pohjavesialue		Luokka	Muod.tyyppi	Pinta-ala (km ²)		MRL
					koko alue	muod.alue	
Pohja	0160601	Pohjan keskusta	I	EL	1,45	0,00	62
	0160651	Ekerö	I	IV	10,31	7,37	80
Rautjärvi	0568901	Laikko	I	IV	20,98	16,04	47
	0568902 A	Tulilampi A	I	IIA	1,11	0,75	
Riihimäki	0469451	Herajoki	I	I	8,95	2,44	71
Ruokolahti	0570002 A	Oritlampi A	I	IV	0,68	0,55	70
Tammisaari	0183503	Dalkulla	I	EL	0,82	0,00	
	0183511	Snappertuna	I	EL	0,11	0,00	
	0183527	Undermalm	I	IV	0,59	0,36	
	0183551	Björknäs	I	IV	5,31	3,84	90
Tammisaari (Tenhola)	0183530	Skogby	I	IV	3,82	3,06	
Valkeala	0590905	Jokela	I	IV	0,81	0,43	
	0590906	Utti	I	IV	22,70	15,40	86
Vihti	0192701	Otalampi	II	IV	0,23	0,09	
	0192704	Isolähde	I	IV	5,25	3,50	82
	0192755	Nummenkylä- Nummelanharju	I	IV	12,98	9,28	90

Liite 2. Ensimmäisen Salpausselän tutkimuksessa mukana olevien pohjavesialueiden lukumäärä kunnittain, näiden samojen kuntien alueella sijaitsevien pohjavesialueiden kokonaislukumäärä ja I Salpausselän tutkimuksen pohjavesialueiden lukumäärän %-osuus kunnissa sijaitsevien kaikkien pohjavesialueiden määrästä.

Sijainti- kunta	Mukana aineistossa ¹			Kaiken kaikkiaan ²			Kaiken kaikkiaan-% ³		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Anjalankoski	3	I		10	5	17	30 %	20 %	0 %
Elimäki	3			6	3	11	50 %	0 %	0 %
Hanko	4			6	1		67 %	0 %	
Hausjärvi	4			6	3	12	67 %	0 %	0 %
Hollola	2			9	8	7	22 %	0 %	0 %
Hyvinkää	3			7	7	12	43 %	0 %	0 %
Hämeenkoski	2			2	3	7	100 %	0 %	0 %
Iitti	3	I		12	5	14	25 %	20 %	0 %
Imatra	2			4	2	4	50 %	0 %	0 %
Joutseno	3			4	4	7	75 %	0 %	0 %
Karjaa	2			6	1	4	33 %	0 %	0 %
Kesälahti	1			3	17	10	33 %	0 %	0 %
Kouvola	1			1		3	100 %		0 %
Kärkölä	2			6	1	2	33 %	0 %	0 %
Lahti	4			4	1	3	100 %	0 %	0 %
Lappeenranta	1	I		6	4	25	17 %	25 %	0 %
Lohja	1	I		7	2	4	14 %	50 %	0 %
Luumäki	3	3		7	3	53	43 %	100 %	0 %
Nastola	2			3	3	12	67 %	0 %	0 %
Nurmijärvi	7			10	4	10	70 %	0 %	0 %
Parikkala	3			4	4	17	75 %	0 %	0 %
Pohja	1			7	1	3	14 %	0 %	0 %
Rautjärvi	2			2	6	13	100 %	0 %	0 %
Riihimäki	1			2		5	50 %		0 %
Ruokolahti	1			2	7	36	50 %	0 %	0 %
Tammisaari	5			6	2	8	83 %	0 %	0 %
Valkeala	3			10	10	32	30 %	0 %	0 %
Vihti	2	I		9	8	16	22 %	13 %	0 %
	71	8	0	161	115	347	44 %	7 %	0 %

1. Aineistossa mukana olevien I, II ja III luokan pohjavesialueiden lukumäärät.

2. Kuntien alueella sijaitsevien pohjavesialueiden lukumäärät Britschgi & Gustafsson (1996) mukaan.

3. Aineistossa mukana olevien pohjavesialueiden lukumäärän suhde kunnassa kaiken kaikkiaan sijaitsevien pohjavesialueiden lukumäärään.

Liite 3. Tutkimusaineiston 352 seurantapisteen kloridipitoisuuksien tilastollisia tunnuslukuja, vedenottamoiden maksimiriskilukuja, pohjaveden kloridilähteitä, luiskasuojausten rakennusvuosi ja kloridipitoisuuden yleinen trendi tutkimuspisteittäin.

SELITTEET LIITTEEN 3 TAULUKON MERKINNÖILLE

Havaintopisteen tyyppi

Vo	vedenottamo
Lä	lähde
Hp	havaintoputki
VoK	vedenottamon kaivo
Ka	yksityinen kaivo

Cl-pitoisuuteen vaikuttava toiminta

A	asutus
T	teollisuus
K	kaatopaikka
S	suola- ja suolahiekkavarasto (nykyinen tai poistettu)
L	lumenkaatopaikka
Li	Litorinameri-vaiheen vaikutus
Ma	maa-aineksen ottoalue
MaK	maa-aineksen kaatopaikka
Me	meriveden vaikutus
Mu	muu syy
ET	alueella ei ole tiedossa muita todennäköisiä kloridilähteitä kuin tie

Cl-trendi

↑	voimakkaasti nouseva trendi
↗	nouseva trendi
→	ei havaittavissa nousua tai laskua
↘	laskeva trendi
↓	voimakkaasti laskeva trendi
—	havaintojen määrä ei riitä trendin arviointiin

Seuranta

TN	suositellaan tarkistusnäytteiden ottamista
JS	alueelle suositellaan jatkettavan tai aloitettavan seuranta
AP	suolan alkuperän selvitys tai erottelu puuttuu
HEVY	Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri (nykyisin Uudenmaan ympäristökeskus)
KV	Kymenlaakson vesi Oy
LV	Lahti vesi Oy
NV	Nurmijärven vesi Oy
SYKE	SYKEN pohjavesiasema
TIEL	Tielaitos
UTP	Uudenmaan tiepiirien erityisseurantakohde

Havaintopisteet ja niitä kuvaavat tunnusluvut

Kunta	Pohjavesialue	Havaintopiste	Hp-tyyppi	MRL	Mahdolliset Ci-lähteet	Suojaus	Ci-trendi	Seuranta	Ajanjakso	n	Min	Maks	Ka
Anjalankoski													
	0575401	Kaipiainen											
		Kaipiainen	Vo	94	A, T, K, S		↓	JS	18.2.1981-12.7.1994	51	5	46	37,9
		Lähde 13	Lä		ET		—	-	1.1.1990-1.1.1990	2	16	18	17,0
		Raision lateksi Oy (hp 1)	Hp		ET		↓	-	20.9.1989-28.10.1993	4	8	23	14,0
		Raision lateksi Oy (hp 17)	Hp		ET		→	-	20.9.1989-28.10.1993	4	7,2	9,5	8,1
		Raision lateksi Oy (hp 19)	Hp		ET		→	-	20.9.1989-28.10.1993	4	3,8	6,2	5,2
		Raision lateksi Oy (hp 2)	Hp		ET		→	-	26.5.1992-28.10.1993	3	12	15	14,0
		Raision lateksi Oy (hp 3)	Hp		ET		→	-	20.9.1989-28.10.1993	4	7,2	10	8,6
	0575404	Takamaa											
		Takamaa	Vo		ET		—	-	11.6.1996-11.6.1996	1	1	1,0	
	0575406	Tehtaanmäki											
		Tehtaanmäki (varavo)	Vo	42	A, T		—	TN	11.6.1996-11.6.1996	1	11	11	11,0
	0575452	Selkähärju-Pajari											
		HP 2 441 67	Hp		ET		—	TN	20.6.1994-20.6.1994	1	37	37	37,0
		HP 3 754 01	Hp		ET		→	-	21.6.1994-13.9.1994	2	1,7	2,1	1,9
Elimäki													
	0504401	Elimäen kirkonkylä											
		Kirkonkylä (varavo), kaivo 1	VoK	60	A, T, Mu		↘	AP, TN	15.2.1982-31.5.1989	7	12	46	33,7
		Kirkonkylä (varavo), kaivo 2	VoK	60	A, T, Mu		↓	AP, TN	15.2.1982-31.5.1989	8	5	44	30,6
	0504405 A	Nappa A											
		Nuuttila (ei käytössä)	Vo	64	A, T, S, Mu		→	AP, TN	1.1.1980-1.1.1987	8	3	13	8,9
	0504405 B	Nappa B											
		Ravirata (varavo)	Vo	68	A, T, K, S, Mu		↓	AP, TN	17.2.1986-21.11.1994	17	17	51	29,1
	0504407	Mettälä											
		Mettälä	Vo		ET		→	-	18.5.1992-19.11.1996	7	2,5	5,3	3,4
Hanko													
	0107801	Hanko											
		Ampumarata	Vo	61	A, Mu		↓	TN	1.1.1984-11.9.1996	7	11	36	23,4
		Furunäs (ei käytössä)	Vo	99	A, T, K, Ma, Me		→	-	1.1.1973-1.1.1988	4	8	15	11,8
		Hopearanta	Vo	85	Me		→	AP, JS	1.1.1967-31.7.1996	20	10	202	38,8
		Mannerheimintie	Vo	61	Me		→	AP, TN	1.1.1967-16.10.1996	18	9	150	28,8

Kunta	Pohjavesialue	Havaintopiste	Hp-tyyppi	MRL	Mahdolliset CI-lähteet	Suojaus	CI-trendi	Seuranta	Ajanjakso	n	Min	Maks	Ka
Hanko	0107802	Sandö-Grönvik Santalanranta	Vo	94	Me		→	AP, JS	31.12.1970-10.1.1996	65	6	280	33,9
	0107803	Isolähde	Vo	92	Ma, Me, Mu		→	TN, UTP	20.1.1988-11.9.1996	26	2	19	9,3
		Isolähde (tiepiirin hp T5)	Hp		Me, Mu		→	TN, UTP	27.10.1992-4.6.1997	11	3,4	17	11,1
		Koverhar	Vo		Me		↑	AP, TN	1.1.1972-1.1.1982	4	25	70	38,5
	0107804	Lappohja Lappohja	Vo	82	A, Me		→	AP, TN	31.12.1973-16.10.1996	17	2	104	10,8
Hausjärvi	0408601	Oitti Oitti (varavo)	Vo	62	ET		→	-	1.1.1970-1.1.1982	3	17	20	18,3
	0408602	Hausjärvi Piirivuori	VoK	64	ET		→	-	20.5.1977-3.10.1989	9	7	15	9,1
		Piirivuori (kaivo 1)	VoK		ET		↗	TN	1.3.1977-15.11.1988	8	7	12	8,4
		Piirivuori (kaivo 2)	VoK		ET		↘	TN	1.3.1977-8.12.1997	34	6	26	10,9
		Piirivuori (kaivo 3)	VoK		ET		↘	-	1.3.1977-8.12.1997	29	6	17	10,1
		0408603	Kuru Hikiä (tekopohjavesi)		Vo	67	ET		↘	TN	1.1.1977-16.11.1993	3	4
	0408651	Somervuori Ryttylä	Vo	50	ET		→	TN	1.1.1977-12.11.1996	11	1	46	9,1
Hollola	0409851	Kukonkoivu-Hatsina Hp 1 (Tiel vt12)	Hp	60	T	1992, 1995-96	→	TIEL	9.9.1993-19.12.1997	17	2,3	9,1	3,9
		Hp 13 (Tiel vt12)	Hp		T	1992, 1995-96	→	TN, TIEL	28.9.1994-19.12.1997	14	60	228	123,6
		Hp 14 (Tiel vt12)	Hp		T	1992, 1995-96	↗	TN, TIEL	28.9.1994-19.12.1997	15	10	400	134,5
		Hp 2 (Tiel vt12)	Hp		T	1992, 1995-96	↗	TN, TIEL	9.9.1993-19.12.1997	17	5,5	20	16,4
		Hp 3 (Tiel vt12)	Hp		T	1992, 1995-96	↑	TN, TIEL	9.9.1993-19.12.1997	17	1,8	150	34,8
		Hp 4 (Tiel vt12)	Hp		T	1992, 1995-96	↑	TN, TIEL	9.9.1993-19.12.1997	17	2,3	180	33,6
		Korpikylä, puronhaara K-10 Lä (Tiel vt12)	Lä		T	1992, 1995-96	↗	JS, TIEL	31.1.1994-19.12.1997	16	25	67	43,1
		Korpikylä, puronhaara Lä 1 (Tiel vt12)	Lä		T	1992, 1995-96	↗	TN, TIEL	31.1.1994-19.12.1997	16	7,4	20	13,8
		Korpikylä, puronhaara Lä 2 (Tiel vt12)	Lä		T	1992, 1995-96	→	TIEL	17.5.1995-19.12.1997	11	2,9	8,5	5,4
		Korpikylä, puronhaara Lä 3 (Tiel vt12)	Lä		T	1992, 1995-96	→	TIEL	17.5.1995-19.12.1997	11	9,7	13	11,0
		Ruoppa	Vo		T	1992, 1995-96	→	TN	1.1.1971-1.1.1985	3	0	3	1,0
		Salaojakaivo, tien eteläpuoli (Tiel vt12)	T		1992, 1995-96	↑	JS, TIEL	2.5.1994-5.5.1995	3	86	178	128,0	
		Salaojakaivo, tien pohjoispuoli (Tiel vt12)	T		1992, 1995-96	↗	JS, TIEL	2.5.1994-19.12.1997	15	29	236	107,3	

Kunta	Pohjavesialue	Havaintopiste	Hp-tyyppi	MRL	Mahdolliset CI-lähteet	Suojaus	CI-trendi	Seuranta	Ajanjakso	n	Min	Maks	Ka	
Hollola	0409852	Salpakangas	Salpa-Mattila	Vo	76	A, MaK, T	1992	→	TN	1.1.1982-1.1.1983	2	7	10	8,5
			Tiilijärvi	Vo	70	A	1992	→	TN	1.1.1967-1.1.1983	4	0	3	1,8
Hyvinkää	0110653	Noppo												
		ALKO Noppo	Vo			A	1989, 1992	↗	TN, HEVY	1.1.1966-1.1.1989	21	3	26	12,8
	0110602	Hyvinkäänkylä												
		Hyvinkäänkylä	Vo	75		A, T, Ma		→	TN	31.12.1984-16.11.1993	17	3	35	14,5
	0110651	Hyvinkää												
		Erkylä	Vo	68		Mu		↗	TN	31.12.1984-16.11.1993	32	3	18	8,5
		Sveitsi	Vo	77		A		↘	TN	1.1.1984-16.11.1993	16	6	23	17,3
Hämeenkoski	0428351	Ilola-Kukkolanharju	Ilolanharju (Kirkonkylä)	Vo			ET	→	TN	1.1.1977-19.3.1992	3	6,9	13	9,6
			Ojastemäki	Vo	73		ET	—	TN	19.3.1992-19.3.1992	1	3,4	3,4	3,4
Iitti	0514201	Kausala												
		Kausala (Ravilinna)	Vo	82		S, Mu		↑	AP, TN	1.1.1970-1.1.1987	4	11	37	30,0
	0514202	Tillola												
		Myllytöyry	Vo	78		T, L, S		→	TN	1.1.1977-22.7.1997	37	14	145	23,3
	0514203	Ruokosuo												
		Ruokosuo	Vo			ET		→	-	4.2.1992-19.11.1996	14	2,7	7,2	3,7
	0514205	Arola												
		Arolahti	Vo			ET		→	-	18.2.1992-11.9.1996	13	5,4	13	8,9
Imatra	0515301	Teppanala												
		Ovako Steel	Vo			ET		→	TN	13.2.1996-13.5.1996	2	18	19	18,5
	0515351	Vesioronkangas												
		Hiekkoinlahti	Vo	79		A, T, K, Ma	1996	→	TN	6.2.1996-10.9.1996	3	6,9	7,2	7,1
		Rajavartiosto	Vo	77		A, T, K, Ma	1996	→	TN	1.1.1970-27.11.1996	29	2	6	4,2
Joutseno	0517301	Tiuruniemi												
		Korvenkylä	Vo	69		T		↗	TN	1.1.1967-20.5.1992	26	3	8	5,7
		Pohjavesiputki KASI	Hp			ET		—	TN	9.12.1996-9.12.1996	1	46	46	46,0
		Rauhan sairaala	Vo	73		A, K, Ma		→	-	1.1.1967-20.5.1997	17	5,4	10,2	7,1

Kunta	Pohjavesialue	Havaintopiste	Hp-tyyppi	MRL	Mahdolliset CI-lähteet	Suojaus	CI-trendi	Seuranta	Ajanjakso	n	Min	Maks	Ka
Joutseno	0517301	Tiurun sairaala	Vo	73	A, K, Ma		→	-	1.1.1967-20.5.1997	17	1,9	8	3,5
	0517302	Ukonhauta											
		Myllypuro	Vo	80	T, S, Ma		→	-	30.7.1991-5.11.1996	8	1,7	5	3,3
		Pohjavesiputki KAS2	Hp		ET		—	-	9.12.1996-9.12.1996	1	1,3	1,3	1,3
	0517351 A	Joutsenonkangas A											
		Ahvenlampi (varavo)	Vo	89	T, K, S, A		↑	TN	1.1.1971-20.3.1996	20	5	28	13,8
		Honkalahti	Vo	79	A, T, K		→	-	1.1.1967-19.8.1991	25	9	20	15,6
		Ilottula (Muukko)	Vo	89	T, K, Ma		↑	JS	1.1.1977-15.4.1997	30	2	17	9,7
		Joutseno pulpin vo	Vo	87	ET		→	-	6.3.1990-11.5.1992	7	13	18	14,7
		Kaivo 1	Ka		ET		↘	TN	23.9.1991-2.12.1992	4	18	33	25,5
		Kaivo 2	Ka		ET		→	TN	10.6.1992-2.12.1992	3	30	33	31,0
		Kaivo 3	Ka		ET		↘	TN	10.6.1992-2.12.1992	3	8	24	13,7
		Kaivo 4	Ka		ET		→	TN	18.4.1991-2.12.1992	5	15	30	24,4
		Kaivo 5	Ka		ET		→	-	10.6.1992-2.12.1992	3	3	4	3,7
		Lähde 1	Lä		ET		→	-	1.1.1990-14.9.1992	7	0	2	1,1
		Lähde 2	Lä		ET		→	-	10.6.1992-2.12.1992	3	11	12	11,7
		Lähde 3	Lä		ET		→	-	1.1.1990-14.9.1992	6	0	1	0,4
		Lähde 4	Lä		ET		—	-	14.9.1992-14.9.1992	1	3	3	3,0
		Lähde 5	Lä		ET		—	-	1.1.1990-1.1.1990	1	2,8	2,8	2,8
		Lähde 6	Lä		ET		→	-	18.10.1990-2.12.1992	7	2	5	2,7
		Muukon ampumarata (hp I)	Hp		ET		—	-	25.9.1995-25.9.1995	1	1,6	1,6	1,6
		Peräsuonniitty	Vo	84	K, S		↘	TN	1.1.1978-5.8.1997	53	0,86	20	8,0
		Pohjavesiputki 10b	Hp		ET		↗	TN	10.6.1992-4.8.1993	4	1	8	3,3
		Pohjavesiputki 11	Hp		ET		→	-	18.4.1991-4.8.1993	7	2	5	3,9
		Pohjavesiputki 11a	Hp		ET		→	-	18.4.1991-4.8.1993	7	4	9	5,4
		Pohjavesiputki 11b	Hp		ET		→	-	23.9.1991-4.8.1993	4	3	8	5,5
		Pohjavesiputki 11c	Hp		ET		→	-	4.6.1991-4.8.1993	7	4	7	5,1
		Pohjavesiputki 12	Hp		ET		→	-	4.6.1991-4.8.1993	7	3	12	5,3
		Pohjavesiputki 13	Hp		ET		↗	TN	23.9.1991-4.8.1993	5	1	5	2,2
		Pohjavesiputki 14	Hp		ET		→	-	4.6.1991-4.8.1993	7	10	24	17,1
		Pohjavesiputki 15	Hp		ET		→	-	28.1.1992-4.8.1993	6	1	5	3,0
		Pohjavesiputki 16	Hp		ET		→	-	28.1.1992-4.8.1993	5	1	3	1,8
		Pohjavesiputki 17	Hp		ET		↗	TN	28.1.1992-4.8.1993	5	1	5	2,2
		Pohjavesiputki 18	Hp		ET		→	-	15.6.1992-4.8.1993	3	4	5	4,7
		Pohjavesiputki 19	Hp		ET		↗	TN	10.6.1992-4.8.1993	4	1	3	1,8
		Pohjavesiputki 2	Hp		ET		→	-	18.4.1991-4.8.1993	8	1	4	2,0

Kunta	Pohjavesialue	Havaintopiste	Hp-tyyppi	MRL	Mahdolliset CI-lähteet	Suojaus	CI-trendi	Seuranta	Ajanjakso	n	Min	Maks	Ka
Joutseno													
	0517351 A	Pohjavesiputki 20	Hp		ET		↘	TN	10.6.1992-2.12.1992	3	9	76	51,0
		Pohjavesiputki 3	Hp		ET		→	-	18.4.1991-4.8.1993	8	2	5	3,5
		Pohjavesiputki 5	Hp		ET		→	-	18.4.1991-4.8.1993	8	2	4	3,0
		Pohjavesiputki 7	Hp		ET		→	-	4.6.1991-4.8.1993	6	1	7	3,2
		Pohjavesiputki 8	Hp		ET		→	-	18.4.1991-4.8.1993	7	2	6	3,0
		Pohjavesiputki 9	Hp		ET		→	-	18.4.1991-4.8.1993	8	2	5	3,6
		Pohjavesiputki 9a	Hp		ET		→	-	18.4.1991-4.8.1993	8	2	5	3,1
		Pohjavesiputki 9b	Hp		ET		→	-	18.4.1991-4.8.1993	8	2	5	3,5
		Pohjavesiputki KAS3	Hp		ET		—	-	9.12.1996-9.12.1996	1	2,8	2,8	2,8
		Puslamäki	Vo	89	T, Ma		↑	TN	1.1.1980-26.5.1997	10	3,4	26	9,1
		Puslamäki (hp 2)	Hp		ET		—	TN	25.9.1995-25.9.1995	1	1,9	1,9	1,9
Karjaa													
	0122001 B	Karjaa B Maasilta (Landsbro)	Vo	82	A, Mu		→	TN	1.1.1967-16.12.1997	25	12	38,2	32,2
	0122001 C	Karjaa C Nyby	Vo	64	A, T, Ma		↗	TN	28.5.1990-16.12.1997	21	13	24	20,3
	0122051 A	Meltola-Mustio A Lähde 1	Lä		ET		—	-	1.1.1990-1.1.1990	1	2	2	2,0
		Meltola (Mjölbolsta)	Vo	88	A		↗	TN	31.12.1969-16.12.1997	22	14	25	17,9
		Meltolan sairaala	Vo	85	A		↗	TN	1.1.1970-12.6.1996	11	7,3	20	14,4
	0122051 B	Meltola-Mustio B Lähde 2	Lä		ET		—	TN	1.1.1990-1.1.1990	1	28	28	28,0
	0122051 C	Meltola-Mustio C Lähde 3	Lä		ET		—	-	1.1.1990-1.1.1990	1	5	5	5,0
		Mjölbnarby	Vo		ET		→	TN	7.6.1993-12.6.1996	5	8	19	14,8
Kesälahti													
	0724801	Pitkälampi Kirkonkylä (varavo)	Vo	49	A, K		↘	TN	1.1.1967-14.6.1994	14	4,4	13	8,7
		Sortolampi	Vo		ET		→	-	23.6.1992-14.6.1994	4	1,7	3,4	2,8
Kouvola													
	0528601	Tornionmäki Viilansuo	Vo	80	A, T, K, Ma, Mu		↓	TN	1.1.1980-29.11.1995	32	12	33,5	21,0
Kärkölä													
	0431601 A	Järvelä A Kukonmäki (suljettu)	Vo	62	ET		↗	-	1.1.1970-1.1.1985	7	5	12	9,5

Kunta	Pohjavesialue	Havaintopiste	Hp-tyyppi	MRL	Mahdolliset Cl-lähteet	Suojaus	Cl-trendi	Seuranta	Ajanjakso	n	Min	Maks	Ka
Kärkölä	0431603	Marttila-Hongisto Kirkonkylä	Vo		ET		—	-	1.1.1977-1.1.1977	2	10	11	10,5
Lahti	0439801	Lahti											
		Arjamo	Vo		ET		→	TN, LV	1.1.1970-1.1.1982	4	9	11	10,1
		Jalkaranta	Vo	82	A		→	TN, LV	1.1.1967-4.11.1996	24	6	13	10,2
		Jalkaranta (110 K)	VoK		A		→	TN, LV	1.1.1990-15.8.1997	9	13	15	14,0
		Jalkaranta (111 Vo)	Vo		A		→	TN, LV	1.1.1990-15.8.1997	17	9	13	10,8
		Jalkaranta (114 K)	VoK		A		→	TN, LV	1.1.1990-15.8.1997	9	9	10	9,1
		Jalkaranta (116 Hp)	Hp		A		↗	TN, LV	1.1.1990-28.10.1996	7	10	19	15,7
		Jalkaranta (117 Hp)	Hp		A		↘	LV	1.1.1991-15.8.1997	7	2	24	10,0
		Jalkaranta (119 K)	VoK		A		→	LV	1.1.1990-15.8.1997	9	7	9	8,0
		Kärpänen	Vo	87	Ma, A		↘	TN, LV	1.1.1982-13.10.1993	8	9	21	13,6
		Kärpänen (161 K)	VoK		A		↗	TN, LV	1.1.1990-12.8.1997	8	14	16	15,0
		Kärpänen (165 Hp)	Hp		A		→	LV	1.1.1990-12.8.1997	8	7	11	9,5
		Laune	Vo	69	ET		→	TN, LV	1.1.1969-11.10.1994	17	5	32	18,1
		Laune (130 Hp)	Hp		A		↗	TN, LV	12.10.1993-9.8.1996	8	23	28	26,1
		Laune (131 Hk)	VoK		A		→	TN, LV	1.1.1990-13.8.1997	14	27	32	29,6
		Laune (132 K)	VoK		A		→	LV	1.1.1990-11.8.1997	16	19	27	22,2
		Laune (133 K)	VoK		A		→	LV	1.1.1990-11.8.1997	4	21	23	21,8
		Laune (134 Hp)	Hp		A		→	LV	1.1.1990-30.10.1996	7	7	13	9,3
		Laune (136 Hp)	Hp		A		→	LV	1.1.1990-1.11.1996	7	20	26	23,4
		Laune (137 Hp)	Hp		A		→	LV	22.4.1996-13.8.1997	3	17	26	20,3
		Laune (139 Hp)	Hp		A		→	LV	30.4.1996-11.8.1997	4	9	10	9,3
		Laune (376 Hp)	Hp		A, T		→	AP, TN, LV	17.2.1993-30.10.1996	10	24	28	25,7
		Laune (378 Hp)	Hp		A, T		→	AP, TN, LV	11.5.1993-12.8.1997	11	22	26	23,9
		Riihelä	Vo	92	A		→	TN, LV	1.1.1980-11.10.1994	14	7	14	11,4
		Riihelä (151 K)	VoK		A		↗	TN, LV	1.1.1990-12.8.1997	17	11	15	13,4
		Riihelä (152 K)	VoK		A		—	LV	12.8.1997-12.8.1997	1	13	13	13,0
		Riihelä (154 Hp)	Hp		A		↗	TN, LV	1.1.1993-14.8.1997	10	20	31	24,6
		Riihelä (155 Hp)	Hp		A		→	LV	2.5.1996-8.8.1996	2	27	34	30,5
		Riihelä (158 Hp)	Hp		A		→	LV	6.5.1996-6.8.1996	2	8	9	8,5
		Riihelä (159 Hp)	Hp		A		↘	TN, LV	7.5.1996-14.8.1997	3	30	53	43,3

Kuunta	Pohjavesialue	Havaintopiste	Hp-tyyppi	MRL	Mahdolliset CI-lähteet	Suojaus	CI-trendi	Seuranta	Ajanjakso	n	Min	Maks	Ka	
Lahti	0439801	Riihelä (206 K)	VoK		A		↗	TN, LV	1.1.1990-5.11.1996	7	5	12	8,3	
		Urheilukeskus	Vo	82	A		↘	TN, LV	1.1.1980-13.10.1994	13	9	28	17,8	
		Urheilukeskus (121 K)	VoK		A		→	LV	1.1.1990-11.8.1997	13	13	15	14,2	
		Urheilukeskus (122 K)	VoK		A		→	LV	1.1.1990-14.8.1997	12	14	16	15,0	
		Urheilukeskus (123 Hp)	Hp		A		↗	TN, LV	1.1.1990-11.8.1997	13	22	36	30,5	
		Urheilukeskus (124 Hp)	Hp		ET		→	LV	1.1.1990-1.1.1993	4	2	8	4,0	
		Urheilukeskus (125 Hp)	Hp		A		↗	AP, LV	1.1.1991-11.8.1997	12	17	79	49,8	
		Urheilukeskus (21 Hp)	Hp		A		—	LV	11.8.1997-11.8.1997	1	60	60	60,0	
	0439802	Renkomäki												
		Renkomäki	Vo	91	Ma	1981		↘	TN, LV	16.2.1993-10.10.1994	7	12	31,2	22,3
		Renkomäki (141 Hp)	Hp		A	1981		→	TN, LV	1.1.1990-12.8.1997	8	11	14	12,4
		Renkomäki (142 Hp)	Hp		ET	1981		↑	TN, LV	1.1.1990-1.1.1993	4	13	38	25,5
		Renkomäki (143 K)	VoK		A	1981		→	TN, LV	1.1.1990-13.8.1997	16	6	8	6,4
		Renkomäki (144 K)	VoK		A	1981		↗	TN, LV	1.1.1990-13.8.1997	15	7	15	11,3
		Renkomäki (145 Hp)	Hp		A	1981		→	TN, LV	1.1.1991-12.8.1997	15	5	120	60,5
		Renkomäki (146 Hp)	Hp		A	1981		↘	TN, LV	16.2.1993-12.8.1997	12	17	38	30,0
	Renkomäki (148 Hp)	Hp		A	1981		—	TN, LV	3.9.1996-3.9.1996	1	15	15	15,0	
	0439851	Kunnas												
		Kunnas	Vo	81	A			→	TN, LV	17.2.1993-12.10.1994	8	10	19,6	14,0
		Kunnas (171 K)	VoK		A			↗	TN, LV	1.1.1990-14.8.1997	7	12	17	14,0
		Kunnas (172 K)	VoK		A			→	LV	1.1.1990-14.8.1997	6	14	32	19,0
		Kunnas (173 Hp)	Hp		ET			→	LV	1.1.1990-1.1.1993	4	4	9	6,3
		Kunnas (174 Hp)	Hp		A			↗	LV	1.1.1990-29.10.1996	7	7	17	13,4
		Kunnas (175 Hp)	Hp		A			→	LV	25.4.1996-13.8.1997	4	17	28	21,5
		Kunnas (176 Hp)	Hp		A			—	LV	13.8.1997-13.8.1997	1	20	20	20,0
	Kunnas (521 Hk)	VoK		A			—	AP, LV	8.8.1996-8.8.1996	1	91	91	91,0	
	0439852	Takkula												
		Takkula (ei käytössä)	Vo	68	ET			→	LV	17.2.1993-13.10.1993	4	11	13	12,0
Lappeenranta	0540501 A	Huhtiniemi A												
		Uj_ilman_nimiä (lähde q3)	Lä		ET		—	-	9.9.1980-9.9.1980	1	16	16	16,0	
		Uj_ilman_nimiä (puro q14)	Pu		ET		—	-	9.9.1980-9.9.1980	1	11	11	11,0	
	0540505	Kärki												
	Pohjavesiputki KAS1	Hp		ET		—	TN	4.12.1996-4.12.1996	1	34	34	34,0		

Kunta	Pohjavesialue	Havaintopiste	Hp-tyyppi	MRL	Mahdolliset Cl-lähteet	Suojaus	Cl-trendi	Seuranta	Ajanjakso	n	Min	Maks	Ka
Lohja													
	0142851 A	Lohjanharju A											
		Kaivo 1	Ka		A		—	-	1.1.1990-1.1.1990	1	4	4	4,0
		Kaivo 2	Ka		A		—	TN	1.1.1990-1.1.1990	1	14	14	14,0
		Kaivo 3	Ka		A		—	-	1.1.1990-1.1.1990	1	7	7	7,0
		Kaivo 4	Ka		A		—	TN	1.1.1990-1.1.1990	1	15	15	15,0
		Kaivo 5	Ka		A		—	TN	1.1.1990-1.1.1990	1	27	27	27,0
		Kaivo 6	Ka		A		—	-	1.1.1990-1.1.1990	1	9	9	9,0
		Kaivola	Vo	64	A, T, L, MaK		↗	TN	1.1.1962-1.10.1996	17	6	11,7	8,9
		Moisionpelto	Vo	97	A, Mu		↘	TN	1.1.1990-9.8.1994	13	20	56	36,2
		Myllylampi	Vo	85	Ma, A, K		↑	TN	1.1.1961-1.10.1996	16	5	21,4	14,2
		Pappilankorpi	Vo	85	ET		↗	TN	1.1.1988-1.1.1990	2	4	9,4	6,7
		Porla (varävo)	Vo	81	A		↗	TN	1.1.1951-1.1.1990	3	7	13	10,7
	0142851 B	Lohjanharju B											
		Kaivo 10	Ka		ET		—	-	1.1.1990-1.1.1990	1	4	4	4,0
		Kaivo 11	Ka		ET		—	TN	1.1.1990-1.1.1990	1	36	36	36,0
		Kaivo 12	Ka		ET		—	-	1.1.1990-1.1.1990	1	6	6	6,0
		Kaivo 13	Ka		ET		—	TN	1.1.1990-1.1.1990	1	76	76	76,0
		Kaivo 7	Ka		A		—	TN	1.1.1990-1.1.1990	2	26	37	31,5
		Kaivo 8	Ka		A		—	-	1.1.1990-1.1.1990	1	9	9	9,0
		Kaivo 9	Ka		ET		—	-	1.1.1990-1.1.1990	1	20	20	20,0
		Lehmijärvi	Vo	85	ET		→	TN	24.3.1992-25.1.1996	11	3,5	21	11,0
		Lempola	Vo	82	A		↗	TN	8.2.1993-8.10.1996	9	13,5	20,8	17,4
		Oy Partek Ab	Vo		ET		↗	JS	9.12.1992-8.2.1994	5	41,5	67,5	53,4
		Takaharju	Vo	80	Mu		→	TN	1.1.1967-8.10.1996	13	2,3	7	4,3
Luumäki													
	0544101	Taavetti											
		Taavetti	Vo	95	A, T, S, Mu	1993-94	↑	JS	1.1.1955-25.6.1997	57	2,1	56	26,5
	0544103	Kaunisranta											
		Jurvala	Vo	96	ET		↑	JS	24.11.1980-25.6.1997	23	0,4	51	36,4
	0544104	Uro											
		ESSO 212	Ka		ET		↗	TN	1.1.1985-1.1.1990	2	1,7	5,2	3,5
		Kaivo 101	Ka		ET		—	-	1.1.1990-1.1.1990	1	1,6	1,6	1,6
		Kaivo 103	Ka		ET		—	-	1.1.1990-1.1.1990	1	2,1	2,1	2,1
		Kaivo 104	Ka		ET		—	TN	1.1.1990-1.1.1990	1	21	21	21,0
		Kaivo 105	Ka		ET		—	TN	1.1.1990-1.1.1990	1	100	100	00,0

Kunta	Pohjavesialue	Havaintopiste	Hp-tyyppi	MRL	Mahdolliset CI-lähteet	Suojaus	CI-trendi	Seuranta	Ajanjakso	n	Min	Maks	Ka
Luumäki													
	0544104	Kaivo 106	Ka		ET		—	-	1.1.1990-1.1.1990	1	7,3	7,3	7,3
		Kaivo 107	Ka		ET		—	TN	1.1.1990-1.1.1990	1	37	37	37,0
		Kaivo 200	Ka		ET		—	-	1.1.1990-1.1.1990	1	5,2	5,2	5,2
		Kaivo 202	Ka		ET		—	TN	1.1.1990-1.1.1990	1	18	18	18,0
		Kaivo 204	Ka		ET		—	-	1.1.1990-1.1.1990	1	2,6	2,6	2,6
		Kaivo 205	Ka		ET		—	-	1.1.1990-1.1.1990	1	7,3	7,3	7,3
		Kaivo 210	Ka		ET		—	-	1.1.1990-1.1.1990	1	3,4	3,4	3,4
		Kaivo 213	Ka		ET		—	-	1.1.1990-1.1.1990	1	6	6	6,0
		Kaivo 214	Ka		ET		—	-	1.1.1990-1.1.1990	1	7,3	7,3	7,3
		Kaivo 215	Ka		ET		—	-	1.1.1990-1.1.1990	1	3,1	3,1	3,1
		Luumäen meijerin vo	Vo		ET		→	TN	1.1.1985-20.6.1994	3	11,6	14,6	13,4
		Styrman 202	Ka		ET		—	TN	1.1.1990-1.1.1990	1	18	18	18,0
		Taavetin lomakeskus	Ka	75	ET		→	-	1.1.1985-1.1.1990	2	7,3	8	7,7
		Teboil 211	Ka		ET		↗	TN	1.1.1985-1.1.1990	2	156	290	223,0
		Ylä-Outinen	Vo		ET		—	TN	1.1.1990-1.1.1990	1	10	10	10,0
	0544105	Somerharju											
		HP 2 441 52	Hp		ET		→	-	20.6.1994-20.6.1994	1	3,6	3,6	3,6
		HP 20441053	Hp		ET		→	-	20.6.1994-13.9.1994	2	1,9	2	2,0
		HP 3 441 02	Hp		ET		↗	TN	21.6.1994-13.9.1994	2	120	180	150,0
		HP 4 441 01	Hp		ET		↘	TN	21.6.1994-13.9.1994	2	59	78	68,5
		Pohjavesiputki HP1/94	Hp		ET		—	TN	4.12.1996-4.12.1996	1	87	87	87,0
		Pohjavesiputki HP2/94	Hp		ET		—	TN	4.12.1996-4.12.1996	1	24	24	24,0
		Pohjavesiputki KASI	Hp		ET		—	-	4.12.1996-4.12.1996	1	1	1	1,0
	0544116	Pukinkangas											
		Pohjavesiputki KAS2	Hp		ET		—	-	4.12.1996-4.12.1996	1	1	1	1,0
	0544117 A	Tolpankangas A											
		Pohjavesiputki KASI	Hp		ET		—	-	4.12.1996-4.12.1996	1	1,9	1,9	1,9
Nastola													
	0453251	Villähde											
		Villähde	Vo	76	A		→	TN	1.1.1967-10.10.1997	41	1	20	11,7
	0453252 A	Nastonharju-Uusikylä A											
		Kuivamaito Oy	Vo	81	ET		→	TN	1.1.1981-1.1.1990	8	11	19	14,4
		Levonniemi	Vo	71	A		→	TN	6.5.1980-10.10.1997	38	1	27	13,4
		Mälkönen	Vo	86	ET		→	TN	6.5.1980-10.10.1997	38	1	18	12,7
		Peltola	Vo	66	ET		→	TN	6.5.1980-24.3.1992	24	1	20	12,8

Kunta	Pohjavesialue	Havaintopiste	Hp-tyyppi	MRL	Mahdolliset Cl-lähteet	Suojaus	Cl-trendi	Seuranta	Ajanjakso	n	Min	Maks	Ka
Nastola													
	0453252 B	Nastonharju-Uusikylä B											
		Alimmainen	Vo	72	ET		→	-	14.5.1991-17.11.1997	7	4	8	5,6
		Uusikylä	Vo	74	A		→	TN	1.1.1970-10.10.1997	36	1	13	7,5
Nurmijärvi													
	0154301	Valkoja											
		Kaninlähde	Vo	85	ET	1990, 1992	↗	TN	4.11.1993-19.11.1996	3	10	13	11,3
		Pellonperä	Vo	80	ET	1989, 1990, 1992	↗	TN	25.4.1979-19.11.1996	7	18	41	30,7
		Savikko	Vo	85	ET	1990, 1992	↗	TN	4.11.1993-19.11.1996	3	13	24	19,0
		Valkoja (tiepiirin hp 34)	Hp		T, K	1989, 1990, 1992	→	TN, UTP	10.2.1993-11.8.1997	8	32	39,6	35,7
		Valkoja (tiepiirin hp 35)	Hp		T, K	1989, 1990, 1992	→	TN, UTP	10.2.1993-11.8.1997	8	6	63	41,2
		Valkoja (tiepiirin hp T1)	Hp		Ma, T, K	1989, 1990, 1992	→	TN, UTP	10.8.1992-14.12.1995	9	5,3	8	6,9
		Valkojan vedenottamo, kaivo 1	VoK	97	T, MaK, K	1989, 1990, 1992	→	JS, UTP	20.9.1990-14.10.1997	19	37	47	40,8
		Valkojan vedenottamo, kaivo 2	VoK	97	T, MaK	1989, 1990, 1992	↑	JS, UTP	22.4.1976-14.10.1997	47	18	69	36,9
	0154302	Lepsämä											
		Lepsämän vedenottamo, kaivo 1	VoK		ET		→	TN	3.11.1993-4.12.1996	3	4,2	6,3	5,6
		Lepsämän vedenottamo, kaivo 2	VoK		ET		→	TN	3.11.1993-22.11.1994	2	4,9	5,4	5,2
		Lepsämän vedenottamo, kaivo 3	VoK		ET		→	TN	3.11.1993-22.11.1994	2	4,8	7,3	6,0
	0154305	Teillinummi											
		Kaivo 104 (Raalantie 801)	Ka		ET		→	NV	28.9.1994-19.5.1997	4	13	41	30,0
		Kaivo 105 (Raalantie 782)	Ka		ET		↗	TN, NV	28.9.1994-19.5.1997	4	24	77	43,0
		Kaivo 112 (Raalantie 770)	Ka		ET		→	TN, NV	28.9.1994-19.5.1997	4	23	29	24,8
		Kaivo 114 (Raalantie 767)	Ka		ET		—	TN, NV	28.9.1994-28.9.1994	1	27	27	27,0
		Kaivo 115 (Raalantie 755)	Ka		ET		→	NV	4.3.1997-19.5.1997	2	5,7	6,1	5,9
		Kaivo 120	Ka		ET		→	TN, NV	28.9.1994-19.5.1997	4	1	99	50,0
		Kaivo 123 (Hämeentie 139 B)	Ka		ET		—	NV	5.3.1997-5.3.1997	1	8,2	8,2	8,2
		Kaivo 125 (Vanha Hämeentie 892)	Ka		ET		—	TN, NV	18.4.1994-18.4.1994	1	24	24	24,0
		Kaivo 270 (hiekkakuoppa)	Ka		ET		↘	NV	14.11.1994-27.11.1996	2	5,6	10	7,8
	0154306	Nukari											
		Nukari	Vo	65	ET		—	TN	8.8.1983-19.11.1996	24	15	22	17,9
	0154307	Nummenpää											
		Nummenpää	Vo	64	ET		→	-	3.11.1993-4.12.1996	3	4,8	5,2	5,0
	0154351	Rajamäki											
		Kaunissyryjä	Vo	73	ET	1976, 1980, 1992	→	TN	9.1.1996-8.10.1996	5	12	12	12,0
		Mars	Vo	82	T, Ma			-	9.1.1996-8.10.1996	4	3,7	5	4,7
		Solttila	Vo	76	ET		→	-	1.1.1948-3.10.1996	25	1,6	6	3,2

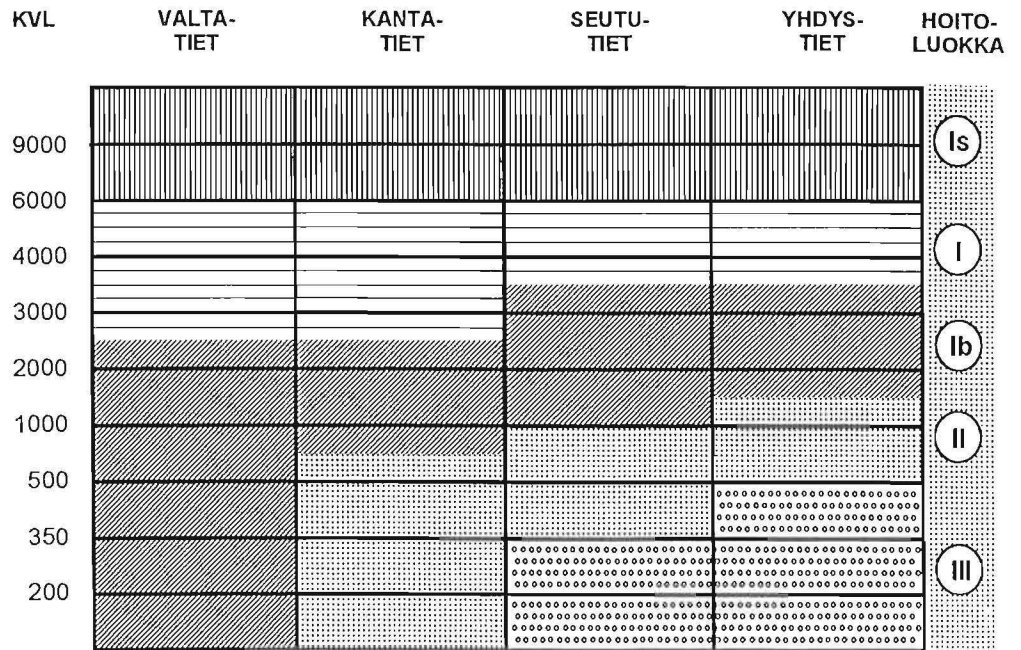
Kunta	Pohjavesialue	Havaintopiste	Hp-tyyppi	MRL	Mahdolliset Ci-lähteet	Suojaus	Ci-trendi	Seuranta	Ajanjakso	n	Min	Maks	Ka
Nurmijärvi													
	0154352	Kiljava											
		Kiljava	Vo	70	A, Mu	1997	→	TN	8.8.1983-3.12.1996	16	1,3	8	3,4
		Kiljavan sairaala	Vo		ET		—	-	1.1.1984-1.1.1984	1	4	4	4,0
		Kiljavan vedenottamo, kaivo 1	VoK		A, Mu	1997	→	TN	4.11.1993-13.1.1998	4	1,9	3	2,4
		Kiljavan vedenottamo, kaivo 2	VoK		A, Mu	1997	→	TN	4.11.1993-13.1.1998	4	1,2	2	1,5
		Röykkä	Vo	68	ET		→	-	3.11.1993-27.8.1996	3	3,2	3,4	3,3
Parikkala													
	0558001 A	Likolampi A											
		Heinonen 5	Ka		ET		—	TN	1.1.1990-1.1.1990	1	240	240	240,0
		Kaivo 6	Ka		ET		—	TN	1.1.1989-1.1.1989	1	190	190	190,0
		Kaivo 7	Ka		ET		—	TN	1.1.1990-1.1.1990	1	800	800	800,0
		Kaivo 8	Ka		ET		—	TN	1.1.1990-1.1.1990	1	300	300	300,0
		Kaivo 9	Ka		ET		—	TN	1.1.1990-1.1.1990	1	1700	1700	1700,0
		Karppanen 4	Ka		ET		—	TN	1.1.1989-1.1.1990	2	230	510	370,0
		Kurri 2	Ka		ET		—	TN	1.1.1989-1.1.1989	1	1200	1200	1200,0
		Likolampi (varavo)	Vo	75	A, Ma, Mu		↑	JS	1.1.1967-26.11.1996	44	3	31	15,4
		Valkeapää 3	Ka		ET		—	TN	1.1.1990-1.1.1990	1	360	360	360,0
		Wilska 1	Ka		ET		—	TN	1.1.1989-1.1.1990	2	457	499	478,0
	0558002	Särkisalmi											
		Särkisalmen meijeri	Vo	73	K, Ma, Mu		→	TN	1.1.1980-1.9.1994	12	11	22	14,1
	0558003	Aatunniemi											
		Aatunniemi	Vo		S		—	AP, TN	1.1.1980-1.1.1980	1	22	22	22,0
	0558051	Simpele											
		Simpele	Vo	62	A, K, Ma, Mu, S		→	TN	1.1.1967-17.1.1996	13	3	13	8,2
Pohja													
	0160601	Pohjan keskusta											
		Korsnäs	Vo	62	A, Me, Li		↑	AP, TN	16.3.1983-15.9.1993	18	40	92	69,8
	0160651	Ekerö											
		Ekerö	Vo	80	T, Ma	1984	→	AP, TN	1.1.1969-10.2.1998	24	2	80	10,4
Rautjärvi													
	0568901	Laikko											
		Kaivo K1	Ka		ET		—	-	25.11.1996-25.11.1996	1	1,6	1,6	1,6
		Lampi La2	La		ET		—	-	25.11.1996-25.11.1996	1	1	1	1,0

Kuunta	Pohjavesialue	Havaintopiste	Hp-tyyppi	MRL	Mahdolliset CI-lähteet	Suojaus	CI-trendi	Seuranta	Ajanjakso	n	Min	Maks	Ka
Rautjärvi													
		Lampi La5	La		ET		—	-	25.11.1996-25.11.1996	1	2	2	2,0
		Lampi La6	La		ET		—	-	25.11.1996-25.11.1996	1	1,6	1,6	1,6
		Lähde Lä1	Lä		ET		—	-	25.11.1996-25.11.1996	1	1,9	1,9	1,9
		Pohjavesiputki KAS1	Hp		ET		—	-	25.11.1996-25.11.1996	1	4,9	4,9	4,9
		Pohjavesiputki KAS2	Hp		ET		—	-	25.11.1996-25.11.1996	1	1	1	1,0
		Pohjavesiputki KAS3	Hp		ET		—	-	25.11.1996-25.11.1996	1	1,8	1,8	1,8
		Pohjavesiputki KAS4	Hp		ET		—	-	25.11.1996-25.11.1996	1	1,3	1,3	1,3
		Pohjavesiputki KAS5	Hp		ET		—	-	25.11.1996-25.11.1996	1	1	1	1,0
		Pohjavesiputki KAS6	Hp		ET		—	-	25.11.1996-25.11.1996	1	3,6	3,6	3,6
	0568902 A	Tullilampi A											
		Asemanseutu	Vo		ET		→	TN	12.5.1992-24.1.1996	3	3,7	4,8	4,3
Riihimäki													
	0469451	Herajoki											
		Herajoki	VoK		A	1989	↗	-	3.9.1962-1.1.1990	24	7	30	15,8
		Herajoki (kaivo 1, ei käytössä)	VoK		A	1989	→	TN	1.10.1975-13.11.1986	14	8	25	10,9
		Herajoki (kaivo 2, ei käytössä)	VoK		A	1989	—	TN	11.9.1995-11.9.1995	1	10	10	10,0
		Herajoki (kaivo 3, ei käytössä)	VoK		A	1989	↗	TN	26.9.1974-11.9.1995	45	10	44	22,2
		Herajoki (kaivo 4)	VoK	71	A	1989	↘	TN	17.9.1980-8.12.1997	47	16	89	27,3
		Herajoki (kaivo 5)	VoK	71	A	1989	↘	TN	14.12.1994-8.12.1997	13	20	37	22,1
Ruokolahti													
	0570002 A	Oritlampi A											
		Oritlampi	Vo	70	A, Mu		→	TN	1.1.1975-24.5.1994	12	2,3	11,5	4,3
Tammisaari													
	0183503	Dalkulla											
		Trollböle	Vo		Mu, Me		→	AP	1.1.1977-28.5.1996	10	4,4	60	12,2
	0183511	Snappertuna											
		Finnäs (Snappertuna)	Vo		ET		↗	TN	7.4.1992-22.5.1996	5	12	21,6	17,0
	0183527	Undermalm											
		Tenala (Valio)	Vo	71	Me		↑	TN, AP	1.7.1988-5.2.1998	6	19	86,5	47,9
	0183551	Björknäs											
		Björknäs	Vo	90	T, Me		→	AP, TN	31.12.1969-10.2.1998	29	11	65	28,4
		HK-Ruokatalo (Kassler)	Vo	74	T, Me, A		→	AP, TN	18.3.1996-2.2.1998	3	24,4	26,2	25,3
		Prästängen	Vo		T, Me, A		→	AP, TN	1.1.1971-24.5.1995	8	6	63	29,8

Kunta	Pohjavesialue	Havaintopiste	Hp-tyyppi	MRL	Mahdolliset CI-lähteet	Suojaus	CI-trendi	Seuranta	Ajanjakso	n	Min	Maks	Ka
Tammisaari (Tenhola)	0183530	Skogby Harparskog	Vo		Me		—	AP, TN	24.2.1998-24.2.1998	1	61,9	61,9	61,9
Valkeala	0590905	Jokela Jokela	Vo		ET		↘	TN	28.8.1991-16.1.1996	14	12	22	17,9
	0590906	Utti											
		K10	Ka		ET		—	TN	28.11.1995-28.11.1995	1	51	51	51,0
		K2	Ka		ET		—	-	28.11.1995-28.11.1995	1	9,6	9,6	9,6
		K359	Ka		ET		—	TN	28.11.1995-28.11.1995	1	27	27	27,0
		K363	Ka		ET		—	-	28.11.1995-28.11.1995	1	2,2	2,2	2,2
		K7	Ka		ET		—	-	28.11.1995-28.11.1995	1	12	12	12,0
		K9	Ka		ET		—	TN	28.11.1995-28.11.1995	1	55	55	55,0
		Kouvolan seurakunnan vo	Vo		ET		—	TN	20.6.1994-20.6.1994	1	4,4	4,4	4,4
		LÄ 14	Lä		ET		—	TN	1.1.1990-16.4.1996	2	37	39	38,0
		LÄ 15	Lä		ET		—	TN	1.1.1990-16.4.1996	2	34	35	34,5
		LÄ 2	Lä		ET		—	TN	1.1.1990-16.4.1996	2	6,9	55	30,9
		LÄ 4	Lä		ET		—	TN	1.1.1990-16.4.1996	2	18	28	23,0
		LÄ 6	Lä		ET		→	-	1.1.1990-16.4.1996	2	7	7,4	7,2
		LÄ 8	Lä		ET		—	-	1.1.1990-16.4.1996	2	1	1,1	1,1
		LÄ 9	Lä		ET		—	-	1.1.1990-16.4.1996	2	1,2	2,5	1,9
		Lähde 1	Lä		ET		—	-	1.1.1990-1.1.1990	1	11	11	11,0
		PVP 1.1 (K)	Hp		ET		—	KV	28.11.1995-28.11.1995	1	7,3	7,3	7,3
		PVP 109 (K)	Hp		ET		—	KV	29.11.1995-29.11.1995	1	1,4	1,4	1,4
		PVP 11 (T)	Hp		ET		—	TN, TIEL	28.11.1995-28.11.1995	1	26	26	26,0
		PVP 12.1 (K)	Hp		ET		—	KV	29.11.1995-29.11.1995	1	1,8	1,8	1,8
		PVP 121 (KVL)	Hp		ET		—	KVL	29.11.1995-29.11.1995	1	2,2	2,2	2,2
		PVP 125 (K)	Hp		ET		—	KV	29.11.1995-29.11.1995	1	5,1	5,1	5,1
		PVP 13 (T)	Hp		ET		—	TIEL	28.11.1995-28.11.1995	1	1	1	1,0
		PVP 15 (T)	Hp		ET		—	TN, TIEL	29.11.1995-29.11.1995	1	330	330	330,0
		PVP 16 (T)	Hp		ET		—	TIEL	29.11.1995-29.11.1995	1	3,1	3,1	3,1
		PVP 17 (T)	Hp		ET		—	TN, TIEL	29.11.1995-29.11.1995	1	43	43	43,0
		PVP 18 (T)	Hp		ET		—	TIEL	29.11.1995-29.11.1995	1	1	1	1,0
		PVP 19 (T)	Hp		ET		—	TN, TIEL	29.11.1995-29.11.1995	1	63	63	63,0
		PVP 2 (T)	Hp		ET		—	TN, TIEL	28.11.1995-28.11.1995	1	31	31	31,0

Kunta	Pohjavesialue	Havaintopiste	Hp-tyyppi	MRL	Mahdolliset CI-lähteet	Suojaus	CI-trendi	Seuranta	Ajanjakso	n	Min	Maks	Ka
Valkeala													
	0590906	PVP 20 (P)	Hp		ET		—	P	30.11.1995-30.11.1995	1	2,2	2,2	2,2
		PVP 22 (P)	Hp		ET		—	P	30.11.1995-30.11.1995	1	7,3	7,3	7,3
		PVP 4 (T)	Hp		ET		—	TIEL	28.11.1995-28.11.1995	1	3,5	3,5	3,5
		PVP 7 (T)	Hp		ET		—	TIEL	28.11.1995-28.11.1995	1	1,6	1,6	1,6
		PVP 70 (K)	Hp		ET		—	TN, KV	29.11.1995-29.11.1995	1	27	27	27,0
		PVP 9 (T)	Hp		ET		—	TIEL	28.11.1995-28.11.1995	1	2,7	2,7	2,7
		Utin varuskunta	Vo	86	ET	1995-96	→	TN	29.6.1977-12.12.1995	31	1,8	14	4,1
		Valkealan pohjavesiasema (lähde 1)	Lä		ET		↑	TN, SYKE	13.1.1975-26.3.1996	179	2	20	11,2
Vihti													
	0192701	Otalampi Lähde 14	Lä		ET		—	-	1.1.1990-1.1.1990	1	5	5	5,0
	0192704	Isolähde Isolähde	Vo	82	Ma, Mu		↗	TN	1.1.1987-4.8.1997	14	9	23	17,1
	0192755	Nummenkylä-Nummelan Luontola	Vo	90	A, T	1996	↗	JS, UTP	31.12.1967-4.8.1997	40	4	33	14,5
		Luontola (tiepiirin hp T3)	Hp		A	1996	→	TN, UTP	10.8.1992-14.12.1995	6	6,3	22	15,0
		Luontola (tiepiirin hp T4)	Hp		A	1996	→	TN, UTP	10.8.1992-14.12.1995	6	2,2	3	2,7

**Liite 4. Tien talvikunnossapidon hoitoluokat (Tielaitos, 1995). Is-hoito-
luokassa tie on normaalisti paljas, Luokassa Is ja I tie liukkaudentorjunta
hoidetaan pääasiassa suolassa. Luokassa Ib suolataan pääasiassa syksyllä
ja lämpötilan ollessa 0°C tuntumassa. III-luokan tie on lumipintainen ja
hiekoitusta tapahtuu vain pahimmissa tapauksissa. Lyhenne KVL on keski-
vuorokausiliikenne.**



Liite 5. Is-, I-, Ib- ja II-talvihoitoluokkien teiden pituudet (km) Salpausselän pohjavesialueilla, tien etäisyys (m) pohjaveden havaintopisteistä ja tieosuuskohtainen talvitiesuolan käyttö (t/km/v).

Pohjavesialue	Havaintopiste	Lähin suolattava tie	Etäisyys (m)	Suolaus (t/km/a)	Pituus p.v. alueella (m)	Suolaustiedot ajalta
0107801	Ampumarata	11007	799	3,9	757	1997
	Furunäs (ei käytössä)	25	202	13,5	5094	1997
	Hopearanta	25	617	13,5	5094	1997
	Mannerheimintie	11007	719	3,9	757	1997
0107802	Santalanranta	25	333	13,5	7474	1997
0107803	Isolähde	25	66	13,5	3855	1997
	Isolähde (tiepiirin hp T5)	25	60	13,5	3855	1997
	Koverhar	11007	295	3,9	3516	1997
0107804	Lappohja	25	82	13,5	2072	1997
0110653	ALKO Noppo	11443	236	2,2	2148	1997
0110602	Hyvinkäänkylä	11490	926	2,2	583	1997
0110651	Erkylä	143	464	5,4	1826	1997
	Sveitsi	1361	1439	5,4	248	1997
0122001 B	Maasilta (Landsbro)	111	434	10	255	1997
0122051 A	Meltola (Mjölbolsta)	25	869	13,5	3425	1997
0142851 A	Kaivo 1	25	874	13,5	5498	1997
	Kaivo 2	25	510	13,5	5498	1997
	Kaivo 3	25	364	13,5	5498	1997
	Kaivo 4	25	983	13,5	5498	1997
	Kaivo 5	25	692	13,5	5498	1997
	Kaivo 6	25	801	13,5	5498	1997
	Kaivola	25	1315	13,5	5498	1997
	Moisionpelto	25	672	13,5	5498	1997
	Myllylampi	25	923	13,5	5498	1997
	Pappilankorpi	116	50	5,4	2864	97-98
	Porla (varavo)	25	638	13,5	5498	1997
0142851 B	Kaivo 10	25	510	13,5	15047	1997
	Kaivo 11	25	364	13,5	15047	1997
	Kaivo 12	25	1310	13,5	15047	1997
	Kaivo 13	1	182	13,2	1997	
	Kaivo 7	25	728	13,5	15047	1997
	Kaivo 8	25	728	13,5	15047	1997
	Kaivo 9	25	874	13,5	15047	1997
	Lehmijärvi	25	467	13,5	15047	1997
	Lempola	1090	592	3,8	1703	97-98
	Oy Partek Ab	25	340	13,5	15047	1997

Pohjavesialue	Havaintopiste	Lähin suolattava tie	Etäisyys (m)	Suolaus (t/km/a)	Pituus p.v. alueella (m)	Suolaustiedot ajalta
0154301	Kaninlähde	3	707	12,8	4842	1997
	Pellonperä	130	84	5,4	4045	1997
	Valkoja (tiepiirin hp 34)	3	30	12,8	4842	1997
	Valkoja (tiepiirin hp 35)	3	50	12,8	4842	1997
	Valkoja (tiepiirin hp T1)	3	190	12,8	4842	1997
	Valkojan vedenottamo, kaivo 1	3	224	12,8	4842	1997
	Valkojan vedenottamo, kaivo 2	3	224	12,8	4842	1997
0154306	Nukari	1321	372	2,2	1215	1997
0154351	Kaunissyryjä	11355	824	2,2	4582	1997
	Mars	25	632	6,4	3576	1997
	Solttila	25	1598	6,4	3576	1997
0154352	Kiljava	11299	87	2,2	6941	1997
	Kiljavan sairaala	11299	693	2,2	6941	1997
	Kiljavan vedenottamo, kaivo 1	11299	87	2,2	6941	1997
	Kiljavan vedenottamo, kaivo 2	11299	87	2,2	6941	1997
	Röykkä	11299	332	2,2	6941	1997
0160651	Ekerö	25	923	13,5	5824	1997
0183503	Trollböle	25	669	13,5	-	1997
0183527	Tenala (Valio)	52	45	13,5	373	1997
0183551	Björknäs	25	370	13,5	4383	1997
0192704	Isolähde	25	948	6,4	3438	1997
0192755	Luontola	25	743	6,4	9862	1997
0408601	Oitti (varavo)	54	300	4	1703	96-97
0409851	Hp 1 (Tiel vt12)	12	20	6,65	7743	ka92-97
	Hp 13 (Tiel vt12)	12	7	6,65	7743	ka92-97
	Hp 14 (Tiel vt12)	12	15	6,65	7743	ka92-97
	Hp 2 (Tiel vt12)	12	10	6,65	7743	ka92-97
	Hp 3 (Tiel vt12)	12	10	6,65	7743	ka92-97
	Hp 4 (Tiel vt12)	12	15	6,65	7743	ka92-97
	Iloharju (Kirkonkylä)	12	60	6,65	7743	ka92-97
	Korpikylä, puronhaara K-10 Lä (Tiel vt12)	12	420	6,65	7743	ka92-97
	Korpikylä, puronhaara Lä 1 (Tiel vt12)	12	250	6,65	7743	ka92-97
	Korpikylä, puronhaara Lä 2 (Tiel vt12)	12	870	6,65	7743	ka92-97
	Korpikylä, puronhaara Lä 3 (Tiel vt12)	12	1850	6,65	7743	ka92-97
	Ruoppa	12	700	6,65	7743	ka92-97
	Salaojakaivo, tien eteläpuoli (Tiel vt12)	12	4	6,65	7743	ka92-97
	Salaojakaivo, tien pohjoispuoli (Tiel vt12)	12	4	6,65	7743	ka92-97
	Salpa-Mattila	12	320	6,65	7743	ka92-97
	Tiilijärvi	12	2500	6,65	7743	ka92-97

Pohjavesialue	Havaintopiste	Lähin suolattava tie	Etäisyys (m)	Suolaus (t/km/a)	Pituus p.v. alueella (m)	Suolaustiedot ajalta
0431601 A	Kukonmäki (suljettu)	54	600	4,3	609	96-97
0431603	Kirkonkylä	295	250	1,45	3464	96-97
0439801	Jalkaranta (117 Hp)	12	560	14,7	6796	96-97
	Kärpänen	12	940	14,7	6796	96-97
	Kärpänen (161 K)	12	940	14,7	6796	96-97
	Kärpänen (165 Hp)	12	1060	14,7	6796	96-97
	Laune	12	1400	14,7	6796	96-97
	Laune (130 Hp)	12	1160	14,7	6796	96-97
	Laune (131 Hk)	12	180	14,7	6796	96-97
	Laune (132 K)	12	1300	14,7	6796	96-97
	Laune (133 K)	12	1340	14,7	6796	96-97
	Laune (134 Hp)	12	1680	14,7	6796	96-97
	Laune (136 Hp)	12	560	14,7	6796	96-97
	Laune (137 Hp)	12	160	14,7	6796	96-97
	Laune (139 Hp)	12	520	14,7	6796	96-97
	Laune (376 Hp)	12	640	14,7	6796	96-97
	Laune (378 Hp)	12	1180	14,7	6796	96-97
	Riihelä	12	500	14,7	6796	96-97
	Riihelä (151 K)	12	500	14,7	6796	96-97
	Riihelä (152 K)	12	500	14,7	6796	96-97
	Riihelä (154 Hp)	12	20	14,7	6796	96-97
	Riihelä (155 Hp)	12	175	14,7	6796	96-97
	Riihelä (158 Hp)	12	60	14,7	6796	96-97
	Riihelä (159 Hp)	12	140	14,7	6796	96-97
	Riihelä (206 K)	12	300	14,7	6796	96-97
	Urheilukeskus	12	260	14,7	6796	96-97
	Urheilukeskus (121 K)	12	260	14,7	6796	96-97
	Urheilukeskus (122 K)	12	360	14,7	6796	96-97
	Urheilukeskus (123 Hp)	12	200	14,7	6796	96-97
	Urheilukeskus (124 Hp)	12	720	14,7	6796	96-97
	Urheilukeskus (125 Hp)	12	1000	14,7	6796	96-97
	Urheilukeskus (21 Hp)	12	720	14,7	6796	96-97
0439802	Renkomäki	4	320	10,74	2657	96-97
	Renkomäki (143 K)	4	60	10,74	2657	96-97
	Renkomäki (144 K)	4	180	10,74	2657	96-97
	Renkomäki (145 Hp)	11845	320	3	3240	96-97
	Renkomäki (146 Hp)	11845	310	3	3240	96-97
	Renkomäki (148 Hp)	11845	10	3	3240	96-97
0439852	Takkula (ei käytössä)	140	100	3,75	1243	96-97
0469451	Herajoki	3	1100	8,5	2061	96-97
	Herajoki (kaivo 1, ei käytössä)	3	1100	8,5	2061	96-97
	Herajoki (kaivo 2, ei käytössä)	3	1100	8,5	2061	96-97
	Herajoki (kaivo 3, ei käytössä)	3	1100	8,5	2061	96-97
	Herajoki (kaivo 4)	3	1100	8,5	2061	96-97
	Herajoki (kaivo 5)	3	1100	8,5	2061	96-97

Pohjavesialue	Havaintopiste	Lähin suolattava tie	Etäisyys (m)	Suolaus (t/km/a)	Pituus p.v. alueella (m)	Suolaustiedot ajalta
0504405 A	Nuutila (ei käytössä)	359	50	5	2589	96-97
0504405 B	Ravirata (varavo)	6	660	8	1396	96-97
0514201	Kausala (Ravilinna)	12	150	8	1946	96-97
0514202	Myllytöyry	12	557	8	5674	96-97
0515351	Hiekkoinlahti	6	1940	7,6	1827	1997
	Hiekkoinlahti	6	1940	7,6	2416	1997
	Rajavartiosto	6	1350	7,6	1827	1997
	Rajavartiosto	6	1350	7,6	2416	1997
0517301	Korvenkylä	6	569	12	4615	96-97
	Rauhan sairaala	3964	160	0,1	4618	1997
	Tiurun sairaala	6	2760	12	4615	96-97
0517302	Myllypuro	6	3000	12	5274	96-97
0517351 A	Ahvenlampi (varavo)	14840	80	0,1	2776	1997
	Ahvenlampi (varavo)	6	520	12	9256	96-97
	Honkalahti	14832	200	0,1	2776	1997
	Honkalahti	6	760	12	9256	96-97
	Ilottula (Muukko)	14832	40	0,1	2776	1997
	Ilottula (Muukko)	6	940	12	9256	96-97
	Joutseno pulpin vo	14832	260	0,1	2776	1997
	Joutseno pulpin vo	6	2200	12	9256	96-97
	Peräsuonniitty	14840	1380	0,1	2776	1997
	Peräsuonniitty	6	1480	12	9256	96-97
	Puslamäki	6	380	12	9256	96-97
0528601	Viilansuo	15	1140	14	1160	1997
	Viilansuo	15	1140	14	335	1997
0544101	Taavetti	26	60	12,4	1401	96-97
	Taavetti	6	1040	14	3459	1997
0544104	ESSO 212	6	20	14	1204	1997
	Luumäen meijerin vo	6	440	14	1204	1997
	Taavetin lomakeskus	6	600	14	1204	1997
	Teboil 211	6	20	14	1204	1997
0544105	HP 2 441 52	6	375	14	8251	1997
	HP 20441053	6	60	14	8251	1997
	Pohjavesiputki HP1/94	6	175	14	8251	1997
	Pohjavesiputki HP2/94	6	100	14	8251	1997
	Pohjavesiputki KASI	6	840	14	8251	1997
0558001 A	Likolampi (varavo)	6	280	7,6	2770	1997

Pohjavesialue	Havaintopiste	Lähin suolattava tie	Etäisyys (m)	Suolaus (t/km/a)	Pituus p.v. alueella (m)	Suolaustiedot ajalta
0558002	Särkisalmen meijeri	6	29	9,2	1379	96-97
0558051	Simpele	6	1740	9,2	2679	96-97
0570002 A	Oritlampi	6	660	7,6	490	1997
0575401	Kaipiainen	6	340	8,7	3013	96-97
0575406	Tehtaanmäki (varavo)	14625	100	2,5	969	96-97
0590905	Jokela	15	480	6,5	-	96-97
0590906	K10	6	100	8	12428	96-97
	K2	6	340	8	12428	96-97
	K359	6	600	8	12428	96-97
	K363	6	300	8	12428	96-97
	K7	6	340	8	12428	96-97
	K9	6	300	8	12428	96-97
	Lä 14	6	360	8	12428	96-97
	Lä 15	6	600	8	12428	96-97
	Lä 2	6	400	8	12428	96-97
	Lä 4	6	500	8	12428	96-97
	Lä 6	6	940	8	12428	96-97
	Lä 8	6	1700	8	12428	96-97
	Lä 9	6	400	8	12428	96-97
	PVP 1.1 (K)	6	240	8	12428	96-97
	PVP 109 (K)	6	240	8	12428	96-97
	PVP 11 (T)	6	100	8	12428	96-97
	PVP 12.1 (K)	6	260	8	12428	96-97
	PVP 121 (KVL)	6	120	8	12428	96-97
	PVP 125 (K)	6	660	8	12428	96-97
	PVP 13 (T)	6	20	8	12428	96-97
	PVP 15 (T)	6	40	8	12428	96-97
	PVP 16 (T)	6	60	8	12428	96-97
	PVP 17 (T)	6	40	8	12428	96-97
	PVP 18 (T)	6	560	8	12428	96-97
	PVP 19 (T)	6	40	8	12428	96-97
	PVP 2 (T)	6	20	8	12428	96-97
	PVP 20 (P)	6	300	8	12428	96-97
	PVP 4 (T)	6	80	8	12428	96-97
	PVP 7 (T)	6	20	8	12428	96-97
	PVP 70 (K)	6	600	8	12428	96-97
	PVP 9 (T)	6	60	8	12428	96-97
	Utin varuskunta	6	900	8	12428	96-97
	Valkealan pohjavesiasema (lähde 1)	6	800	8	12428	96-97
0724801	Kirkonkylä (varavo)	6	840	2,2	242	1997
	Sortolampi	6	1800	2,2	242	1997

Liite 6. Ensimmäisen Salpausselän alueelle rakennetut teiden luiskasuojaukset (Hänninen, 1995; Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy, 1995, 1996, 1997, 1998; Uudenmaan tiepiiri, 1998a, 1998b ja Vallius et al., 1999).

1. Hämeen tiepiiri

1.1 Hausjärvi

1.1 Hausjärvi (0408602)

Mt 2879: 1992, (Riihimäki-Hikiä), suojattu muovitetulla kuitukankaalla (IM 225), saumaus teipillä, 0,25 m suojakerros. Suojauksen pituus 720 m. Vedenottamo: Hikiä.

1.2 Hollola

1.2.1 Kukonkoivu-Hatsina (0409851)

12/020: 1992, maatiiviste (Sa/Si), paksuus 0,7 m, ei suojakerrosta, suojauksen yhteydessä asennettu pari havaintoputkea, suojausta jatketaan 1995 (plv 0-5440) ja 1996. Alueella sijaitsevat vedenottamot: Ruoppa, (Rakennusbetoni ja Elementti Oy).

12/020 (plv 0-5440): 1995-96, maatiiviste (Sa), paksuus 0,7 m, sisäluiskassa bentoniittimatto. Vedenottamot: Ruoppa, Keinosiemennysasema, Sairakkala, (Rakennusbetoni ja Elementti Oy, Hälvälän leirialue). Valtatie 12 seurannan tuloksia on raportoitu vuosilta 1994-1997.

1.2.2 Salpakangas (0409852)

12/021: 1992, maatiiviste, paksuus 0,7 m, sisäluiskassa muovitettu kuitukangas (IM 88). Vedenottamot: Tiilijärvi, Salpa-Mattila.

1.2.3 Sipilänharju (Kukonkoivu-Hatsina, 0409851)

12/019: 1994-95, maatiiviste (Sa/Si), paksuus 0,7 m, sisäluiskassa bentoniittimatto, ei suojakerrosta.

1.3 Lahti

1.3.1 Renkomäki (0439802)

4/119: 1981, vedenottamon lähialue suojattu muovikalvolla (Orimattilan tienhaara pl 93 400), suojattu tieosuus yht. n. 900 m. Vedenottamo: Renkomäki.

1.4 Riihimäki

1.4.1 Herajoki (0469451)

3/110: 1989, maatiiviste (SiMr), paksuus 0,7-1 m, suojattu tieosuus yht. n. 0,5 km. Vedenottamo: Herajoki.

2. Kaakkois-Suomen tiepiiri

2.1 Imatra

2.1.1 Vesioronkangas (0515351)

6/311: 1996, bentoniittimatto (päällysteen ja pientareen reunassa), luiskissa 80 cm savea, päällä nurmi. Päällysteen ja pientareen reunassa lisäksi bitumiemulsiotiivistys. Suojauksen pituus n. 4,18 km. Vedenottamot: Hiekkoinlahti, Huhtasenkylä ja K-S Rajavartiosto.

2.2 Luumäki

2.2.1 Taavetti (0544101)

6/209 ja 61/011: 1993-94, Kt 61 (syksy 1993): maabentoniitti, 2 kpl 100 m pitkää koeosuutta, joiden alle rakennettu vedenkeruualtaat (12 m³) ja päihin vesivanerista patoaltaat; vt 6 ja kt 61 (kesä 1994): koeosuudet muovitetusta kuitukankaasta ja maabentoniitin runkoaineena käytetystä fillerihiekasta. Vedenottamo: Taavetti. Tiepiirin erityisuurantakohde.

6/208: 1994, muovitettu kuitukangas, 40 cm hiekkaa ja multaa 10 cm + nurmi; koealueet; maabentoniitti 15-20 cm, 40 cm Hk/SrHk, multaa 10 cm + nurmi. Suojauksen pituus n. 1,9 km.

2.3 Valkeala

2.3.1 Utti (0590906)

6/203 (plv 0-1350): 1995-96, bentoniittimatto (n. 1,5 km), 0,5 m suojakerros. Vedenottamot: Haukkajärvi (tekopohjavesi), Kuivala (tekopohjavesi) ja Utti varuskunta.

6/203: 1995-96, n. 500 m matkalla on bentoniittimatto (päällysteen ja pientareen reunassa), 35 cm hiekkaa, 15 cm multaa ja nurmi; 1482 m:n matkalla oikealla puolella koealue 300 m:n matkalla, muuten 15 cm bentoniittihiekkaa, 30 cm hiekkaa, 10 cm multaa ja nurmi. Vedenottamo: Kuivala.

3. Uudenmaan tiepiiri

3.1 Hyvinkää

3.1.1 Noppo (0110653)

3 107/5010 - 3 108/0710: 1992 valmistunut vaativa suojaus, maatiiviste 0,8 - 1,0 m ja imeytetty bitumiliuos luiskissa. Tien molemmat puolet ja keskikaista suojattu. Vedet johdetaan avo-ojia myöten pois pohjavesialueelta. Suojaus koko alueella. Vedenottamo: Noppo.

25 031/3450 - 25 032/0000, 25 032/0580 - 25 032/1430 (1. ajorata oikea puoli, osittain Palopuron koulun pohjavesialueella), 1379 001/0000 - 1379 001/0100 (osittain Palopuron koulun pohjavesialueella), 1379 001/0500 - 1379 001/0800: 1989 valmistunut vaativa suojaus, maatiiviste 0,8 - 1,0 m sekä reunaluiska ruiskutettu bitumilla. Tien molemmat puolet suojattu, vedet ohjataan avo-ojissa pois pohjavesialueelta. Suojaus koko alueella. Vedenottamo: Noppo.

3.2 Nurmijärvi

3.2.1 Kiljava (0154352)

132 004/5460 - 132 005/0270: 1997 valmistunut vaativa suojaus, maatiiviste 0,3/0,5 m ja muovitettu kuitukangas/suodatinkangas. Päätien molemmat puolet suojattu, jkp. tien oikea puoli välillä 004/5460 - 004/5561. Vedet ohjataan avo-ojia pitkin pois alueelta. Suojaus ei muodostumisalueella. Vedenottamo: Kiljava.

3.2.2 Rajamäki (0154351)

1311 004/0805 - 1311 004/2096: 1976, 1980 ja 1992 valmistuneet vaativa/perussuojaus, maatiiviste 0,6 m. Erikoismaatiivistettä lisätty lähes koko matkalla (parannettu olemassaolevaa suojausta 1992). Lisäksi muovikalvo. Tien molemmat puolet on suojattu. Vedet ohjataan avo-ojia pitkin pois pohjavesialueelta. Vedenottamot: Alkon tehdas (Jussinlähde ja pihakaivo), Sörkka, (Mars, Ali-Solttila, Kaunissyvä).

3 108/2535 - 3 108/3100, 3 108/3655 - 3 108/3760, 130 007/2735 - 130 007/3045, 130 007/3260 - 130 007/3435, 11443 001/3055 - 11443 001/3487: 1992 valmistunut vaativa suojaus, maatiiviste 0,8 - 1,0 m ja imeytetty bitumiliuos luiskissa. Tien molemmat puolet suojattu, vt3:sta myös keskikaista. Vedet johdetaan avo-ojissa pois pohjavesialueelta.

3.2.3 Valkoja (0154301)

3/104 (plv 32 800-34 400): 1989, suojaukset on rakennettu niille osuiksille, jotka sijoittuvat hyvin vettä läpäiseville maalajeille välillä Keimola-Karhukorpi, 0,8 m maatiiviste (Si) (luiskan tiivistämistä kokeiltiin 3 eri tavalla vertailua varten), betonitiuosuudella luiskan yläosaan kulutuskerroksen alle bitumoitu suodatinkangas, muualla suojattiin ruiskuttamalla bitumia reunamurskeen päälle tai asfaltoimalla piennar ja 0,3 m luiskaa, suojausalueella vedet johdetaan Vantaanjokeen, mt 130 ja pt 11439 suolankäyttörajoitus. Vedenottamot: Valkoja, Pellonperä. Tiepiirin erityisseurantakohde, tiepiirin havaintopisteitä.

3 106/1365 - 3 106/5947: 1992 valmistunut vaativa suojaus, maatiiviste 0,8 -1,0 m ja imeytetty bitumiliuos luiskissa. Suojattu tien molemmat puolet sekä keskikaista ja levähdysalueen molemmat puolet. Vedet ohjataan avo-ojissa pois pohjavesialueelta.

1311/004: 1980, suojaus koko alueella; parannettu 1992. Vedenottamot: Tehdas (ALKO1), Sörkka.

1321 002/3490 - 1321 003/0300: 1990 valmistunut perussuojaus, maatiiviste 0,8 m. Tien molemmat puolet suojattu. Vedet ohjataan avo-ojissa pois pohjavesialueelta. Suojaus koko alueella. Vedenottamot: Valkoja, Savikko, Pellonperä ja Kaninlähde.

3.3 Pohja

3.3.1 Ekerö (0160651)

25/011: 1984. Perussuojaus: maatiiviste, paksuus Mr 300 + Sr 50; suojauskalvo muovikalvo PVC, 0,5, alla Hk 50 mm; suojaus molemmilla puolilla. Vedenottamo: Ekerö.

3.4 Vihti

3.4.1 Nummenkylä-Nummelanharju (0192755)

25 023/5712 - 25 023/5912 (oikea puoli), 25 024/0000 - 25 024/0050 (vasen puoli), 25 024/0015 - 25 024/0210 (oikea puoli): 1996. Erittäin vaativa suojaus: maatiiviste ja bentoniittimatto; vedet johdetaan sadevesiviemäriin. Suojattu alue liian pieni. Vedenottamo: Luontola.

11238 001/1850 - 11238 001/2345 (vasen puoli), 11238 001/1865 - 11238 001/2330 (oikea puoli): 1996. Erittäin vaativa suojaus: maatiiviste 500 mm ja bentoniittimatto; reunakivet ja suljettu sv-järjestelmä; molemmat puolet suojattu, vedet ohjataan sadevesiviemäriverkostoon. Suojattu alue liian pieni. Vedenottamo: Luontola.

Liite 7. Ensimmäisen Salpausselän 49 eri pohjaveden seurantapisteen kloridipitoisuuksien keskiarvoja (KA) laskettiin niiltä tarkkailualueilta, joilla pohjaveden laatua on seurattu vuosina 1983–1987, 1988–1992 ja 1993–1997. N osoittaa kloridihavaintojen lukumäärää seurantajakson aikana. Jokaisen seurantapisteen keskiarvosta laskettiin seurantajaksojen kloridipitoisuuksien keskiarvojen erotus (KA83-87, KA88-92 ja KA93-97). Korsnäs (Pohja), Santalanrannan ja Hopearannan (Hanko) alueilla kloridipitoisuudet saattavat olla ajoittain korkeita, koska merivesi tai hiekkakeroksiin jäänyt vanhojen merivaiheiden suolat mahdollisesti kulkeutuvat vedenottamoille.

Kunta	Havaintopiste	Jakso1		Jakso2		Jakso3		Jakso1 >>jakso2	Jakso2 >>jakso3
		N83-87	KA83-87	N88-92	KA88-92	N93-97	KA93-97		
Anjalankoski	Kaipiainen	21	43,1	18	34,3	4	23	-8,8	-11,3
Elimäki	Ravirata (varavo)	2	26,5	7	39	8	21,1	12,5	-17,9
Hanko	Ampumarata	3	33,3	1	27	3	12,4	-6,3	-14,6
Hanko	Hopearanta	3	63,3	7	19,7	5	20	-43,6	0,3
Hanko	Lappohja	3	7	9	4,3	3	3,5	-2,7	-0,8
Hanko	Mannerheimintie	3	19	4	16,3	4	17,8	-2,7	1,5
Hanko	Santalanranta	15	83,1	40	10,9	5	9,6	-72,2	-1,3
Hausjärvi	Piirivuori (kaivo 2)	5	13,2	13	12	14	9,7	-1,2	-2,3
Hausjärvi	Piirivuori (kaivo 3)	2	11	11	12,2	12	9,3	1,2	-2,9
Hyvinkää	Erkylä	4	3	4	6,9	24	9,7	3,9	2,8
Hyvinkää	Hyvinkäänkylä	4	13,5	2	15,5	11	14,6	2,0	-0,9
Hyvinkää	Sveitsi	4	22,3	2	19	10	14,9	-3,3	-4,1
Iitti	Myllytöyry	6	16,3	16	20	11	22,8	3,7	2,8
Imatra	Rajavartiosto	4	3,6	12	4,1	11	4,5	0,5	0,4
Joutseno	Ahvenlampi (varavo)	5	12,8	7	17,9	2	19,5	5,1	1,6
Joutseno	Ilottula (Muukko)	7	7	11	11,1	7	13,7	4,1	2,6
Joutseno	Peräsuonniitty	11	7,9	18	8,9	11	1,9	1,0	-7,0
Joutseno	Puslamäki	5	7	2	10,5	1	26	3,5	15,5
Joutseno	Rauhan sairaala	4	6,5	3	6,6	5	6,7	0,1	0,1
Joutseno	Tiurun sairaala	4	3,7	3	4,7	4	2,2	1,0	-2,5
Kesälahti	Kirkonkylä (varavo)	1	13	3	7,3	2	6,7	-5,7	-0,6
Kouvola	Viilansuo	6	27	12	22,4	12	16,1	-4,6	-6,3
Lahti	Jalkaranta	3	10,3	1	12	12	11	1,7	-1,0
Lahti	Kärpänen	2	14,5	1	17	4	10,5	2,5	-6,5
Lahti	Laune	2	12,5	1	23	7	21,8	10,5	-1,2
Lahti	Riihelä	2	9,5	1	12	9	11,7	2,5	-0,3
Lahti	Urheilukeskus	2	12	1	19	8	20,5	7,0	1,5
Luumäki	Jurvala	1	22	8	43,3	11	40,6	21,3	-2,7
Luumäki	Taavetti	7	14,3	14	35,3	14	48,2	21,0	12,9
Nastola	Levonniemi	10	13	16	14,7	5	13,6	1,7	-1,1
Nastola	Mälkönen	10	11,6	15	13,9	5	12,2	2,3	-1,7
Nurmijärvi	Kiljava	3	4	11	3,5	2	1,8	-0,5	-1,7
Nurmijärvi	Nukari	6	17,8	5	18,6	13	17,7	0,8	-0,9
Nurmijärvi	Pellonperä	1	26	3	35,3	2	32,5	9,3	-2,8
Nurmijärvi	Solttila	5	4,2	2	2,5	4	3	-1,7	0,5
Nurmijärvi	Valkoijan vedenottamo, kaivo 2	11	29,3	14	36,6	17	46,9	7,3	10,3
Parikkala	Likolampi (varavo)	5	14,5	8	22	15	22,6	7,5	0,6
Parikkala	Simpele	2	5,5	3	9,1	2	8,5	3,6	-0,6
Pohja	Korsnäs	2	40,5	13	73,2	3	75	32,7	1,8
Riihimäki	Herajoki (kaivo 3, ei käytössä)	8	22,4	18	24,4	9	22,8	2,0	-1,6
Riihimäki	Herajoki (kaivo 4)	8	36,1	18	27,5	19	23,9	-8,6	-3,6
Ruokolahti	Oritlampi	4	3,5	3	4,1	2	2,7	0,6	-1,4
Tammisaari	Prästängen	1	35	1	12	1	23	-23,0	11,0
Valkeala	Utin varuskunta	4	3,5	7	6,1	12	3,1	2,6	-3,0
Valkeala	Valkealan pohjavesiasema (lähde 1)	27	12,7	34	16,1	38	18,7	3,4	2,6
Vihti	Isolähde	1	9	1	15	12	18	6,0	3,0
Vihti	Luontola	4	10	10	15,9	17	18,1	5,9	2,2

Liite 8. Pohjaveden 89 vedenottamon kloridipitoisuuden muutos vuosina 1988–1997 eri kloridipitoisuusluokissa (0–9,9; 10,0–24,9; 25,0–49,9 ja 50,0–99,9 mg/l).

Kloridipitoisuusluokka	Havaintopiste	Kunta	Ensimmäisen vuoden keskiarvo (mg/l)	Viimeisen vuoden keski-arvo (mg/l)	Keskiarvojen erotus (mg/l)			
0 - 9,9 mg/l	Tiurun sairaala	Joutseno	1988	8,0	1997	1,9	-6,1	
	Oritlampi	Ruokolahti	1989	6,8	1994	2,7	-4,1	
	Lappohja	Hanko	1988	6,3	1996	2,3	-4,0	
	Ruokosuo	Iitti	1992	4,7	1996	3,3	-1,4	
	Takaharju	Lohja	1992	5,3	1996	4,0	-1,3	
	Kiljava	Nurmijärvi	1988	3,0	1996	1,8	-1,2	
	Mettälä	Elimäki	1992	4,1	1996	3,0	-1,2	
	Renkomäki (143 K)	Lahti	1990	8,0	1997	7,0	-1,0	
	Arolahti	Iitti	1992	9,1	1996	8,3	-0,8	
	Jalkaranta (114 K)	Lahti	1990	9,0	1997	9,0	0,0	
	Jalkaranta (119 K)	Lahti	1990	8,0	1997	8,0	0,0	
	Rauhan sairaala	Joutseno	1988	6,0	1997	6,1	0,1	
	Trollböle	Tammisaari	1990	7,0	1996	7,6	0,6	
	Asemanseutu	Rautjärvi	1992	4,1	1996	4,8	0,8	
	Lehmijärvi	Lohja	1992	7,6	1996	8,5	0,9	
	Soltila	Nurmijärvi	1988	2,0	1996	3,0	1,0	
	Sortolampi	Kesälahti	1992	2,3	1994	3,3	1,1	
	Rajavartiosto	Imatra	1988	3,4	1996	4,8	1,4	
	Myllypuro	Joutseno	1991	2,0	1996	3,7	1,7	
	Alimmainen	Nastola	1991	6,2	1997	8,0	1,8	
	Uusikylä	Nastola	1988	6,0	1997	11,0	5,0	
	Isolähde	Vihti	1988	9,5	1997	15,0	5,5	
	Erkylä	Hyvinkää	1988	4,0	1993	9,7	5,7	
	Riihelä (206 K)	Lahti	1990	5,0	1996	11,7	6,7	
	Renkomäki (144 K)	Lahti	1990	7,0	1997	15,0	8,0	
	Ekerö	Pohja	1990	2,7	1997	21,3	18,6	
	10,0 - 24,9 mg/l	Herajoki						
		(kaivo 3, ei käytössä)	Riihimäki	1988	22,0	1995	10,0	-12,0
		Utin varuskunta	Valkeala	1988	14,0	1995	2,7	-11,3
		Peräsuonniitty	Joutseno	1988	12,2	1997	2,0	-10,2
Piirivuori (kaivo 3)		Hausjärvi	1988	15,0	1997	7,5	-7,5	
Santalanranta		Hanko	1988	15,5	1996	8,4	-7,1	
Kirkonkylä (varavo)		Kesälahti	1990	11,0	1994	4,4	-6,6	
Kärpänen		Lahti	1988	17,0	1993	10,5	-6,5	
Sveitsi		Hyvinkää	1988	21,0	1993	14,9	-6,1	
Piirivuori (kaivo 2)		Hausjärvi	1988	14,0	1997	8,0	-6,0	
Jokela		Valkeala	1991	17,0	1996	12,0	-5,0	
Urheilukeskus		Lahti	1988	19,0	1994	14,3	-4,8	
Simpele		Parikkala	1988	13,0	1996	8,5	-4,5	
Hopearanta		Hanko	1988	23,0	1996	19,0	-4,0	
Jalkaranta		Lahti	1988	12,0	1996	9,8	-2,3	
Laune		Lahti	1988	23,0	1994	21,0	-2,0	
Laune (132 K)		Lahti	1990	22,0	1997	20,0	-2,0	
Levonniemi		Nastola	1988	15,0	1997	13,0	-2,0	
Jalkaranta (111 Vo)		Lahti	1990	11,0	1997	10,0	-1,0	
Mälkönen		Nastola	1988	13,0	1997	12,0	-1,0	

Kloridipitoisuusluokka	Havaintopiste	Kunta	Ensimmäisen vuoden keskiarvo (mg/l)	Viimeisen vuoden keski-arvo (mg/l)	Keskiarvojen erotus (mg/l)			
10,0 - 24,9 mg/l	Nukari	Nurmijärvi	1988	17,0	1996	16,0	-1,0	
	Kaivola	Lohja	1990	10,0	1996	9,8	-0,3	
	Laune (133 K)	Lahti	1990	21,0	1997	21,0	0,0	
	Urheilukeskus (121 K)	Lahti	1990	14,0	1997	14,0	0,0	
	Urheilukeskus (122 K)	Lahti	1990	15,0	1997	15,0	0,0	
	Riihelä	Lahti	1988	12,0	1994	12,6	0,6	
	Jalkaranta (110 K)	Lahti	1990	14,0	1997	15,0	1,0	
	Kunnas (172 K)	Lahti	1990	14,0	1997	15,0	1,0	
	Särkisalmen meijeri	Parikkala	1992	13,0	1994	14,0	1,0	
	Villähde	Nastola	1988	12,0	1997	13,0	1,0	
	Mannerheimintie	Hanko	1988	16,0	1996	17,7	1,7	
	Kärpänen (161 K)	Lahti	1990	14,0	1997	16,0	2,0	
	Hyvinkäänkylä	Hyvinkää	1988	12,0	1993	14,6	2,6	
	Myllylampi	Lohja	1990	15,0	1996	17,9	2,9	
	Riihelä (151 K)	Lahti	1990	11,0	1997	14,0	3,0	
	Myllytöyry	Iitti	1988	20,3	1997	23,5	3,2	
	Nyby	Karjaa	1990	17,7	1997	22,3	4,7	
	Kunnas (171 K)	Lahti	1990	12,0	1997	17,0	5,0	
	Ilottula (Muukko)	Joutseno	1988	11,0	1997	17,0	6,0	
	Meltolan sairaala	Karjaa	1992	14,0	1996	20,0	6,0	
	Meltola (Mjölbolsta)	Karjaa	1990	16,8	1997	23,0	6,3	
	Luontola	Vihti	1990	11,5	1997	18,0	6,5	
	Likolampi (varavo)	Parikkala	1988	19,0	1996	27,7	8,7	
	Finnäs (Snappertuna)	Tammisaari	1992	12,0	1996	21,6	9,6	
	Prästängen	Tammisaari	1990	12,0	1995	23,0	11,0	
	Ahvenlampi (varavo)	Joutseno	1988	14,0	1996	28,0	14,0	
	Puslamäki	Joutseno	1988	11,0	1997	26,0	15,0	
	Björknäs	Tammisaari	1990	18,5	1997	43,5	25,0	
	25,0 - 49,9 mg/l	Ravirata (varavo)	Elimäki	1988	49,0	1994	21,8	-27,3
		Kaipiainen	Anjalankoski	1988	40,6	1994	17,0	-23,6
		Viilansuo	Kouvola	1988	31,8	1995	13,3	-18,5
		Moisionpelto	Lohja	1990	43,3	1994	26,5	-16,8
		Ampumarata	Hanko	1988	27,0	1996	11,5	-15,5
		Herajoki (kaivo 4)	Riihimäki	1988	27,6	1997	21,0	-6,6
		Jurvala	Luumäki	1990	45,0	1997	41,0	-4,0
		Maasilta (Landsbro)	Karjaa	1990	34,7	1997	33,3	-1,3
Laune (131 Hk)		Lahti	1990	29,0	1997	29,0	0,0	
Pellonperä		Nurmijärvi	1990	27,0	1996	29,0	2,0	
Valkoijan vedenottamo, kaivo 1		Nurmijärvi	1990	37,0	1997	42,0	5,0	
Valkoijan vedenottamo, kaivo 2		Nurmijärvi	1988	31,8	1997	48,0	16,3	
Taavetti		Luumäki	1990	31,3	1997	55,5	24,2	
Oy Partek Ab		Lohja	1992	41,5	1994	67,5	26,0	
Tenala (Valio)		Tammisaari	1988	38,0	1995	67,0	29,0	
50,0 - 99,9 mg/l		Korsnäs	Pohja	1989	69,5	1993	75,0	5,5

Kuvailulehti

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus	Julkaisu-aika	Elokuu 1999
Tekijä(t)	Taina Nystén, Juhani Gustafsson ja Teemu Oinonen		
Julkaisun nimi	Pohjaveden kloridipitoisuudet ensimmäisen Salpausselän alueella		
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut			
Tiivistelmä	<p>Tämä tutkimus käsittelee tiesuolauksen aiheuttamaa pohjaveden kloridipitoisuuden muutosta ja luiskasuojauksen toimivuutta ensimmäisen Salpausselän (Hanko-Hyvinkää-Lahti-Kouvola-Lappeenranta-Parikkala) alueella. Tutkimusaineiston 84 pohjavesialuetta edustavat 352 pohjaveden laadun havaintopistettä ja 3091 yksittäistä kloridihavaintoa. Tuloksia voidaan hyödyntää pohjaveden suojelutoimenpiteitä määrittäessä sekä teiden suolauksen ja luiskasuojauksen suunnittelussa. Jatkotoimenpiteinä ehdotetaan valittujen havaintopisteiden jatkuvaa ympärivuotista pohjaveden laadun seurantaan ja joillekin alueista suositellaan suolan alkuperän selvittämistä.</p> <p>Suurimmassa osassa tutkimusalueista pohjaveden kloridipitoisuus ylittää luonnontilaista pitoisuutta kuvaavana pidetyn 10 mg/l. Terveysviranomaisten asettama tavoitearvo (25 mg/l) ylittyy 34 %:ssa ja teknis-esteettinen (100 mg/l) raja-arvo 7 %:ssa havaintopisteistä vähintään kerran koko seurannan aikana. Tähänastinen tiesuolauksen vähentäminen ja nykyisten luiskasuojauksen rakentaminen ei ole laskenut koko tutkimusaineiston keksimääräisiä pohjaveden kloridipitoisuuksia. Seurantapisteistä 41 %:ssa ei ole havaittavissa pitoisuuden muutosta ja 34 %:ssa havaintojen määrä ei riitä muutoksen arviointiin. Pohjaveden kloridipitoisuuden muutokset näkyvät I Salpausselän aineistossa paremmin yksittäisissä seurantapisteissä kuin koko aineiston tilastollisessa tarkastelussa. Nouseva kloridipitoisuuden trendi on 18 %:ssa kaikista seuranta pisteistä ja laskeva trendi puolestaan 8 %:ssa. Kloridipitoisuuden kasvu on selvin alle 10 mg/l pitoisuusluokassa, jossa viimeisen kymmenen vuoden aikana seurattujen 29 vedenottamon kloridipitoisuuksien vuosikeskiarvojen nousu on 5 mg/l. Liukkaudentorjuntasuolan käyttömäärien tähänastinen vähentäminen 1980- ja 1990-luvun taitteen ennätysellisistä määristä ei ole vielä vaikuttanut pohjaveden laadun paranemiseen koko I Salpausselän alueella. Pohjaveden laadun yleinen paraneminen tulee näkymään vasta useiden vuosien kuluttua, kun tiesuolausta vähennetään nykyistä selvemmin.</p>		
Asiasanat	kloridi, liukkaudentorjunta, pohjavesi, Salpausselkä, tiesuola, talvikunnossapidon ympäristövaikutukset, veden laatu		
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristö 331		
Julkaisun teema	ympäristönsuojelu		
Projektihankkeen nimi ja projektinumero	Pohjaveden kloridipitoisuuden kehittyminen ja tieriskirekisteri XC951		
Rahoittaja/ toimeksiantaja	Tielaitos, Suomen ympäristökeskus, ympäristöministeriö		
Projektiryhmään kuuluvat organisaatiot			
	ISSN 1238-7312	ISBN 952-11-0534-8	
	Sivuja 74	Kieli suomi	
	Luottamuksellisuus julkinen	Hinta 66 mk	
Julkaisun myynti/ jakaja	Oy Edita Ab asiakaspalvelu puh. (09) 566 0266, faksi (09) 566 0380		
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus		
Painopaikka ja -aika	Oy Edita Ab, Helsinki 1999		

Presentationssblad

Utgivare	Finlands miljöcentral	Datum	Augusti 1999
Författare	Taina Nystén, Juhani Gustafsson ja Teemu Oinonen		
Publikationens titel	Pohjaveden kloridipitoisuusdet ensimmäisen Salpausselän alueella Kloridhalterna i grundvattnet på området vid I Salpausselkä		
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt			
Sammandrag	<p>Denna undersökning behandlar förändringar i grundvattnets kloridhalt förorsakad av vägsaltning, samt grundvattenskyddens funktion på I Salpausselkä formationen (Hangö-Hyvinge-Lahtis-Kouvola-Villmanstrand-Parikkala). Material, som samlades under arbetets gång, består av 3091 enskilda kloridobservationer från 352 provtagningspunkter på samt 84 grundvattenområden. Resultaten kan utnyttjas vid bestämning av grundvattnets skyddsåtgärder samt vägsaltningen och vid planering av grundvattenskydd. Kontinuerlig monitoring av grundvattnets kvalitet på de utvalda provtagningspunkterna föreslås som fortsättningsåtgärd och för vissa områden rekommenderas en utredning av saltets ursprung.</p> <p>I största delen av undersökningsområdena överskrider grundvattnets kloridhalt 10 mg/l, som anses beskriva halten före ingrepp av människan. Målvärdet uppsatt av hälsomyndigheterna (25 mg/l) överskrids i 34 % och det teknisk-estetiska gränsvärdet (100 mg/l) i 7 % av provtagningspunkterna minst en gång under uppföljningsperioden. Minskningen av vägsaltning och byggandet av grundvattenskydd har inte hittills haft en sänkande verkan på hela undersökningsdatats genomsnittliga kloridhalt i grundvattnet. I 41 % av provtagningspunkterna har man inte kunnat iakta någon förändring i kloridhalten och i 34 % räcker inte mängden observationer till för att kunna värdera förändringen. Förändringar i grundvattnets kloridhalt syns bättre i enskilda provtagningspunkter i stället för i den statistiska behandlingen av all undersökningsdata. Trenden för ökande kloridhalt finns i 18 % av alla monitoringspunkter och en sjunkande trend för sin del i 8 %. Kloridhaltens ökning är starkast i haltklassen på under 10 mg/l, var en förhöjning på 5 mg/l i det årliga medelvärdet på kloridhalten kunde upptäckas i de 29 vattentäkter, som observerats under de senaste tio åren. Minskningen av mängd vägsalt från 1980- och 1990-talens rekordartade mängder har inte ännu verkat förbättrande på grundvattenkvaliteten på hela I Salpausselkäns område. En allmän förbättring av grundvattnets kvalitet kommer att synas först efter flere år, när vägsaltningen minskats klart mer än nu.</p>		
Nyckelord	grundvatten, halkförhindring, klorid, miljöeffekter av vägunderhåll, Salpausselkä, vattenkvalitet, vägsalt		
Publikationsserie och nummer	Miljön i Finland 331		
Publikationens tema	miljövård		
Projektets namn och nummer			
Finansiär/ uppdragsgivare	Vägverket, Finlands miljöcentral, miljöministeriet		
Organisationer i projektgruppen			
	ISSN 1238-7312	ISBN 952-11-0534-8	
	Sidantal 74	Språk finska	
	Offentlighet Offentlig	Pris 66 mk	
Beställningar/ distribution	Oy Edita Ab kundservice tel. (09) 566 0266 telefax (09) 655 0380		
Förläggare	Finlands miljöcentral		
Tryckeri/ tryckningsort och -år	Oy Edita Ab, Helsingfors 1999		

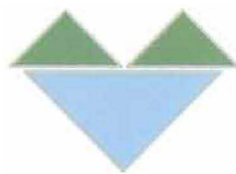
Documentation page

<i>Publisher</i>	Finnish Environment Institute	<i>Date</i>	August 1999												
<i>Author(s)</i>	Taina Nystén, Juhani Gustafsson ja Teemu Oinonen														
<i>Title of publication</i>	Pohjaveden kloridipitoisuudet ensimmäisen Salpausselän alueella Chloride concentrations of groundwater in the Salpausselkä I ice-marginal formation														
<i>Parts of publication/ other project publications</i>															
<i>Abstract</i>	<p>The aim of this study is to produce information on the effects of reduced road salting and of road slope protection constructions on groundwater quality in the Salpausselkä I zone (Hanko-Hyvinkää-Lahti-Kouvola-Lappeenranta-Parikkala). The concentrations of chloride in 3091 samples were measured from 352 observation wells to study 84 aquifers. The results of the study can be applied in developing groundwater supervision measures as well as in planning different road salting strategies and in construction of slope protection covers. Seasonal monitoring of groundwater quality in selected observation wells and analysis of the source of salt in some of the wells are proposed.</p> <p>Most of the aquifers studied were found to have chloride concentrations greater than 10 mg/l, which is the usual chloride concentration in natural groundwater in Finland. In 34% of the wells monitored the groundwater chloride concentration exceeded the technical-aesthetic guideline limit (25 mg/l) set by health authorities, and in 7% of the wells it exceeded the limit of 100 mg/l. So far, reduction of salt application and the construction of road slope covers have not decreased the average chloride concentration value, according to the research data. There was no change in concentration in 41% of the monitored wells, and in 34% of the wells there is not enough data to analyze the direction of change. Variations in the salinity of the water were discovered more easily by monitoring single wells than through statistical approaches to all the research data. The groundwater quality data indicated an increase in chloride concentrations in 18% of the monitored wells and a decrease in 8% of the wells. The upward trend is clearest in the class in which the annual average chloride concentration value is less than 10 mg/l. In this class the increase in concentration of average values of 29 monitored wells was 5 mg/l during the last decade. So far, reducing salting compared with the heavy application of the late 1980s and early 1990s has not improved the quality of the groundwater in the Salpausselkä I zone. General improvements in quality will be seen only over a number of the years, with more clear reductions in application of salt.</p>														
<i>Keywords</i>	chloride, de-icing, environmental effects of winter road maintenance, ground water, road salt, Salpausselkä, water quality														
<i>Publication series and number</i>	The Finnish Environment 331														
<i>Theme of publication</i>	environmental protection														
<i>Project name and number, if any</i>															
<i>Financier/ commissioner</i>	Finnish National Road Administration, Finnish Environment Institute, Ministry of Environment														
<i>Project organization</i>	<table border="0"> <tr> <td><i>ISSN</i></td> <td><i>ISSN</i></td> </tr> <tr> <td>1238-7312</td> <td>952-11-0534-8</td> </tr> <tr> <td><i>No. of pages</i></td> <td><i>Language</i></td> </tr> <tr> <td>74</td> <td>Finnish</td> </tr> <tr> <td><i>Restrictions</i></td> <td><i>Price</i></td> </tr> <tr> <td>Public</td> <td>FIM 66</td> </tr> </table>			<i>ISSN</i>	<i>ISSN</i>	1238-7312	952-11-0534-8	<i>No. of pages</i>	<i>Language</i>	74	Finnish	<i>Restrictions</i>	<i>Price</i>	Public	FIM 66
<i>ISSN</i>	<i>ISSN</i>														
1238-7312	952-11-0534-8														
<i>No. of pages</i>	<i>Language</i>														
74	Finnish														
<i>Restrictions</i>	<i>Price</i>														
Public	FIM 66														
<i>For sale at/ distributor</i>	Edita Ltd, customer service tel +358 9 566 022 telefax +358 9 566 0380														
<i>Financier of publication</i>	Finnish Environment Institute														
<i>Printing place and year</i>	Edita Ltd, Helsinki 1999														

Suomen ympäristö

251. Rikkidioksidi- ja typenoksidipäästöjen vähentämismahdollisuudet. Ympäristöministeriö.
252. Koivusaari, Juhani; Koskeniemi, Esa; Latvala, Jyrki; Lax, Hans-Göran; Rautio, Liisa Marja; Teppo, Anssi & Julkunen, Martin: Kyröjoen tila ja vesistöiden vaikutukset 1986 - 1995. Länsi-Suomen ympäristökeskus.
253. Pietiläinen, Olli-Pekka; Ristimella, Tero & Itkonen, Juhani: Typpi ja fosfori Kemijoen perifytontuotannon säätelijöinä. Ympäristöministeriö
254. Hallituksen kestävä kehityksen ohjelma. Valtioneuvoston periaatepäätös ekologisen kestävyden edistämisestä. Ympäristöministeriö.
255. Koski, Kimmo; Ritakallio, Veli-Matti; Huhdanmäki, Aimo & Vuorenhela, Turo: Myymäläverkon muutosten sosiaaliset ja sosiaalitoimeen kohdistuvat vaikutukset. Ympäristöministeriö.
256. Vehanen, Teppo; Marttunen, Mika; Tervo, Hannu; Kylmälä, Petri & Hyvärinen, Pekka: Oulujärven kalatalouden monitavoitteinen kehittäminen. Suomen ympäristökeskus.
257. Hoffrén, Jukka: Materiaalivirtailinpoito luonnonvarojen kokonaiskulutuksen seurantavälineenä. Ympäristöministeriö.
258. Tanninen, Timo & Hirvonen, Jukka: Asumistuen leikkauksista tuen vaikuttavuuden arviointiin. Asumistuen leikkausten kohdentuminen, asumistilanteen muutokset ja leikkausten vaikutus toimeentulotukeen vuosina 1995 - 96. Ympäristöministeriö.
259. Heikkilä, Mika: Hyrynsalmen kulttuuriympäristöohjelma. Ympäristöministeriö.
260. Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2005. Ympäristöministeriö.
261. Regeringens program för en hållbar utveckling. Statsrådets principbeslut om främjande av ekologisk hållbarhet. Ympäristöministeriö.
262. Hissit ja poistumistiet vanhoissa kerrostaloissa. Ympäristöministeriö.
263. Heiskanen, Anna-Stiina; Lundsgaard, Claus; Reigstadt, Marit & Olli, Kalle (toim.): Sedimentation and recycling in aquatic ecosystems - the impact of pelagic processes and planktonic food web structure. Suomen ympäristökeskus.
264. Panu, Jorma: Maisemarakenteen ja taajamarakenteen yhteensovittaminen. Ympäristöministeriö.
265. Jormola, Jukka; Järvelä, Juha; Lehtinen, Antti & Pajula, Heikki: Luonnonmukainen vesirakentaminen. Suomen ympäristökeskus.
266. Finnish Government Programme for Sustainable Development. Council of State Decision-in-Principle on the Promotion of Ecological Sustainability. Ympäristöministeriö.
267. Aro, Teuvo; Jyrkkäranta, Jyrki & Hääl, Kaido: Virolaiskerrostalojen lämmön ja veden kulutus. Ympäristöministeriö.
268. Suutari, Riku; Johansson, Matti & Tarvainen, Timo: Aineistojen alueellistaminen kriging-menetelmällä ympäristömallintamisessa. Suomen ympäristökeskus.
269. Futures for FEI. International Evaluation of the Finnish Environment Institute. Ympäristöministeriö.
270. Kaipiainen, Maarit: Tiivis ja matala puurakentaminen. Ympäristöministeriö.
271. Rintanen, Tapio & Kare, Päivi: Suomen uhanalaisia lajeja: Sorsanputki (*Sium latifolium*). Suomen ympäristökeskus.
272. Wesamaa, Pekka: Kaavojen laatimisajat 1995 - 1996. Ympäristöministeriö.
273. Leikola, Niko: Metsäluonnon monimuotoisuus ja metsien käytön historia Etelä-Pohjanmaalla. Suomen ympäristökeskus.
274. Manninen, Pertti: Havasten limoittumistutkimus Konnivesi-Ruotsalaisella talvella 1997. Etelä-Savon ympäristökeskus.
275. Sigurdsson, Albert: Landscape ecological changes in the Kuhmo border area after 1940. A cumulative effects assessment approach. Suomen ympäristökeskus.
276. Asukasvalintatyöryhmän muistio. Ympäristöministeriö.
277. Edunvalvonta rakennusalan eurooppalaisessa standardisoinnissa. Ympäristöministeriö.
278. Virkkala, Raimo & Toivonen, Heikki: Maintaining biological diversity in Finnish forests. Suomen ympäristökeskus.
279. Itämeren alueen kestävä kehityksen ohjelma. BALTIC 21. Ympäristöministeriö.
280. Hyvärinen, Veli (toim.): Hydrologinen vuosikirja 1995. Suomen ympäristökeskus.
281. Marjanen, Jari: Myrky- ja kemikaalilainsäädännön kehitysvaiheita. Suomen ympäristökeskus.
282. Lokio, Jarmo: Kittilän kulttuuriympäristöohjelma. Ympäristöministeriö.
283. Karhu, Elina: NiCd-pienakkujen käytön ja jätehuollon ohjaus. Suomen ympäristökeskus.
284. Leijting, Jorrit: Fuel peat utilization in Finland: resource use and emissions. Suomen ympäristökeskus.
285. Puustinen, Markku: Viljelymenetelmien vaikutus pintaeroosioon ja ravinteiden huuhtoutumiseen. Suomen ympäristökeskus.
286. Ekokyliä ekologinen tase. Neljän suomalaisen asuntoalueen arviointi kestävä kehityksen kannalta. Ympäristöministeriö.
287. Hoffrén, Jukka: Material Flow Accounting as a Measure of the Total Consumption of Natural Resources. Ympäristöministeriö.
288. Tynkkynen, Veli-Pekka: Environmental health in the Karelian Republic. The popular image of green forests and clean waters is a delusion. Pohjois-Savon ympäristökeskus.
289. Korhonen, Pekka; Rotko, Pia; Marttunen, Mika; Jarkoinen, Sirpa & Kiljunen, Pentti: Päijänteen, Konnivesi-Ruotsalaisen ja Kymijoen säännöstelyn vaikutukset. Kyselytutkimus alueen vakinaisten ja lomasukkaiden kokemuksista ja odotuksista v. 1997. Suomen ympäristökeskus.
290. Tihlman, Tiina: Suomenlahden rannikkoalueiden kaavoitus Life 96 ympäristö-projekti. Uudenmaan ympäristökeskus.
291. Honkasalo, Antero: Kasvua vai kehitystä? Steady-state-talous ja kestävä kehityksen reunaehdot. Ympäristöministeriö.

292. Palmu, Jukka-Pekka: Moreeni- ja muodostumien inventointi. Esitutkimus Pohjois-Uudenmaan ja Etelä-Hämeen alueella. Ympäristöministeriö.
293. Hudd, Richard & Kållax, Pia: Fiskyngelförekomst och fiskbestånd i Kyro älvs mynning 1980 - 1997. Länsi-Suomen ympäristökeskus.
294. Asuntopolitiikan tukien kestävä kehittäminen. Ympäristöministeriö.
295. Lovio, Raimo: Suuntaviivoja ympäristöraportointiin. Suomen ympäristökeskus.
296. Saura, Matti & Saukkonen, Sari: Etelä-Päijänteen kuormitus ja veden laadun turvaaminen. Tutkimus-hankkeen loppuraportti. Pirkanmaan ympäristökeskus.
297. Myllymäki, Pauliina; Turtiainen, T.; Salonen, L.; Helanterä, A.; Kärnä, J. & Turunen, H: Radonin poisto porakaivovedestä. Suomen ympäristökeskus.
298. Teppo-Pärnä, Viri & Pärnä, Seppo: Piikkiön kulttuuriympäristö. Kotiseutukirja. Lounais-Suomen ympäristökeskus.
299. Euroopan yhteisön Natura 2000-verkoston Suomen ehdotuksen hyväksymisestä. Ympäristöministeriö.
300. Metsien suojelupinta-alat. Suoelupinta-alaprojektin loppuraportti. Ympäristöministeriö.
301. Hännikäinen, Outi-Kristiina: Kansainvälistyvä kaupunkiympäristö. Ympäristöministeriö.
302. Ympäristömelun tutkimus ja sen kehittäminen. Ympäristöministeriö.
303. Söderman, Guy; Leinonen, Reima; Lundsten, Karl-Erik & Tuominen-Roto, Liisa: Yöperhosseuranta 1993 - 1997. Suomen ympäristökeskus.
304. Ympäristönäkökohdat julkisissa hankinnoissa. Selvitys nykytilasta Suomessa. Ympäristöministeriö.
305. Etelämäki, Lauri: Vedenkäyttö Suomessa. Suomen ympäristökeskus.
306. Kontula, Tytti; Lehtomaa, Leena & Pykälä, Juha: Someron Rekiokilaaoksen maankäytön historia, kasvillisuus ja kasvisto. Suomen ympäristökeskus.
307. Räsänen, Milja: Entsyymiaktiivisuuksien mittaaminen maanäytteistä - esimerkkinä fosfodiesteri- ja arylsulfataasi. Suomen ympäristökeskus.
308. Sinisalmi, Tuomo (toim.): Päijänteen, Konnivesi-Ruotsalaisen ja Kymijoen säännöstelyjen kehittäminen. Säännöstelyn vaikutukset rantojen virkistyskäyttöön. Suomen ympäristökeskus.
309. Lanki, Eija: Jätteiden tartuntavaarallisuuden tulkintakriteerit. Ympäristöministeriö.
310. Silvola, Matti: Saastuneiden maa-alueiden priorisointimallien arviointi - HRS/SASSIT, AGAPE ja PRIORI. Pirkanmaan ympäristökeskus.
311. Laakso, Seppo & Loikkanen, Heikki A.: Asuntomarkkinat ja asumisen tukijärjestelmät. Taustaa asuntopolitiikan kehittämiselle. Ympäristöministeriö.
312. Pietiläinen, Olli-Pekka: Typpi ja fosfori Pien-Saimaan, Nuorajärven, Nerkojärven ja Kemijärven kasviplankton tuotannon säätelijöinä. Suomen ympäristökeskus.
313. Pietiläinen, Olli-Pekka ja Räike, Antti: Typpi ja fosfori Suomen sisävesien minimiravinteina. Suomen ympäristökeskus.
314. Riekkola-Vanhanen, Marja: Finnish expert report on best available techniques in ferrochromium production. Suomen ympäristökeskus.
315. Riekkola-Vanhanen, Marja: Finnish expert report on best available techniques in zine production. Suomen ympäristökeskus.
316. Riekkola-Vanhanen, Marja: Finnish expert report on best available techniques in copper production and by-production of precious metals. Suomen ympäristökeskus.
317. Riekkola-Vanhanen, Marja: Finnish expert report on best available techniques in nickel production. Suomen ympäristökeskus.
318. Rantanen, Pirjo et al.: Biologisen fosforin- ja typenpoiston tehokkuus, prosessiohjaus ja mikrobiologia. Suomen ympäristökeskus.
319. Pirinen, Auli & Salminen, Markku: Käytössä olevan asuintalon huoltokirja. Ympäristöministeriö.
320. Liponkoski, Markku: Fluori ja sen poistaminen talousvedestä. Suomen ympäristökeskus.
321. Korhonen, Pekka: Päijänteen ja Konnivesi-Ruotsalaisen säännöstelyjen kehittäminen. Suomen ympäristökeskus.
322. Pulliainen, Erkki; Korhonen, Kyllikki & Huuskonen, Markku: Perämeren mateiden sukurauhasten kehityshäiriöt. Ongelman laajuus ja yhteydet muiden kalojen lisääntymishäiriöihin. Lapin ympäristökeskus.
323. Tallskog, Lasse; Kontio, Panu and Leskinen, Antti: Environmental assessment in public promotion of exports and investments to developing countries / prepared for the Ministry for Foreign Affairs of Finland. Suomen ympäristökeskus.
324. Lähiöuudistus 2000 - oppia menneestä ja suunta tulevaisuuteen. Ympäristöministeriö.
325. Kleemola, Sirpa & Forsius Martin (eds.): 8th Annual Report 1999. UN ECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. International Cooperative Programme on Integrated Monitoring of Air Pollution Effects on Ecosystems. Suomen ympäristökeskus.
326. Saarinen, Kristina: Data production chain in monitoring of emissions. Suomen ympäristökeskus.
327. Partanen-Hertell, Marjut et al.: Raising environmental awareness in Baltic Sea area. Suomen ympäristökeskus.
328. Heikkilä, Mari: Vesijohtoverkon nitrifioivat bakteerit. Suomen ympäristökeskus.
329. Melanen, Matti; Ekqvist, Marko & Mukherjee, Arun: Raskasmetallien päästöt ilmaan Suomessa 1990-luvulla. Suomen ympäristökeskus.
330. Siikanen, Antti; Säylä, Markku & Tahvanainen, Markku: Suomalaisten asumismenot. Ympäristöministeriö.



**YMPÄRISTÖN-
SUOJELU**

Pohjaveden kloridipitoisuudet ensimmäisen Salpausselän alueella

Julkaisu käsittelee tiesuolauksen aiheuttamaa pohjaveden kloridipitoisuuden muutosta ensimmäisen Salpausselän (Hanko–Hyvinkää–Lahti–Kouvola–Lappeenranta–Parikkala) alueella. Tämän tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää pohjaveden suojelutoimenpiteitä määrittäessä sekä teiden suolauksen ja luiskasuojauksen suunnittelussa.

Terveysviranomaisten pohjaveden kloridipitoisuudelle asettama tavoitearvo (25 mg/l) ylittyy 34 %:ssa ja teknis-esteettinen (100 mg/l) raja-arvo 7 %:ssa tutkimuksessa mukana olleista 352 havaintopisteistä. Kloridipitoisuuksien muutos on paremmin havaittavissa yksittäisissä seurantapisteissä kuin koko aineiston tilastollisessa tarkastelussa. Tähänastinen tiesuolauksen vähentäminen ja olemassa olevat pohjavesisuojaukset eivät ole laskeneet koko tutkimus-aineiston keksimääräisiä pohjaveden kloridipitoisuuksia. Viimeisen kymmenen vuoden aikana selvin kloridipitoisuuksien kasvu on lähellä luonnontilaista pitoisuutta olleilla vedenottamoilla (alle 10 mg/l). Korkeimpien pitoisuuksien luokissa puolestaan ei havaittu selvää vuosikeskiarvojen muutosta.



ISBN 952-11-0534-8

ISSN 1238-7312

Oy EDITA Ab
PL 800, 00043 EDITA, vaihde (09) 566 01
ASIAKASPALVELU
puh. (09) 566 0266, telefax (09) 566 0380
EDITA-KIRJAKAUPAT HELSINGISSÄ
Annankatu 44, puh. (09) 566 0566
Eteläesplanadi 4, puh. (09) 662 801

